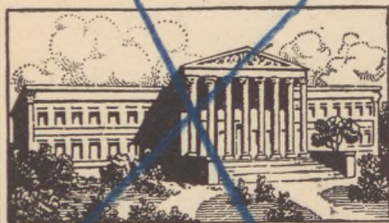


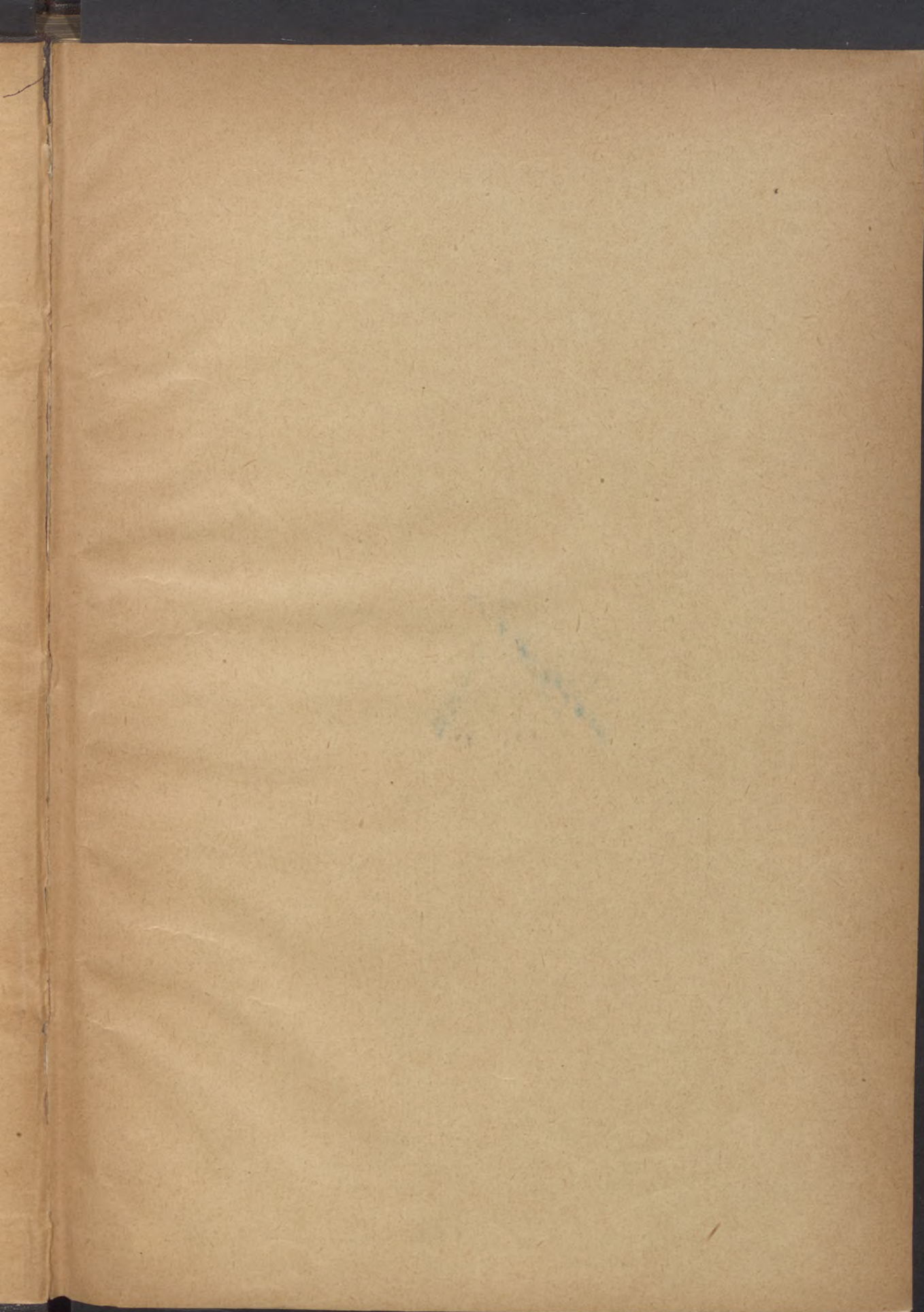
MAGYAR NEMZETI MUZEUM
ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁRA



OLVASÓTERMI KÉZIKÖNYVTÁR

014390

KIKÖLCSÖNÖZNI NEM SZABAD



Mat. m

1876



147 40. 117
GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKI
TANKÖNYV

GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKOK HASZNÁLATÁRA.

IRTÁK

GYŐRY ISTVÁN, SCHILBERSZKY KÁROLY, STRÖCKER ALAJOS.

III. RÉSZ.

CHEMIA.

20 KÉPPEL.

IRTA

DR. GYŐRY ISTVÁN,

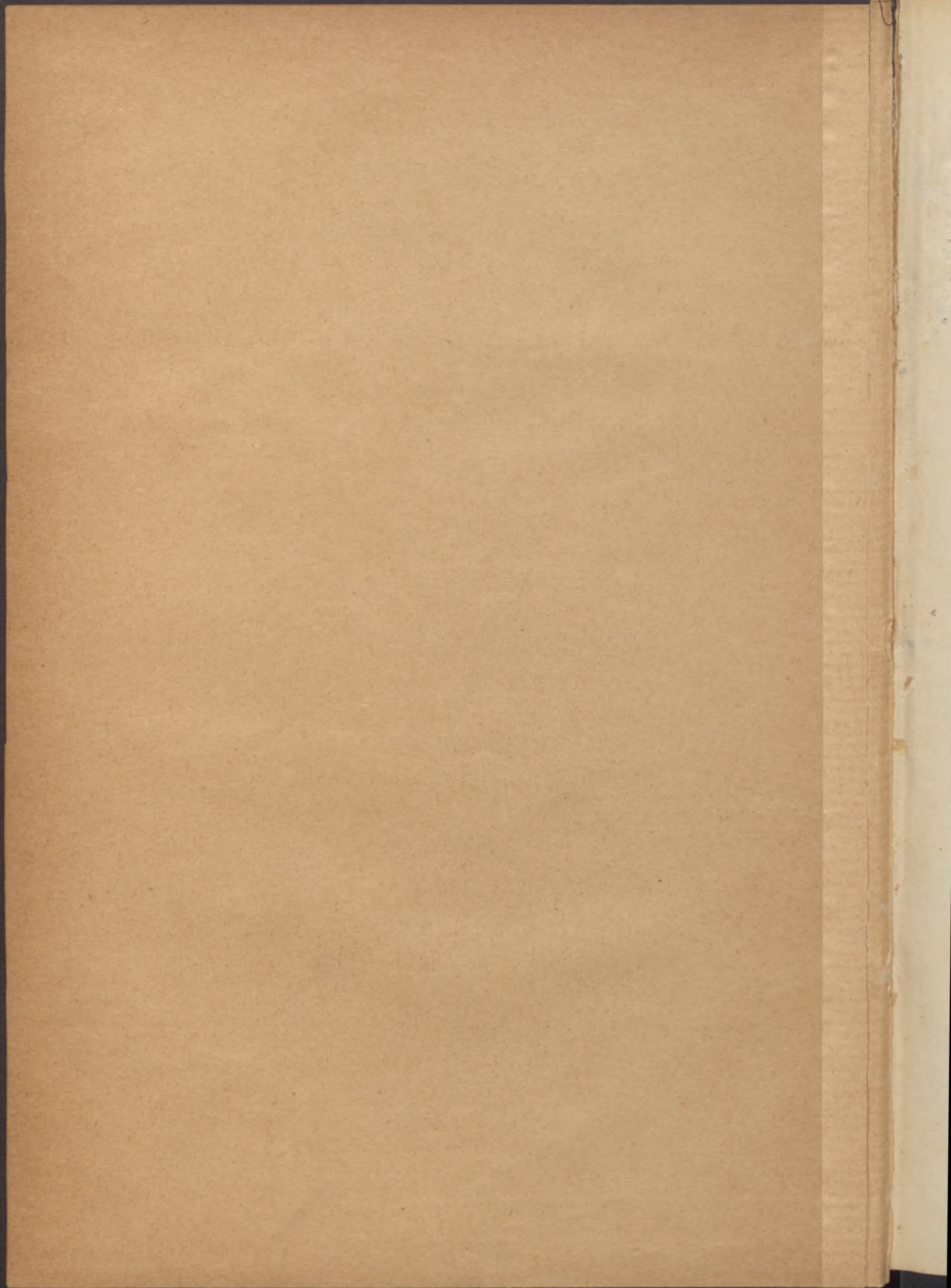
A BUDAPESTI GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKI ISKOLA VOLT TANÁRA.

A teljes mű (I—V. rész) ára 16 korona.

BUDAPEST.

AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI R.-T. KÖNYVNYOMDÁJA.

1902.



GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKI TANKÖNYV

GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKOK HASZNÁLATÁRA.

IRTÁK

GYÓRY ISTVÁN, SCHILBERSZKY KÁROLY, STRÖCKER ALAJOS.

III. RÉSZ.

CHEMIA.

IRTA

DR. GYÓRY ISTVÁN,

A BUDAPESTI GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKI ISKOLA VOLT TANÁRA.



BUDAPEST.

AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI R.-T. KÖNYVNYOMDÁJA.

1902.

~~Mart. med.~~
~~1843.~~



54751



M. N. MUSEUM KÖNYVTÁRA
I. Nyomt. Növedéknapló
1903 évi 62 sz.

ELŐSZÓ.

Még abban az időben — több évvel ezelőtt — midőn a budapesti gyógyszerész-gyakornoki tanfolyamnak előadója voltam, foglalkoztam e könyv megírásával. Hogy az csak több év munkájával készülhetett el, az jobbra nem tölem függő körülményeknek tulajdonítható.

E könyvecske a gyógyszerész-gyakornokok számára írott tankönyvnek III. részét képezi; hogy ez lett az öt rész között a legterjedelmesebb, az a chemiának a gyógyszerészettel való szoros kapcsolatából és a chemiai tudománynak óriási terjedelméből könnyen megérthető. Igyekeztem ugyan szorgosan elkerülni mindazt, a mire a gyógyszerész-gyakornoknak szüksége nincs vagy a minek megértése már bizonyos előzetes tanulmányokat feltételez, — s mégis úgy látom, hogy e könyvecske talán a kelleténél terjedelmesebbé vált.

De azért nem vádolom magamat. Tudom jól, hogy az általános részben semmi felesleges sincs; a részletesben talán van, legalább úgy látszik, de célom az volt, hogy a gyakornok lehetőleg mindent megtaláljon egy helyen, a mi tanulmányai közben érdeklődését felköltheti s a mi bizonyos általános áttekintés megszerzéséhez: ebből a neki legfontosabb studiumból szükségesnek látszik. A három év különben elég hosszú idő arra, hogy az egész tankönyvet alaposan áttanulmányozhassa s a kéthónapos tanfolyam csak repetícióra való.

Igy is sok oly dolgot mellőznöm kellett, a mire tán szükség volna, egyebek közt a qualitativ chemiai analysis rendszeres összefoglalását. Egyébiránt a szöveg közt ebből sőt a quantitativ elemzésből van annyi, a mi a kezdőnek ez irányban egy kis alapot nyújthat.

IV

Végül még csak egy dologra óhajtok reámutatni. Meggyőződésem az, hogy a jól képzett gyógyszerész-gyakornoknak a tyrocinialis vizsgálaton a magyar gyógyszerkönyvet tudnia és értenie kell, hogy nyugodt lélekkel bizhassuk meg őt a gyógyszerek elkészítésének felelősségteljes munkájával. Ha ezt elérhetjük, akkor talán az egyetemen is fokozott eredménye lesz a kétévi oktatásnak és oly dolgokra is juthat idő, a mire ma még gondolni sem igen lehet.

Forgassák ifjú gyógyszerész-tanulóink e könyvecskét haszonnal: én igyekeztem azt legjobb tudásom szerint oly gondosan és oly modorban megírni, a mint az csak tőlem telt.

Budapesten, 1902. július hónapjában.

Győry István.

TARTALOMJEGYZÉK.

BEVEZETÉS.		Lap
A testek változásai. Fizikai és kémiai változások	1	
Az anyag megmaradása	2	
Egyszerű és összetett testek. Az alkotórész megmaradása	3	
Vegyület és keverék. Az állandó súlyarányok törvénye	3	
I. RÉSZ. KÉMIAI ALAPFOGALMAK.		
A kémia fejlődésének vázlata és különösen a testek alkatára vonatkozó nézetek	5	
A testek alkata az atom-elmélet alapján.	11	
Atom-súlyok és atom-jegyek	12	
Molekula-súlyok és molekula-képletek	14	
Sokszoros súlyarányok törvénye. Egyszerű és összetett alkatrészek.		
Egyszerű és összetett gyökök	16	
A gyökök vegyértékűsége	17	
Tapasztalati, szerkezeti és okszerű képletek	22	
A gyökök jelleme	23	
A gyökök szerepe a molekula-képzésben és a vegyületek elnevezésében	25	
A gyökök szerepe a kémiai átváltozásokban. Egyesülés, bomlás, cserebomlás	25	
Egyenértéksúlyok	29	
Megfordítható (reciprok) kémiai folyamatok. Tökéletes és tökéletlen kémiai átváltozások. Tömeghatás	32	
Különböző tényezők szerepe a kémiai átváltozásokban	34	
Hőtermelés és hőfogyasztás a kémiai változásokban	36	
II. RÉSZ. NEMFÉMES ELEMÉK ÉS VEGYÜLETEIK.		
Hydrogen	47	
Oxygen	53	
Gyors égés	55	
Lassu égés	58	
Oxidok	58	
Ozon	59	
Hydrogen és oxygen	60	
Chlor	65	
Chlor és hydrogen	69	
Chlor és oxygen, esetleg hydrogen is (oxidok és savak)	72	
Brom	73	
Brom és hydrogen	74	
Brom és oxygen	74	
Brom és chlor	74	
Jod	75	
Jod és hydrogen	77	
Jod és oxygen	77	
Jod és chlor vagy brom	78	
Fluor	78	
Fluor és hydrogen	78	
Kén. (Sulfur)	79	
Kén és hydrogen	82	
Kén és oxygen (oxidok és savak).	83	
Kén és halogének, esetleg oxygen is	90	
Nitrogen (és levegő)	91	
Nitrogen és hydrogen	92	

VI

	Lap
Nitrogen és oxygen, esetleg hydrogen is (hydroxylamin, oxidok és savak)	94
Nitrogen és halogenek, esetleg oxygen is	99
Nitrogen és kén, esetleg oxygen és hydrogen is	100
Phosphor	100
Phosphor és hydrogen	103
Phosphor, oxygen és hydrogen (oxidok és savak)	104
Phosphor és halogenek	108
Phosphor és kén	108
Phosphor és nitrogen	108
Arsen	109
Arsen és hydrogen	109
Arsen és oxygen (oxidok és savak.)	110
Arsen és halogenek	112
Arsen és kén	112
Stibium vagy antimon	112
Antimon és hydrogen	113
Antimon és oxygen	114
Antimon és halogenek, esetleg oxygen is	114
Antimon és kén	115
Bór	116
Bór és oxygen, esetleg hydrogen is (oxid és savak)	116
Silicium	117
Silicium és oxygen, esetleg hydrogen is (oxid és kovasavak)	118
Szén. (Carbonium)	120
Szén és hydrogen	124
Szén és oxygen (oxidok és szénsav.)	124
Szén és halogenek	126
Szén és kén	127
Szén és nitrogen, esetleg hydrogen, sőt halogenek és kén is (cyan-vegyületek)	128

III. RÉSZ. A FÉMES ELEMÉK ÉS EZEK VEGYÜLETEI.

Natrium	131
A natrium fontosabb vegyületei	132
Kalium	139
A kalium fontosabb vegyületei	140
Lithium	146
Rubidium és caesium	147
Alkali-fémek	147

	Lap
Ammonium	148
Az ammonium fontosabb vegyületei	148
Calcium	150
A calcium fontosabb vegyületei	151
Strontium és baryum	155
Strontium- és baryum-vegyületek	155
Alkali-földfémek	155
Magnesium	156
A magnesium hivatalos vegyületei	157
Zink	159
A zink hivatalos vegyületei	161
Magnesium-csoport	162
Ólom. (Plumbum)	162
Az ólom hivatalos vegyületei	164
Réz. (Cuprum)	166
Réz-vegyületek	170
Higany. (Hydrargyrum)	170
A higany hivatalos vegyületei	172
Ezüst. (Argentum)	176
Ezüstvegyületek	178
Aluminium	179
Az aluminium hivatalos vegyületei	180
Üveg, porcellán, agyag	181
Mangan	183
A mangan hivatalos vegyületei	184
Vas. (Ferrum)	186
A vas kohászata	188
A vas fontosabb vegyületei	192
Vascyan-vegyületek	197
Cobalt	198
Nikkel	198
Chrom	199
A chrom hivatalos vegyületei	200
Arany. (Aurum)	201
Platina	202
Ón. (Stannum)	203

IV. RÉSZ. A SZERVES VEGYÜLETEK.

Szerves vegyületek fogalma	205
A szerves vegyületek sokfélesége	206
Isomeria. Polymeria	206
Szerkezeti különféleségek. Telített és telítetlen vegyületek	208
Helyettesítések. (Substitutio)	211
Homolog vegyületek	212
Elnevezés. (Nomenclatura)	214
A szerves vegyületek általános viselkedése (oxidáció, redukció, vízelvonás, vízbevitel, szénbevitel, szénelvonás, kondenzáció)	215

<i>Zsírnemű (aliphaticus) vegyületek.</i>	
	Lap
Szénhydrogenek	217
Telített szénhydrogenek	217
Telítetlen szénhydrogenek	219
A szénhydrogenek haloid-származékai	219
Szeszek. (Alkohol-ok)	221
Egy-vegyértékű telítetlen szeszek	223
Egy-vegyértékű telített szeszek	225
Két-vegyértékű szeszek	225
Három-vegyértékű szeszek	225
Háromnál több-vegyértékű szeszek	226
Egyszerű és vegyes aetherek	227
Összetett aetherek. (Esterek)	228
Az alkoholok kénes származékai	229
Organikus savak	229
Egy-vegyértékű zsírsavak	229
Gyümölcs-aetherek	234
Egy-vegyértékű telítetlen savak	234
Zsírok és zsíros olajok. Szappanok.	234
Oxy-savak. (Glykol-savak)	237
Több-vegyértékű savak	238
Aldehydekek és ketonok	240
Czukrok	242
Hexose-(glykose-)czukrok	243
Saccharose-czukrok	244
Szénhydratok	245
Aminok, amidok, nitrilek	248
Organometalla	249

<i>Aromatikus vegyületek.</i>	
Helyettesítések	250
Isomeria	250
Szénhydrogenek	252
Sulfonsavak	254
Nitro-származékok	255
Amino-származékok	255

	Lap
Phenolok	256
Aromás alkoholok	259
Aromás savak	260
Phenol-savak	261
Aromás aldehidek	264
Kámforok	264
Terpenek	266
Illanó olajok	266
Kaucsuk és guttapercha	267
Gyanták és balzsamok	268
Glykosidok	268
Keserű anyagok	269
Természetes festőanyagok	270
Alkaloidok	271
Nitrogen-tartalmú aromás vegyületek	273
Aromás bázisok	273
Azoxy-vegyületek	274
Azo-vegyületek	274
Hydrazo-vegyületek	274
Diazo-vegyületek	275
Diazoamino-vegyületek	275
Fehérjék	275
Albuminatok	276
Proteidek	276
Albuminoidok	277

FÜGGELÉK. PELDÁK A CHEMIAI SZÁMÍTÁSOK KÖRÉBŐL.

Százalékos alkat kiszámítása	279
Oldatok százalékos alkatának szabályo- zása	280
Chemiai változásokban egymásra ható mennyiségek kiszámítása	282
BETÜRENDES TÁRGYMUTATÓ	285

a
h
h
m

f
t
t
e
s
s
e

k
n
f
s
b

á
m
v
lé
m
v
si
tu
d
tu
cl
ol
fi

BEVEZETÉS.

A testek változásai. Fizikai és chemiai változások.

A testek tulajdonságait megfigyelve, arra a tapasztalatra jutunk, hogy azok nem mindig állandók; hiszen mindennapi megfigyeléseinkből tudjuk, hogy azokat a tulajdonságaikat, melyekről a testeket megismerjük, elveszíthetik és más tulajdonságokat ölthetnek magukra. Ezt úgy szoktuk röviden mondani: *a testek változhatnak.*

A vastárgyak nedves helyen megrozsdásodnak, midőn a szürke színű, fénylő vas, mely nagy szilárdságáról nevezetes, vöröses-barna színű, fénytelen rozsdává változik át: egy csekély szilárdságú, törékeny testté. A gyertyát meggyújtva, azt tapasztaljuk, hogy az ég, világosságot terjeszt, de e közben folyton kisebb és kisebb lesz. Hiába teszszük azután az elrozsdásodott vastárgyat száraz helyre, a vasrozsdából csak nem lesz fényes és szilárd vas; hiába oltjuk ki a félig elégett gyertyát, az csak nem lesz egészsze.

Más testeken is figyelhetünk meg változásokat és ilyeneket szándékosan magunk is idézhetünk azokon elő. Tegyük csak vizet valamely nyitott edényben a téli csikorgó hidegben ki a szabadba, nemsokára megfagy az: a könnyen folyó víz kemény jéggé lesz. De hozzuk be ezt a fűtött szobába, csakhamar megolvad és megint éppen olyan folyékony víz lesz belőle, mintha akár meg se fagyott volna.

Ki ne venné észre első pillanatra, hogy a víz megfagyása jéggé és általában a testek halmazállapot-változásai nem oly maradandók, mint azok, melyek a vas rozsdásodásakor vagy a gyertya és egyéb testek égésekor véghez mennek. — Míg ez utóbbiaknál a megváltozott testek tulajdonságai lényegesen eltérnek az eredeti testek jellemző tulajdonságaitól, addig a víz megfagyása folytán keletkezett jégnek, vagy elpárolgása folytán keletkezett vízgőznek jellemző tulajdonságai, nevezetesen egyéb testekkel szemben tanúsított viselkedésük, főbb vonásokban ugyanazok, mint a folyékony víz tulajdonságai és viselkedése. — Éppen ezért azt mondjuk, hogy a vas rozsdásodása, a gyertya égése és minden oly változás, melyben a test jellemző tulajdonságait elveszíti és azok helyett új jellemző tulajdonságokat vesz fel, chemiai (belső) változás; a víz megfagyása, elpárolgása és általában minden oly változás, melyben a test jellemzőbb tulajdonságait továbbra is megtartja, fizikai (külső) változás.

De vajjon miről lehet legbiztosabban felismerni azt, hogy a szóban forgó változás chemiai-e vagy fizikai; hiszen a testnek egyéb testekkel szemben való viselkedése és az úgynevezett jellemző tulajdonságok rendszere szerint csak bonyolultabb, nehezebben végezhető kísérletezések alapján állapíthatók meg. A kérdésre mégis elég biztosan megfelelhetünk; mert bár egyes esetekben kivételekkel találkozunk, általános szabályként kimondhatjuk azt, hogy a fizikai változásokor egy testből csak egy (egyféle) keletkezik, mely a változást előidéző ok megszűntével megint visszatér eredeti állapotába. Így látjuk ezt a vízen, mely, ha elegendő hőt vonunk el tőle (lehűtjük), szilárd jéggé lesz, de ha az elvont hőt újból beleviszszük, ismét folyékony vízzé lesz. Hasonlóképpen van a vízgőzzel, mely hőfelvétel folytán keletkezik a vízből, de hővesztés folytán megint csak vízzé lesz.

Nem így van ez a chemiai változások eseteiben. Ilyen változásokor valamely egységes testből két vagy több különböző test keletkezik, vagy több ilyen különbözőből egy egységes, vagy többől több más, melyek az eredetiektől lényeges tulajdonságaikban eltérnek. Kivételt képeznek némileg azok a chemiai változások, melyeknél egy egységes testből egy másik, tehát lényeges tulajdonságaiban tőle különböző test keletkezik; ilyenek az ú. n. isomer átváltozások, p. az, mely szerint a cyansavas ammonium carbamidá válik át. De ez utóbbi esetek is élesen különböznek a fizikai változásoktól, mert ezeknél a változást előidéző okok megszűntével nem tér vissza a test eredeti állapotába, holott a fizikai változások eseteiben, mint láttuk, ez bekövetkezik.

Az anyag megmaradása.

Mindezek a változások — úgy a fizikaiak, valamint a chemiaiak — csak minőségiek; általuk csak a testek tulajdonságai módosulnak, míg ellenben *az anyag mennyisége mindenkor változatlan marad.*

Igaz, nem ritkán úgy látjuk, hogy az megszorodott, máskor meg azt, hogy megfogyatkozott, sőt talán megsemmisült; de ez csak felületes megfigyelés eredménye, mert gondos utánjárás által bebizonyosul az anyag megmaradása.

A fizikai változásoknál ez igen könnyen megfigyelhető; mert misem könnyebb, mint arról meggyőződni, hogy egy gramm jégből a megolvadás-kor éppen egy gramm víz, ebből meg forraláskor pontosan egy gramm vízgőz keletkezik; csak arról gondoskodjunk, hogy a víz mind e változások közben mindenfelől teljesen záró edényben foglaltassék, vagyis abból el ne párologhasson.

Megmérhetjük a vastárgyat is, rozsdásodása előtt és azután; ennél azonban súlyszaporulatot találunk. A félig elégett gyertya ellenben csak felényi súlyú lesz, mint a mennyi volt egész korában. Pontosabb vizsgálat után azonban rájövünk, hogy a rozsdás vas képződésében része van a vason kívül a nedves levegő két alkatrészének, úgymint a gáznemű oxygennek

és a vízgőznek, és hogy a vas súlyszaporulata a rozsdásodáskor éppen annyi, mint a mennyi a súlya a rozsdásodásban résztvett oxygennek és víznek, melyekből a vassal együtt a vasrozsdá keletkezett. — Hasonlót tapasztalunk a gyertya égésénél, melyet a levegő teljes kizárásával, p. levegőtől üressé tett edényben, nem is égethetünk el, mert az égésben a levegőnek fentebb említett egyik gáznemű alkotórésze, az oxygen, szintén részt vesz; de ha elegendő oxygen jelenlétében zárt edényben vagy egyébként is úgy égetjük el, hogy az égéskor belőle keletkező gáznemű széndioxid és vízgőz a környező levegőbe el ne illan hassanak, hanem összegyűjtetvén, általunk mérhetőkké váljanak, úgy találjuk, hogy az égési termékek súlya nem hogy kevesebb volna az elégetett gyertya súlyánál, ellenkezőleg több annál, de éppen annyi, mint az égési termékek keletkezésében résztvett gyertya és a levegőnek az égésre felhasznált alkatrésze, az oxygen, együttes súlya volt.

Így találjuk azt minden esetben és e tapasztalati tényt *az anyag megmaradásának* nevezzük.

Egyszerű és összetett testek. Az alkatrész megmaradása.

A chemiai műveletekben jártas egyénnek számos esetben hatalmában áll egyes testekből azoktól különböző sajátságú testeket leválasztani, sőt képes ilyenekből azokat újból készíteni. Ily esetekben feltételezzük, hogy azok emezeket mint *alkatrészeket* tartalmazzák. — A legtöbb test ilyennek bizonyul. Mindezeket *összetett testeknek* nevezzük.

Vannak azonban kis számmal olyanok is, melyekből tőlük különböző sajátságú testeket leválasztani vagy ilyenekből azokat összetenni nem sikerül. Ezért feltesszük, hogy ezek csak *egy alkatrészből állanak*, miért is *egyszerű testeknek*, *elemeknek* nevezzük azokat.

Azt is tapasztaljuk, hogy azok az alkatrészek, melyekből valamely összetett testet készítettünk, ebből alkalmas módokon megint megkaphatók, és bármiképpen változzék is meg az a test, sikerül abból az eredeti alkotórészeket változatlan tulajdonságaikkal, és az anyag megmaradása értelmében változatlan mennyiségekben, újból leválasztanunk. — Úgy látszik tehát, hogy az elemi alkotórészek az összetett testekből kiválasztva, eredeti változatlan tulajdonságaik teljes birtokában jelennek meg előttünk és soha semmi körülmények között más alkatrészsze át nem változhatnak, más elemi test tulajdonságait fel nem vehetik.

E tapasztalati tényt az *alkatrész megmaradásának* vagy az *elemek állandóságának*, *átváltozhatatlanságának* nevezhetjük.

Vegyület és keverék. Az állandó súlyarányok törvénye.

Az összetett testekben az alkatrészeket jellemző tulajdonságaikról sok esetben felismerjük, másszor ellenben nem. Előbbiekben az alkatrészek súlyaránya is változhat, utóbbiakban az állandó.

A vasporról tudjuk, hogy súlyos, szürke por, mely a mágneshez tapad és a széndisulfidnak nevezett folyadékban nem oldódik; a kénvirágot meg mint könnyű, finom, sárga port ismerjük, a mely könnyen meggyújtható és elégethető, a mágneshez nem tapad, széndisulfidban oldható. Ha ezt a két elemi testet mozsárban jól összedörzsöljük, szürkés színű port kapunk, melyből a vasport mágnessel mind kiszedhetjük vagy a ként széndisulfiddal kivonhatjuk; sőt erős nagyítással benne a vaspor és kénvirág apró részecskéit könnyen felismerhetjük. Ebben az összetett testben tehát az alkatrészek jellemző tulajdonságaikkal együtt vannak bent. Azt mondjuk: itt a vas és kén csak keveredve vannak és a szürke por a vas és kén keveréke.

De ha e keverék egy részét a lánghoz tartva erősebben melegítjük, a hevített ponton megtüzesedik és egész tömegében izzóvá lesz. A kihülés után fekete tömeg az, melyben — ha a vas és kén bizonyos meghatározott arány szerint voltak jelen — sem a vasat, sem a ként nem ismerhetjük fel az előbbi módszerekkel. Ebben a vas és kén vegyülve vannak. Maga a test a vas és kén vegyülete.

Az oly összetett testeket, melyekben az alkotórészek jellemző tulajdonságaikkal együtt vannak bent és pedig változható, sőt néha bármily arány szerint: keverékeknek mondjuk. Ellenben az oly összetett testeket, melyek az alkatrészeket azok jellemző tulajdonságaik nélkül és egy bizonyos változhatatlan súlyarányban tartalmazzák: vegyületeknek (homogen vagy egynemű összetett testeknek) nevezzük.

A vegyületben tehát az alkatrészeknek nemcsak minősége, hanem viszonyos súlymennyisége is mindenkor állandó. E tapasztalati tényt az állandó súlyarányok törvényének szoktuk mondani.

* * *

A felsorolt tapasztalati eredmények, bármennyire egyszerűeknek és jóformán önként értetődőknek tűnnek is fel mai ismereteink mellett, alig egy évszázad óta vannak megállapítva; pedig a tudományos chemiának éppen ezek képezik legsarkalatosabb pontjait, melyeken bizonyos elméletek segítségével annak egész rendszere épült. E tények megállapítása temérdek idő és munka árán volt csak lehetséges; sok emberöltőnek kellett egymás után következni, míg a chemia bizonyos kezdetleges ismeretek határán túl emelkedve, határozott cél felé törhetett, a mint törekszik ma is.

Az elmúlt idők tanításából okulni éppen oly hasznos, mint nemes élvezet; vonjuk fel hát mi is néhány pillanatra az elmúlt idők fátyolát, mely a chemia történetét fedi és nézzük, miből és hogyan lett azzá, a minek ma ismerjük.

I. RÉSZ.

Chemiai alapfogalmak.

A chemia fejlődésének vázlata és különösen a testek alkatára vonatkozó nézetek.

Egyes régi görög bölcselekedők, mint *Empedokles* és *Aristoteles*, a kik mostani időszámításunk előtt az 5-ik században éltek, bölcselekedésük tárgyává tévén a testek anyagi szerkezetét is, felvették, hogy a legkülönbféle testek bizonyos közös alkotórészekből vannak összetéve, melyek azokban különböző arány szerint foglaltatnak. Szerintök a közös alkotórészek vagyis elemek: a föld, a víz, a levegő és a tűz. — Ezt tanította *Aristoteles* és ugyanezt tanította már sokkal előbb az indusoknak *Buddha*, a ki e négy elemen kívül még egy ötödik képzelt (hypotheticus) elemről is beszélt, melyet *éter*-nek nevezett; a hatodik volt szerinte az eszmélés vagy *öntudat*. — *Aristoteles* is szól ily képzelt ötödik elemről (*οὐρα*), melyet követői a *quinta essentia* elnevezéssel jelöltek meg. — Midőn *Aristoteles* a maga négy elemét jelölte meg az összes testek alkotórészei gyanánt, ez elemek alatt nem annyira a közönségesen ismert földet, vizet, levegőt és tüzet értette, mint inkább ezek helyett bizonyos alaptulajdonságokat, ú. m. a hidegséget, melegséget, szárazságot és nedvességet, mely alaptulajdonságok minden testben másképpen csoportosúlnak és a melyek az ő négy elemében páronként foglaltatnak. Így a földben a hidegség és szárazság, a vízben a hidegség és nedvesség, a levegőben a melegség és nedvesség, a tűzben a melegség és szárazság. — Arról, vajjon mi módon vesznek részt az elemek, illetőleg alaptulajdonságok, a testek alkotásában, *Aristoteles* — éppen úgy, mint követői — soha nem igyekezett határozottan nyilatkozni.

Évszázadok elteltek, míg a chemiai ismeretek gyarapodásával az *Aristoteles* nézetei mellett újabbak kezdtek tért foglalni, melyek a chemiai kutatásokat bizonyos meghatározott cél felé irányították.

Egyes felületes megfigyelések azonban kezdetben sajátos irányt adtak a chemiának, olyant, mely feladatává tette az olcsó fémeknek nemes fémekké, főképpen a becses aranyvá való átváltoztatását. Ilyen megfigyelés volt p. az, mely szerint a bányákban meggyűlő (rézgálicz-tartalmú) vízbe mártott vásra egy idő múlva réz rakódik le, sőt hosszabb idő múlva az

teljesen rézzé változik át. Feltűnő dolog volt az is, hogy a vörös színű réz bizonyos földes anyagokkal (zinkpáttal, illetőleg arsennel) összeolvasztva, aranysárga vagy ezüstfehér színt kap (mint ma tudjuk: ily színű ötvözetekké lesz). — Az ólomból és higanyból (persze ha az csekély aranyat vagy ezüstöt tartalmazott) az ólom és higany eltávolítása után többeknek sikerült kevés ezüstöt vagy aranyat kapni.

Ezek és más hasonló megfigyelések, úgy látszik, már mai időszámításunk kezdete táján előkészítették a talajt, melyen csakhamar felburjánzott az aranycsinálásra irányuló törekvés. Ennek első nyomait az ó-kor legműveltebb népénél, az egyiptomiaknál, találjuk meg, kiktől a VII-ik században az Egyiptomot előzőnlő arabok vették át, magukkal hozva azt Európába. — A chemia fejlődésének ezt a szakaszát az *alchymia* korszakának nevezzük; jelszava volt ennek: megtalálni a *nagy könek*, a *bölcsék kövének* (másként nagy elixirium, magisterium), vagyis annak a szernek a készítési módját, mely a nemtelen fémeket nemesekké változtatja, sőt még talán azok mennyiségét is megszorítja. — E cél után való törekvésükben az alchymisták mindent — még a legképtelenebb dolgokat is — megpróbálták, és ha célukat nem is érheték el, de rendkívül számos és becses chemiai ismeret birtokába jutottak, midőn tömérdek, addig ismeretlen testet fedeztek fel és fontos chemiai műveletekkel ismerkedtek meg.

E kornak egyik kiváló képviselője egy arab orvos volt, a ki a VIII-ik században élt és a kit közönségesen *Geber* név alatt emlitenek. Ez, éppen úgy mint kortársai, az olcsó fémek aranyra változtatását tűzte ki élete első céljául és a chemia feladatául. Geber felvette, hogy a fémek mind higanyból és kénből vannak, csak hogy ez alkotó elemeket különböző arány szerint és különböző tisztaságban tartalmazzák. — Szerinte az által, hogy ez alkatrészek arányát megváltoztatjuk, lehetséges egyik fém a másikká, p. aranyra is átváltoztatni. Milyennek képzelte ő ez alkatrészeket, melyeket higanynak és kénnek nevezett, arról pontosabb tudomásunk nincs. De hogy nem tekintette ezeket azonosoknak a korában jól ismert fém-higanyral és termés-kénnel, az kitűnik abból, hogy a fém-higany szerinte *csaknem* tiszta higanyból van. Valószínű, hogy ez elemek alatt, Aristoteleshez hasonlóan, inkább bizonyos alaptulajdonságokat kívánt érteni; a higany alatt talán a fémes tulajdonságokat, minők a fény, nyújthatóság és megolvaszthatóság; a kén alatt meg az éghetőséget és változhatóságot, melynek jelenléte a fémeknek a tűzben bekövetkező változásait okozza. A nemes fémek, mint tűzállók, szerinte jóformán higanyból vannak, de ezt különböző tisztaságban tartalmazzák; a fém-higany, mely folyékony és illékony, már többként tartalmaz.

A Geber nézete hosszú évszázadokon át érvényben maradt, de időnk multával némileg módosult. A XV-ik században élt híres benedekrendi német szerzetes *Basilus Valentinus*, a Geber két eleméhez már egy harmadikat is vett fel, melyet ő *só-nak* nevezett, mely azonban nem azonos a kősóval,

tehát éppen olyan nem érzékithető, képzeleti elem, mint két társa. Szerinte nemcsak a fémek, hanem egyéb testek mind ezekből az elemekből állanak.

Basilius Valentinus korában az aranycsinálás mestersége mellett egy másik irány is kezdett érvényesülni; nevezetesen az, mely a chemiának feladataul tűzte ki oly szer: az élet-elixir, a nagy elixirium, készítési módjának felkutatását, mely a betegségeket orvosolni, az életet meghosszabbítani képes.

Beköszöntött az orvosi chemia (iatrochemia) korszaka.

Már Basilius Valentinus megkísérlette az orvoslást chemiai alapra fektetni és a régi Galenus-féle, növényi eredetű készítmények helyett chemiai szereket alkalmazni gyógyszerekül; ilyenekül ajánlott több higany- és antimon-készítményt. A gyógyszerekül ajánlott és alkalmazásba jött chemiai szerek száma ettől kezdve folyton szaporodott és ezek között egyeseknek, például az *aqua vitae* néven ismert borszesznek, kiváló, sőt csudás hatást tulajdonítottak. A legtöbben azonban mégis a nagy elixirium felfedezésén fáradoztak, melyet általában a bölcsek kövével azonosnak tartottak.

Az orvosi chemia korszakának legjellemzőbb képviselője, egyszersmind a régi Galenus-iskolának legkérlelhetlenebb ellensége, a svájci születésű *Paracelsus* volt, a kinek működése a XVI-ik század első felére esik. Ő nyíltan tanította, hogy a chemia feladata nem az aranycsinálás, hanem gyógyszerek készítése. Őt a chemiai készítményeknek gyógyszerekül alkalmazásában az a feltevés vezérelte, hogy az egészséges emberi test bizonyos chemiai alapanyagok egyesüléséből áll; ha ez az összetétel valami módon megváltozik, betegségek keletkeznek, melyeket eltüntetni csak úgy lehet, hogy az eredeti összetételt chemiai szerekkel visszaállítjuk. Paracelsus egyébként osztozott a Basilius feltevésében, mely szerint a szerves testek is higanyból, kénből és sóból vannak. Ha ezek helyes aránya megváltozik: beállnak a betegségek. Ezek ellen gyógyszerekül számos — méregként ismert — chemiai készítményt hozott javaslatba.

A Paracelsus után következő iatrochemikusok nézeteitől a XVII-ik század első felében élt brüsseli születésű *Van Helmont* nézetei sok tekintetben különbözök. Kitűnő megfigyelő képességével tapasztalván, hogy a szerves testek elégetésekor azokból víz távozik el, továbbá ismervén a víz feltűnő hatását a növények tenyészetére: arra a következtetésre jutott, hogy a szerves testek, sőt minden más test főalkatrésze a víz. Egyébként az alchymia tanaitól ő sem tudott szabadulni, bár némely testek átváltozásában nem igen hitt. Például tagadta azt, hogy a rézgáliczból vas által leválasztott réz a vasból keletkezett volna, sőt több esetben az alkatrész megmaradását is felismerte, például az ezüst megmaradását a sóiban, a kovasavét a vízűvegben. — Az orvosi chemiát is igyekezett biztosabb alapra fektetni. Az emberi test által kiválasztott nedveket különös figyelemmel vizsgálta és azok savanyú vagy közönbös voltát a szervezet egészséges és beteg állapotával kapcsolatba hozni törekedett. A szerves testek változásait erjedési

folyamatokból magyarázta; a gyomornedv savtartalmának az emésztés munkájában fontos szerepet tulajdonított és különösen az ekkortájt már előállított, de egymással mindúntalan összetévesztett gázoknak (hydrogen, szénsav, kénessav) a levegőtől különböző voltát eredményesen bizonyította.

Van Helmont követői — főleg az orvosi chemia terén — még nagyobb haladást tettek, de az alchymia tévedéseitől szabadulni nem tudtak.

A XVII-ik század második felében egy kitűnő tudós angol: *Boyle Róbert* volt az első, a kinek működésében egészen új és sokkal egészségesebb szempontok kezdtek mutatkozni. Az ő idejére esik a chemia fejlődésének az a korszaka, mely az orvoslási irány fölé emelkedve, a chemiát a tudományok sorába emelni segített; ez a *phlogiston-elmélet* időszaka. Boyle, mint alapos elméleti képzettségű tudós, nemcsak pontos megfigyelésekkel gazdagította a tudományt, melynek művelését élete céljául választotta, hanem mint kiváló gondolkodó a régi hagyománynyal szakítva, elvetette a *hypotheticus elemek* minden tartalom nélkül szűkölködő fogalmát és kimondta, hogy csak *a testeknek kimutatható, szét nem bontható alkatrészeit tekinthetjük elemeknek*. A chemiai egyesülés magyarázatára felvette, hogy a testek igen apró részecskékből vannak, melyek a vegyületekben különböző alkotó elemek egyesülése folytán keletkeznek. Ha a vegyülettel más vegyület lép hatásra, akkor az eredeti vegyület részecskéinek alkotó elemei szétválnak és ezek egyike a másik test valamely alkotó eleméhez jobban vonzódván, ahhoz szegődik és azzal új vegyületet képez.

Kétségtelen, hogy e felfogásban, mely a jelenségek általánosítására törekedett, az elméleti chemia óriási lépést tett előre.

Boyle sokat fáradozott a testek alkatának felismerésében és különös figyelemmel vizsgálta az égési tünetenyeket; s ha ezeket teljesen magyarázni nem is sikerült neki, mégis észrevette azt, hogy a levegőnek az égésben fontos szerepe van.

Boyle idejében és utána még inkább rohamos fejlődésnek kezdett indulni az elméleti chemia. Különösen az égés tünetenye volt az, melynek magyarázatával behatóan kezdtek foglalkozni. E kornak fő képviselője a német *Stahl Ernő* orvos- és chemia-professzor volt, kinek működése a XVIII-ik század elejére esik. Stahl idejében ismeretes volt az, hogy a legtöbb fém a hevítéskor (*calcinatio*) sajátságos föld- vagy hamunemű tömeggé változik át. E jelenség meg az égés között bizonyos rokonságot gyanítottak. Már Stahl előtt felvették, hogy az elégethető testekben és az elhamvasztható fémekben egy közös alkatrész (valami tűzanyag vagy sulphur) foglaltatik; azonban Stahl volt az első, a ki e jelenségek behatóbb magyarázatába bocsátkozott. Stahl feltételezte, hogy mindezen testek közös alkatrésze egy általa *phlogiston*-nak nevezett anyag, mely azokból az égéskor, illetőleg a fémekből az elhamvasztáskor elillan. E képzelt anyagot megkapni ugyan sem Stahlnak, sem követőinek nem sikerült (bár későbbben számosan azonosnak vélték azt az akkortájt már ismert hydrogen-gázzal), de ezt

nem is tartották valami szükségesnek, mert a feltevés alapján az említett tünetmenyeket elég jól meg lehetett magyarázni. Így Stahl egyebek közt azt tanította, hogy minél élénkebb valamely test égése, annál dúsabb az phlogistonban, úgy hogy a szén csaknem tiszta phlogistonból áll. Minthogy szerinte az égő testből phlogiston távozik el, az égési terméket vissza lehet változtatni az eredeti testté, ha sikerül abban a hiányzó phlogistont pótolni. S valóban e feltevését a kísérlet igazolni látszott; mert ha a fémek hevítésekor phlogiston-vesztés folytán keletkező földnemű tömegeket (fémhamut) szén között hevítjük, azok a phlogistonban igen gazdag szénből phlogistont vesznek fel és így visszakapják eredeti fémes tulajdonságaikat. Szerinte tehát a fémnek alkatrészei: a fémhamu és a phlogiston. Hasonló módon magyarázta azt a tapasztalati tényt, hogy a kén elégetése folytán kénsav, a kénsav és szén együttes hevítésekor pedig kén keletkezik; e feltevés szerint a kénnek alkatrészei: a kénsav és a phlogiston. És így tovább. — Voltak ugyan megfigyelések, melyek szerint a fémekben alkatrész gyanánt felvett és azokból hevítésre keletkező fémhamu súlya nagyobb mint a fémé, — ezekre azonban nem sokat adtak; pedig később főképpen e tapasztalatok segítettek az egész égési elméletet megdönteni. — A phlogiston-elmélet alapján Stahl tagadhatatlanul könnyen és egységes szempontból tudta magyarázni az égést vagy — mint ma mondjuk — általában az oxidációt és ennek ellenkezőjét a színtést, a reductiót; az első egyszerűen phlogiston-vesztés, az utóbbi phlogiston-felvétel.

Stahlnak és követőinek (*Cavendish, Scheele, Bergmann, Priestley* és mások) a chemia rendkívül sokat köszönhet. Temérdek pontos megfigyeléssel, számos elem felfedezésével, oly fontos összetett testek — minők a víz, levegő és egyebek — alkatának felismerésével és addig ismeretlen újabb gázok felfedezésével gazdagították a tudományt.

Jellemző, hogy bár maguk a phlogiston-elmélet hívei és védelmezői voltak, éppen ők készítették elő fényes felfedezéseikkel ez elmélet bukását, melynek a leghatalmasabb lökést a XVIII-ik század vége felé a nagy francia forradalom hajjai által korán elsodort, de munkájában örök életű francia *Lavoisier* adta meg.

Lavoisier volt az első, a ki az égést és a vele rokon többi jelenségeket, minők a fémek elhamvasztása, a lélekzés: uj, helyes alapon magyarázta meg. Hogy ezt tehette, abban igen nagy érdeme van a vele egy időben élt két kiváló kutatónak: a svéd *Scheele*-nek és az angol *Priestley*-nek, a kik egymástól teljesen függetlenül egyazon időben fedezték fel az oxygen-gázt, melyet Scheele tűz-levegőnek, Priestley pedig phlogiston-mentes levegőnek nevezett. Ugyane kutatók nemcsak felismerték e gáz fontos szerepét az égési tünetmenyekben, valamint a levegőben való jelenlétét, hanem még módokat is állapítottak meg, melyek szerint azt a levegőből el lehet távolítani. Így aztán megkapták a levegő másik fő alkatrészét (a nitrogent) is és megállapították a levegő alkatát. De a phlogiston-elmélet békóitól szaba-

dulni nem tudván vagy nem akarván, fényes felfedezéseik csak Lavoisier lelkétől termékenyültek meg.

Míg a phlogiston-elmélet hívei az égéskor mutatkozó súlyszaporulatot valamely tűzanyag felvételéből igyekeztek megmagyarázni és a levegő nyilvánvaló szerepéről azt mondták, hogy annak jelenléte az égő testből elillanó phlogiston átvétele végett szükséges: Lavoisier rövidesen szakított az egész phlogiston-elmélettel és kísérletileg bebizonyította, hogy *az égés és a hozzá hasonló folyamatok nem anyagvesztésben, hanem ellenkezőleg anyagfelvételben állanak.* Az égő test vagy az elhamvadó fém egyesül a levegő egyik alkatrészeivel, az oxygennel, és az égési termék súlyszaporulata egyenlő a levegőből elfogyasztott oxygen súlyával. — Íme kitűnt most, hogy nem a fémhamu alkatrésze a fémnek, hanem ellenkezőleg a fém alkatrésze az oxygennel együtt a fémhamunak (fém-oxidnak).

Ez alapon a testek alkatáról felvett nézetek erősen tisztulni kezdtek. Az ily irányban végzett kísérletekkel együtt az elemző chemia módszerei is rohamos fejlődésnek indultak és — a mi kiválóan fontos — ettől fogva a chemiai jelenségeket nemcsak minőségi szempontból vizsgálták, hanem jogaihoz juttatták a mérleget. Megkezdődött a *mennyeleges vizsgálatok korszaka.*

A phlogiston-elmélet idejében számos oly testet elemnek vagyis egyszerűnek tartottak, melyek most oxygen-tartalmu összetett testeknek bizonyosodtak; ilyenek voltak például a fémhamukon kívül a kénsav és phosphorsav, sőt alig pár év múlva a víz is, melyet addig elemnek tekintettek. Viszont a kénről, phosphorról, melyeket addig összetett testeknek tekintettek, kimutatta Lavoisier, hogy azok egyszerű testek, elemek.

Az oxygen lett egyszerre a chemiai rendszer középpontjává és e körül sorakoztak a többi testek.

Kiderült a fémhamuk alkata, melyek a fémek és az oxygen vegyületeinek bizonyosodtak.

Megállapították a savak alkatát, melyek fontosabbjairól kitűnt, hogy valamely elégethető elemből (kén, phosphor, szén) és oxygenből állanak.

Pontosabban sikerült meghatározni a sók alkatát is, melyeket mostantól fogva úgy tekintettek, mint a fém-oxidok (bázisok) és a savak egyesülésének termékeit.

E phlogiston-ellenes elmülethez csakhamar a legkiválóbb kutatók és tudósok csatlakoztak, olyan férfiak, a kik a tudományos chemia felépítésén versenyezve munkálkodtak.

E tudósok munkáját végül betetőzte a kiváló angol chemikus Dalton, a ki jelen évszázadunk első éveiben megállapította az *atom-elméletet.*

Dalton elmélete felállítására az olajképző-gáz (aethylen) és a bányagáz (methan) alkatának megállapítása vezette. Azt találta ugyanis, hogy mindkettő szénből és hydrogenből áll, de a bányagázban ugyanannyi szén éppen kétszer annyi hydrogennel van egyesülve mint az olajképző-gázban.

A szénsav (széndioxid-gáz) és a szénoxid-gáz vizsgálata hasonló eredménnyel járt; nevezetesen ugyanannyi szénre a szénsavban éppen kétszer annyi oxygent talált mint a szénoxidban. A nitrogen különböző oxidjainak vizsgálata egészben hasonló eredményre vezetett. E törvényszerűséget Dalton úgy formulázta, hogy *ha egy elemnek különböző mennyiségei egyesülnek egy másik elemnek állandó mennyiségével, akkor az előbbi elem ezen változó mennyiségei úgy aránylanak egymáshoz, mint az egész számok.*

Dalton e tapasztalati tényt magyarázni kívánván, abból a feltevésből indult ki, hogy *minden egyes elemi test csupa egynemű, változhatatlan súlyú és oszthatatlan részecskékből, atomokból áll. Különböző elemek atomjainak egyesülése folytán a vegyületek keletkeznek.*

E feltevés vetette meg az atom-elmélet alapját, melyen a chemia addig nem sejtett hatalmas fejlődésnek indult. A fejlődés ma sem szűnt meg, sőt az atom-elmélet tökéletesítésével mind szélesebb mederben mozog, tovább és tovább terjeszkedik, újabb és újabb ismeretlen tájakat világítva meg az atom-elmélet szövéténekével.

A testek alkata az atom-elmélet alapján.

Az atom-elmélet szerint a testek semmi módon tovább nem osztható részecskékből, *atomokból* vannak. Az egyszerű test csupa egynemű atomokból áll, az összetett test különemű atomokat tartalmaz. Ebből következik, hogy a hány egyszerű testet vagyis elemet ismerünk, annyiféle atomokat tételezünk fel.

Az atomokat rendkívüli kicsinységüknél fogva egyenként érzékeinkkel fel nem foghatjuk; egyébiránt azok a rendes körülmények között szabadon nem is maradnak meg, mert egymást vonzzák és e vonzás következtében egymással bizonyos szám szerint egyesülnek. *Az atomok egyesülése folytán keletkező önálló részecskéit a testeknek, molekuláknak nevezzük.*

A molekulákat sem vehetjük észre egyenként érzékeinkkel, mert ezek is rendkívül kicsinyek, de megfigyelhetjük tulajdonságaikat, melyek azonosak magának a testnek tulajdonságaival.

A molekulák tehát a testeknek legkisebb önállóan létező részecskéi, melyek atomokból állanak; a molekulák nem oszthatatlanok és nem változhatatlanok, sőt ellenkezőleg mindannyiszor megváltoznak, valahányszor a test chemiai változáson megy át. A chemiai változások éppen abban állanak, hogy a test molekulái megváltoznak, vagyis azokból bizonyos atomok kilépnek, vagy ilyenek felvétetnek, esetleg másokkal kicserélődnek, vagy legalább is másképpen rendezkednek el.

A molekulák néha igen kis, máskor igen nagy számú atomokat tartalmazhatnak.

Az elemek molekulái — legalább a gáznemű elemeké — többnyire két egynemű atomból vannak. Ilyen két-atomú molekulái vannak például

a hydrogennek, chlornak, nitrogennek és oxygennek, bár ez utóbbinak három-atomu molekulái is képződhetnek, a midőn *ozon*-nak nevezzük. A szilárd vagy folyékony elemek molekulái — legalább gőz-állapotban — szintén lehetnek két-atomúak (p. a kén), de néha négy-atomúak (phosphor, arsen), máskor meg egy-atomúak (p. a higany, cadmium és egyéb fémek).

A vegyületnek mint *egynemű* (homogen) testnek összes molekulái egyenlők; de minden egyes molekulája többféle (legalább kétféle) atomokból áll. A vegyületek molekuláit néha csak két, három vagy általában kis számú atomok alkotják, sok esetben azonban ezek száma igen nagy, megközelítheti a százat, sőt azt meg is haladhatja.

A keverékek különmemű molekulákat tartalmaznak; ezért azoknak határozott, jellemző tulajdonságaik nincsenek és mint nem állandó alkatú testeknek nem is lehetnek. Egyébiránt a durvább keverékekben nem is egyenként álló molekulák, hanem egész összefüggő molekula-csoportok vannak, s csak azokban a finomabb keverékekben, melyeket *elegyek*nek nevezünk, vannak az elegyrészek egyenként álló molekulákban jelen; ilyenek p. az oldatok, ötvözetek.

Atom-súlyok és atom-jegyek.

Minthogy az atomok, főképpen kicsinyiségüknél fogva, érzékeinkkel észre nem vehetők, azok súlyát sincs hatalmunkban megállapítani. Megelégszünk ezért azzal, hogy az *elemeknek azon legkisebb mennyiségeit fogadjuk el atom-súlyok gyanánt, melyek vegyülni képesek, vagyis a melyek vegyületeik molekuláiban foglaltatnak.*

De ha nincs is módunkban az atomok valódi súlyait valamely súlyegységekben megmérni, ismerünk eljárásokat, melyek szerint lehetséges megállapítani azt, hogy az elemeknek vegyülni képes legkisebb súlymennyiségei vagyis atom-súlymennyiségei egymáshoz hogyan aránylanak. És ha most ezek egyikét elfogadjuk az összehasonlítás alapjául, megtudhatjuk és számokban kifejezhetjük, vajjon a többi elemek vegyülésre képes legkisebb súlymennyiségei hányszorta nagyobbak, mint az elfogadott egység. Tudomásunk szerint az összes elemek közt a hydrogennek fordulnak elő legkisebb súlymennyiségei a vegyületekben, ezért közös megállapodás szerint ez szolgáltatja az atom-súlyok mértékegységét. Ha tehát a hydrogen atom-súlyát *egy*-nek vesszük fel, a többi elemek atom-súlyai *egynél mind nagyobb számok által fejeztetnek ki.*

* A mondott elv alapján a legtöbb elemnek a hydrogenre mint egységre vonatkoztatott, vagyis viszonylagos atom-súlyát rendkívül nagy pontossággal határozták meg és e viszonyszámokat rövidesen az illető elemek *atom-súlyainak* nevezték el.

Ez atom-súlyok, az oxygen atom-súlyát éppen 16-nak véve fel s a többiekét könnyebb megtarthatás céljából az első tizedes jegyre kikere-

kítve, az alább következő betürendes táblázatban láthatók, a hol a fontosabb elemek neveit írott betűs (cursiv) nyomtatás teszi szembetűnővé.

Az elemek nevei	atom- jegyei	atom- súlyai	Az elemek nevei	atom- jegyei	atom- súlyai
<i>Aluminium</i>	Al	27.0	<i>Molybdaen</i>	Mo	96.1
<i>Argentum</i> (Ezüst)	Ag	107.9	<i>Natrium</i>	Na	23.1
<i>Argon</i>	A	19.9?	<i>Neodym</i>	Nd	140.8
<i>Arsen</i>	As	75.0	<i>Nikkel</i>	Ni	58.5
<i>Aurum</i> (Arany)	Au	197.2	<i>Niobium</i>	Nb	94.2
<i>Baryum</i>	Ba	137.0	<i>Nitrogen</i>	N	14.0
<i>Beryllium</i>	Be	9.1	<i>Osmium</i>	Os	191.6
<i>Bismuth</i>	Bi	208.0	<i>Oxygen</i>	O	16.000
<i>Bór</i>	B	11.0	<i>Palladium</i>	Pd	106.7
<i>Brom</i>	Br	80.0	<i>Phosphor</i>	P	31.0
<i>Cadmium</i>	Cd	112.1	<i>Platina</i>	Pt	194.8
<i>Caesium</i>	Cs	132.9	<i>Plumbum</i> (Ólom)	Pb	206.9
<i>Calcium</i>	Ca	40.0	<i>Praseodym</i>	Pr	143.6
<i>Carbonium</i> (Szén)	C	12.0	<i>Rhodium</i>	Rh	103.1
<i>Cerium</i>	Ce	140.2	<i>Rubidium</i>	Rb	85.4
<i>Chlor</i>	Cl	35.5	<i>Ruthenium</i>	Ru	103.8
<i>Chrom</i>	Cr	52.5	<i>Samarium</i>	Sa	150
<i>Cobalt</i>	Co	59.1	<i>Scandium</i>	Sc	44.1
<i>Cuprum</i> (Réz)	Cu	63.4	<i>Selen</i>	Se	79.1
<i>Decipium</i>	Dp	171	<i>Silicium</i>	Si	28.4
<i>Erbium</i>	Er	166	<i>Stannum</i> (Ón)	Sn	118.1
<i>Ferrum</i> (Vas)	Fe	56.0	<i>Strontium</i>	Sr	87.5
<i>Fluor</i>	F	19.0	<i>Sulphur</i> (Kén)	S	32.1
<i>Gallium</i>	Ga	69.9	<i>Tantalum</i>	Ta	182.8
<i>Germanium</i>	Ge	72.3	<i>Tellur</i>	Te	125
<i>Helium</i>	He	4.4?	<i>Thallium</i>	Tl	204.1
<i>Hydrargyrum</i> (Higany)	Hg	200.4	<i>Thorium</i>	Th	232.4
<i>Hydrogen</i>	H	1.00	<i>Titanium</i>	Ti	48.1
<i>Indium</i>	In	113.7	<i>Uranium</i>	U	239.4
<i>Iridium</i>	Ir	193.2	<i>Vanadium</i>	Vd	51.2
<i>Jod</i>	J	126.9	<i>Wolfram</i>	W	184.0
<i>Kalium</i>	K	39.1	<i>Ytterbium</i>	Yb	173.2
<i>Lanthan</i>	La	138.5	<i>Yttrium</i>	Y	89.2
<i>Lithium</i>	Li	7.0	<i>Zincum</i> (Zink)	Zn	65.4
<i>Magnesium</i>	Mg	24.4	<i>Zirconium</i>	Zr	90.7
<i>Mangan</i>	Mn	55.1			

Az atom-súlyok közt számos olyan van, mely az egész számot nagyon megközelíti; ezek a táblázatban mint egész számok szerepelnek. Mások a félhez járnak közel, de olyanok is vannak, melyek úgy az egész, mint a fél számoktól jelentékenyen eltérnek.

Mi a jelentésök már most az atom-súlyoknak? Mit értsünk például az alatt, hogy a szén atom-súlya 12, az oxygené 16 és így tovább? Semmi

egyebet, mint azt, hogy a szén legkisebb súlymennyisége, mely vegyülni képes, 12-szer akkora mint a hydrogennek vegyülésre képes legkisebb súlymennyisége; az oxygené meg 16-szor akkora és így tovább.

Az atomokról — mint a testek végső chemiai alkotó részeiről — a testek chemiai jellemzésében vagy azok chemiai változásaiban mindig szó van; ezért írásban is gyakran jelölnünk kell azokat. Az atomok jelölésére az ú. n. *atom-jegyeket* használjuk, melyeket általános megegyezés szerint az elemek latinos vagy görögös neveinek nagy kezdőbetűi szolgáltatnak. Így az oxygen-atomot O, a hydrogen-atomot H, a nitrogen-atomot N betűkkel jelöljük. De vannak oly elemek is, melyeknek neve azonos betűvel kezdődik; így például a következő elemek nevei: carbonium (szén), calcium, chlor, chrom, cuprum, caesium, cerium, cobalt, mind egyenlő betűvel kezdődnek. Hasonló esetünk van a hydrogennel és hydrargyrummal, vagy a nitrogennel és natriummal és egyebekkel. Ily esetekben a legelterjedtebb, legfontosabb elem atom-jegyét a kezdőbetű képezi; a többi elem atom-jegyét pedig úgy képezzük, hogy a nagy kezdőbetűhöz az elem nevéből egy *jellemző* kis betűt függesztünk. Így lesz a carbonium atom-jegyévé C, a calciumé Ca, a chloré Cl, a chromé Cr, a cuprumé Cu, a caesiumé Cs, a ceriumé Ce, a cobalté Co; a hydrogené H, a hydrargyrumé Hg; a nitrogené N és a natriumé Na. (L. a 13-ik oldalon lévő táblázatot.)

Ez atom-jegyek, mint az elmondottakból következik, az illető elemnek nem valamely határozatlan mennyiségét jelentik, hanem mindig annak atom-súlynyi mennyiségét. A H tehát nem egyszerűen hydrogen, hanem egy atom-súlynyi vagyis 1 súlyrész hydrogent jelent. Éppen úgy az O 16 súlyrész oxygen, a C 12 súlyrész szenet, a Cl 35.5 súlyrész chlort és így tovább. Ezt szem elől téveszteni sohasem szabad, mert az atom-jegyeknek, melyeket némelyek elég pongyolán az elemek chemiai jegyeinek mondanak, nemcsak minőségi, hanem mennyiségi jelentőségük is van.

Molekula-súlyok és molekula-képletek.

A molekulák, mint fentebb tanúltuk, atomokból vannak. Ebből következik az, hogy a molekulát alkotó atomok összes súlyai a molekula-súlyt eredményezik. *A molekula-súlyt megkapjuk, ha a molekulát alkotó atomok súlyait összegezzük.*

A hydrogen-gáz molekulája két-atomú; molekula-súlya tehát $1+1=2$. Az oxygen-gáz molekulája is két-atomú; ezért molekula-súlya $16+16=32$. A víz molekuláját 2 hydrogen-atom és 1 oxygen-atom alkotja; molekula-súlya lesz tehát $1+1+16=18$. A kaliumjodid molekulájában egy kalium-atom és egy jod-atom van, vagyis molekula-súlya $39.1+126.9=166.0$.

A molekula-súlyok helyes megállapítása tisztán a chemiai elemzés módszereivel nem lehetséges; mert bár tudjuk azt, hogy az egymással chemiai hatásra lépő, úgyszintén a chemiai hatás folytán keletkező homogen

testek (elemek és vegyületek) súlymennyiségei úgy aránylanak egymáshoz, mint molekula-súlyaiknak egészszámú sokszorosai (*Richter törvénye*), de nem ismerjük ezeknek a sokszorosoknak a számértékeit; tehát chemiai elemzéssel csak a molekula-súlynak a valahányszorosát állapíthatjuk meg, a mi lehet ugyan maga a molekula-súly is, de lehet annak a többszöröse is. Segítségünkre van azonban az a tapasztalat, hogy az egymásra ható gázok, valamint gáznemű termékeik térfogatai úgy aránylanak egymáshoz, mint egész számok (*Gay-Lussac törvénye*), a miből következik, hogy a molekula-súlyok és a gáz-térfogatok közt összefüggésnek kell lenni. Ezt az összefüggést abból a feltevésből magyarázhatjuk, hogy a gázok egyenlő térfogatai — egyenlő hőmérséklet és nyomás esetén — egyenlő számú molekulákat tartalmaznak (*Avogadro törvénye*), vagyis a gázok molekula-térfogatai egyenlők. Minthogy pedig a hydrogen-gáz két-atomú molekulájának a súlya 2, vagyis éppen kétszerese a gáz sűrűségének: 1-nek, e szerint valamennyi homogen gáznak (elemnek és vegyületnek), valamint a bomlás nélkül gőzzé alakítható folyékony vagy szilárd halmazatú homogen testeknek *molekula-súlyai sem egyebek, mint hydrogenre vonatkoztatott sűrűségeiknek a kétszeresei.* — De felhasználhatjuk a molekula-súlyok megállapítására az oldatok ama tulajdonságait is, melyek szerint a bomlás nélkül oldódó testeknek *molekula-súlynyi mennyiségei ugyanannak az oldószernek egyenlő mennyiségében feloldva, az oldatnak a fagyáspontját egyenlően csökkentik* (*Raoult és Van' t'Hoff törvénye*). Például 1000 gr.-nyi vízben, mint oldószerben, a testnek egy gramm-molekula-súlynyi mennyisége a fagyáspontot 1.85 fokkal, az ecetsavban 3.86 fokkal csökkenti. Minthogy pedig az ilyen oldatoknak gőznyomása is egyenlően csökken, forráspontja tehát egyenlően emelkedik, e tények alapján is lehetséges a molekula-súlyoknak a chemiai elemzésből kiadódó számértékeit ellenőrizni és helyesebbíteni. — Így azután, ismervén a molekula-súlyokat, az elemek atom-súlyait is biztosan megállapíthatjuk: azokat a mennyiségeket fogadván el atom-súlyok gyanánt, a melyek az illető elemek valamennyi vegyületeinek molekula-súlyaiban a legkisebbek.

A molekulák jelölésére szintén chemiai jegyeket használunk. Ilyenek képzésére önként kínálkoznak az atom-jegyek; épp úgy, mint a hangokból álló szók jelölésére a hangok írott jegyei: a betűk. S valóban az által, hogy a molekulát alkotó atomok jegyeit szorosan egymás mellé írjuk, a molekulák összetett jegyeit, az u. n. molekula-képleteket kapjuk. De mert ugyanazon molekulában gyakran több egynemű atom foglaltatik, ily esetekben az illető atom-jegyet egyszerűség kedvéért csak egyszer írjuk, azonban a jobbról és kissé alul hozzáfűggesztett kis számjeggyel megjelöljük, hogy ez az atom hányszor van meg a molekulában, vagyis az atom-súly hányszor értendő.

A kaliumjodid molekulája egy kalium-atomot és egy jod-atomot tartalmazván, molekula-képlete lesz: KJ. A hydrogen-gáz molekulája 2 hydrogen-atomból van, tehát molekula-képlete HH helyett H_2 . Ugyanez okból az oxygen-gáz és nitrogen-gáz molekula-képletei: O_2 és N_2 . A víz molekula-

képlete HHO helyett egyszerűbben H_2O , a mi azt jelenti, hogy azt két hydrogen-atom és egy oxygen-atom alkotja.

E molekula-képleteknek éppen úgy van *mennyiségi jelentésük*, mint az atom-jegyeknek, melyekből állanak. A *molekula-képletek az illető testnek egy molekula-súlynyi mennyiségét jelentik*; a KJ tehát $39.1 + 126.9 = 166$ súlyrész kaliumjodid-ot; a H_2 $1 + 1 = 2$ súlyrész hydrogen-gázt; az O_2 $16 + 16 = 32$ súlyrész oxygen-gázt; a N_2 $14 + 14 = 28$ súlyrész nitrogen-gázt; a H_2O $1 + 1 + 16 = 18$ súlyrész vizet. Ha pedig az illető testeknek nem egy molekula-súlynyi mennyiségét, hanem annak kétszeres, háromszoros vagy többszörös mennyiségeit kívánjuk jelölni, megint nem írjuk a molekula-képletét kétszer, háromszor vagy többször, hanem csak egyszer, de a molekula-képlet elé teszszük azt a számot, a hányszor a molekula-súlyt érteni kívánjuk. Így értünk $2H_2O$ alatt 2-szer $18 = 36$ súlyrész vizet; $3KJ$ alatt 3-szor $166 = 498$ súlyrész kaliumjodid-ot és így tovább. Azonban $2H_2O$ vagy $3KJ$ helyett H_4O_2 -t vagy K_3J_3 -at írunk nem szabad, bár ezek ugyanakkora súlymennyiségeket jelentenek; még sem tehetjük azt, mert ez által a molekula-képleteket és így a molekula-súlyt meghamisítanók, már pedig tudjuk, hogy ugyanannak a vegyületnek a molekulái mindig egyenlők és így állandó súlyúak is. Több molekula-képletet egybevonni tehát soha sem szabad.

Sokszoros súlyarányok törvénye. Egyszerű és összetett alkatrészek. Egyszerű és összetett gyökök.

Ugyanegy elem számos vegyületnek képezheti alkatrészét és azok molekuláiban különböző mennyiségekben foglaltathatik. E *különböző mennyiségek az atomok oszthatatlansága folytán csak az atom-súly egész számú sokszorosai lehetnek*. Ezt a *sokszoros súlyarányok törvényének* mondjuk.

Egy atom-súlynál kisebb mennyiségben egy alkatrész sem fordulhat elő. *Az alkatrésznek ezt a legkisebb mennyiségét, mely vegyülni képes, gyöknek nevezzük.*

Az elemi alkatrészeknek az *atomjai tehát mindmégannyi gyökök és pedig elemi vagy egyszerű gyökök.*

Ismerünk azonban olyan vegyületeket is, melyek bizonyos esetekben hasonlóan viselkednek és a melyekben éppen ezért bizonyos közös összetett alkatrészeket tételezünk fel. Ilyen vegyületek például az ammonia pura liquida, a szalamia-só, a kénsavas ammonium, a salétromsavas ammonium és még mások, melyekből azonos eljárással ugyanazt a szúrós szagú ammonia-gázt kaphatjuk meg. Ilyenek a cyan-vegyületek is, melyek nemcsak abban hasonlítanak egymáshoz, hogy igen erős mérgek, hanem chemiai alkat tekintetében is. E hasonlóság magyarázatára felvesszük, hogy azokban közös összetett alkatrészek foglaltatnak, egyenlő vagy különböző mennyiségekben. E közös összetett alkatrészek legkisebb mennyiségeit *összetett gyököknek* mondjuk.

Összetett gyökök alatt oly atom-csoportokat értünk, melyek bizonyos hasonló testek molekuláiban foglaltatnak és az illető testeknek valamely jellemző közös tulajdonságot kölcsönöznek; olyat, mely magából az elemi alkatrészek jelenlétéből ki nem magyarázható.

Az összetett gyököt képező atom-csoport a test kémiai változásaiban is változatlan maradhat és valahányszor egyik vegyületből a másikba változatlanul átmegy, mindig bizonyos jellemző sajátságokat visz magával.

Az összetett gyökként viselkedő atom-csoportot külön névvel jelöljük meg. A szalamia-sóban, ammonia pura liquida-ban, salétromsavas ammoniumban foglalt összetett gyök neve *ammonium*-gyök; ez 4 hydrogen-atomból és 1 nitrogen-atomból áll, gyökjegye vagy képlete tehát H_4N . A mérges cyan-vegyületekben foglalt összetett gyök neve *cyan*-gyök; ezt egy szén-atom meg egy nitrogen-atom alkotja és így képlete CN.

Némely vegyület molekulájában az összetett gyök egyszer, másokban többször foglaltatik; a gyök jegyét utóbbi esetben is csak egyszer írjuk, de zárjegy közé tesszük és a jobbfelől mellé írt számjeggyel megjelöljük, hogy hányszor foglaltatik a molekulában. A H_4N kifejezés tehát $4 + 14 = 18$ súlyrész ammoniumot jelent, míg a $(H_4N)_2$ alatt 2-szer $18 = 36$ súlyrész ammoniumot értünk.

Az összetett gyök jegyét egyébiránt olyankor is szoktuk zárjegy közé írni, ha egyszer van jelen, de ki akarjuk tüntetni, hogy a zárjegy közé írott atomok összetett gyököt képeznek; olyat, mely a szóban forgó kémiai változásokor mint változatlan és osztatlan atom-csoport viselkedik. Ugyanily esetekben gyakran a gyök jegyét, zárjegy helyett, mögé írt ponttal különítjük el a molekula-képlet többi részétől. Ez alapon szoktuk az egy ammonium-gyökből és egy chlor-atomból álló szalamia-só molekuláját $(H_4N)Cl$ -nek, de $H_4N.Cl$ -nek is írni.

Az összetett gyökökről tudnunk kell azt is, hogy önállóan, szabad állapotban éppen úgy nem kaphatók meg, mint az egyszerű gyökök, vagyis atomok; és létezésükről csakis azon tulajdonságaik révén veszünk tudomást, melyeket vegyületeiknek kölcsönöznek. Míg azonban az elemi gyökök (atomok) változhatatlanok és oszthatatlanok, addig az összetett gyökök csak egy némely kémiai átalakulásoknál maradnak változatlanok és osztatlanok, másoknál ellenben elbomlanak. Így tapasztaljuk ezt például a salétromsavas ammoniumon, $(H_4N)NO_3$, melyből a hevítéskor két molekula-súly víz, $2H_2O$, és egy molekula-súly nitrogenoxidul-gáz, N_2O , képződik, vagyis az ammonium-gyök alkotó elemei külön válnak, és a hydrogen a víz, a nitrogen pedig a nitrogenoxidul alkatrészeivé lesznek.

A gyökök vegyértékűsége.

A gyökök — úgy az egyszerűek mint az összetettek — magukban szabadon azért nem állanak meg, mert egymást vonzzák és e vonzás folytán molekulákka egyesülnek. A keletkező molekula vagy több ily

molekulából álló test tulajdonságai éppen attól függnék, minő gyökökből keletkezett az.

Ha egynemű elemi gyökök alkotnak molekulát, egyszerű, elemi test képződik; de ha különmemű (akár egyszerű, akár összetett) gyökök társulnak, vegyületek keletkeznek.

Az elemi gyök (atom) társulhat másik vele egyenlővel, úgy, a mint ezt a hydrogen-gáz molekulájában (H_2) ismerjük; de társulhat az más elemi gyökkel is, a mint a hydrogen-atom a sósav-gáz molekulájában (HCl) chlor-atommal együtt foglaltatik; vagy a mint a víz molekulájában (H_2O) ugyancsak a hydrogen-atom oxygen-atommal együtt van; az ammonia-gáz molekulájában (H_3N) meg nitrogen-atommal, vagy a mocsárgáz (methan) molekulájában (H_4C) szén-atommal.

Ha a felsorolt testek molekula-képleteit; H_2 , HCl , H_2O , H_3N , H_4C , közelebből szemügyre vesszük, azonnal feltűnhetik, hogy míg a hydrogen-gáz molekulájában a hydrogen-atom egy másik hydrogen-atommal, vagy a sósav-gáz molekulájában egy chlor-atom szintén egy hydrogen-atommal társul, addig a víz molekulájában egy oxygen-atom már 2 hydrogen-atommal, az ammonia-gáz molekulájában egy nitrogen-atom 3 hydrogen-atommal, a mocsárgáz molekulájában meg egy szén-atom éppenséggel 4 hydrogen-atommal társult.

Úgy látszik tehát, hogy a chlor, oxygen, nitrogen és szén atomjai nem egyenlő vonzást gyakorolnak a hydrogenre, mert a *chlor-atom csak egy, az oxygen-atom már 2, a nitrogen-atom 3, végül a szén-atom 4 hydrogen-atomot képes egyidejűleg vonzani és e vonzás folytán azokkal molekula-alkotásra társulni.*

Az elemi gyökök e különböző maguktartását azok különböző (vegy-) értékiségének mondjuk; magukat *az elemi gyököket pedig annyi vegy-értékűeknek nyilvánítjuk, a hány hydrogen-atommal társulnak.*

E szerint maga a hydrogen-atom és éppen úgy a chlor-atom egy-vegyértékű, az oxygen-atom két-, a nitrogen-atom három-, a szén-atom négy-vegyértékű gyök.

Ez alapon módunkban áll az elemi gyökök vegyértékűségét megállapítani. Azonban úgy találjuk, hogy számos elemi test (fémek) atomjai nem képeznek a hydrogennel jól jellemzett vegyületeket. Ily esetekben a vegyérték megállapítására legcélszerűbben azok chlor-vegyületeit használhatjuk fel, mert a chlorral éppen azok az elemek társulnak leginkább, melyeknek hydrogen-vegyületeit nem ismerjük. Minthogy pedig a chlor-atom — mint fentebb láttuk — éppen úgy egy-vegyértékű gyök, mint akár csak a hydrogen-atom, a kérdéses elemi gyököt annyi vegyértékűnek kell elfogadnunk, a hány chlor-atommal társul az molekulává. A kősó molekulájában ($NaCl$) a natrium-atom egy chlor-atommal együtt van, ezért a natrium-atom egy-vegyértékű gyök; a calciumchlorid molekulájában ($CaCl_2$) egy calcium-atom és 2 chlor-atom van, a calcium-atom tehát 2-vegyértékű; az aluminium-chlorid mole-

kulája (AlCl_3) egy aluminium-atomot és 3 chlor-atomot tartalmaz, ezért az aluminium-atom 3-vegyértékű gyök. Ez okoskodás helyességét az a tapasztalat is támogatja, hogy minden gyök annyi hydrogen-atomot képes helyettesíteni a vegyületekben, a hány chlor-atommal társulni szokott.

Ezért egész általánosságban azt mondhatjuk: a *gyökök annyi vegyértékűek, a hány hydrogen-atommal társulnak vagy a hány hydrogen-atomot helyettesítenek a vegyületekben.*

Az elemi gyökök vegyértéke általában 1-től 4-ig terjed, de van pár olyan elemi gyök is, melynek vegyértéke 5 vagy 6.

Egyébiránt az elemi gyökök vegyértékűsége nem olyan változhatatlan tulajdonság, mint az atom-súly; sőt ismerünk olyan elemeket, melyeknek vegyértéke változik, vagyis nem minden vegyületében ugyanaz. Ilyen például a kén-atom, mely hydrogen- és fémtartalmu vegyületeiben két-vegyértékű, míg oxygen-tartalmú vegyületeiben négy-, sőt hat-vegyértékű gyök módjára viselkedik. Ilyen a nitrogen, a phosphor, az arsen és a stibium is, melyek atomjai éppen oly gyakran szoktak öt-vegyértékűek lenni, mint 3-vegyértékűek. A chlor-atom, oxygen-tartalmú vegyületeiben, szintén nemcsak 1-, hanem 3-, 5- és 7-vegyértékű gyök szerepét játszhatja. Jóformán csak 3 elemet ismerünk, melyeknek atomjai — a mai nézetek szerint — állandó vegyértékű gyökök módjára viselkednek; ezek: a hydrogen 1-vegyértékű, az oxygen 2-vegyértékű és a szén 4-vegyértékű atomjai. A többiek, ritkábban vagy gyakrabban, szűkebb vagy tágabb határok között, változtathatják vegyértékűségüket. A vegyérték-változtatás rendszeren bizonyos szabály szerint történik; nevezetesen páros szám szerint, vagyis a páratlan vegyértékű gyök páratlan, a páros vegyértékű páros marad. Ez alól is van kivétel, például a vas-atom, melyet egyes vegyületekben két-, másokban meg három-vegyértékű gyöknek kell tekintenünk.

Mi az oka az említett vegyérték-változásnak, éppen oly kevésbé tudjuk, mint magának a vegyértékűségnek igazi lényegét; talán az, hogy az atomban egyszer több, másszor kevesebb energia (hatásképeség) van felhalmozva? Lehet, hogy a jövőben majd erre a kérdésre is meghozza a feleletet.

A gyökök vegyértékűségét írásban többféle módon szokás jelölni. Egyik mód szerint az atom-jegy fölé jobbról római számjegyet írunk, mely a vegyértékűséget jelöli; például: H^I , Cl^I , O^{II} , N^{III} vagy N^V , C^{IV} és így tovább. Egy másik jelölési mód szerint az atom-jegyhez illesztett rövid vízszintes vagy más irányú egyenes vonások szolgálnak ugyane célra, például

$\text{H}-$, $\text{O}=\text{}$ vagy $-\text{O}-$, $\text{N}\equiv$ s illetőleg $-\text{N}\equiv$, $\text{C}\equiv$ vagy $=\text{C}=\text{}$ és $-\text{C}-$,

vagy újabban megfelelő számú pontok.

Az összetett gyökök vegyértékűségéről kevés a mondani való. Ezeket is annyi vegyértékűeknek mondjuk, a hány hydrogen-atommal társulnak, vagy a hány ilyet helyettesítenek. Az összetett gyök vegyértékűsége egyéb-

iránt attól függ, hogy a benne lévő egyszerű gyökök (atomok) kapcsolódására vagyis összetartására azoknak hány vegyértéke van igénybe véve; a mi ezenfelül marad, az lesz az összetett gyök vegyértéke. Ebből az is következik, hogy az összetett gyök vegyértékét egyfelől az alkotó atomok vegyértékeinek száma, másfelől azok egymáshoz kapcsolódásának módja szabja meg; mert könnyen elképzelhetjük az összetett gyököt alkotó atomoknak egyszerű, vagyis egy-egy, tehát egy pár vegyértékkel történő kapcsolódását, de feltételezhetjük a két pár, sőt még több vegyérték révén létrejövő kapcsolódást is. Ha már most ugyanazok az atomok egyszer egy pár, máskor meg két pár vegyérték révén kapcsolódnak: ennek folytán az összetett gyök vegyértéke változni fog és pedig páros szám szerint, a mint ezt főképpen a széntartalmú u. n. szerves gyökökön tapasztalhatjuk.

Az elmondottak megvilágosítása céljából álljon itt néhány példa. A *hydroxyl*-nak nevezett összetett gyök egy oxygen-atomot és egy hydrogen-atomot tartalmaz, alkata tehát: (OH); vegyértéke egy, mert az egy-vegyértékű hydrogen-atom a két-vegyértékű oxygen-atomnak csak egyik vegyértékét foglalja le (telíti), a másik ellenben szabadon nyilvánul, telítetlen marad. Ezt így jelölhetjük: —O—H, illetőleg egyszerűsítve: —O—H vagy (OH)^I. Az ammonium-gyökben (H₄N) a nitrogen-atom 5 vegyértékéből a négy hydrogen-atom négyet lefoglal, az ötödik szabad marad, tehát ez is

egy-vegyértékű gyök: (H₄N)^I vagy: $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{N} - \\ | \\ \text{H} \end{array}$, illetőleg az egymást lefoglaló vegyérték-párokat egyszerűen írva (a mint szoktuk és mi is tenni

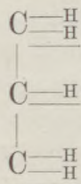
fogjuk): $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{N} - \\ | \\ \text{H} \end{array}$

A borszeszben: (C₂H₅)OH, aetherben: (C₂H₅)₂O és még több szerves vegyületben lévő aethyl-gyök, (C₂H₅), két szén-atomból és öt hydrogen-atomból áll; egy-vegyértékű, mert egy hydrogen-atommal alkotja az aethangázt, C₂H₅.H és ugyancsak egy chlor-atommal vegyül u. n. aethylchloriddá: (C₂H₅)Cl. Egy-vegyértékűsége következik abból is, hogy a két szén-atom, mely mindegyik 4—4-vegyértékű, egy pár vegyérték révén kapcsolódik, ilyenformán: $\equiv \text{C} - \text{C} \equiv$; vagyis még 6 vegyértékük marad, melyekből az öt hydrogen-atom ötöt lefoglalván, csak egy marad meg mint a gyök vegyértéke:

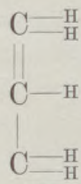
$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ vagy egyszerűsítve: (H₅C—CH₂)—

Az összetett gyök vegyértékének változását a C₃H₅-alkatú gyök eléggé megvilágosítja. E gyök alkatrésze a glycerin-nek és számos zsíradéknak, melyekben *3-vegyértékű* és *glyceryl* nevet visel. De alkatrésze ez az illó mustárolajnak, a fokhagymaolajnak és egyebeknek, melyekben csak *egy-vegyértékű* és ekkor *allyl* a neve. A dolog magyarázatára felveszszük, hogy a 4-vegyértékű szén-atomok a glyceryl-gyökben egyszerű módon egy-

egy pár vegyérték révén kapcsolódnak, az allyl-gyökben pedig két szén-atom két pár vegyérték révén kapcsolódott:



3.-v.-é. glyceryl-gyök.

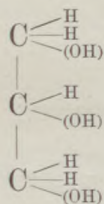


1.-v.-é. allyl-gyök.

A gyökök felsorolt tulajdonságai a vegyületek képzésében, azok számos tulajdonságainak meghatározásában vagy azok chemiai változásaiban igen nagy szerepet játszanak; hiszen a vegyületek csupa egyszerű vagy összetett gyökökből állanak. Jellemző dolog az, hogy a vegyületekben s illetőleg azok molekuláiban foglalt gyökök egymás vegyértékeit kölcsönösen mindig lekötik, úgy, hogy a *vegyületben szabad vegyérték nincs*. Ebből az is következik, hogy ha a vegyületben valamely nagyobb vegyértékű gyök több kisebb vegyértékű gyökkel van kapcsolódva, a *nagyobb vegyértékű gyök egy-magában annyi vegyértékű mint a többiek együttvéve*. Így tapasztaljuk ezt a víz molekulájában, a hol az oxygen-atom egymaga annyi vegyértékű, mint a vele kapcsolódó két hydrogen-atom együttvéve, vagyis 2-vegyértékű, a mint ezt a víz részletesebb molekula-képlete mutatja: $\text{H} \text{—} \text{O} \text{—} \text{H}$. Ugyanígy van ez a szalamiasóban, melynek részletesebb molekula-képletéből látjuk, hogy a nitrogen-atom maga annyi (öt-) vegyértékű, mint a 4 hydrogen-atom és a chlor-

atom együttvéve: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{array} \text{N} \text{—} \text{Cl}$. Hasonlót tapasztalunk a glicerín részletesebb

molekula-képletén is, mely szerint az egymáshoz kapcsolódó három szén-atom, vagyis C_3 -alkatú összetett gyök, annyi (nyolcz-) vegyértékű, mint a vele kapcsolódó öt hydrogen-atom és három hydroxyl-gyök:



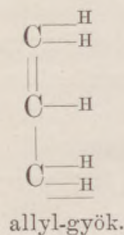
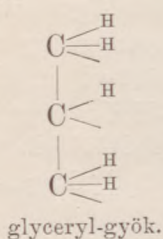
Ugyanebben a C_3H_5 -alkatú glyceryl-gyök annyi (három-) vegyértékű, mint a vele kapcsolódó 3 hydroxyl-gyök.

Ezt a törvényszerűséget a *vegyértékek egyenlőségének* vagy a *vegyértékek törvényének* szokás mondani.

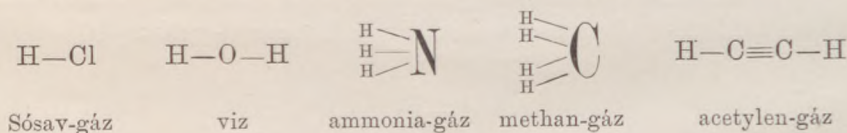
Tapasztalati, szerkezeti és okszerű képletek.

Fentebb láttuk, hogy a molekula-képleteket az atom-jegyekből képezzük az által, hogy a molekulában lévő elemi alkatrészek atom-jegyeit szorosan egymás mellé írjuk és a többször foglalt atomokat mögójük írott megfelelő számjegyekkel jelöljük meg. Így kapjuk a közönségesen *tapasztalati képletek*-nek nevezett molekula-jegyeket.

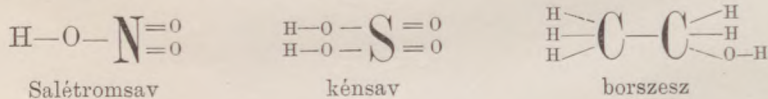
Az ilyen képletek a molekula minőségi és mennyiségi alkatáról felvilágosítanak bennünket, de a molekula szerkezete felől semmiképpen sem tájékoztatnak. Már pedig a vegyület jellegző sajátságai nemcsak a molekulát alkotó atomok minőségétől és számától, hanem igen nagy mértékben azoknak elhelyezkedésétől, illetőleg egymáshoz való közelebbi vagy távolabbi viszonyától és a kapcsolódás módjától feltételezett vegyérték-viszonyoktól is függenek. Hiszen fentebb láttuk a glyceryl- és allyl-gyökökről, hogy azok egyenlő alkatúak (C_3H_5), de különböző szerkezetük folytán különböző vegyértékűek és más gyökök iránt különböző viselkedésűek. E különbözőséget a vegyérték magyarázatakor általunk már használt részletesebb képletek eléggé feltűntetik:



A molekula-képleteket is szoktuk így részletezni és az ilyeneket *szerkezeti képletek*nek nevezzük. Ilyen szerkezeti képletek a következők is:



vagy a következő kissé bonyolultabbak:



E szerkezeti képletek nemcsak a molekula minőségi és mennyiségi alkatát, nevezetesen az elemi alkatrészek minőségét és ezek súlymennyiségeit, tehát a molekula-súlyt határozzák meg, hanem ezen kívül még az egyes atomok vegyértékűségét, a vegyértékek révén létrejött kapcsolódás módját, az atomok (gyökök) elrendezkedését és így a vegyület egész jellemét feltár-

ják előttünk. Azért ezek főképpen a vegyület jellemének megítélésében és a chemiai változások tanulmányozásában jutnak nagy jelentőségre. A chemikusok főtörekvése éppen e szerkezeti képletek megállapítására van irányozva, a mi — kivált a bonyolultabb alkatú vegyületeknél — a legnehezebb feladatok közé tartozik.

Néha nem szükséges a részletezést ennyire vinni, hanem megelégszünk azzal, hogy kitüntetjük, mely összetett gyökök vannak a molekulában. Ily esetekben kissé egyszerűbb, u. n. *okszerű képleteket* használunk, a melyek rendszerint eléggé megvilágítják a molekula szerkezetét és így a vegyület jellemét is; példa gyanánt ime néhány okszerű képlet:

H(OH)	$\text{NO}_2(\text{OH})$	$\text{SO}_2(\text{OH})_2$	$(\text{C}_2\text{H}_5)\text{OH}$
víz	salétromsav	kénsav	borszesz

Az okszerű képlet néha nem más, mint a szerkezeti képlet egyszerűbb írásban. Ilyen pl. a borszesz egyik okszerű képlete: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$, a mely azt jelenti, hogy a borszeszben az egyik szén-atom 3 hydrogen-atommal kapcsolódik, míg a másik szén-atom az első szén-atomhoz, két hydrogen-atomhoz és egy hydroxyl-gyökhöz van kapcsolva; tehát ugyanazt, a mit a fentebb közölt szerkezeti képlet. Az ilyen okszerű képletek írásában az egyes (összetett) gyökök kapcsolódását gyakran nem egyenes vonások, hanem pontok jelzik. Ez helykimélés végett történik, de jelentősége ugyanaz; e szerint a $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ csak azt jelenti, a mit a $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ jelentene; vagy a $\text{HC}:\text{CH}$, illetőleg $\text{CH}:\text{CH}$ ugyanazt, a mit $\text{HC}\equiv\text{CH}$.

A gyökök jelleme.

A vegyületekből alkalmas módokon lehetséges az elemi alkatrészeket kiválasztani. Egyik ilyen mód az áramló elektromosság bontó hatásán alapszik. Az elektromosság ilyenmő alkalmazása már jó régi; főképpen a mult század elején kezdték e módszert alkalmazni, különösen akkor, midőn *Davy*-nek sikerült áramló elektromossággal az akkortájt elemeknek tartott marókálból és nátronból (KOH és NaOH) addig ismeretlen fémeket: a kaliumot és a natriumot kiválasztani.

A vegyületek elbontásánál számos esetben tapasztalták, hogy a fémes elemek (metalla) a nemleges elektródon (sarkon), a nemfémes elemek (ametalla) pedig a tevőlegesen válnak ki. Ennek magyarázatára felvették, hogy a fémes elemek tevőleges elektromosságúak, ezért vonzódnak a nemleges elektródhoz; a nemfémes elemek nemleges elektromosságúak, ezért vonzódnak a tevőleges elektródhoz. — Ez alapon elnevezték a fémes elemeket és a hasonlóan viselkedő hydrogent elektro-positivoknak vagy csak röviden positivoknak azaz *tevőlegeseknek*, a nemfémes elemeket pedig elektro-negativoknak, rövidítve negativoknak azaz *nemlegeseknek*.

Így szoktuk ma is a fémek és a hydrogen atomjait tevőlegeseknek, a többi nemfémek atomjait pedig nemlegeseknek mondani. — Ez a sajátos ellentét a gyökök között nemcsak az áramló elektromossággal szemben nyilvánul, hanem egyéb viselkedésükben is. Míg például a tevőleges gyököknek a hydroxyl-gyökkel képezett vegyületei lúgos ízűek (lúgok), a savaktól megvörösödött bizonyos növényi festékeket (pl. a lakmusz-kivonatot) kékre változtatják, addig a nemleges gyökök hydroxylal képezett vegyületei (az u. n. savak) savanyú ízűek és a lúgoktól megképzett lakmusz megint vörösre változtatják. Ezért a tevőleges gyököket lúgképző (bázisképző), a nemlegeseket savképző gyököknek is szokás nevezni.

A tevőleges elemi gyökök egymással vegyületeket nem igen alkotnak, inkább csak változó arány szerint keverednek és u. n. ötvözeteket képeznek; már a nemleges elemi gyökök egymással is, de meg a tevőlegesekkel is szívesen vegyülnek.

Azonban nemcsak az egyszerű gyökök jelleme lehet tevőleges vagy nemleges, ugyanígy van az az összetett gyökökkel is. Könnyen érthető, hogy ezeknek jelleme attól függ, mily jellemű atomok alkotják. Mindazok az összetett gyökök tevőlegesek, melyekben a tevőleges atomok száma nagyobb, mint a nemleges atomoké. De ha a nemleges atomok száma nagyobb, úgy az összetett gyök nemleges.

Az ammonium-gyökben (H_4N) 4 tevőleges atom (H) és egy nemleges atom (N) van, a gyök tehát tevőleges. A cyan-gyökben (CN) csupa nemleges atomok vannak, tehát a gyök nemleges. De a hydroxyl-gyökben (OH) már egy nemleges atom (O) és egy tevőleges atom (H) van. Ily esetekben, ha a tevőleges és nemleges atomok száma egyenlő, az összetett gyök a szerint lesz tevőleges vagy nemleges, a mint a tevőleges vagy a nemleges atom vegyértéke magasabb. A hydroxyl-ban a nemleges oxygen-atom magasabb (két-)vegyértékű, mint a hydrogen-atom (egy-vegyértékű); ez okból a hydroxyl-gyök nemleges lesz.

A tevőleges jellem jelölésére az összeadás jegyét (+), a nemlegesre a kivonás jegyét (—) szoktuk alkalmazni, melyet a gyök jegye fölé írunk, ilyenformán: $\overset{+}{\text{H}}$, $\overset{+}{\text{Na}}$, $(\overset{+}{\text{H}_4\text{N}})$, $\overset{-}{\text{Cl}}$, $\overset{-}{\text{N}}$, $\overset{-}{\text{C}}$, $(\overset{-}{\text{CN}})$, $(\overset{-}{\text{OH}})$.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a gyökök jelleme nem minden esetben határozottan tevőleges vagy nemleges, sőt ismerünk oly elemeket, melyek atomjai némely vegyületeikben inkább a tevőleges, másokban meg a nemleges jellemhez hajlanak; ilyen például az arsen és antimon, melyeket éppen ezért *fémekhez hasonlatos (metalloid) elemeknek* mondunk. De még a határozottan tevőleges gyökök jellemében is valóságos fokozatot vehetni észre és jellemző, hogy a tevőlegesebb a kevésbé tevőlegest a vegyületekből számos esetben képes kiválasztani és helyébe lép annak. Például a fémvas a rézvegyületek oldatából fém-rezét választ ki, a fém-réz meg a higany-

vegyületek oldatából fém-higanyt, ez ismét az ezüstsók oldatából fém-ezüstöt és így tovább. — A nemlegesek közt is mutatkozik ilyen fokozat, például a chlor kiválaszthatja a bromot, a brom meg a jodot.

A gyökök szerepe a molekula-képzésben és a vegyületek elnevezésében.

A molekulák egyszerű és összetett gyökök társulása folytán jönnek létre. Ezeknek — mint alkotórészeknek — minősége és viszonyos mennyisége, sőt elrendezkedése szabja meg a molekulák tulajdonságait.

A gyököknek a molekulákra gyakorolt eme fontos szerepe kifejezésre jut a vegyületek elnevezésében, mely szerint a vegyületek nevei jóformán mindig a molekulát alkotó gyökök neveiből képeztetnek; s ha ugyanazok a gyökök többféle súlyarány szerint alkotnak molekulákat, az elnevezésben ez is kifejezésre jut.

A sósav-gázban, HCl , az alkotó gyökök hydrogen és chlor, ezért a sósav-gázt chlorhydrogennek vagy hydrogenchloridnak mondjuk. A vízben, H_2O , hydrogen és oxygen foglaltatik, ezért azt hydrogenoxidnak mondhatjuk; de ugyanezt a $\text{H}-\text{OH}$ képlet szerint hydrogenhydroxidnak is tekinthetjük és nevezhetjük. A vízmentes Glauber-só, Na_2SO_4 , natriumból és a sulfat-gyökből (SO_4) áll, ezért natriumsulfat nevet is visel. A salétromsavas ezüst alkata AgNO_3 ; ebben az ezüst-atom a nitrat-gyökkel (NO_3) együtt foglaltatik, ezért ezüstnitrátnak is nevezzük. A szódában, Na_2CO_3 , natrium és a carbonat-gyök (CO_3) alkotják a molekulát; innen van a szóda másik neve: natriumcarbonat. A bicarbonas sodae-ban, NaHCO_3 , még hydrogen is van, azért nevezzük ezt (natriumhydrogencarbonat helyett rövidítve) natriumhydrocarbonatnak. A phosphor egy atomja a chlorral kétféle arány szerint is társul, u. m. 3 vagy 5 atommal: PCl_3 és PCl_5 ; előbbi phosphor-trichloridnak vagy hármass chlorphosphornak, utóbbit phosphorpentachloridnak vagy ötös chlorphosphornak nevezzük. Az arsennek is kétféle vegyülete van az oxygennel: As_2O_3 és As_2O_5 , ezeket arsentrioxidnak és arsenpentoxidnak mondjuk.

A molekula-képletekben a gyökök jegyeit különböző sorrendben írhatjuk, de rendszerint a tevőleges gyököt írjuk elől, tehát a fémekeket, hydrogen és a tevőleges összetett gyököket. Ha a molekula csupa nemleges gyökökből áll, ezek közül a magasabb vegyértékűt szoktuk elsőnek írni. A szerves vegyületekben, melyeknek soha nem hiányzó alkatrésze a szén (C), többnyire ezt írjuk elsőnek.

A gyökök szerepe a chemiai átváltozásokban. Egyesülés, bomlás, cserebomlás.

A testek chemiai változásai mind a molekulák belsejében játszódnak le és nézeteink szerint bizonyos gyökök ki- vagy belépésével, illetőleg azok elrendezkedésének megváltozásával vannak szoros oki összefüggésben.

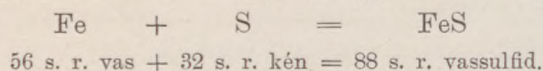
A chemiai átváltozások leggyakoribb esetei a *chemiai egyesülés*, *chemiai bomlás* és a *cserebomlás*.

Chemiai egyesülés alatt oly chemiai változást értünk, melyben két vagy több egymástól különböző, akár egyszerű akár összetett testből egy tőlük különböző vegyület keletkezik. A keverékek és elegyek keletkezése tehát nem tartozik ide, hiszen az nincs is a molekulák változásával egybekötve, az nem chemiai változás.

Ilyen egyesülés megy végbe, mikor a vaspor és kénvirág keverékét hevítjük és az megtüzesedvén, fekete színű vassulfiddá változik át.

Az egyesülést éppen úgy, mint általában a chemiai változásokat, a chemiai jegyek segítségével egyenletekben írjuk le; egyenletekben azért, mert az anyag megmaradása értelmében a chemiai változás termékei teljesen egyenlő súlyúak az eredeti testekkel. Az ilyen egyenleteket úgy képezzük, hogy az egyenlőség jegye elé, tehát attól balra, az eredeti testek atomjegyét vagy molekula-képleteit írjuk olyan súlyarányban, a mint a hatásban részt vesznek; jobbról pedig a hatás termékét vagy termékeit. Ha több test hat egymásra, ezek molekula-képletei közé az összeadás jegyét teszszük és ugyanígy járunk el a keletkezett termékek képleteivel is.

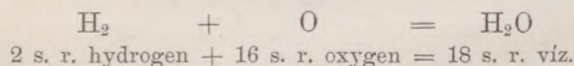
A vassulfid keletkezését a következő egyenletben fejezhetjük ki:



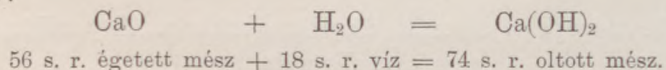
Ez szavakban annyit tesz, hogy egy atom-súlynyi (56 súlyrész) vas és egy atom-súlynyi (32 súlyrész) kén egyesülnek egy molekula-súlynyi (56 + 32 = 88 súlyrész) vassulfiddá.

Ha tehát az alkatrészeket az egyenletben kijelölt súlymennyiségekben veszszük, azok egész tömegükben átváltoznak vassulfiddá; ha azonban azok súlyarányát megváltoztatjuk, úgy vagy a vas vagy a kén egy része (a mi a másikkhoz képest feleslegben van) változatlanul marad.

Ilyen chemiai egyesülés az is, mely szerint a meggyújtott hydrogen-gáz a levegőben lévő oxygen-gázzal vízzé egyesül; itt 2 atom-súlynyi (2 súlyrész) hydrogen és 1 atom-súlynyi (16 súlyrész) oxygen egyesülnek 2 + 16 = 18 s. r. vízzé:

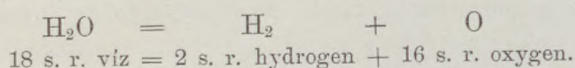


De nemcsak elemi testek, hanem vegyületek is egyesülhetnek; például az égetett mész (calciumoxid) és víz egyesülnek oltott mészsze (calcium-hydroxiddá):

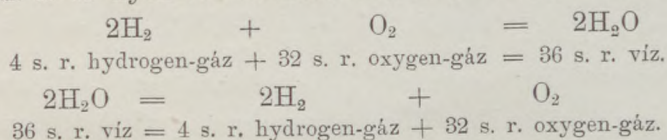


A chemiai bomlás éppen fordítottja az egyesülésnek, mert a *bomlás folytán egy vegyületből két vagy több különböző test keletkezik.* A keletkező testek lehetnek maguk is vegyületek, de lehetnek elemi testek is. A vizet

elektromos árammal elbonthatjuk elemi alkotórészeire: hydrogenre és oxygenre; ilyenkor egy molekula-súlynyi (18 súlyrész) vízből 2 atom-súlynyi (2 súlyrész) hydrogen-gáz és egy atomsúlynyi (16 súlyrész) oxygen-gáz keletkezik:

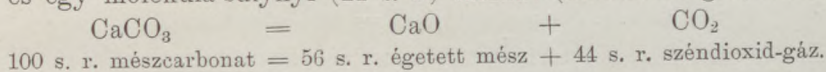


Szigorúan véve a dolgot, ezt az egyenletet és éppen így a víz képződését feltüntető fentebb írt egyenletet is, meg kellene kettőztetni; és pedig azért, mert az oxygen-gáz, mely az egyenlet értelmében a hydrogennel egyesül vagy éppen a vízből keletkezik, két-atomú molekulákból (O_2) áll, holott a használt egyenletekben csak egy atom oxygen szerepel. Némelyek ragaszkodnak is az ilyen következetes molekulás írásmódhoz és így írnak:



Mint hogy azonban a fentebb használt egyenletek a helyes súlyarányokat és a változás lényegét éppen úgy kifejezik mint ezek, azért amazokat egyszerűségük folytán gyakrabban szoktuk írni.

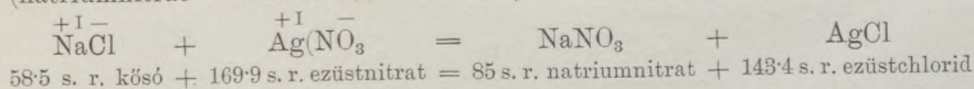
A bomláskor nem keletkeznek mindig maguk az elemi testek, hanem csak egyszerűbb vegyületek. Ennek bizonyítására álljon itt a mészégetés folyamatát kifejező egyenlet, mely szerint egy molekula-súlynyi (100 s. r.) mészkőből (calciumcarbonat = szénsavas mész) az égetéskor, vagy helyesebben hevítéskor, egy molekula-súlynyi (56 s. r.) égetett mész (calciumoxid) és egy molekula-súlynyi (44 s. r.) szénsav (széndioxid-gáz) keletkezik:



A chemiai változások harmadik — leggyakoribb — neme a cserebomlás. *Cserebomlás az oly chemiai változás, melyben két különböző testből két másik test keletkezik.* E változás abban áll, hogy az egymásra ható molekulákban az egyenlő jellemű és egyenlő vegyértékű gyökök kölcsönösen kicserélődnek. Kicserélődhet tehát a tevőleges gyök a tevőlegessel vagy a nemleges gyök a nemlegessel, de csak egyenlő vegyértékek szerint. Ha az egyik gyök kisebb vegyértékű mint a másik, akkor az egymásra ható molekulák száma úgy változik, hogy a bennük foglalt egyenlő jellemű gyökök egyenlő vegyértékeket képviseljenek. Önként következik, hogy a termékek súlya itt is egyenlő a ható testek súlyával.

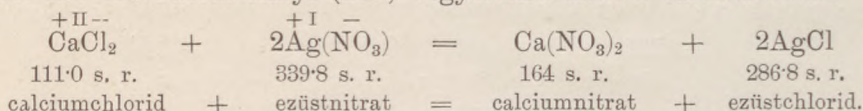
Világosító példakul álljanak itt a következő esetek.

A kősó oldata a salétromsavas ezüst oldatához elegyítve, azzal cserebomlás útján chemiai változásra lép, melynek termékei a natrium-salétrom (natriumnitrat = salétromsavas natrium) és az ezüstchlorid:



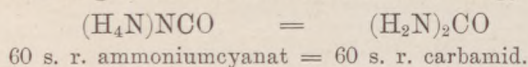
Ez esetben egy molekula-súlynyi (58·5 s. r.) kősó egy molekula-súlynyi (169·9 s. r.) ezüstnitratra hatott, mert a kősóban foglalt tevőleges gyök, a natrium-atom, éppen úgy egy-vegyértékű, mint az ezüstnitrátban foglalt tevőleges gyök: az ezüst-atom. Ezek tehát egymást pótolni, helyettesíteni képesek.

De az ezüstnitrát oldata más chlor-vegyületekkel is léphet cserebomlásra, így például a calciumchloriddal, melyben azonban a tevőleges gyök, a calcium-atom, nem egy-, hanem két-vegyértékű; ez esetben tehát egy molekula-súlynyi calciumchlorid már nem egy, hanem két molekula-súlynyi ezüstnitrattal lép cserebomlásra, mert a két molekula ezüstnitrátban foglalt két ezüst-atom annyi (két-) vegyértékű mint a calcium-atom:

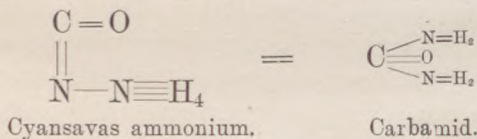


Ha e cserebomlásokban nem a tevőleges gyököket, hanem a nem-legeseket cseréljük is ki, ugyanaz lesz az eredmény.

A chemiai változásoknak felsorolt három neme, u. m. egyesülés, bomlás és cserebomlás, igen gyakoriak és a legtöbb chemiai változás eseteit fellelelik; mégis vannak olyanok is — habár kisebb számmal —, melyeket más alapon vagyunk kénytelenek magyarázni. Ilyenek azok, melyekben egy vegyületből szintén csak egy, de tőle különböző sajátságokkal bíró test keletkezik. Példa gyanánt álljon itt az az eset, mely szerint a ciansavas ammonium a melegítéskor a carbamid nevezetű vegyületté változik át:

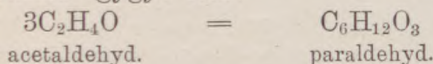


Ezt és más hasonló természetű chemiai változásokat csak abból a feltevésből magyarázhatjuk meg, hogy ilyenkor a molekula belsejében az atomok elhelyezkedése, csoportosulása változik meg. Ily esetekben kiváló hasznát vesszük a szerkezeti képleteknek, melyek a dolognak világos magyarázatát adják:



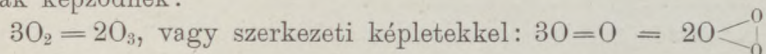
A ciansavas ammoniumot és a carbamidot s általában az egyenlő molekula-alkatú, de különböző szerkezetű vegyületeket isomer vegyületeknek mondjuk; ezért az ilyen átváltozást isomer átváltozásnak nevezhetjük.

Arra is van eset, hogy valamely vegyületnek több molekulája egy molekulává egyesülvén, annak u. n. polymer-je jön létre. Az aldehydből (acetaldehyd) igen könnyen keletkezik ilyen polymer vegyület (paraldehyd) az által, hogy 3 molekula egygyé lesz:



Az ilyen átváltozást *polymer átváltozásnak* nevezhetjük.

Bizonyos tekintetben hasonlít ehhez némely elemi testnek az a változása, midőn u. n. *allotrop* módosulatba megy át. Ilyen módosulata a közönséges phosphornak a vörös phosphor, vagy az oxygennek az ozon. Ez utóbbi az által jön létre, hogy a 2-atomú oxygen-molekulákból 3-atomú ozon-molekulák képződnek:



Egyenértéksúlyok.

A vegyületek képződése és változása, mint az előbbi fejezetben megismertük, a gyökökön fordul meg. A gyökök azok, melyek bizonyos szám szerint egymással társulhatnak vagy egymás helyére léphetnek. E társulás vagy helyettesítés, mint az imént láttuk, egyenlő vegyértékek szerint történik.

Azonban mind e jelenségeket nemcsak a vegyértékek szempontjából, hanem a súlyviszonyok alapján is tanulmányozhatjuk és így eljutunk az egyenértéksúly fogalmához.

Egyenértéksúlyok alatt a gyököknek (alkatrészeknek) ama súlymennyiségeit értjük, melyek egy súlyrész hydrogennel egyesülni vagy egy súlyrész hydrogen helyettesíteni képesek.

Minthogy pedig minden gyök (akár egyszerű, akár összetett) annyiszor egy súlyrész hydrogennel egyesül, vagy annyiszor egy súlyrész hydrogen helyettesít, a hány vegyértékű: világos dolog, hogy az egyenértéksúly az egy-vegyértékű gyököknél egyenlő magával a gyök súlyával; a két-vegyértékű gyököknél egyenlő ez annak felével, a három-vegyértékűeknek a gyöksúly harmadrészeivel és általában: *az egyenértéksúly egyenlő a gyök súlyának annyiadik részével, a hány vegyértékű a gyök.*

Ha tehát a gyöksúlyt általános jellel élve: Gy-vel jelöljük, a gyök vegyértékét V-vel, akkor az egyenértéksúly *E* lesz: $\frac{\text{Gy}}{\text{V}} = \text{E}.$

Ezek szerint a hydrogen (H^{I}) egyenértéksúlya $\frac{1}{1} = 1$, a chloré (Cl^{I}) $\frac{35.5}{1} = 35.5$, a natriumé (Na^{I}) $\frac{23}{1} = 23$, a kaliumé (K^{I}) $\frac{39}{1} = 39$, az oxygené (O^{II}) $\frac{16}{2} = 8$, a nitrogené (N^{III}) $\frac{14}{3} = 4.66$, a széné (C^{IV}) $\frac{12}{4} = 3$, az ammonium-gyöké ($\text{H}_4\text{N}^{\text{I}}$) $\frac{18}{1} = 18$, a sulfat-gyöké (SO_4^{II}) $\frac{96}{2} = 48$ és így tovább.

Minthogy a gyökök (alkatrészek) egyenértéksúly-mennyiségei mind egy s. r. hydrogennel egyenértékűek, ebből következik, hogy ezek *egymással is egyenértékűek*, tehát: *a gyökök (alkatrészek) egyenértéksúlyaik arányában egyesülnek egymással, vagy helyettesítik egymást.* E tapasztalati törvény minden elmélettől teljesen független, a mi jelentőségét csak növeli.

Az egyenértéksúly fogalmával szoros kapcsolatban áll az u. n. *szabályos* (normalis) *oldatok* készítése, melyek alkalmazásán a térfogatos chemiai elemzés módszerei alapulnak.

Szabályos oldatoknak olyanokat mondunk, melyek minden egyes köbcentimeterben valamely alkatrésznek az egyenértéksúlynyi mennyiségét vagy annak egyszerü sokszorosát vagy hányadrészét tartalmazzák milligrammokban.

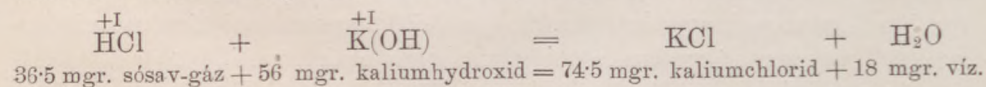
A savakban a hydrogen az az alkatrész, mely a cserebomlások eseteiben más vegyületek tevőleges gyökeivel helyettesíthető. Ezért az *egyszer szabályos* savoldat minden egyes köbcentimeterében 1 milligramm sav-hydrogen foglaltatik. Az *ötször szabályos* savoldatban köbcentimeterenként 5 milligramm sav-hydrogen van; az *egytizedszer szabályos* savoldatban pedig köbcentimeterenként csak 0.1 milligramm sav-hydrogen.

Minthogy a sósavnak (HCl) minden molekula-súlya (36.5 súlyrésze) egy atom-súlynyi vagyis egy súlyrész ilyen hydrogen-t tartalmaz: e szerint az egyszer szabályos sósav-oldatnak egy köbcentimeterében 1 milligramm sav-hydrogen, de 36.5 milligramm sósav-gáz lesz feloldva; az ötször szabályos sósav-oldat köbcentimeterenként 5 milligramm sav-hydrogen-t, tehát 5×36.5 milligr. = 182.5 milligramm sósav-gázt tartalmaz; míg az egytizedszer szabályos sósav-oldat egy köbcentimeterében csak 0.1 mgr. sav-hydrogen, vagyis 3.65 mgr. sósav-gáz foglaltatik.

A kénsav (H₂SO₄) molekulájában már 2 hydrogen-atom van, tehát a kénsav molekulasúly-mennyisége (98 s. r.) két s. r. hydrogen-t tartalmaz és csak a molekulasúly fele, 49 s. r., tartalmazza az 1 s. r. hydrogen-t. Az egyszer szabályos kénsav-oldat 1 köbcentimetre e szerint 49 mgr. kénsavat, az ötször szabályos oldat $5 \times 49 = 245$ mgr. kénsavat, holott az egytizedszer szabályos oldat csak 4.9 mgr. kénsavat tartalmaz egy köbcentimeterben.

Az ilyen szabályos savoldatokat *lúgmérő folyadékok*nak is nevezzük, mert ezek a lúgokat cserebomlás folytán telíteni (sókká és vízzé átváltoztatni) képesek; s minthogy az egyszer szabályos savoldat 1 köbcentimeterében foglalt 1 mgr. sav-hydrogen a lúgban foglalt fémnek éppen 1 egyenértéksúlyával (milligrammokban) cserél helyet: ez alapon könnyűvé válik valamely lúgoldatban foglalt fém-hydroxid (lúg) mennyiségét megmérni oly módon, hogy kísérleti úton megállapítjuk a lúg telítésére szükséges egyszer szabályos sav-oldat köbcentimetreinek számát.

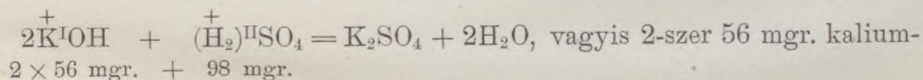
Tegyük fel például, hogy a kalium causticum fusum (KOH) tisztaságát akarjuk megvizsgálni. Lemérünk belőle pontosan — mondjuk — 1 grammot; ezt feloldjuk tiszta lepárolt vízben; pár csepp lakmusz-tinkturával kékre festjük és köbcentiméteres osztályzattal ellátott mérő csőből addig csepegtetjük bele az egyszer szabályos sósav-oldatot (a gyógyszer-könyv lúgmérő folyadékját), míg a lakmusz színe a kékől vörösbe kezd átmenni. Ekkor a lúg telítve van a következő cserebomlás értelmében:



36.5 mgr. sósav-gáz, vagyis 1 köbcentimeter egyszer szabályos sósav-oldat tehát 56 mgr. kaliumhydroxidot telít. Tegyük fel, hogy mi az 1 gr.

kalium causticum telítésére 15 köbcentimeter szab. sósav-oldatot használtunk el; ez azt jelenti, hogy az 1 gr. kalium causticum-ban 15-ször 56 mgr. = 840 mgr. = 0.84 gr. kaliumhydroxid volt, vagyis 100 gr.-ban 84 gr., tehát a készítmény 84 százalék kaliumhydroxidot és 16 százalék idegen anyagot (valószínűleg vizet) tartalmazott.

Hasonló elv szerint készíthetünk szabályos lúgoldatokat is. Ilyen például a gyógyszerkönyv hivatalos *savmérő folyadékja*, az *egyszer szabályos kálilúg*, mely minden egyes köbcentimeterben a kaliumnak milligrammos egyenértéksúlyát ($K^I = 39$), vagyis 39 milligrammját, tehát a kaliumhydroxidnak ($KOH = 56$) 56 milligrammját tartalmazza. Ezzel meg a savakat telíthetjük és mérhetjük. Mondjuk, hogy a hivatalos acidum sulfuricum concentratum-ban óhajtanók a kénsav-tartalmat megállapítani. E célból pontosan lemérnénk abból 1 grammot, tiszta lepárolt vízzel meghigitva, lakmusz-festvénynyel vörösre festenénk és a mérőcsőből addig csepegtetnénk bele a hivatalos savmérő folyadékot, míg a lakmusz színe a kékbe kezdene áthajolni. Ekkor a sav éppen telítve van. Tegyük fel, elhasználtunk 19.2 köbcentimeter savmérő folyadékot. A kálilúg a kénsavat a következő egyenlet (cserebomlás) értelmében telíti:



hydroxid 98 mgr. kénsavat változtat kaliumsulfattá és vízzé. A 2-szer 56 mgr. kaliumhydroxid azonban 2 köbcentimeter savmérő folyadékban van, tehát 1 köbcentimeter savmérő folyadék csak felényi, vagyis 49 mgr. kénsavat telít. Mi azonban 19.2 köbcentimeter savmérő folyadékot használtunk el, ez tehát 19.2-szer 49 mgr. = 940.8 mgr. = 0.9408 gr. kénsavnak felel meg. Ennyi kénsavat találtunk 1 gr. acid. sulf. conc.-ban, vagyis 100 gr.-ban 94.08 gr.-ot és így a vizsgált sav 94% kénsavat (és 6% vizet) tartalmaz.

A szabályos oldatok készítése — mint az elmondottakból megérthető — az egyenértéksúly alkalmazásán és bizonyos chemiai átváltozások (cserebomlások stb.) felhasználásán alapul. A miből következik, hogy más anyagokból is készíthetünk szabályos oldatokat, és ezekkel bizonyos általuk simán átváltoztatható készítményeket százalékos alkatukra megvizsgálhatunk és tisztaságukat ellenőrizhetjük. Gyógyszerkönyvünkben tényleg találunk is ily szabályos oldatokat felvéve és ezek alkalmazását bizonyos vegyületek tisztasági, azonossági (identitas-i) próbájára előírva.

Némelyek szoktak a vegyületek egyenértéksúlyáról is beszélni, bár ezeknek egyenértéksúlyuk nincs; hiszen ezek nem vegyülnek és nem helyettesítenek, hanem csak a bennük foglalt gyökök. Ezért — szigorúan véve — a vegyületeknek egyenértéksúlyuk nincs és ez alatt azoknak csak ama súlymennyiségeit kell érteni, melyek valamely (a szóbanforgó chemiai változásnál ható) gyöknek éppen egy egyenértéksúly-mennyiségét tartalmazza. A savakban ily ható gyök a hydrogen, a bázisokban a fém (tevéleges gyök)

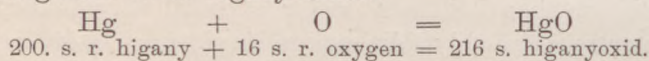
az oxidáló testekben az oxygen stb. Ily értelemben a sósavnak, $\text{H}^{\text{I}}\text{Cl}$, egyenértéksúlya 36.5 (a molekula-súly) lesz, mert ebben éppen 1 egyenértéksúly = 1 s. r. hydrogen van; a salétromsav ($\text{H}^{\text{I}}\text{NO}_3$) egyenértéksúlya szintén a molekula-súly = 63, melyben 1 s. r. hydrogen van; a kénsavnak ($\text{H}_2^{\text{II}}\text{SO}_4$) egyenértéksúlya már csak a molekula-súly (98) fele = 49 lesz. A kálilúg, $\text{K}^{\text{I}}\text{OH}$, egyenértéksúlya szintén a molekula-súly (56) lesz, mert ez éppen 1 egyenértéksúly (39 s. r.) kaliumot tartalmaz; a calciumhydroxid, $\text{Ca}^{\text{II}}(\text{OH})_2$, egyenértéksúlya azonban megint csak a molekula-súly (74) fele = 37 lesz, mert az egész molekula-súly 40 s. r. calciumot tartalmaz, holott a calcium egyenértéksúlya csak $(40:2) = 20$, ez pedig 37 s. r. calciumhydroxidban van.

Általában úgy szokták mondani, hogy a vegyület egyenértéksúlya = a molekula-súly osztva a ható gyök (H^{I} , K^{I} , Ca^{II} stb.) vegyértékével.

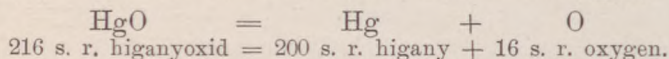
Megfordítható (reciprok) chemiai folyamatok. — Tökéletes és tökéletlen chemiai átváltozások. — Tömeghatás.

A vegyületek keletkezése vagy elbomlása a gyökök egymáshoz való erősebb vagy gyengébb vonzódásán alapul. Ha e vonzódás bizonyos mértékig fokozódik, létrejöhet a vegyület, mely a vonzódás csökkenésével ismét elbomolhat.

Ha a fém-higanyt hosszú nyakú üveglombikban, hogy el ne illan-hasson, éppen a forrásáig (357°) hevítjük, elég könnyen egyesül a levegőben foglalt oxygen-gázzal vörös higanyoxiddá:

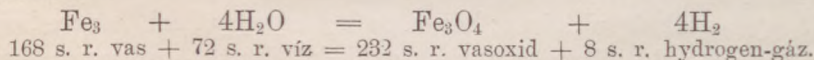


Ha azonban a keletkezett higanyoxidot magasabb hőmérsékletre hevítjük, egész a vörös izzásig, ismét felbomlik alkotórészeire: fém-higanyra és oxygen-gázra:

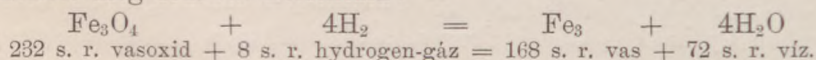


Ez a két chemiai folyamat egymásnak fordítottja. A fém-higany forráspontja körül a higany és oxygen atomjai jobban vonzódnak egymáshoz, mint maguk az egyszerű elemi atomok, ezért a higany- és oxygen-molekulák felbomlanak és különféle atomokból álló molekulák jönnek létre. Vörös izzás körül azonban a higany- és oxygen-atom közt meggyengül a vonzódás és megint csak az elemi testek molekulái keletkeznek.

Ha izzásig hevített vasdarabok között vízgőzt hajtunk keresztül, a vas elbontja a vizet, az oxygennel mágneses vasoxiddá egyesül és hydrogen-t tesz szabaddá:



Ha azután a keletkezett vasoxidot áramló hydrogen-gázban vörös izzásig hevítjük, a hydrogen elvonja a vasoxidból az oxygen-t, azzal vizet képez és e mellett még fém-vas keletkezik:



Ez a két átváltozás egymásnak megint fordítottja. Ezt azonban nem a hőmérsékletek különbözősége okozza, hanem sokkal inkább az a körülmény, hogy *a keletkező egyik termék eltávolíttatván, visszaváltozás nem jöhet létre*. Ez a két folyamat ugyanis egyidejűleg végbemehet; mert ha *zárt edényben* hevítjük a vasoxidot a hydrogen-gázzal együtt, ez utóbbi oxygent von el abból, minek folytán víz és fém-vas keletkezik; de a keletkező vízből meg a fém-vas vonja el az oxygent, úgy hogy ismét vasoxid és hydrogen-gáz képződik. Itt tehát egyidejűleg két ellentétes chemiai átváltozás lévén lehetséges: egyik átváltozás se lesz tökéletes, hanem előáll egy bizonyos *egyensúlyi helyzet*, melyben az időegység alatt ugyanannyi vasoxid és hydrogen-gáz keletkezik, mint a mennyi megint visszaváltozik fém-vassá és vízzé.

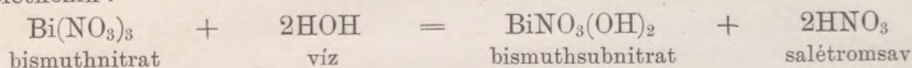
Az ilyen chemiai átalakulásokat, melyekben a keletkezett termékek az eredeti testekké visszaváltozni képesek és melyekben egy része az eredeti testeknek mindig változatlanul megmarad — habár azok az egyenérték-súlyok arányában vannak is jelen —: *megfordítható* (reciprok), illetőleg *tökéletlen chemiai folyamatoknak* mondjuk.

Az átváltozás foka függ a körülményektől, például a hőmérséklettől; oldott testeknél az oldat töménységétől és az illető testek oldhatósági arányától is.

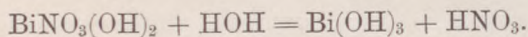
Az ilyen tökéletlen chemiai átváltozás tökéletessé válik, ha a képződő termékek egyikét, olyan mértékben a mint keletkezik, eltávolítanunk, vagy legalább a hatás köréből elvonnunk sikerül; mert az egyik termék eltávolíttatván, visszaváltozás többé nem jöhet létre. Így van az a fentebb ismertetett példában, a hol az izzó fém-vas a vízből hydrogent választ ki, maga pedig vasoxiddá lesz, de az izzó vas között folyton átáramló vízgőz a képződött hydrogent azonnal magával viszi, tehát eltávolítja a hatás köréből, úgy, hogy visszaváltozás nem jöhetvén létre: a fém-vas fokozatosan vasoxiddá lesz. Hasonló történik akkor is, midőn az izzó vasoxidot áramló hydrogen-gázban hevítjük; itt meg ez viszi magával a keletkező vízgőzt, mely így eltávolíttatván a hatás köréből: a vasoxid hovatovább mind fém-vassá változik át. Ez esetekben előbb a vízgőz, majd a hydrogen-gáz folytonosan felesleges mennyiségben áramolván át, tökéletessé teszik a chemiai változásokat, melyek különben tökéletlenek maradnának.

Ha oldott testek hatnak egymásra, szintén vagy tökéletes lesz a chemiai átváltozás vagy tökéletlen marad. Mindazon esetekben *tökéletes lesz, valahányszor legalább a hatás egyik terméke kilép a hatás köréből, vagyis az oldatból*; tehát oldhatatlan test (csapadék) az, vagy gáznemű. Ellenben, ha az oldatok elegyítése után se csapadék nem válik ki, se gáz nem fejlődik: tökéletlen marad a chemiai folyamat. Kivételt képez még az, *ha lúg és sav hatnak egymásra*; ilyenkor többnyire *tökéletes lesz az átváltozás*, még ha halmazállapot-változás nem történik is. Ennek oka az, hogy a keletkező víz és sónemű test nem képesek visszahatás folytán ismét lúggá és savvá átváltozni, bár tagadhatatlan, hogy némely sőt az aránylag nagy mennyi-

ségben jelenlévő víz elbonthat savra és lúgos (bázisos) sóra, sőt ha a keletkező savat eltávolítjuk (pl. a vízben nem oldható bázisos só sok vízzel mossuk), esetleg lúggá (fém-hydroxiddá) is visszaváltozhat az. A víznek ilyen sóbontó hatása akkor nyilvánul, ha a keletkező bázisos só vagy lúg (fém-hydroxid) vízben oldhatatlan; ilyen pl. a bázisos bismuthnitrat (subnitrat), mely szabályos bismuthnitrat és víz hatására salétromsav kiválása közben keletkezik:

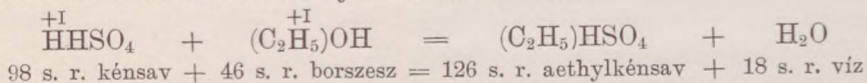


sőt sok vízzel hosszabb ideig melegítve és mosva, esetleg bismuthhydroxiddá is átváltozhat:



A chemiai átváltozás tökéletes volta tehát általában a keletkező termékek halmazállapot-változásaitól, illetőleg az egyik termék eltávolításától függ.

A tökéletlen átváltozás (rendszerint cserebomlás) azonban közeledhetik a tökéleteshez akkor is, ha a ható testek egyike a másikhoz képest igen nagy feleslegben van jelen. Ilyenkor a keletkező termékek molekulái a feleslegben lévő egyik ható test molekulái által mintegy körülvértetvén, nem találkozhatnak és nem változhatnak vissza oly szaporán, mint a hogy keletkeznek, vagyis a folyamat jobban megközelítheti a tökéletest. Példa erre az *acidum Halleri*-nek nevezett folyadék, melyet kénsavból és borszeszből készítünk. E folyadékban a kénsav és borszesz cserebomlás folytán csak tökéletlenül változnak át aethylkénsavvá és vízzé:



mert ezek megint visszaváltozhatnak kénsavvá és borszeszszé. De ha 98 s. r. kénsavhoz nem 46 s. r. borszeszt, hanem többszörte annyit (pl. a gyógyszerkönyv szerint közel háromszor annyit) adunk: a borszesznek nagyszámú molekulái közt könnyebben elkerülik az aethylkénsav és víz molekulái egymást, mint a kénsav-molekulák a borszeszt és így a visszaváltozás lassabban történik, mint az aethylkénsav-képződés; ezért az *acidum Halleri* nagy mennyiségű változatlan borszesz mellett főképpen még aethylkénsavat meg vizet és csak kevesebb kénsavat fog tartalmazni.

Az ilyen szerepét a borszesznek (és más folyamatokban más testeknek), midőn tömegénél fogva a chemiai folyamatra gyorsítólag hat: *tömeghatásnak* szoktuk mondani.

Különféle tényezők szerepe a chemiai átváltozásokban.

A testek tulajdonságai a testek alkotórészeinek minősége és mennyisége mellett igen nagy mértékben függenek azoktól az erőktől, melyek hatása alatt a test anyaga áll. Ez erők változása a test tulajdonságainak valamely

változásával együtt jár; bizonyos esetekben előidézi a test kémiai változását is. Ez alapon könnyen megértjük azt a befolyást, melyet különféle tényezők a testek állapotára gyakorolnak és a mely azok kémiai változásában is nyilvánulhat.

Hogy különálló testek egymásra hathassanak, első feltétel azoknak egymással való belső érintkezése, a mikor a molekulák egymás hatási körébe kerülhetnek. A gáznemű és folyékony testeknél ez a keveredés folytán igen tökéletesen létesülhet; nem úgy azonban a szilárd testeknél. Ezeknél a hatás többnyire csak akkor következik be, ha feloldjuk azokat, vagyis a belső érintkezést létesítettük. Így látjuk ezt az u. n. pezsgőpor viselkedésében, melyet borkősav-por és natriumhydrocarbonat összekeverésével készítünk; ha e porok szárazak, nem hatnak egymásra, de ha vízbe dobjuk, rögtön beáll a heves hatás, mely lassanként akkor is végbemehet, ha a por a levegőből lassacskán nedvességet vehetett fel. (Hogy ez ne történhessék, azért szokták a két alkatrészt külön tokokban eltartani). A halmazállapotnak és oldószernek e fontos szerepét már igen régen felismerték és a »corpora non agunt nisi fluida« (»csak a folyékony testek hatnak«) mondásban eléggé méltatták.

Sok esetben azonban a belső érintkezés sem elegendő a kémiai változás létesítésére. Még bizonyos kívülről jövő beavatkozás is szükséges, mely a hatást megindítsa vagy esetleg azt állandóan gyámolítsa.

E tekintetben talán legnagyobb szerep jutott a *melegnek*. Akárhány esetben bizonyos mennyiségű melegséget kell a testekre átvinnünk, bizonyos hőmérsékletre kell azokat melegítenünk, hogy a hatás létrejöhessen. Így látjuk ezt az égési folyamatokban; a testeket meg kell gyújtani, hogy azok égjenek, különben még a legtökéletesebb érintkezés mellett is elmaradhat a hatás. A hydrogen-gázt és más elégethető gázokat például minden veszedelem nélkül keverhetjük levegővel vagy akár tiszta oxygen-gázzal; de ha egy ponton meggyújtjuk, azonnal létrejön a hatás, mely ily esetben igen hevesen foly le. Hogy a jodoform képződhessék, a borszesz, szódaoldat és jód keverékét mintegy 70°-ra melegítjük. Ha aethylaether-t készítünk, a kénsav és borszesz keverékét állandóan 140°-ra kell melegítenünk. És így tovább.

A *fénynek* is igen nagy szerepe van sok kémiai változás lefolyásában vagy legalább megindításában. Példa rá a hydrogen-gáz és chlor-gáz keveréke, mely (egyenlő térfogatokból) veszedelem nélkül készíthető, sőt el is tartható sötétben, de ha meggyújtjuk (tehát hevítjük), vagy e helyett hirtelen erős napfényre vagy égő magnesium-fényre tesszük ki, durranás közben igen hevesen egyesül sósav-gázzá: $H_2 + Cl_2 = 2HCl$. De a legjobb példa erre az ezüstsók viselkedése, melyen alapul az egész fotográfia. E tekintetben a különböző színű sugarak nagyon eltérően viselkednek; leghatásosabbak a legtörékenyebb (kék és ibolyaszínű) sugarak, míg a legkevésbé törékeny (vörös) sugarak mondhatni hatástalanok.

Erősebb mechanikai hatások: *nyomás, ütés, dörzsölés* szintén megindíthatják a kémiai folyamatokat; sokszor talán azért, mert meleget fejlesztenek (pl. a phosphoros gyufafej dörzsölésekor); máskor meg tán azért, mert bizonyos rázkódtatással járnak és a molekulákban lévő atomok egyensúlyi helyzetét megzavarhatják. Különösen némely robbantó szerek érzékenyek e tekintetben, mint pl. a dinamit, mely ütésre igen hevesen robbanhat fel. Oldatokban meg a *rázás* van nagy hatással, különösen a kémiai hatás oldhatatlan termékeinek, az u. n. *csapadékoknak*, kiválására, a mit nemcsak melegítéssel, hanem rázással vagy többnyire mindkettővel szoktunk gyorsítani és főképpen megindítani. Hasonló célból szoktuk az edénynek a folyadékkal érintkező falát valamely szilárd tárggyal, pl. üvegpálczával, *dörzsölgetni, karczolgatni*; ily dörzsölt vagy karczolt, tehát érdes helyeken a csapadékképződés könnyebben indul meg és azután magától folytatódik.

Az *elektromosság*, főképpen az áramló elektromosság hatása is rendkívül szembeszökő. Utóbbin alapul a vegyületeknek elektromossággal való elbontása: az elektrolysis, és annak sokoldalú gyakorlati alkalmazása, például az u. n. galvános aranyozásban és ezüstözésben.

Nem hagyhatni végül tekintet nélkül némely testnek azt a csudálatos és máig kellőképpen meg nem magyarázott szerepét számos kémiai folyamat megindításában vagy közvetítésében, melyet *katalytikus hatásnak* szokás mondani.

Ilyenféle szerepe van például a barnakőnek (manganperoxid) a kaliumchlorat elbomlásában ($\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 3\text{O}$), mely barnakővel keverve jóval alacsonyabb hőmérsékleten elbocsátja az oxygent, mint magában hevítve. Minthogy itt a barnakő változatlanul marad vissza, legfeljebb azt a feltevést fogadhatjuk el, hogy az a kaliumchloratból az oxygent átveszi, de megint elbocsátja. Még feltűnőbb e jelenség a hydrogenperoxid elbomlásában. E vegyület higabb vizes oldata elég állandó, de finom ezüstporral és egyéb (nagy felületű) szilárd testekkel keverve, azonnal elbomlik oxygen-gázra és vízre ($\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{O}$), bár e testek maguk teljesen változatlanul maradnak vissza.

Hőtermelés és hőfogyasztás a kémiai változásokban.

A kémiai változások számos esetében hőmérsékleti emelkedést figyelhetünk meg, bizonyosságául annak, hogy a változást hőfejlődés kíséri.

Így tapasztaljuk azt pl. a vassulfid képződésénél alkatrészeiből, melyeknek keverékét egy ponton hevítve, az ott meggyúlad és további hevítés nélkül rövid időre az egész tömeg izzóvá lesz. Ugyancsak hőtermelést tapasztalunk az égési folyamatokban, a savak és bázisok egymásra hatásakor és egyéb esetekben.

Ilyenkor önként felmerül a kérdés, honnan és miből keletkezik ez a sokszor igen tetemes hőmennyiség.

Tudva azt, hogy az anyagon nyilvánuló energia mennyisége éppen úgy változhatatlan, mint magának az anyagnak a mennyisége, nem gondolhatjuk azt, hogy annak hő elnevezés alatt ismert egyik neve a semmiből termelődik; ellenkezőleg feltételeznünk kell, hogy az eredeti testekben mint a helyzeti erély egy neve: mint kémiai energia volt meg, és a kémiai változás alkalmával csak az energia egy más fájává, nevezetesen vele egyenértékű hővé változott át.

Ebből azonban önként következik az, hogy ha a kémiai hatás termékei visszaváltoznak azokká a testekké, melyekből hőfejlődés kíséretében keletkeztek: kívülről, környezetükből éppen annyi energia-mennyiséget, pl. melegséget fognak felvenni, mint a mennyi keletkezésükkor termelődött. Ez a felvett melegség megint mint kémiai erély lesz bent az újra képződött eredeti testekben.

Ezt a feltevést a tapasztalás tényleg igazolja. Mikor a hydrogen-gáz az oxygen-gázzal vízzé egyesül, tetemes mennyiségű hő termelődik. Ez a hő a hydrogen-gáz és oxygen-gáz kémiai energiájából keletkezett. Ha tehát a vizet vissza akarjuk változtatni hydrogen-gázzá és oxygen-gázzá: ezt az elvesztett energia-mennyiséget vissza kell a víz alkatrészeinek adnunk. Ezt tesszük akkor, midőn a vizet elektromos árammal, vagyis áramló elektromos energiával elbontjuk alkatrészeire. Ilyenkor a hydrogen-gáz és oxygen-gáz fejlesztése csak bizonyos elektromos energia árán lehetséges, mely egyenértékű a víz képződésekor keletkezett hő mennyiségével.

Az elemek rendszerbe foglalása.

A napjainkban ismert egyszerű testek (elemek) számát mintegy 70-re tehetjük. Ezek képezik a sok ezerre menő vegyületek alkatrészeit.

Az elemeket többféle elv alapján lehet csoportokba beosztani. Mint a gyököknél láttuk, a legegyszerűbb beosztás az u. n. *kémiai jellem szerint* történhet. E szerint az elemeket egy olyan hosszú sorba írhatjuk, melynek egyik végén a leghatározottabb tevőleges elem áll, másik végén a leghatározottabb nemleges elem. E két szélső tag közt foglalnak helyet a többi elemek, olyképpen, hogy a tevőlegesek (metalla) fokozatosan csökkenő tevőleges jellemmel egymásután a sor első tagjához, míg a nemlegesek (ametalla) folyton csökkenő nemleges jellemük szerint az utolsó tag elé sorakoznak. A sor közepe felé tehát a határozott tevőleges és nemleges jellem fokozatosan csökken és a középső tagoknál (metalloid-ok) annyira bizonytalanná lesz, hogy ezeket némely tulajdonságaik alapján ugyan a tevőlegesekhez, más tulajdonságaik alapján azonban inkább a nemlegesekhez sorozhatjuk.

A tevőleges elemekhez általában a fémeket és a hydrogen-t sorozzuk, míg a többi nemfém elemeket a nemlegesekhez. Ez utóbbiak száma tetemesen kisebb.

Úgy a tevőleges, mint a nemleges elemeket *vegyértékük szerint* még kisebb csoportokba is szoktuk osztani. Ha a vegyérték-változást nem tekintjük és minden elemnek a legalacsonyabb vegyértékét fogadjuk el az osztályozás alapjául, úgy az elemeket I—VI-vegyértékűeknek mondhatjuk. Az egyenlő vegyértékűek között ismét találunk olyanokat, melyek egymáshoz igen feltűnően hasonlatosak; ha ezeket a velők egyenlő vegyértékűektől különválasztjuk, úgynevezett *természetes csoportokat* kapunk, melyek tagjai sokszor fizikai tulajdonságaikban is, de főképpen a chemiaiakban tüntetnek fel igen nagy hasonlatosságot.

Ilyen természetes csoport pl. az alkali-fémek csoportja: a lithium, natrium, kalium, rubidium és caesium. Ezek a legerélyesebb fémek, köztük leginkább a caesium, legkevésbé a lithium. A natrium erélyesség tekintetében a lithium és kalium közt áll és — sajátos — atom-súlya is éppen a másik kettő atom-súlyai közé esik: $\frac{\text{Li}+\text{K}}{2} = \text{Na}$, vagyis $\frac{7+39}{2} = 23$. Hasonló a viszony a kalium, rubidium és caesium közt: $\frac{\text{K}+\text{Cs}}{2} = \text{Rb}$, vagyis $\frac{39+132}{2} = 85.5$. Ilyenféle jelenséget a nemleges chlor-csoportban is találunk, a hol a brom nemcsak erélyesség, hanem atom-súly dolgában is a chlor és jod közt áll: $\frac{\text{Cl}+\text{J}}{2} = \text{Br}$, azaz $\frac{35.5+126.9}{2} = 81.2$ (a brom atom-súlya = 80).

Ezek és más hasonló megfigyelések vezették a német *L. Meyer*-t és az orosz *Mendelejeff*-et az *elemek természetes rendszerének* felállítására.

E rendszerben az elemek a legkisebb atom-súlyún elkezdve, növekedő atom-súlyaik szerint következnek egymásra. Az első tag a hydrogen (atom-súlya = 1), a második a lithium (atom-súlya = 7), azután a beryllium, bór, carbonium, nitrogen, oxygen, fluor, natrium, magnesium stb., az utolsó tagok a thorium és uranium. Ha az elemeket így mind egy (függélyes) sorba írjuk, úgy találjuk, hogy (a hydrogent, mint kivételes viselkedésű elemet, elhagyva) minden 7 elem után jön egy 8-ik, mely az elsőhöz nagyon hasonló; így hasonlóak lesznek az első, nyolczadik, 15-ik, 22-ik (Li, Na, K) stb. Ugyancsak a 2-ik, 9-ik, 16-ik (Be, Mg, Ca) stb. Vagy a 3-ik, 10-ik, 17-ik és így tovább. Ha tehát minden 7 elem után új sort kezdünk és e függélyes sorokat egymás mellé írjuk: a hasonló elemek megannyi vízszintes sorokba kerülnek és egy-egy természetes csoportot alkotnak. Úgy látjuk tehát, hogy az atom-súlyok növekedésével az elemeknek bizonyos tulajdonságai szakaszosan — periodikusan — ismétlődnek.

Mendelejeff tapasztalván, hogy e hasonlóságok minden második szakaszban határozottabban ismétlődnek, két-két szakaszt ír egymás alá, tehát csak a harmadikat, ötödiket stb. kezdi ismét az első mellé. Némely elemek: minők a vas-csoport és platina-csoport fémek, (valamint az azóta felfedezett helium és argon s az utóbbi társaságában található még ritkább elemek,) a rendszerbe nem illeszthetők be jól, ezért ezek a hetes szakaszokon kívül egy nyolczadikba kerülnek.

Mendelejeff csoportosítása a következő:

R ² O	I	Li	K	Rb	Cs	—	—
RO	II	Be	Ca	Sr	Ba	—	—
R ² O ³	III	B	Sc	Y	La	Yb	—
RO ²	IV	C	Ti	Zr	Ce	—	Th
R ² O ⁵	V(III)	N	V	Nb	Di *	Ta	—
RO ³	VI(II)	O	Cr	Mo	—	W	U
R ² O ⁷	VII(I)	F	Mn	—	—	—	—
	VIII	—	{Fe Co Ni	{Ru Rh Pd		{Os Ir Pt	
R ² O	I	Na	Cu	Ag	—	Au	—
RO	II	Mg	Zn	Cd	—	Hg	—
R ² O ³	III	Al	Ga	In	—	Tl	—
RO ²	IV	Si	Ge	Sn	—	Pb	—
R ² O ⁵	V(III)	P	As	Sb	—	Bi	—
RO ³	VI(II)	S	Se	Te	—	—	—
R ² O ⁷	VII(I)	Cl	Br	J	—	—	—

E rendszerben, (melynek egyébiránt tökéletlenségei is vannak,) a vízszintes sorok képeznek egy-egy természetes csoportot, melynek kezdetén a sorban lévő elemek legmagasabb oxidjainak általános képlete és vegyértéke áll. Az első vízszintes sort az egymáshoz igen hasonló alkali-fémek (a Na kivételével) képezik, melyek egy-vegyértékűek. A második sorban két-vegyértékű fémek következnek, a harmadik sorban 3-v.-értékűek, a 4-ikben 4-v.-é. nemleges elemek, az 5-ik, 6-ik és 7-ik sorban: 5-, 6- és 7-v.-é. nemleges elemek. A 8-ikban a vas-csoport és platina-csoport fémek, melyek a rendszerbe jól nem illenek be. Ezután az első 7 sorhoz hasonló 7 sor következik. A sorokban hézagok is láthatók, jelölül, hogy oda illő elemeket nem ismerünk; de valószínű, hogy ilyenek léteznek. E mellett szól legalább az a tény, hogy a rendszer felállítása óta felfedezett újabb elemek egyes ilyen hézagokba teljesen jól beilleszthetők voltak.

Érdekes az, hogy ha a növekedő atom-súlyok szerint a függélyes sorok mentén haladunk, a hét-tagú szakaszok elseje erélyes fém, utolsója erélyes nemleges elem; ezektől a szakaszok közepe felé az erélyesség fogy és a középső tagokat rendszerint nem nagyon határozott tevőleges (metalloid) vagy nemleges jellemű elemek képezik. A vegyérték-változás is szabályszerűen történik. A szakaszok első tagja 1-v.-értékű, a 2-ik 2-v.-é., a 3-ik 3-v.-é., a 4-ik 4-v.-é., az 5-ik 5-, illetőleg 3-v.-é., a 6-ik 6-, illetőleg 2-v.-é., a 7-ik 7-, illetőleg 1-v.-értékű. Tehát fokozatosan növekszik az 4-ig és megint visszamegy 1-ig (illetőleg nőhet tovább 7-ig).

Mi okozza e sajátos összefüggést az atom-súlyok és az elemek tulajdonságai között: erre ma biztos feleletet adni nem tudunk; vajjon megadja-e azt a jövő, érthető érdeklődéssel kérdezhetjük.

* Az akkortájt elemnek tartott didym azóta két elem, u. m. neodym és praseodym keverékének bizonyult.

Lehet, hogy idők folytán a ma még elemeknek tartott és egymáshoz sokban hasonlatos testeket sikerül még egyszerűbb alkotórészekre felbontani és a rajtok észlelhető hasonlatosságokat valamely általok tartalmazott közös alkotórész jelenlétéből megmagyarázni. Ez oly feltevés, mely ha egyelőre kevés reménnyel is biztat, legalább a valószínűség látszatát sem nélkülözi.

A vegyületek rendszerbe foglalása.

A vegyületek osztályozása legbiztosabban a bennök lévő gyökök minősége és kapcsolódása szerint történhetik; a mi más szavakkal annyit tesz, hogy alkatuk és szerkezetük tekintetbe vételével.

Mindenekelőtt két nagy csoportra szoktuk osztani a vegyületeket. Az egyikbe jönnek a szénnek vegyületei, az u. n. *szerves* (organikus) *vegyületek*; a másikba azok, melyeket a többi elemek képeznek egymás között, ezek az u. n. *szervetlen* (anorganikus) *vegyületek*. Ez utóbbiakhoz sorozzuk a szénnek néhány egyszerűbb vegyületét is.

A szerves vegyületek további beosztása alkatuk és szerkezetük nyomán amaz elvek segítségével történik, melyek később, e vegyületek tárgyalásakor, lesznek bővebben méltatva.

A szervetlen vegyületek leginkább háromfélék lehetnek. Tevőleges gyökök vegyületei egymással; ilyeneket nem igen ismerünk. Tevőleges gyökök vegyületei nemlegesekkel és végül nemleges gyökök vegyületei egymással. — E vegyületek közt fontosabbak a következő csoportok:

A fémek vegyületei az oxigénnel, az u. n. *fém-oxidok*.

A fémek vegyületei a hydroxyl-(OH)^I gyökkel, az u. n. *fém-hydroxidok*.

A fémek vegyületei az u. n. halogen- vagy haloid-elemekkel (Cl, Br, J, F), vagyis az u. n. haloid-sók: *chloridok*, *bromidok*, *jodidok* és *fluoridok*.

A fémek vegyületei a kénnel és esetleg a hydrosulfyl-(SH)^I gyökkel, tehát a *fém-sulfidok* és *fém-hydrosulfidok*.

A fémek vegyületei egyéb nemleges elemekkel (nitridek, carbidok stb.)

A halogen-elemek vegyületei oxigénnel, vagy oxigénnel és tevőleges elemekkel (halogen-oxidok, halogen-oxy-savak és sóik).

A kén vegyületei oxigénnel, vagy oxigénnel és tevőleges elemekkel (kénoxidok, a kén oxy-savai és oxy-sói).

A 3- és 5-vegyértékű nemleges elemek (N, P, As, Sb) vegyületei oxigénnel, vagy oxigénnel és tevőleges elemekkel (ez elemek oxidjai, oxy-savai és oxy-sói).

A bór vegyületei oxigénnel vagy oxigénnel és tevőleges elemekkel (bóroxid, bórsavak, bórsavas sók).

A négy-vegyértékű nemleges elemek (Si, C) vegyületei oxigénnel, vagy oxigénnel és tevőleges elemekkel (ez elemek oxidjai, oxy-savai és oxy-sói).

Egyéb nemleges elemek vegyületei egymással.

A vegyületek főbb csoportjai. Bázis, sav, só.

Az összes vegyületeknek, kiváltképpen pedig a szervetleneknek tetemes része azon három fontos vegyületcsoporthoz sorozható, melyeket *bázis, sav és só* elnevezéssel jelölünk meg.

Minthogy az elemek tanulmányozása közben is találkozni fogunk ily vegyületekkel, kíváncsok ezekkel már most megismerkedni.

Bázis névvel oly vegyületeket foglalunk össze, a melyek a savakat sókká átváltoztatni képesek. Ilyenek a fémeknek és viselkedésükben a fémekhez sokban hasonlatos némely tevőleges gyököknek a vegyületei az oxgyennel vagy kénnel (esetleg a Se-nel és Te-ral), vagyis azokkal a két-vegyértékű nemleges elemekkel, melyeket — minthogy úgy a bázisoknak, valamint a savaknak is, tehát *mindkettőnek* alkatrészei lehetnek — *amphid*-elemeknek szokás nevezni. A fém-oxidokat *oxybázis*-oknak, a fém-sulfidokat *sulfo*- vagy *thiobázis*-oknak mondhatjuk. Azonban bázisok a fémek hidroxidjai és a fémek hydrosulfidjai is; ezeket *hydroxybázis*-oknak és *hydrosulfobázis*-oknak nevezhetjük.

A hydroxybázisok (fém-hydroxidok) bizonyos körülmények közt, például hevítés folytán, vizet veszíthetnek és fém-oxidokká változhatnak át (pl. $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{CaO}$), miért is a fém-oxidokat *anhydrobázis*-oknak lehet nevezni.

A mondottak szerint bázisok például a következő vegyületek:

K_2O kaliumoxid.	K_2S kaliumsulfid.
KOH kaliumhydroxid.	KSH kaliumhydrosulfid.
CaO calciumoxid.	CaS calciumsulfid.
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ calciumhydroxid.	$\text{Ca}(\text{SH})_2$ calciumhydrosulfid.
$(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$ ammoniumhydroxid.	$[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}]\text{OH}$ tetraethylammoniumhydroxid.

Ezekon kívül bázis-természetű az ammonia-gáz: H_3N , melynek vizes oldatát ($\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O}$) ammoniumhydroxidnak, $(\text{H}_4\text{N})\text{OH}$, szoktuk tekinteni.

A bázisok közt vannak vízben oldhatók; ezek lúgos ízűek, a savaktól megvörösített lakmusz-tinkturát megkékitik és tömény állapotukban többé-kevésbé maró tulajdonságúak; ezeket *lúg*-oknak mondjuk vagy lúgos bázisoknak, az erősen marókat maró lúgoknak is.

A bázisokat annyi vegyértékűeknek szokás mondani, a hány vegyértékű a bennök foglalt fém (tevőleges gyök), vagy a hány egyenértékűlynyi savat telíteni képesek.

A bázis erőssége, vagyis savat telítő képessége annál nagyobb, minél határozottabb jellemű fémet tartalmaz az.

Sav az olyan vegyület, mely a bázisokat sókká átváltoztatni képes. A savak alkat tekintetében több csoportra oszthatók; ilyenek: a *haloid-savak* csoportja, melybe a haloid-elemek (Cl, Br, J, F) hydrogenes vegyü-

letei tartoznak (HCl = hydrogenchlorid vagy sósav, HBr = hydrogenbromid, HI = hydrogenjodid, HF = hydrogenfluorid), — az *amphid-savak* csoportja, mely az amphid-elemeknek más nemleges elemekkel képezett atom-csoportjait hydrogennel vegyülve tartalmazza (például: HNO_3 salétromsav, H_2SO_4 kénsav, H_3PO_4 phosphorsav, H_2CO_3 szénsav, H_2CS_3 thio-szénsav stb.)

A savak, mint a felhozott példák is látjuk, mind tartalmaznak egy vagy több hydrogen-atomot, egyesülve bizonyos nemleges egyszerű gyökkel (a haloid-savakban) vagy nemleges összetett gyökkel (az amphid-savakban). Ezeket a nemleges gyököket *savmaradék*-oknak nevezhetjük. E szerint a savak úgy tekinthetők, mint a *nemleges savmaradékok vegyületei hydrogennel*, még pedig annyi hydrogen-atommal, a hány vegyértékű a savmaradék. A savmaradékon kívül álló hydrogen *sav-hydrogen*-nek mondhatjuk, megkülönböztetésül a savmaradéokban esetleg lévő hydrogen-atomoktól. Így az eczetsavban, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, a négy hydrogen-atom közül három a savmaradékhhoz tartozik s csak egy áll azon kívül, tehát csak egy a sav-hydrogen, miért is így írhatjuk az eczetsav molekula-képletét: $\text{H} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$, a hol H a sav-hydrogen, a $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ atomcsoport pedig az eczetsavmaradék: *acetat*; ily fel fogás szerint az eczetsav neve: hydrogenacetat. A salétromsavban, HNO_3 , az egy-vegyértékű savmaradék, vagyis a *nitrat* (NO_3) egy hydrogen-atommal van vegyülve; a sav neve tehát lehet hydrogennitrat. A kénsavban, H_2SO_4 , a savmaradék a két-vegyértékű *sulfat* (SO_4), mely két hydrogen-atommal van vegyülve; a sav neve lehet hydrogensulfat. A phosphorsavban, H_3PO_4 , 3H-atommal a 3-vegyértékű *phosphat* (PO_4) nevű savmaradék van egyesülve; ez a sav tehát: hydrogenphosphat. A szénsavban, H_2CO_3 , a két-vegyértékű *carbonat* (CO_3) a savmaradék; a thio-szénsavban, H_2CS_3 , ugyancsak a két-vegyértékű *thiocarbonat* (CS_3) és így tovább.

Az amphid-savak bizonyos esetekben vizet veszíthetnek és így u. n. *anhydro-savakká* (sav-anhydrid) változhatnak át; így a kénsavból vízvesztés folytán az anhydro-kénsav, SO_3 , (vagy más néven kéntrioxid) keletkezik: $\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$, mely utóbbi vízfelvétel folytán megint kénsavvá lesz: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$. A phosphorpentoxid, P_2O_5 , vízfelvétel folytán phosphorsavvá lesz ($\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$ metaphosphorsav, vagy $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ orthophosphorsav), miért is a phosphorpentoxid anhydro-phosphorsavnak tekintendő. Az acetyloxid, $(\text{C}_2\text{H}_3\text{O})_2\text{O}$, szintén anhydro-eczetsav, mert vízfelvétel folytán eczetsavvá lesz: $(\text{C}_2\text{H}_3\text{O})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$. Ezek az anhydro-savak, mint látjuk, bizonyos nemleges gyökök amphidos vegyületei; bázisokat ezek is sókká változtatni képesek.

A savak vízes oldatai savanyú ízűek; tömény állapotukban némelyek maró tulajdonságúak. Annyi vegyértékűeknek szokás azokat mondani, a hány atom sav-hydrogent tartalmaznak, vagyis a hány egyenértékűnyi bázist telítenek. A sósav, HCl , valamint a salétromsav, HNO_3 és az eczetsav, $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, egy-vegyértékűek; a kénsav, H_2SO_4 és a szénsav, H_2CO_3 , két-vegyértékűek; a phosphorsav, H_3PO_4 , három-vegyértékű.

Erősség tekintetében (vagyis bázis-telítő erélyesség dolgában) a savak közt is lényeges különbségek észlelhetők.

A sók az imént elmondottak szerint a fémek (vagy valamely fémhez hasonló viselkedésű összetett tevőleges gyök) *vegyületei savmaradékokkal*. Nevüket is a fém és a savmaradék nevéből képezzük; pl. NaCl = natrium-chlorid vagy natrium chloratum, (sósavas natrium); K_2SO_4 = kaliumsulfat vagy kalium sulfuricum (kénsavas kalium); CaCO_3 = calciumcarbonat vagy calcium carbonicum (szénsavas mész) és így tovább.

A vegyértékek törvényéből következik az, hogy a sóban a fém és a savmaradék egyenlő vegyértékűek; az ilyen sókat szabályos (normalis) sóknak mondjuk. — Vannak a szabályos sókon kívül még savanyú sók, bázisos (lúgos) sók, sőt vegyes és kettős sók is.

A savanyú sók fémen és savmaradékon kívül sav-hydrogent is tartalmaznak; ezekben a fém vegyértéke kisebb mint a savmaradéké, mely utóbbinak vegyértéke részben sav-hydrogennel és csak részben van fémmel telítve. Ilyen sókat tehát csak az egynél nagyobb vegyértékű savmaradékok képezhetnek. Ezeknek nevét úgy alkotjuk, hogy a fém és savmaradék neve közé még a *hydro* szócskát iktatjuk, jelölül, hogy bennük sav-hydrogen is van. A savanyú sók tehát részben sók, részben savak, és valóban még képesek lúgokat (bázisokat) telíteni. Savanyú sók pl. a következők: NaHCO_3 = natriumhydrocarbonat vagy natrium hydrocarbonicum (savanyú szénsavas natrium); Na_2HPO_4 = dinatriumhydrophosphat = natrium hydrophosphoricum (savanyú phosphorsavas natrium); NaH_2PO_4 = natriumdihydrophosphat = natrium dihydrophosphoricum (kétszer savanyú phosphorsavas natrium), mely még közelebb áll a phosphorsav (acidum phosphoricum), H_3PO_4 , alkataához.

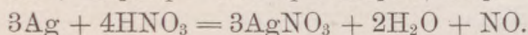
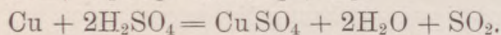
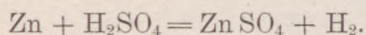
A bázisos sókban fémen és savmaradékon kívül bázis-hydroxyl vagy oxygen is foglaltatik; ezekben a fém vegyértéke nagyobb mint a savmaradéké, azért a fém vegyértéke csak részben van a savmaradékkal telítve, részben azonban hydroxylal vagy oxygenel. Ezért e sók a szabályos sók és bázisok között foglalnak helyet és az utóbbiakhoz sok hasonlóságot mutatnak; nevezetesen képesek még savakat telíteni. Bázisos sókat tehát csak egynél magasabb vegyértékű fémek alkothatnak. Ezek elnevezésében a fém és savmaradék nevének kívül még a hydroxyl vagy oxygen neve is érvényre jut, a mint ez a következő pár példából kitűnik: $\text{Bi}^{\text{III}}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ = bismuth-dihydroxynitrat vagy dihydroxylbismuthnitrat = bismuthum subnitricum (bázisos salétromsavas bizmut), melyben a 3-vegyértékű fém az egy-vegyértékű salétromsavmaradékkal és két hydroxyl-gyökkel van egyesülve. $\text{Pb}^{\text{II}}(\text{OH})\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ = plumbumhydroxylacetat vagy hydroxylplumbumacetat = plumbum subaceticum (bázisos eczetsavas ólom), melyben a 2-vegyértékű fém az egy-vegyértékű eczetsavmaradékkal és egy hydroxyl-gyökkel egyesült. E bázisos sók a megfelelő bázisokhoz abban is hasonlítanak, hogy vízben többnyire oldhatatlanok, éppen úgy mint azok, vagy legalább is rosszul oldhatók.

A *vegyes sókban* mindig valamely egynél nagyobb vegyértékű savmaradék van egynél több fémmel egyesülve. Ilyen például a Seignette-só: $\text{KNa}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6) =$ kaliumnatriumtartrat = kalium-natrio-tartaricum (borkősavas kalium natrium); vagy a kaliumnatriumammoniumphosphat: $\text{KNa}(\text{H}_4\text{N})\text{PO}_4$.

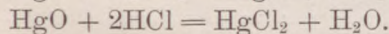
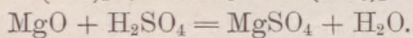
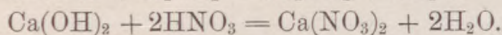
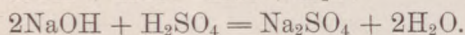
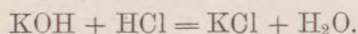
A *kettős sók* két különálló sóból összekristályosodás útján keletkeznek a molekula-súlyok arányában. Ilyenek például a timsók, melyek közül legközönségesebb az u. n. kalium-timsó; ez kaliumsulfat és aluminiumsulfat egyesülése folytán keletkezik: $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (kaliumaluminiumsulfat). Szintén kettős só képződik, ha a vörös higanyjodidot kaliumjodid vizes oldatában oldjuk fel; ennek alkata: $\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$. Ipari tekintetben (fémek galvános ezüstözésére) fontos az ezüst-kalumcyanid, $\text{AgCN} \cdot \text{KCN}$, melynek oldatából igen szépen válik ki az ezüst az ezüstözendő tárgyak felületére elektromos áram hatása alatt.

A sók képződésére és egymássá átalakítására vonatkozólag a következőket jegyezzük meg.

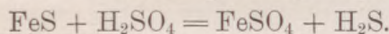
Szabályos sók sokféle módon keletkezhetnek. Egyik képződési mód szerint fémből és savból, midőn a fém vagy hydrogen-fejlődés közben egyszerű cserebomlás szerint oldódik fel a savban, vagy vízzé lesz a hydrogen és még egyéb termék is keletkezhetik; ime pár példa:



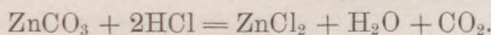
Általánosabb és szabályosabban végbemenő folyamat az, mely szerint a só valamely sav és bázis hatása folytán keletkezik; oxybázissal a só mellett mindig víz is képződik:



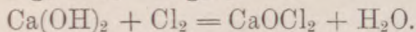
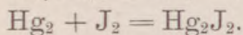
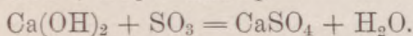
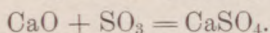
Thiobázissal a só mellett még kénhydrogen-gáz keletkezik:



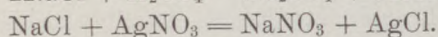
Fém-carbonat és sav hatása folytán só, víz és széndioxid-gáz képződik:



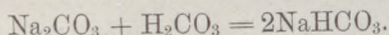
Fém vagy anhydro-bázis vagy hydrobázis és anhydro-sav vagy valamely haloid-elem is képezhetnek sókat, mint a következő pár példa mutatja:



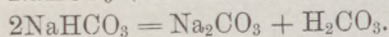
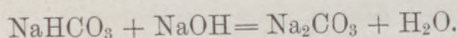
Egyik só a másikká cserebomlás útján is átváltozhat; például:



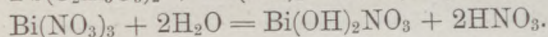
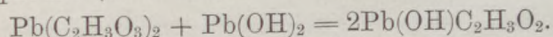
Savanyú só szabályos sóból és savból képződik; például a szabályos natriumcarbonat szénsav hatására natriumhydrocarbonattá lesz:



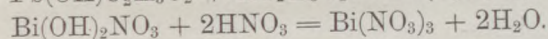
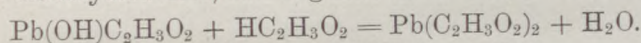
A savanyú sóból megint szabályos lesz, ha a sav megfelelő részét elvonjuk belőle; ez történhetik bázis hozzáadásával, vagy — ha a sav illékony — egyszerűen hevítéssel:



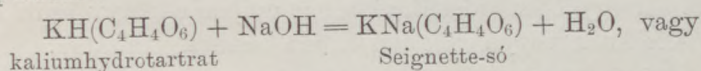
A bázisos só a szabályos sóból bázis (lúg) hozzáadására, néha pedig víz hatására is képződik (ha a bázisos só vízben oldhatatlan):



A bázisos só szabályossá lesz, ha elegendő savat adunk hozzá:

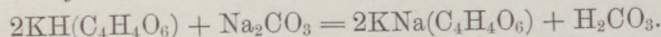


Vegyes só képződhetik savanyú sóból egy másik fém bázisával vagy carbonatjával; például:



kaliumhydrotartrat

Seignette-só



A sók tetemes része vízben oldható, abból kristályosítható; mások ellenben abban oldhatatlanok; sőt némelyek még a legerősebb savakban sem oldhatók.

A vízben oldható sóknak jó része, midőn az oldatból kristályos állapotban kiválik, egy bizonyos mennyiségű vizet felvesz magába és azzal chemiailag egyesül. Némely sók molekulánként csak egy vagy két molekula vizet vesznek fel; mások sokkal többet, például a kristályos szóda 10 molekulát: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. A kristályos timsó meg éppen 24 molekula vizet tartalmaz: $\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$. Az ilyen chemiailag megkötött vizet *kristályvíznek* nevezzük, és ettől a sónak nemcsak a kristályalakja, de a színe is függhet. Ha az ilyen sók kristályvizüket valami ok folytán elvesztik, kristályalakjuk semmivé lesz, sőt színük is megváltozhatik. A kristályos rézgálicz például $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ mérsékelt hevítés folytán elveszíti kristályvizét és ezzel együtt kristályalakját és kék színét, úgy, hogy fehér porrá lesz; de ha vízzel leöntjük, erősen megmelegszik, egyesül a vízzel, ismét megkékül és újra kristályosítható.

Számos só, ha száraz levegőn áll, fokozatosan elveszíti kristályvizét, szétporlik, vagy, mint mondani szoktuk, *szétmállik*; ilyen pl. a szóda, (natr. carbonic. cryst.), mely a levegőn átváltozik elmállott szódává (natr. carbonic. dilapsum v. siccum). Mások csak csekély mértékben mállanak, pl. a keserű só vagy a zinksulfat.

Miképpen vannak a kristályvíz-molekulák a sóban megkötve, erre biztos feleletet nem adhatunk; de valószínűleg nem minden molekula egyformán, mert míg bizonyos számú molekulákat a legtöbb kristályos só aránylag könnyen elbocsát, addig az utolsót rendszerint csak igen magas hőmérsékleten. Ezzel tehát bensőbb módon van egyesülve.

Némely sók egyenlő kristályalakot vesznek fel; sőt ha az egyiknek kristályát a másiknak telített oldatába tesszük, az ott tovább nőhet, vagyis amazzal összekristályosodhatik. Az ilyen sóknak chemiai alkatuk is hasonló; a különbség csak az, hogy valamely gyököt hasonló jellemű és egyenlő vegyértékű másik gyök pótol. Az ilyen sókat egyenlő alakúaknak, *isomorphoknak* mondjuk. Ilyen pl. a keserűsó és a zinkvitriol; ezek kristályalakja egyenlő, de alkatuk is hasonló, u. m.: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ és $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Isomorphok egymás közt a timsók is, pl. a kalium-timsó, az ammonium-timsó, a chrom-timsó, stb.; ezek alkata: $\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ és $(\text{H}_4\text{N})_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, illetőleg $\text{K}_2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$; ezekkel isomorphok a többi timsók, melyekben a kalium- vagy ammonium-gyök helyét egyéb 1-vegyértékű (alkali-)fémek (Na, Li, Rb, Cs) foglalhatják el, illetőleg az aluminium vagy a chrom helyébe mangan, vas és más hasonló jellemű fémek léphetnek.

A sók egyéb tulajdonságai, a mennyiben e könyv szűk keretébe illeszthetők, később a vegyületek leírásában lesznek méltatva.

II. RÉSZ.

Nemfémes elemek és vegyületeik.

A nemfémes elemek száma jóval kisebb, mint a fémeké. Fizikai tulajdonságaikban nem hasonlítanak úgy egymáshoz mint a fémek. Általában mégis rosszul vezetik a hőt és az elektromosságot, habár a hydrogen e tekintetben is némiképpen kivétel, a mint chemiai viselkedésével is számos esetben inkább hasonlít a fémekhez, mint a nemfémekhez.

Közönséges hőmérsékleten többnyire gázneműek (oxygen, hydrogen, nitrogen, chlor, fluor) vagy szilárdak (jod, kén, phosphor, szén, silicium stb.); de van köztük folyékony is, ilyen a brom.

Chemiai tekintetben jellemző sajátosságuk, hogy nemcsak a fémekkel, hanem többnyire egymással is vegyülni képesek. Oxidjaik aránylag kevés kivétellel anhydro-savak (sav-anhydridok) s mint ilyenek vízzel hydro-savakká egyesülnek. (Kivétel a hydrogen.)

Némelyek igen elterjedtek és nagy tömegekben találhatók szabadon vagy vegyületeikben (oxygen, hydrogen, nitrogen, szén, chlor stb.); mások ritkák és esetleg kis mennyiségekben találhatók (selen, tellur, stb.).

A fontosabbak ismertetése az alábbiakban következik.

Hydrogen.

H = 1.

Paracelsus már a XVI. évszázad elején megfigyelte, hogy némely fémek bizonyos hígított savakkal meggyújtható gázt fejlesztenek, azonban csak *Cavendish* különböztette ezt meg (1766) egyéb meggyújtható gázoktól és felismerte, hogy elégetésekor víz képződik. *Lavoisier* (1783) vízgőzből izzó vassal választotta le. Innen a neve: ὕδωρ = víz és γεννάω = képezek; tehát vízképző.)

Található szabad állapotban: vulkánok és némely ásványos vizek gázaiban, a stassfurt-i (vastartalmú) sókban mint gáznemű zárvány, a lenarto-i nikkeltartalmú vasmeteorban, a bélgázokban és általában a szerves vegyületek bizonyos erjedési vagy rothadási termékei közt. A pennsylvanai petroleumterületen előtörő szénhydrogen-gázok is tartalmazzak hydrogen-

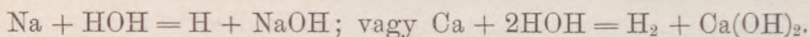
gázt, mely valószínűleg ősvilági állatok zsiradékából keletkezett. Földünkön túl számos álló csillagban és a napban figyelték meg igen nagy mennyiségét. Vegyületei közt a legelterjedtebb a víz, de számos szervetlen és szerves vegyületnek is alkotórésze.

A hydrogen-gáz vízből vagy egyéb vegyületeiből fejleszthető.

A vizet elektromos árammal elbonthatjuk oxigénre és hydrogenre. E célból legcélszerűbb 10 rész vizet 1 rész kénsavval keverni és tévőleges elektród gyanánt zinkamalgamot alkalmazni, mely az oxigént megköti; a nemleges platinaelektródon igen tiszta hydrogen-gáz válik ki.

De a vizet fémekkel is elbonthatjuk. A nemes és félgnemes fémek (Au, Pt, Ag; Cu, [Pb, Hg]) a vizet nem bontják el; a többi nehéz fémek magasabb hőmérsékleten, az alkali- és az alkali-föld-fémek közönséges hőmérsékleten.

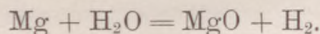
Az alkali- és az alkali-föld-fémek ilyenkor fém-hydroxiddá lesznek; például:



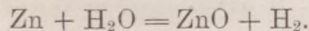
Az alkali-fémek (K, Na, Li, Rb, Cs) hatása igen heves. A fém-kalium vízre vetve azonnal meg is gyúl és részben oxiddá ég el, elég természetesen a fejlődő hydrogen-gáz is; a natrium csak akkor gyúl meg, ha mozgásában gátolva van. — Az alkali-földfémek (Ca, Sr, Ba) már nem olyan hevesen hatnak. Ha ily módon akarunk hydrogen-gázt fejleszteni, legcélszerűbb a (legfeljebb borsószem nagyságú) fém-natrium-darabkákat egyenként itatós papirosdarabkába burkolni és száraz tégelyfogóval megfogva, *egyenként* és gyorsan vízzel telt pohár vagy henger szája alá meríteni, midőn a hydrogen-gáz azonnal kifejlődik és az edényben meggyül.

Ha a hatást és a gázfejlődést mérsékelni akarjuk, akkor fém-natrium helyett annak] higannyal képzett ötvözetét (natrium-amalgam) alkalmazzuk; ez annál lassabban hat, minél több benne a higany.

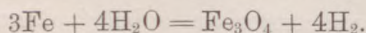
A fém-magnesium a vízre csak 70° hőmérséklet fölött kezd hatni és a forró vizet is lassacskán bontja. De ha a fém-magnesium porát áramló vízgőzben erősebben hevítjük, megtüzesedik és pillanat alatt rendkívül hevesen bontja el a vizet, miközben magnesiumoxiddá változik át:



A fém-aluminium meg a fém-zink még magasabb hőmérsékleten hatnak a vízgőzre, de sötét-vörös izzáson már élénk hydrogen-fejlődést indítanak meg:

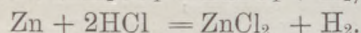
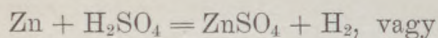


A vas csak élénk vörös izzáson bontja jelentékenyebben a vízgőzt; ilyenkor jobbára mágnesvasoxiddá (vasoxiduloxid) változik át:

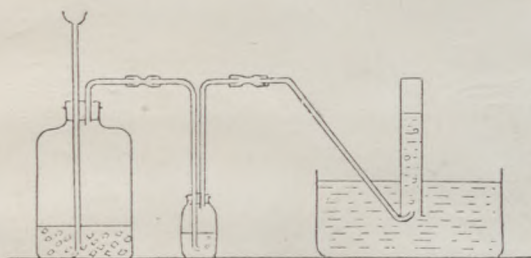


Azok a fémek, melyek a vízből csak magasabb hőmérsékleten fejlesztenek hydrogen, hígított sósavval vagy kénsavval már közönséges hőmérsék-

leten is élénken fejlesztik azt. E célra legalkalmasabb fémek a zink és a vas. Utóbbi azonban rendszerint tisztátalan hydrogen szolgáltat; olyat, mely kellemetlen szagú gázokat (szénhydrogeneket, kénhydrogent, arsenhydrogent, stb.) tartalmaz. A fém-zink — ha tiszta — elég tiszta hydrogen-gázt eredményez:



Kevés hydrogen fejlesztésére a következő készülék szolgálhat (1. ábra): Erősebb falú üvegpalaczkba pár centimeter magasságig tiszta, szemcsézett (granulált) zinket rakunk; a palaczk száját kétfúratú jól illő parafa- vagy gummidugóval ellátjuk s ennek egyik nyílásán közel a palaczk fenekéig nyúló tölséres üvegcsövet dugunk át, a másikba a dugó alá egy centimetryire nyúló és épszögüleg meghajlitott rövid csövet, melyet gázvezető könyökcsőnek nevezhetünk; ennek a palaczkba nyúló végét ferdén letörjük



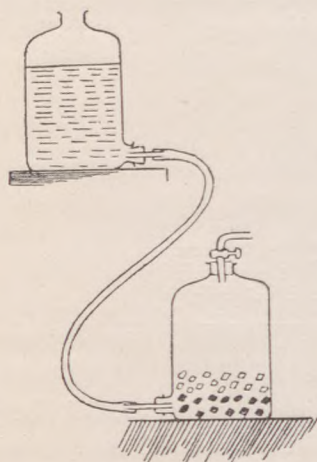
1. ábra.

vagy a vége fölött egy oldalnyílással látjuk el, oly célból, hogy a cső végén meggyülemelő folyadéksepp a gáznak útját ne állhassa. A könyökcső másik végét gummicső-darabka révén összekötjük a mosó edénnyel, melyben a gáz megmosására alkalmas folyadék, rendszerint víz, foglaltatik. Ha a tölsérescsövön át annyi hígított sósavat vagy kénsavat öntünk a zinkre, hogy a tölsérescső vége folyadék alá kerüljön, a pezsgés közben kifejlődő hydrogen-gáz eleinte a készülékben foglalt levegővel keveredve, később tiszta állapotban fog a mosó edényen át eltávozni. Ha a zink egészen tiszta, nehezen indul meg a hydrogen-fejlődés, de ha idegen fémekkel hozzuk érintkezésbe, sokkal élénkebb lesz az. E célból legcélszerűbb pár darabka platinát vagy néhány csepp platinachlorid-oldatot juttatni a fejlesztő palaczkba, a hol a zink a platinachlorid oldatából leválasztott és finomul eloszlott fémplatinával érintkezve, gyorsabban fog hatni. E készülékben a hydrogen-fejlődés soha sem egyenletes; eleinte élénkül, később alább hagy, sőt végül teljesen megszűnik, ha a sav mind telítve van. Ezért a tölsérescsövön időnként savat kell a zinkre öntenünk s ha a folyadék nagyon felszaporodott, a készüléket szét kell szedni és kitisztítva újból felszerelni.

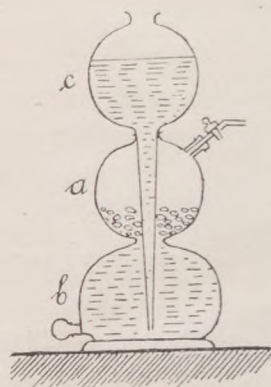
Sokkal tökéletesebben működnek az ú. n. *állandó gázfejlesztők*, melyek általában a melegítés nélkül keletkező gázok fejlesztésére célszerűen alkal-

mazhatók. Ilyenek: A *Deville-féle*, vagyis a fenék fölött második nyakkal ellátott és gummicső révén közlekedő páros palaczk és a még kényelmesebb *Kipp-féle* készülék.

A *Deville-féle* kétnyakú palaczkok egyikébe (2. ábra) annyi tisztára mosott kvarcz kavicsot vagy üveggolyót (durva porcelláncserepet) rakunk, hogy a réteg az alsó nyakon felül érjen; erre néhány ujjnyi rétegben darabos fém-zink jön. A palaczk felső nyakát jól illő s egyszer átfúrt dugóval látjuk el, melybe csapos könyökcsővet illesztünk. Ekkor a két palaczkot alsó nyakaikba illesztett dugókkal, illetőleg kis ujj vastagságú rövid üvegcsővekkel és hosszabb gummicsővel összekötjük, majd az üres palaczkot mintegy $\frac{3}{4}$ -éig hígított sósavval vagy kénsavval megtöltjük. Ha a savtartó palaczkot magasabbra állítjuk és a fejlesztő palaczk záró csapját megnyitjuk,



2. ábra.



3. ábra.

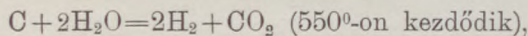
a sav a gummicsővön a fejlesztő palaczkba átfoly s mihelyt eléri a zinket, megindul a hydrogen-fejlődés, melyet a csap elzárásával megszüntethetünk. Ilyenkor ugyanis a fejlődő gáz a palaczkban megszorulván, a folyadékot a másik palaczkba viasztörítja s mihelyt nem érintkezik a sav a zinkkel, megszűnik a hydrogen-fejlődés. A csap megnyitásakor azonban az újból megindul és a csap állításával tetszés szerint szabályozható. Ha a készülékben elég sok sav és fém-zink van, napokig folytonosan működhet, a nélkül, hogy felügyeletet kívánna.

A *Kipp-féle* készülék (3. ábra) főképpen azért előnyösebb, mert egy darabból áll és bárhova könnyen állítható. E készülék egymás fölött álló és rövid nyakon át közlekedő kettős gömbű üvegpalczkból áll; a felső gömbre (a) oldalvást forrasztott nyak a csapos könyökcső felvételére szolgál, míg a felső nyakon át egy nagy gömbben (c) végződő beköszörült tölcsercső nyúlik az alsó gömb (b) fenekéig. A gázfejlesztő a középső gömb (a); ebbe jön a darabos zink. A tölcsercső gömbje (c) a savtartó szerepét

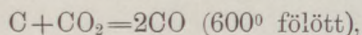
játssza. Ebből a sav — a csap megnyitása után — lefoly az alsó gömbbe (b), azt megtölti és felemelkedik a fejlesztő gömbben lévő zinkhez, melylyel hydrogent fejleszt. Ha a csapot elzárjuk, a hydrogen-gáz megszorul, visszahajtja a savat az alsó edénybe sőt részben a felsőbe és mihelyt nem érintkezik a sav a zinkkel: megszűnik a gázfejlődés. — A már telített savat az alsó gömb oldalt álló nyakán át időnként el lehet távolítani és újjal pótolni.

Az ismertetett készülékekben fejlesztett hydrogen-gáz nem mindig elég tiszta. Igaz, hogy a magával vitt folyadék részecskéktől a mosóedényben megtisztul, de az esetleg benne lévő gáznemű tisztátalanságoktól még külön meg kell tisztítani. — Ha a zink vagy a sav arsen- vagy antimon-tartalmú volt, gáznemű arsenhydrogen, H_3As , vagy antimonhydrogen, H_3Sb , is keletkezik; ha a zink kéntartalmú, vagy a sav kénessavtartalmú volt, kénhydrogen-gáz, H_2S , tisztátlanítja. Ha a zink vagy még inkább a vas széntartalmú, kellemetlen szagú szénhydrogen-gázok is képződnek. Ezek eltávolítása végett a hydrogen-gázt többnyire mosó edényeken vagy U idomú csöveken szokás áthajtani, melyek különféle tisztító anyagokat tartalmaznak. Gyógyszerkönyvünk első kiadása e célra három U alakú csövet írt elő. Ezek elseje kaliumhydroxid-darabkákat tartalmaz a gázzal átragadt savcseppek, továbbá a SO_2 , H_2S és CO_2 megkötésére; a második cső rézgálicz-oldattal átítatott habkődarabkákat (ezüstnitrát hasonló hatású) az arsenhydrogen és kénhydrogen visszatartására; a harmadik likacsos calciumchlorid-darabkákat, melyek a nedvességet tartják vissza.

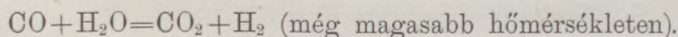
Újabban ipari célokra vízből az ú. n. vizgázt készítik, mely hydrogen-gázt, nitrogent, szénoxidot és széndioxidot változó mennyiségekben tartalmaz. — E célból izzó szén között váltakozva levegőt és vízgőzt hajtának át; a levegő oxygen-tartalma a szén izzását éleszti és széndioxidot termel ($C + O_2 = CO_2$), míg a vízgőztől az izzó szén hatására hydrogen-gáz és széndioxid képződik:



de a széndioxidot az izzó szén szénoxiddá redukálja:



mely ha a hőmérséklet igen magas, a vízből ismét hydrogent fejleszt és maga széndioxiddá lesz:

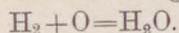


A hőmérséklet magassága szerint tehát a vizgáz a hydrogen-, szén-oxid-, széndioxid- és a levegőből belejutó nitrogen-gázoknak változó arányú keveréke. A széndioxidot égetett mészzsel el lehet belőle távolítani és az így megtisztított vizgázt fűtési célokra sőt illó szénhydrogen-vegyületekkel keverve, világításra is előnyösen lehet felhasználni. Szénoxid-tartalma azonban a közönséges világító gáznál mérgezőbbé teszi. — Tiszta hydrogen-gázt újabban 100 légköri nyomással összesajtoltva aczéllhengerekben árusít

tanak el. A tiszta hydrogen színtelen, szagtalan, ízetlen, éghető gáz. Sűrűsége 14·4-szerre kisebb, mint a levegőé és az összes testek sűrűsége közt a legkisebb. Egy liter 0° hőmérsékletű és egy légköri nyomás alatt álló hydrogen-gáz súlya: 0·0898 gr. E tulajdonsága alkalmassá teszi léggömbök töltésére. Likacsos választófalakon minden gáznál gyorsabban ömlik át, sőt izzó platinán, vason át is diffundál. Folyadékká sűrűsíteni minden gázoknál nehezebb; még —220° hőmérsékleten 180 légköri nyomással össze-sajtoltva is csak akkor sűrűsödik meg, ha a nyomást egyszerre 40 légkörre csökkentjük. Ilyenkor színtelen folyadékot képez, melynek forráspontja —243°. A melegséget és elektromosságot sokkal jobban vezeti, mint egyéb gázok. Vízben alig oldható.

A hydrogen vegyületeiben állandóan egy-vegyértékű, csak némely fémmel vegyül (K, Na, Ca, Ba stb.), a legtöbbre hatástalan. Van egy pár fém, mely aránylag sok hydrogent képes elnyelni. Ilyenek a palladium és kisebb mértékben a platina, melyek különösen az elektrolízisnél kiváló hydrogent képesek feloldani és azzal valami ötvözet-féle testet alkotni, a mely erős hevítésre elbomlik. A platinatapló hydrogen-sűrítő képességén alapult a Döbereiner-féle gyújtó szerszám. Egyébként a hydrogen-gáz közönséges hőmérsékleten meglehetősen hatástalan. De magasabb hőmérsékleten elég könnyen egyesül az erélyesebb nemleges elemekkel, melyekkel fontos vegyületeket képez.

Legszívesebben egyesül az oxygennel, melylyel vizet alkot. Ez egyesülés szintén csak magas hőmérsékleten következik be, és pedig a gyúlési hőmérsékleten (600—700°) az égés jelenségei között. Ilyenkor megfigyelhetjük, hogy a hydrogen-gáz az égést nem táplálja (lélekzésre is alkalmatlan); meggyújtva, jóformán színtelen és nem világító lánggal ég el vízzel:



Lángja igen magas hőmérsékletű, kivált ha levegő helyett tiszta oxygen-gázzal tápláljuk. Az ilyen lángban a platina is megolvad, az égetett mész pedig vakító fehér izzásba jön (Drummond-fény). Levegővel vagy oxygen-gázzal helyes arányban keverve és meggyújtva, robbanással és durranással ég el.

Egyébiránt a hydrogen-gáz elég magas hőmérsékleten még a legtöbb oxidból is elvonja az oxygent (ferr. hydr. red. készítése). E hatását *színtetésnek* (reductio) szoktuk mondani. — Egyesül még magas hőmérsékleten a chlorral, kénnel, szénnel.

Míg a hydrogen-gáz az említett színtetésekre csak magasabb hőmérsékleten képes, midőn a molekulát alkotó atomok összetartását a melegség meglazítja, — addig a *kiválás pillanatában* lévő hydrogen (melyben az atomok még talán szabadok) már közönséges hőmérsékleten is színt némely testeket (kal. permanganatot; chromsavas sókat; nitratokat nitritté sőt ammoniává; ferri-sókat ferro-sókká stb.), vagyis azokból oxygent (vagy más nemleges alkatrészt) von el. A kiválás pillanatában lévő hydrogen még

chlorral, kénnel, nitrogennel, arsennel, antimonnal, szénnel stb. is egyesülni képes.

A hydrogen vegyületei a nemleges elemekkel többnyire gázok; folyadékok mégis: a víz (H_2O), a hydrogenperoxid (H_2O_2), a fluorhydrogen (HF), a hydrogendiszulfid (H_2S_2) és a gyúlékony phosphorhydrogen (H_4P_2).

A hydrogent vegyületeiben is felismerjük arról, hogy elégetve víz képződik belőle.

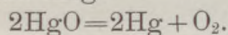
Oxygen.

$\text{O}=16\cdot00$.

A legelterjedtebb elem. Szabad állapotban a levegőben van, mint annak egyik fontos elegyrésze. Vegyületei úgy az ásványországban, mint az élő (állati és növényi) szervezetekben igen gyakoriak. A víznek $\frac{8}{9}$ része oxygen; a kristályos kőzeteknek pedig súly szerint közel fele az oxygenre esik, már pedig földünk szilárd kérge jobbra ily vegyületekből áll.

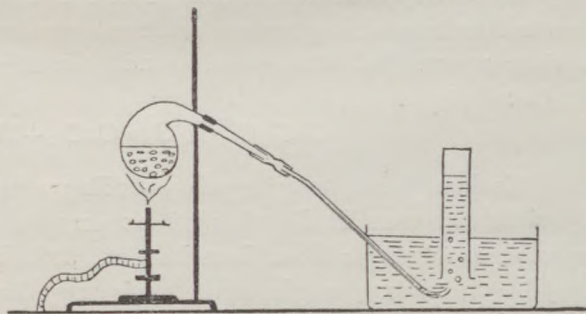
Szabad állapotában két módosulatát ismerjük; egyik az *oxygen-gáz*, melynek molekulája két-atomú ($\text{O}_2=32\cdot00$), a másik az *ozon*, melynek molekulája három-atomú ($\text{O}_3=48\cdot00$).

Oxygen-gáz. Ezt az angol *Pristley* fedezte fel és ismertette, mint phlogistonmentes levegőt, 1774-ben; a rákövetkező évben a svéd *Scheele* tőle függetlenül szinte felfedezte és tűz-levegőnek nevezte. Mindketten higany-oxid hevítése útján kapták azt meg:



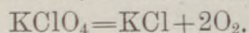
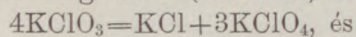
Scheele azonban salétromsav, valamint barnakő (MnO_2) és kénsav hevítése folytán is készített oxygen-gázt. Mai nevét *Lavoisier*-től kapta, a ki azt tapasztalta, hogy a savaknak fontos alkatrésze (*őszűs-sav* és *γεννώ-képezek*, tehát *savképző*).

Az oxygen-gáz laboratóriumi fejlesztésére ma jóformán a chlorsavas kalium (kaliumchlorat) szolgál, míg technikai célokra olcsóbb anyagokat használnak. A chlorsavas kalium, KClO_3 , hevítve előbb megolvad, 350° -on túl pedig bomlani kezd; pezsgés köz-



4. ábra.

ben kevés oxygent fejleszt és e közben sűrűbbé lesz. Ilyenkor nagyobb része kaliumperchlorattá, KClO_4 , változik át, mely azonban fokozott hevítésre erős habzás közben hevesen elbomlik és az összes oxygent elbocsátja; ezért a fejlesztésére szolgáló s nehezen olvadó üvegből vagy fémből készített retortát csak $\frac{1}{6}$ -áig szabad megtölteni (4-ik ábra). A bomlás tehát két szakaszban foly, ú. m.:

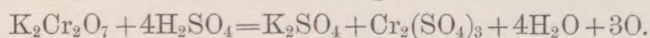


A kifejlődő gázt víz fölött gyűjtjük meg.

Ha a kaliumchlorathoz manganhyperoxidot (barnakövet MnO_2), vas-oxidot, rézoxidot stb. keverünk, jóval alacsonyabb hőmérsékleten következik be az oxygen-fejlődés. Így MnO_2 -dal 120° -ra lehet azt csökkenteni. Ha azonban ez anyagokból csak keveset veszünk, igen hevessé válhatik az oxygen-fejlődés, úgy, hogy a fejlesztő (üveg-) retortát szétütheti. Fejlesztés előtt célszerű a kaliumchloratot először magában (vaskanálban) megolvasztani és a kihűlés után egyenlő súlyú barnakővel keverve használni fel oxygen-fejlesztésre. Óvatosságból a barnakövet jó lesz megvizsgálni, mert már többször felcserélték azt a hozzá hasonló külsejű fekete antimon-sulfiddal, mely a KClO_3 -tal igen veszedelmes robbanó keveréket alkot.

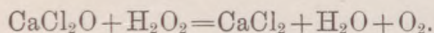
A kaliumchloratból készített oxygen-gáz csekély chlort sőt ozont tartalmazhat, kivált, ha a fejlesztéshez MnO_2 -ot vagy más oxidáló szert alkalmaztunk; azonban lúggal való mosással könnyen megtisztíthatjuk. Tiszta gáz fejlődik akkor, ha a kaliumchloratot 1%-nyi szilárd kaliumhydroxiddal összeolvasztottuk.

Oxygent fejleszthetünk még a nemes fémek és a higany oxidjainak, vagy a fém-hyperoxidoknak hevítése útján is. Ugyancsak, ha MnO_2 -ot vagy $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ot tömény kénsavval hevítünk, pl.:



Baryumhyperoxid, BaO_2 , vagy ólomhyperoxid, PbO_2 , hig. salétromsavval, ugyancsak BaO_2 és $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ hig. kénsavval már közönséges hőmérsékleten oxygent fejlesztenek. Kénsavval megsavanyított vízből elektromos árammal fejlesztett oxygen-gáz mindig ozon-tartalmú.

Ha a Kipp-féle készülékbe (l. 3. ábrát.) chlormészből sajtolt koczkákat teszünk és folyadék gyanánt salétromsavval vagy sósavval megsavanyított hydrogenperoxid-oldatot alkalmazunk, szintén egyenletes oxygen-fejlődés áll be:



Ezeken kívül még egyéb — főképp technikai célokra szolgáló — eljárások is vannak. Egyébiránt az oxygen 100 légköri nyomásra össze-sajtolva aczéllhengerekben kereskedelmi árút képez.

A tiszta oxygen-gáz színtelen és szagtalan, sűrűsége valamivel nagyobb mint a levegőé, nevezetesen 1:1056. Egy liter oxygen-gáz súlya 0° -on és 760 mm. nyomás alatt 1.429 gr. Folyadékká megsűrűsíteni csak utóbbi időkben sikerült igen alacsony hőmérsékleten (-118° -on alul hűtve) és igen nagy nyomás alatt; a folyós oxygen forráspontja $= -181.4^\circ$.

Vízben kis mértékben oldható; 100 térf. víz közöns. hőmérsékleten mintegy 3 térf. oxygen-gázt old fel. (Ez fontos a vízben élő állatok lélekzésére és a vízbe kerülő szennynek elpusztítására.) Megolvasztott vagy csak izzított ezüst és platina szintén képes oxygent elnyelni; sőt a szén is, kivált alacsony hőmérsékleten.

Az oxygen vegyértékét általában kettőnek veszik fel, de újabb vizsgálatok szerint bizonyos esetekben alighanem négy-vegyértékűnek tekinthető.

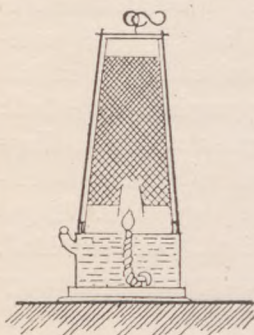
Az oxygen-gáz egyik legszembeötlőbb tulajdonsága, hogy égő testekkel érintkezve, azok égését élénkíti; parázsszal égő gyújtószál lánggra lobban benne és fényesen világító lánggal ég; égő gyertya sokkal gyorsabban és élénkebben ég benne, mint a levegőn; égő kén igen szép világító kék lánggal ég, égő phosphor vagy fém-magnesium vakító fényt árasztva ég benne. Sőt oly nehéz fémek is, melyek a levegőn csak alig égethetők el, aránylag könnyen és élénken égnék az oxygen-gázban; ilyen pl. a vas. De számos elemmel (p. alkali-fémek) már közönséges hőmérsékleten is eléggé gyorsan egyesül; más elemekkel (p. vas, zink, ólom és egyéb nemtelen nehéz fémek vagy a nemlegesek közül a phosphor) melegítés nélkül csak lassacskán és felületesen egyesül (kivéve az ú. n. pyrophorokat, minők p. a finom eloszlású fém-vas és zink, melyekkel melegítés nélkül is fényfejlés mellett egyesülhet). Általában, a fluor kivételével, valamennyi elemmel képes vagy közvetetlenül vagy legalább közvetve egyesülni. Magas hőmérsékleten azonban számos összetett testre is hatással van s azokkal, illetőleg azok alkatrészeivel vagy fényfejlődés közben (gyors égés) vagy fényfejlődés nélkül (lassú égés) egyesül.

Gyors égés. Az égéshez szükséges az oxygen jelenléte, mely szabad (gáz) állapotban vagy lazán megkötve lehet jelen; utóbbi módon foglaltatik a robbantó szerekben. De az oxygen jelenlétén kívül szükséges az is, hogy a testet a *gyúlési hőmérsékletre* melegítsük; e tekintetben a különböző testek igen nagy különbségeket tüntetnek fel. A phosphor 60°-on már meggyúlad, a széndisulfid (CS_2) gőze 149°-on, a hydrogen-gáz levegőben csak 552°-on, a szén meg vörös ízzásig hevítve. — Vannak olyan testek, melyek már közönséges hőmérsékleten oxidálódván, önmaguktól felmelegedhetnek a gyúlési hőmérsékletig és így meggyúladnak. Ilyen p. a phosphor, mely különösen finoman eloszlott állapotában nagy felületen érintkezvén a levegővel, igen gyors oxidácziónak indul s az oxidáczió folytán képződő meleg hatására csakhamar felmelegszik a gyúlési hőmérsékletre és meggyúl; ilyenek továbbá egyes fémek igen finoman elosztott állapotukban, p. az a vas, melyet oxidjából nem nagyon magas hőmérsékleten szinitettünk (ferr. hydr. red.); hasonlóan viselkedik a pyrit-tartalmú kőszén-halmaz, melyben a pyrit (FeS_2) a nedves levegő hatására FeSO_4 -tá és H_2SO_4 -vá oxidálódván, annyi meleg képződhet, hogy a szén elérvén a gyúlési hőmérsékletet, égni kezd.

Ha különböző testeknek egyenlő súlymennyiségeit, p. 1 kgr-ját, elégetjük, különböző mennyiségű melegség képződik, vagyis *égési melegük* különböző. Az égési meleget *hőegységekben* (caloria) fejezzük ki, egy hőegység alatt annyi meleget értve, mely egy kgr víz hőmérsékletét egy fokkal emelni képes. A tiszta szén égési melege 8000 caloria, vagyis 1 kgr szén elégeésekor képződő hőmennyiséggel 8000 kgr víz hőmérsékletét emelhetjük egy

fokkal. A hydrogen égési melege mintegy 34000 h. e. — A tüzelő anyagok értékét főrészen égési melegségük szerint állapítják meg.

A legtöbb esetben, ha az égés egy ponton megindult, tovább terjed a test szomszédos részeire is, melyeket ily esetben az égéskor fejlődő melegség felmelegít a gyúlési hőmérsékletre. Ilyenkor tehát az égést nem kell kívülről származó melegséggel gyámolítani. Ellenben megszűnik az égés, ha az égő testtől vagy a levegőt zárjuk el (p. pohárral letakart gyertya kialszik), vagy lehűtjük azt a gyúlési hőmérséklet alá (p. a gyertya lángjára fújt gyors levegő áram lehűti, tehát kioltja azt). A tűzre bőven locsolt víz míg



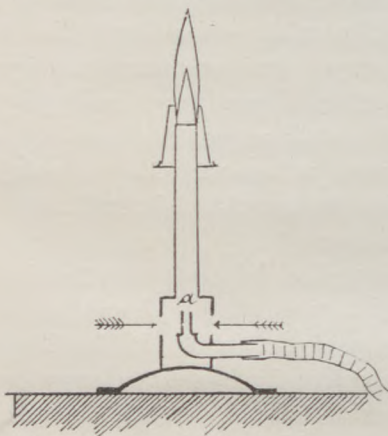
5. ábra.

egyfelől lehűti az égő testet a gyúlési hőmérséklet alá, másfelől a folyton képződő vízgőz a levegőt tőle távol tartja. A *Davy* szerkesztette biztosító bányász-lámpán (5. ábra.) a mécsláng sűrű, vékony fémszövet-tel van körülvéve, melyen át a levegő ugyan érintkezik a lánggal, sőt az esetleg fellépő robbanó bányagáz is hozzájut ahhoz s a szöveten belül kis robbanást okozva el is ég s a lámpát esetleg kioltja, de a láng ki nem csaphat: tehát a bánya levegőjében levő robbanó gázt meg nem gyújthatja, mert a közben eső jó melegvezető fémszövet lehűti azt a gyúlési hőmérséklet alá.

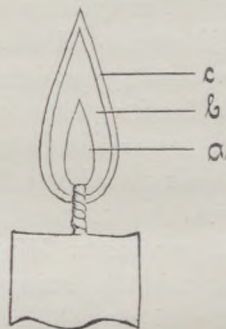
Sok esetben az égéskor *láng* képződik, más esetekben azonban nem. A láng lényegileg égő gáz vagy gőz; így hát a gázok, valamint az égés melege folytán gőzzé alakuló vagy gyúlékony gázokat fejlesztő folyadékok és szilárd testek mind lánggal égnék. Lánggal ég tehát p. a hydrogen-gáz, methan-gáz, világító-gáz; a borszesz, aether s egyéb folyadékok; a szilárd stearinból, fagygyúból stb. öntött gyertyák, fa, papiros, kőszén és egyéb — éghető gázt fejlesztő — szilárd testek. Láng nélkül ég a fehér izzásig hevített vas, a tiszta (jól kiizzított) faszén és egyebek. A láng annál nagyobb, minél több oxygen fogyaszt az égő gáz s minél több oly gáz (p. nitrogen) van az oxygenhez keverve, mely az égésben részt nem vesz; a hydrogen lángja éppen ezért kisebb, mint a világító gázé és kisebb tiszta oxygenben, mint levegőben. A láng színe függ az égő gáz minőségétől és a hőmérséklettől. A lángnak tulajdonképpen csak a külső szélében történik égés, a meddig az oxygen (levegő) a lángba behatol; a láng belsejében ellenben égés nem történik. Az égés különben az elégethető gáz és az oxygen közt kölcsönös, t. i. mindkettő egyaránt részt vesz abban; ezért az oxygen-gázt vagy a levegőt éppen úgy el lehet égetni éghető gázokban (hydrogen, világító gáz stb.), valamint azokat oxygenben vagy levegőben (megfordított, lángok). — A forrasztó cső lángja kettős; kívül a gáz ég a levegőben, belsejében a belefútt levegő az éghető gázban. A láng hőmérséklete oxygen-gázban magasabb, mint levegőben, mert előbbi esetben az égés gyorsabban és kisebb térben menvén véghez, az égés folytán több

melegség és kisebb térben fejlődik; de meg azért is, mert a levegőben jelenlévő nitrogen-gáz, mely az égésben nem vesz részt, sok hőt von el.

A lángok világító ereje több tényezőtől függ. Az olyan lángok világítanak, melyekben izzásig hevített szilárd részek vannak; a gyertya, petrolámpa, vil.-gáz és egyéb széntartalmú testek lángjában finom szén foglaltatik, mely a lángba tartott hideg testekre mint korom lecsapódik. De ha a lángok belsejébe elegendő levegőt vagy oxygent fújtatunk, gyorsabb és tökéletesebb égés áll be, úgy, hogy finomul eloszlott szén ez esetben nem válik ki a lángban és az megszűnik világítani; ilyen a forrasztó cső lángja, a *Bunsen*-lámpa lángja, mely utóbbiban (6. ábra) az *a* nyílásnál kiömlő világító gáz a nyilak irányában betóduló levegővel elegyedik s a cső felső végén meggyújtatván, nem világító, de igen magas hőmérsékletű lánggal ég, melynek belsejében látható kúpban égés nem történik. A széntartalmú



6. ábra.



7. ábra.

testek, p. gyertya lángjának külső szegélye, (7. ábra. *c*) szintén nem világít, mert az ide kerülő szénrészecskék teljesen elégnek széndioxid-gázzá. De a láng belseje (*a*) se világít, sőt ebben sötét (nem világító) kúpot veszünk észre, mert itt oly alacsony a hőmérséklet, hogy a szénkiválás és izzás még nem jöhet létre s itt égés nem is történik (phosphoros gyufa feje nem gyúl meg benne); világít a kormozó középső rész (*b*). A világítás erőssége (intenzitása) a hőmérséklettel együtt emelkedik, sőt a levegővel kevert világító gáz nem világító lángja is világítóvá lesz, ha a lámpa csövét izzásig hevítjük. A láng világítása egyébként indifferens-gázok (p. N_2 , CO_2) bevezetése által is megszüntethető; valószínűleg azért, mert ily módon a lángot tetemesen lehűtjük, illetőleg meghigítjuk, mely körülmények éppen úgy képesek a szilárd részek (szén) kiválását megakadályozni és így a világítást megszüntetni, mint az égő test teljes elégése a lángban gáznemű termékekké. — A világítás egyébiránt oly esetekben is beállhat, midőn a lángban szilárd részecskék jelenlétét nem fogadhatjuk el; így nevezetesen

a kén, oxygen-gázban elégetve, szépen világít; továbbá a H_2 -gáz, CO-gáz, borszesz, oxygenben 10–20 légk. nyomás alatt elégetve, szintén világító lánggal égne. Úgy látszik tehát, hogy a világító képesség függ a láng (égő gáz) sűrűségétől is. Mind e feltevések és magyarázatok nem mondhatók minden tekintetben kifogástalanoknak s nem vagyunk képesek azokkal a lángok összes jelenségeit kellőképpen megvilágosítani. Pontosabb megfigyelés alapján az égés jelenségei sokkal bonyolultabbaknak látszanak, mintsem egyszerű oxidációi folyamatoknak volnának tekinthetők; úgy látszik, a víznek is igen fontos szerepe van azokban, mert a nedvesség teljes kizárása mellett számos — különben igen könnyen elégethető — testek, milyen p. a phosphor, szén stb., még oxygenben is igen magas hőmérsékletre hevíthetők, a nélkül, hogy meggyúladnának és elégnének.

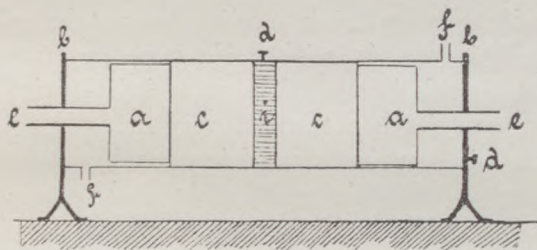
Lassú égés. Ez fényfejlődés nélkül megy végbe. Ilyennek mondható a fémek rozsdásodása, az élő szervezetben a táplálék lassú oxidálása (a lélekzés folytán felvett oxygen hatására), némiképpen a korhadás és erjedés folyamatai is, melyekben azonban bizonyos apró szervezetek is igen fontos szerepet játszanak. Mind e folyamatokban éppen annyi melegség fejlődik, mintha a test gyors égés folytán változnék ugyanazon égési termékekké; de mert a lassú égéskor a melegség nem rohamosan, hanem csak hosszabb idő alatt, lassacskán képződik, ezért tetemesebb hőmérséklet-emelkedést aránylag csak ritkábban figyelhetünk meg.

Oxidok. Az oxygennek a többi elemekkel képezett vegyületeit általában oxidoknak nevezzük. Minthogy azonban vannak oly elemek is, melyek az oxygennel többféle arány szerint egyesülnek, (p. N, P, As, C stb.), ezért azok közelebbi megjelölése nélkülözhetetlen; ily esetekben vagy az oxygen-atomok száma irányadó (monoxid, dioxid, trioxid, tetroxid, pentoxid), vagy növekedő O-tartalmuk szerint suboxid, oxidul, oxiduloxid, oxid, superoxid (vagy peroxid) elnevezésekkel jelöljük meg azokat. Különben pedig az oxidok általában háromféle jelleműek lehetnek. Némelyek (számos fém-oxid) bázisok, mások (a nemfémek oxidjai) anhydro-savak, de vannak olyanok is, (p. a hydrogenoxid vagyis a víz, számos suboxid és superoxid), melyek sem bázisok, sem savak s ezeket semleges oxidoknak mondhatjuk.

Ha ugyanaz a fém kétféle bázisos oxidot is alkot, akkor a kevesebb oxygen-tartalmút metallo-oxidnak, az oxygenben gazdagabbat metalli-oxidnak mondjuk (p. ferro-oxid és ferri-oxid; mercurio-oxid és mercuri-oxid és egyebek). Az előbbiekből leszármazó és azokkal egyszerű vonatkozásban álló vegyületeket szintén metallo-, az utóbbiaknak megfelelőket metalli-vegyületeknek mondjuk (ferro- és ferri-vegyület, mercurio- és mercuri-vegyület). A suboxidokból savak hatására többnyire kiválik a fém egy része, míg más része az összes oxygenel bázisos oxidot képez, melyből a sav hatására só képződik. A superoxidok az oxygen egy részét lazán megkötve tartalmazzák, azt hevítésre elveszíthetik; hígított savakkal H_2O_2 -képzés közben, forró conc. savakkal pedig O-fejlesztés közben oxygenben szegényebb bázisos

oxidokká lesznek, melyekből a savak hatására sók képződnek. Némelyek egyébiránt az oxidok osztályozásával még tovább is mennek.

Ozon. Az oxygennek a két-atomos molekulájú oxygen-gázon kívül egy második módosulatát is ismerjük; ez az *ozon*. Ennek molekulája 3-atomú ($O_3 = 48$). Az ozonnak több képződési módját ismerjük. Ha elektromos szikrák csapnak át, vagy ha csendes elektromos kisülés megy végbe a levegőben vagy oxygen-gázban, kevés ozon képződik; ha a vizet elektromos árammal elbontjuk, a fejlődő oxygen-gáz ozon-tartalmú. Némely testek (phosphor, terpenek) lassú oxidációjakor, de talán gyors égéskor is képződik ozon. Vitás kérdés, vajjon a levegőben csakugyan van-e csekély mennyiségű ozon vagy sem. Ozont legkönnyebben készíthetni a *Werner-Siemens*-féle ozonizátorban, de nem tiszta állapotban. E készülék (8. ábra) két egymásba tolt cső; a belső cső (*a*) vasból van, vagy ha üveg, akkor egész felületén ónlemezrel van bevonva; ezen a csövön át (*e—e* nyílások révén) hűtés



8. ábra.

végett hideg vizet hajtunk át. A külső cső (*b*) üveg, de közepe táján (*c—c*) ónlemezrel van bevonva, mely az *i* fémgyűrűn álló *d* csavar révén épp úgy, mint a belső cső a másik *d* csavar révén egy működő elektromos induktor két sarkával összeköttetésben állanak s egymástól az üvegcső által elszigetelve lévén, erős elektromos feszültség áll elő. Ha a 2 cső közt (*f—f* toldalékcsovek révén) átáramló oxygent az *e—e* irányban áramló hűtő folyadékkal alacsony hőmérsékletre lehűtjük, aránylag több ozon képződik, de így is csak kis részét változtathatjuk át az oxygennek ozonná ($3O_2 = 2O_3$ szerint).

Az ozon (lehetőleg megtisztítva) sajátos, kellemetlen szagú gáz; belehelve igen egészségtelen, még aránylag kis mennyiségben is vérköpést idézhet elő. Rendes légköri nyomás alatt -181.4° -ra lehűtve sikerült sötét kék folyadékká megfűsíteni, mely -106° -on forr és indigó-színű kék gőzzé lesz. Az ozon igen bomlékony; mintegy $200—300^\circ$ -ra hevítve oxygen-gázzá változik vissza ($2O_3 = 3O_2$). Oxidálható testekkel érintkezve, már igen alacsony hőmérsékleten is elbomlik, midőn oxygen-gáz-képződés mellett atomos oxygen szabadul ki, mely igen erőyes oxidációkra képes ($O_3 = O_2 + O$).

Hydrogen és oxygen.

A hydrogennek és oxygennek egymással kétféle vegyületét ismerjük; az egyik a *víz*, a másik a *hydrogenperoxid*.

Víz. $\text{H}_2\text{O} = 18$.

A víz 11.11 súly-% hydrogen és 88.89% oxygen tartalmaz.

A vizet még a 18-ik században is egyszerű testnek tekintették, mindaddig, a míg *Cavendish* kísérletileg meg nem állapította, hogy a hydrogen-gáz és levegő vagy oxygen-gáz keverékének elégetésekor víz képződik. *Lavoisier* volt az első (1783.), a ki a víz alkatrészeit biztosan megállapította, az által, hogy a vízből hydrogen választott le. A víz pontos alkatát először *Gay-Lussac* és *Humboldt* állapították meg, kimutatván, hogy két térfogat hydrogen-gáz és egy térfogat oxygen-gáz egyesülnek vízzé. A súly szerint való alkatot *Berzelius* és *Dulong* s utánok többen igen pontosan állapították meg.

A legelterjedtebb vegyületek egyike, mely a levegőben mint gőz, a földszinén mint folyós víz és szilárd jég roppant tömegekben található. Számos kristályos testnek is alkatrésze, mint kristályvíz, de az élő szervezetekben is nagy mennyiségben szereplő vegyület.

Víz képződik mindannyiszor, valahányszor hydrogen-gáz vagy hydrogen-tartalmazó vegyületek akár gyors, akár lassú égés folytán oxidálódnak. 18 gr. víz képződésekor 68 ezer hőegységnél több melegség keletkezik.

A természetes víz soha sem tiszta. Aránylag még legtisztább az esővíz, de ebben is találunk — kivált az eső kezdetén — a levegőből feloldott oxygenen, nitrogenen és széndioxidon kívül igen kevés szénsavas, salétromosavas és salétromosavas ammoniumot, hydrogenperoxidot, kőszó, mész- és magnesium-sók részecskéit, szervetlen és szerves anyagok porát, sőt mikroszkópos kicsinyiségű, életképes, alsórendű szervezeteket. A földdel érintkezésbe került és abból kikerülő forrásvíz, kútvíz, folyóvíz, úgyszintén a tavak és tengerek vize: mind jelentékeny mennyiségeit tartalmazzák a legkülönbféle oldott anyagoknak, minők a Na, Ca, Mg, Fe, Al, K chloridjai, szénsavas és kénsavas sói, sőt kovasavas, phosphorsavas vegyületei, szabad szénsav stb. Ezeken kívül szerves anyagok és ezek bomlási termékei, ú. m. ammonium-sók, salétromosavas és salétromosavas vegyületek is nem ritkán találhatók a földkéreg felső részéből kikerülő talajvízben. — Különösen az ú. n. ásványos vizek és a tengervíz tartalmaznak nagy mennyiségű oldott sónemű anyagokat; nevezetesen a savanyú vizek főképpen szabad szénsavat és szénsavas sókat, a keserű vizek kénsavas natriumot és kénsavas magnesiumot, a tengervíz chlornatriumot, chlormagnesiumot stb. — A jó ivóvíznek szerves anyagot vagy azok említett bomlási termékeit nem szabad tartalmazni; szükséges továbbá, hogy mérsékelt mennyiségű szabad szénsav és szénsavas sók (Ca és Mg) legyenek abban, valamint a levegőből származó oxygen-gáz. Az olyan vizeket, melyekben nagyobb mennyiségű oldott

sónemű vegyületek s különösebben mész- és magnesium-vegyületek foglaltatnak, *kemény vizeknek* szokás nevezni; az ilyen víz főzésre és mosásra kevésbé alkalmas, a mosószappant elbontja, forraláskor pedig megzavarosodik és leginkább szénsavas mészből és magnesiumból álló üledéket képez; a kemény víz kazántáplálásra is csak javítás: lágyítás után alkalmas, ellenkezőleg erős lerakodást, ú. n. kazánkövet képez.

Chemiai műveletekhez vagy gyógyszerertári czélokra a vizet meg kell tisztítani, mert ellenkezőleg a benne oldott anyagok a vízben oldandó testekkel nem kívánatos elváltozásokat okozhatnak.

A víz tisztítása átpárologtatás: destillatio útján történik. Erre a műveletre nem minden víz egyenlően alkalmas; a kemény víz kevésbé mint a lágy; a magnesiumchloridot, szerves anyagokat vagy ezek bomlásából származó ammonium-vegyületeket tartalmazó víz pedig csak előzetes megjavítás után szolgáltat kifogástalan lepárolt vizet. Az *aqua destillata* készítésére szolgáló ú. n. gőzkészülék 3 fő részből áll, ú. m. a tűzhelyen álló kazánból, mely a jó hővezető vörös rézből készül s hogy a levegő, víz és melegség hatására meg ne változzék, belül ónoztva van; ebben történik a víz forralása által a gőzfejlesztés. Második fő rész a hűtő; ez többnyire kígyózó cső, mely tágasabb vitzartóban van elhelyezve. Ez nagy felületen érintkezik a folyton megújuló hűtő vízzel és így az átáramló vízgőz lecsapódik benne. A hűtő csőnek tiszta ónból kell lennie, mert a lepárolásnál fentforgó körülmények közt egyéb fémek oxidálódhatnak és a vizet tisztátalanítanak, mint mondani szokás: megfertőznék. E két fő részt köti össze a középső harmadik, mely vagy a kazánra pontosan ráillő sisakból és összekötő csőből, vagy pedig a kazánra ráillesztett zárólaphoz és ennek nyílására alkalmazott összekötő csőből áll. A sisak lehet ónból vagy belül ónozott rézből, azonban az összekötő csőnek tiszta ónból kell készülnie. Destillatio alkalmával a kazánt legfeljebb $\frac{4}{5}$ -éig töltjük vízzel és aláfűtünk, hogy a víz csendes forrásnak induljon, de át ne futhasson. Az összekötő és kígyózó csövön átáramló forró gőz a vízben feloldott levegőt, szénsav-gázt, szóval a gázokat, valamint a csövekbe netán belekerült port vagy más tisztátalanságot magával viszi. Ekkor a hűtő edényt megtöltjük hideg vízzel, mire a gőzáramlás megszűnik és helyette víz kezd csöpögni vagy — nagyobb készülékeken — vékony sugárban csurogni. Ezt aláhelyezett edényben felfogván, mindenekelőtt megvizsgáljuk. Teljesen tisztának, színtelennek, szagtalanak és ízetlennek kell lennie; szilárd anyagokat tartalmaznia nem szabad, vagyis tiszta platinacsészében 10—20 gr.-ját beszárítva, semmi maradékot hagynia nem szabad. A lecesepegő víz 10 gr.-nyi próbájának, mésvízzel (*aqua calcis*) keverve, nem szabad megzavarosodnia; ha megzavarosodik, úgy szénsavat tartalmaz, s a míg szénsav van benne, lehetnek egyéb illékony anyagok is. Ezért csak akkor kezdjük a lecesepegő vizet összegyűjteni, ha már a próbával szénsavmentesnek bizonyul. — Miközben a hűtőben a felül megmelegedő vizet szükség szerint hideggel

kicszeréljük a hűtő fenekéig érő töleséresövön át: folytatjuk a csendes destillatiót. Azonban csak addig, míg a kazánban maradó víz sűrű nem lesz a benne visszamaradó és belőle részben kicsapódó szilárd anyagoktól. Tovább folytatni a forralást nem tanácsos, mert a vízgőz könnyen szilárd részeket ragadhat magával, vagy a frecegve forró vízzel szilárd részek juthatnak a hűtő csőbe. Ezért az utolsó $\frac{1}{10}$ – $\frac{1}{20}$ részt nem párologtatjuk tovább, hanem kiöntjük a kazánból, melylyel szükség szerint a leírt módon újból kezdhetjük a műveletet. Ha a lepárolt víz 10 köbcentimetre a kémiszerek közt hivatalos ezüstnitrát-oldat néhány cseppjétől megtejesedik (AgCl-képződés), akkor a víz chloridot tartalmaz. Ez attól lehet, hogy a párologtatáshoz vett vízben sok magnesiumchlorid volt, mely a főzés egész tartama alatt lassacskán úgy bomlik a forró víztől, hogy magnesium-oxidot és illékony sósavat termel: $\text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + 2\text{HCl}$. — A lepárolt vízben még ammonia (vagy szénsavas ammonium) is lehet; ez esetben 10 cm-e pár csepp mercurichlorid-oldattól meg fog tejesedni vagy opalizál (merc. pptus alb.). Tartalmazhat még szerves anyagot; az ilyen víz pár csepp híg kénsavval és kaliumpermanganat-oldattal halvány rózsaszínűre festve, a felforraláskor vagy néhány percznyi állás után elszíntelenedik, mert a szerves anyag a kaliumpermanganatot oxygen-elvonás folytán redukálja. E három eset bármelyikében a vizet lepárolás előtt megjavítjuk. A sósav képződés megakadályozására a vízben $\frac{1}{1000}$ r.-nyi phosphorsavas natriumot, az ammonia visszatartására $\frac{1}{1000}$ r.-nyi timsót, a szerves anyag elpusztítása végett $\frac{1}{100000}$ r.-nyi kaliumpermanganatot oldunk fel. A 24 óra alatt képződött üledékről leöntött tiszta vizet használjuk a desztillálásra. (A phosphorsavas natrium a bomlékony magnesiumchloridot oldhatatlan phosphorsavas magnesiummá és oldható, de nem bomlékony chlornatriummá változtatja át: $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{MgHPO}_4 + 2\text{NaCl}$. A timsó az ammoniával oldhatatlan aluminiumhydroxidot és oldható, de nem bomlékony kénsavas ammoniumot fog képezni. A kaliumpermanganat pedig az illékony szerves anyagokat oldhatatlan manganperoxid kiválása közben nem illékony vegyületekké oxidálja.) — Bármiként készítsük is a lepárolt vizet, állás közben az a levegő gáznemű alkatrészeit, tehát szénsavat is fog feloldani; ezért zavarosodik meg a régibb lepárolt víz az aqua plumbica készítésekor az acet. lithargyri-val, melylyel több-kevesebb oldhatatlan szénsavas ólmot képez.

A víz fagyáspontja, illetve a jég olvadáspontja 0° -on, forráspontja (szabályos légköri nyomás alatt) 100°C hőmérsékleten van. Idegen oldott anyagok a fagyáspontot csökkentik, a forráspontot emelik. Számos esetben az oldott test egy gramm-molekulasúly-mennyisége által 1000 grammnyi vízben előidézett fagyáspont-csökkenés 1.85° . A fagyáspontot igen nagy nyomások valamivel süllyesztik. Megfagyáskor a jég térfogata $\frac{1}{11}$ -részszel nagyobb lesz, mint a vízé volt, melyből képződött; innen van a teljesen kitöltött zárt térben megfagyott víz repesztő hatása. A tömör jég szintelen, de ha -3° alatt u. n. túlhűtés folytán képződött, a kiváló apró levegő buboré-

koktól és szabály nélkül sorakozó jégkristályoktól fehéres zavaros és kevésbé szilárd lesz. (Mesterséges jég.) A hó kristályai igen változatos hatszögű csillagokat képeznek. Vastag tömegekben az átlátszó jég is zöldeskék színű, éppen úgy, mint a víz.

A víz fajsúlya $+4^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten $=1$; tehát ily hőmérsékletű vízből 1 köbcentimeter súlya egy gramm, egy literé egy kilogramm. E hőmérsékleten alul és felül a víz egyaránt kiterjed, tehát kisebb fajsúlyú lesz. A víz minden hőmérsékleten párolog, szab. légköri (760 mm.-nyi higanyoszlop) nyomás alatt 100° -on forr. A gőz 1 légköri nyomás alatt 1700-szor nagyobb tért tölt be, mint a víz, melyből keletkezett. — A vízből képződő gőz nyomása különböző hőmérsékleten, vagy — a mi ezzel azonos — a víz forráspontja különböző nyomások alatt igen eltérő; minél kisebb a nyomás, annál alacsonyabb, viszont minél nagyobb a nyomás, annál magasabb az. [Ez a következő néhány adatból megítélhető: -20° -on 0.927 mm., -10° -on 2.093 mm., 0° -on 4.6 mm., 10° -on 9.165 mm., 20° -on 17.391 mm., 30° -on 31.548 mm., 40° -on 54.906 mm., 50° -on 91.982 mm., 60° -on 148.791 mm., 70° -on 233.093 mm., 80° -on 354.643 mm., 90° -on 525.392 mm., 100° -on 760 mm., 110° -on 1075 mm., 120° -on 1491 mm., 130° -on 2030 mm., 140° -on 2717 mm., 150° -on 3581 mm., 160° -on 4651 mm., 170° -on 5961 mm., 180° -on 7546 mm., 190° -on 9442 mm., 200° -on 11688 mm. $= 15.38$ légköri nyomás]. — A víz fajmelege 1, rejtett melege 79 hőegység, a vízgőzé 534 h.-e.

A tiszta víz az elektromosságot nem vezeti; a melegséget is rosszul, ha áramlás nem jöhet benne létre. Ezért a fölülről melegített víz felülete forrhat, mikor alul még egészen hideg.

A víz a legtöbb testnek oldószere; még olyanoknak is, melyeket közönségesen vízben nem oldhatónak mondunk. Nagyobb vagy kisebb mennyiségben old gázokat (széndioxid, oxygen, nitrogen stb.), annál jobban, minél hidegebb a víz és minél nagyobb a nyomás, mely alatt az oldat áll; a telített oldatból (p. szénsavval telített víz) a nyomás csökkenésekor vagy a hőmérséklet emelésekor gáz távozik el. Gázkeverékekből az egyes gázokat olyan mennyiségben oldja fel, hogy a gáz súlya megfelel oldhatósági viszonyának és az illető gáz saját (részleges) nyomásának. [Például 100 k.-cm. víz 15° -on tiszta oxygenből felold 3.415 k.-cm.-t; ugyanannyi víz tiszta nitrogenből 1.682 k.-cm.-t old fel. Már most a levegő 21 térfogat-% oxygenből és 79 térf.-% nitrogenből állván, a levegőben a teljes nyomás 0.21 része az oxygenre, 0.79 része a nitrogenre esik. E szerint a levegővel érintkező tiszta víz 100 k.-cm.-e többé nem 3.415 k.-cm. oxygen-gázt, hanem ennek csak 21%-át oldja, vagyis $3.415 \times 0.21 = 0.71715$ k.-cm. oxygen; hasonlóan nem 1.682 k.-cm. nitrogen-gázt fog oldani, hanem ennek 79%-át, vagyis $1.682 \times 0.79 = 1.32878$ k.-cm.-t. Az oldott oxygen- és nitrogen-gáz összege 2.04593 k.-cm., melyben az oxygen (0.71715 k.-cm.) 34%, a nitrogen (1.32878 k.-cm.) 66%.] A hányiszorta nagyobb lesz a nyomás, annyszorta

nagyobb lesz az oldott gáz mennyisége (p. a szódavízben). Huzamos forrással az oldott gázokat a vízből elűzhetjük. Azonban megfagyáskor is kiválik az oldott gáz legnagyobb mennyisége. — Az egyszerű mechanikai oldástól megkülönböztetjük azokat az eseteket, melyekben az oldott gázok a vízzel közelebbi viszonyba lépnek, azzal egyesülnek; ilyenek p. a chlorhydrogen (s egyéb haloid-hydrogenek), kéndioxid, ammonia-gáz és egyebek.

A víz számos folyadékot is old, valamint viszont a víz is oldódik azokban; egyesekkel (p. borszeszszel) bármely arányban elegyíthető.

A vízben oldható szilárd testek száma igen nagy. Ezek magasabb hőmérsékleten általában bővebben oldódnak, bár vannak kivételek is, a minők a calciumhydroxid, a kénsavas-, a vajsavas calcium és egyebek, melyek magasabb hőmérsékleten rosszabbul oldódnak. Szilárd testek oldásakor meleg tűnik el, vagyis az oldat lehül, kivévn ha a víz az oldott testtel egyesül: vagyis ha chemiai hatás jön létre; ilyenkor hőképződést figyelhetünk meg.

A víz számos chemiai hatásra képes. Egyesülhet anhydro-savakkal hydro-savakká (p. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$), bázisos fém-oxidokkal lúgokká (p. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$), chlorral, savakkal, lúgokkal, sókkal kristályos vegyületekké, melyekből a kristályvíz elvonható, a nélkül, hogy a visszamaradó anyag chemiai természetében megváltoznék (elmállott sók, égetett gipsz). A kristályvíz egy része azonban erősebben és bensőbben látszik megkötve lenni, mely a vegyület tulajdonságaira nagyobb befolyással van és nehezebben is távolítható el; ezt konstitucziós víznek vagy halhydratvíznek szokták mondani (ilyen p. a $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -alkatú kristályos rézgáliczban egy molekula víz: $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

A víz, mely alkatrészeiből alacsonyabb hőmérsékleten közvetlenül éppen nem, hanem csak magasabb hőmérsékleteken vagy pedig közvetítők (platinatapló, élő szervezetek stb.) hatására képződik, igen magas hőmérsékleteken ismét bomlásnak indul; fölvehetjük, hogy 3000°-on felül van az a hőmérséklet, melyen többé nem képződik víz, vagyis elbomlik az alkotó részekre: oxygenre és hydrogenre. A napban uralkodó magas hőmérsékleten nyilván nem létezik víz.

A víznek az elemekkel szemben való viselkedése és egyáltalában más testek iránt tanúsított magatartása az illető helyeken van közelebbről részletezve.

Hydrogenperoxid (*hydrogenhyperoxid, h.-superoxid, h.-dioxid*), H_2O_2 .

1818-ban Thénard fedezte fel.

A levegőben, az esővízben, hóban változó, de általában igen csekély mennyiségben található.

Igen kis mennyiségei képződnek: hydrogen-gáz égésekor, víz jelenlétében a levegőn végbemenő lassú oxidációkkor, bizonyos hígítású kénsav elektrolysisekor stb.

Készíteni legcélszerűbb baryumperoxidból, úgy, hogy azt híg savakkal elbontjuk, p. $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$. A keletkező vizes oldatot bizonyos elővigyázatok és műfogások mellett desztillálni és vakuumban töményíteni is lehet.

A teljesen tiszta hydrogenperoxid 1.453 fajsúlyú, színtelen, szörp-sűrűségű, semleges kémhatású folyadék, kesernyés-fanyar ízű, a nyálkás hártyát erősen megtámadja, növényi színeket elhalványít és aránylag csekély külső behatásokra is igen hevesen, sőt nem egyszer veszélyes robbanással elbomlik vízre és oxygenre: $\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{O}$. Ezüstoxid, manganperoxid, finom ezüstpor stb. heves robbanások közben bontják el. Magától is bomlik s gyorsan 100°-ra hevítve szintén robban. Híg vizes oldatban sokkal állandóbb, kivált ha csekély sav is van benne; lúg ellenkezőleg hat rá. Mérgező hatása van.

A hígított hydrogenperoxid kereskedelmi árút képez. Bizonyos esetekben erélyes oxidációkra képes, p. ferro-sókat ferri-sókká változtat s ha egyidejűleg KJ is van az oldatban, a ferri-só ebből jodot választ ki. Ólomsulfidot ólomsulfattá oxidál ($\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = 4\text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$). Régi, megbarnult olajfestményeket, tollat, elefántesontot, sötétszínű haját meghalványít. De színtőleg is hat; p. ezüstoxidból ezüstöt választ ki, ólomperoxidból ólomoxidot, chlormészből calciumchloridot ($\text{CaCl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$) stb. Mindez esetekben víz, egyes esetekben oxygen-gáz is képződik belőle.

Chlor.

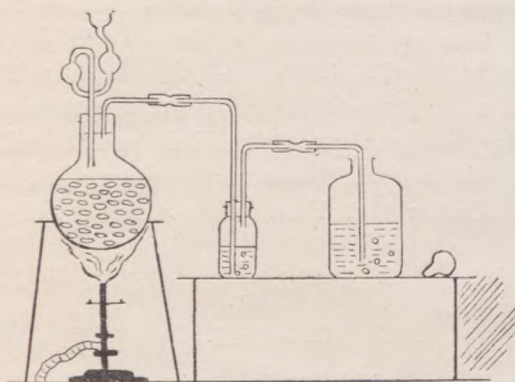
Cl = 35.45.

1774 óta ismeretes, a midőn *Scheele* sósavból barnakő hatására kapta meg és phlogiston-mentes sósavnak vélte. Elemi voltát már *Gay-Lussac* gyanította, *Davy* pedig határozottan felismerte és mai nevével jelölte meg (eredetileg chlorine).

Szabad elemi állapotában földünkön nem található, mert erélyessége folytán más elemekkel egyesül vegyületekké. Legelterjedtebb vegyületei: a natriumchlorid NaCl, mely mint kősó a sótelepekben, oldott állapotában pedig a tengervízben (közel 3%), kis mennyiségben egyéb természetes vizekben található; továbbá a KCl a stassfurti sótelepekben, kivált a carnallitban magnesiumchloriddal együtt ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Ezeken kívül még több ásványnak is alkotórésze; de a talajban, növényi és állati szervezetekben is mindenütt fellelhetők a chlor-vegyületek.

A chlor-gáz fejlesztésére többnyire sósav (vagy natriumchlorid és kénsav keveréke) és valamely oxidáló tulajdonságú vegyület szolgál. Ilyenkor a sósavból a hydrogen vízzé lesz s a chlor kiszabadul. Magas hőmérsékleten az oxygen-gáz (levegő) is képes a sósavból Cl-t fejleszteni bizonyos kontaktanyagok (pl. egyik technikai módszer szerint rézgáliczczal itatott tégladarabok) jelenlétében: $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$.

Laboratoriumi készítés céljából jó minőségű, vagyis mangansuperoxidban (MnO_2) gazdag barnakövet (pyrolusit néven ismert ásványt) mogoró nagyságú darabokra törünk és egy melegíthető gázfejlesztő lombikot (9. ábra) $\frac{2}{3}$ -áig megtöltünk vele; a lombikot ellátjuk kétfuratú jól illő parafa- vagy gummidugóval, melynek egyik nyílásába egy kétgömbű biztosító tölcsercsövet, a másikba mindkét végén nyitott könyökös üvegsövet illesztünk, mely utóbbi csak éppen a dugó alá ér és a Cl -gáz elvezetésére szolgál. E könyöksövet gummicsővecske révén kevés vizet tartalmazó mosópalaczkhoz kapcsoljuk, míg a mosópalaczk kivezető csövét épszögüleg meghajlított üvegsővel kötjük össze, mely a megmosott gáz elvezetésére szolgál. Ha száraz gázra volna szükségünk, még egy mosó edényt alkalmaznánk, melybe conc. kénsavat öntenénk. A chlorfejlesztés céljából a tölcsercsövön át annyi conc. (25%-os) sósavat öntünk a lombikba, hogy a barnakövet éppen ellepje. Ekkor gyenge melegítéssel (akár vízfürdőn is) hevíteni



9 ábra.

kezdjük a lombik tartalmát, mire a Cl -fejlődés megindul. Ilyenkor a MnO_2 a sósavval cserebomlásra lép; hidegen csak barnás-zöld színt kap a sósav, a mit valószínűleg a képződő manganichlorid, MnCl_4 , okoz: $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{MnCl}_4$; de már gyenge melegítésre megindul a Cl -fejlődés, mi közben manganochlorid, MnCl_2 , képződik: $\text{MnCl}_4 = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2$. A két egyenletet egybevéve, a hatást a következőleg is felírhatjuk: $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2$. A sósav egyébiránt nemcsak mangansuperoxid hatására, hanem egyéb oxidáló testekkel is fejleszthet chlort; így nevezetesen salétromsavval vagy sóíval, chromsavval vagy sóíval, kaliumpermanganattal stb. Ezek közül még csak a kettős chromsavas natriumot használjuk gyakorta a chlor-gáz fejlesztésére, mely esetben szintén úgy járunk el, mint fentebb ismertettem, csak barnakő helyett e sót vesszük; a hatás ez esetben a következő: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{Cr}_2\text{Cl}_6 + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}_2$.

A szabad chlor zöldes-sárga színű gáz, melynek igen átható jellemző szaga van; kis mennyiségét belehelve igen kellemetlen, fulasztó, heves

köhögés áll be, nagyobb mennyiségei véres köpést, vérhányást, sőt halált okozhatnak. Véletlen belehelése után legjobb tiszta szesz gőzét lehelni be, mely a chlort gyorsan leköti; a kellemetlen izgatást pedig — legalább a torokban — nyálkás, bevonó anyagokkal (kevés sörivással is) csökkenthetjük. — A chlor-gáz közönséges hőmérsékleten 2·48-szorta sűrűbb a levegőnél. Ha a rendes légköri nyomás alatt —35°-ra lehűtjük, sárga folyadékká sűrűsödik meg. Vízben meglehetősen oldható, hidegben jobban, mint melegben; 10°-on a víz 3 térf., 20°-on csak 2·15 térf. chlor-gázt old fel.

A chlor-gáz telített vizes oldata, *aqua chlori* = chloros víz elnevezés alatt, hivatalos gyógyszerári készítmény. Ez halvány zöldes-sárga színű folyadék, melynek készítése végett a szabadban vagy jól szellőztetett helyiségben kifejlesztett Cl-gázt kevés vizet tartalmazó mosó edényen átbuborékoltatjuk, hogy a víz a gázzal ragadt sósavat és csekély Mn-vegyületet visszatartsa; a megmosott Cl-gázt hideg lepárolt vízzel félig töltött palaczkba (9. ábra) vagy több ilyen egymás után iktatott palaczkba vezetjük és midőn a palaczk a víz felett Cl-gázzal megtelt, a palaczk tartalmát jól összerázzuk, hogy a víz és gáz belső érintkezését vagyis az elnyeletést elősegítsük. Ezt annyiszor ismételjük, míg a víz chlorral telített lesz, vagyis összerázáskor több chlor-gázt nem old; ezt legegyszerűbben úgy ismerhetjük fel, hogy a bedugózott palaczkot az összerázás után dugójával lefelé fordítjuk és a dugót kissé meglazítjuk: ha ilyenkor a palaczkba levegőbuborékokat látunk a dugó mellett felszállani, a telítés még tökéletlen, tehát folytatandó, ha ellenben kevés folyadék kicsepeg, a telítés tökéletes. A jó chloros víz olyan színű és szagú, mint maga a gáz, a kék lakmuszos papirost azonnal elhalványítja, a nélkül, hogy előbb megvörösítené. Ha előbb vörösödés mutatkoznék, ez sósav jelenlétét bizonyítja, mely az oldott chlor és a víz egymásra hatása folytán a világosságon oxygen kiválása közben elég könnyen keletkezik ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}$ szerint). Ez átváltozás annál gyorsabb és tökéletesebb, minél higabb az oldat. Ennek megakadályozása végett a chloros vizet sötétben kell eltartani. Ha a chloros vizet kaliumjodid oldatába csepegtetjük, abból bőségesen választ ki jodot; a kiváló jod mennyisége arányos a víz chlor-tartalmával. Midőn tehát a gyógyszerkönyv azt kívánja, hogy a chloros víz sok jodot válasszon ki (csapadék alakjában), ezzel azt kívánja meg, hogy erős legyen; gyenge chloros víz kevés jodot választ ki, mely a kaliumjodid oldatát sárga-barnára színezi, a nélkül, hogy csapadékot képezne. — A chloros vizet egyébként üveg dugós, apró palaczkokban kell eltartani, mert a parafadugót megrágja, nagy palaczkok nyitogatásakor pedig sok chlor illanván el, a gyöngülés hamarabb következik be.

A chlor a hydrogennel és fémekkel szemben egy-vegyértékű gyök gyanánt viselkedik; oxygen-tartalmú vegyületeiben 3-, 5- és 7-vegyértékűnek is szokás tekinteni.

A hydrogen-gázzal magasabb hőmérsékleten vagy a fény hatására igen könnyen egyesül sósavvá; egyenlő térf. hydrogen-gázzal keverve, a

heves hatás folytán robbanás is következhetik be. A hydrogen még vegyületeiből is képes elvonni, kivált az organikus vegyületekből; ha például terpentín-olaj (szén és hydrogen vegyülete) chlor-gázzal bensőleg érintkezhet, igen heves hatás megy végbe, mely fénytűneménnyel, HCl képződésével és szén kiválásával van egybekötve. Az ilyen hatásokat a magasabb hőmérséklet elősegíti. De még szervesetlen vegyületekből is nem egyszer elvonja a chlor a hydrogen; így például a világosságnak kitett chloros vízből sósav és oxygen keletkezik: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}$; némelyek szerint ilyenkor nem szabadul ki az elbontott vízből az összes oxygen, hanem az a kiválása pillanatában a sósavval egyesül alchlorossavvá (HClO) vagy chlorsavvá (HClO_3), mely éppen úgy, mint a kiválása pillanatában lévő oxygen, erőlyes oxidációkra képes. Ez alapon magyarázhatjuk meg azokat az erőlyes oxidációkat, melyekre a chlor víz jelenlétében sok esetben képes és a melynél fogva számos szerves testet elroncsol. Ilyen oxidáció folytán vesztek el számos organikus színes anyagok (p. a lakmusz) a chloros víz hatására színüket.

A chlor, kivált magasabb hőmérsékleten, az összes fémekkel közvetlenül egyesül ú. n. chloridokká, főképpen víz jelenlétében; e tekintetben még az arany és platina (a legerélytelenebb fémek) sem kivételek, a mennyiben a királyvízben (sósav és salétromsav keveréke) ezek is feloldódnak, még pedig a királyvízben fejlődő chlor hatására, mely a kiválás pillanatában különösen erőlyesen hat; e savkeveréket éppen azért nevezték el királyvíznek, mert a fémek királyát (az aranyat) is feloldja. A legtöbb nemleges elemmel is közvetlenül egyesül; a P a chlor-gázban meggyúlad és chloriddá lesz, hasonlóképpen az As és Sb pora is. Mások csak magasabb hőmérsékleten egyesülnek vele, mint a kén. A szénnel, nitrogennel és az oxygennel közvetlenül nem egyesül; sőt a közvetett utakon készített chlornitrogen és chloroxidok mind igen bomlékony, sőt veszélyesen robbanó vegyületek.

Mint erőlyesebb elem, a bromot és a jodot a legtöbb bromidból és jodidból már közönséges hőmérsékleten is kiválasztja és helyükre lép; p. $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$, vagy $2\text{KJ} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{J}_2$.

A chlor felismerésére több reakció szolgálhat. A kaliumjodidos reakció alapján még oly csekély mennyiségű szabad chlort is kimutathatunk, melyet színéről, szagáról stb. felismerni képesek többé nem vagyunk; nevezetesen a szabad chlor a vízben oldható jodidok (p. KJ) semleges kémhatású vagy gyengén savas oldataiból jodot választ ki, mely keményítő-oldattal keverve jod-keményítő képződése közben megkékül. A sósavból és az oldható chloridokból ezüstnitrát-oldattal mutathatjuk ki a chlort mint alkatrészt, melylyel azok fehér, rázásra vagy keverésre könnyen összezsomósodó csapadékot, ezüstchloridot képeznek: $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$; a csapadék salétromsavban nem, ellenben ammoniában könnyen oldódik.

Chlor és hydrogen.

Hydrogenchlorid (*chlorhydrogen-sav, sósav*), $\text{HCl} = 36.45$.

Már a 15. században készített *Basilius Valentinus* sósav-folyadékot (*spiritus salis*) kősó és vasvitriol lepárlása útján. A 17. században *Glauber* kősoból és kénsavból szintén ugyanazt kapta. *Pristley*-nek sikerült (1772) tiszta sósavgázt először készíteni, melynek igazi alkatát később (1810) *Davy* állapította meg.

A hydrogenchlorid-gázt vulkánok kigőzölgéseiben megtalálhatni; ily helyeken vizes oldata is képződik. Az emlősök gyomornedvében lényeges és az emésztés folyamatára fontos alkotórész.

Könnyen képződik hydrogenből és chlorból, melyek keveréke magas hőmérsékleten vagy (chemiai hatású: kék-ibolya sugarakat tartalmazó) fény hatására könnyen egyesül sósav-gázzá. Hydrogen és chlor egyenlő térfogataiból sötétben készített keveréket (ú. n. chlor-hydrogen robbanó gázt) meggyújtva vagy erősen megvilágítva, robbanással képződik a hydrogenchlorid-gáz, miközben a gáz térfogata nem változik meg.

A sósav leggyakrabban alkalmazott készítési módja azon alapul, hogy fém-chloridokból a sósavra hatástalan erős savak hydrogenchloridot fejlesztenek. Ammoniumchloridból és conc. kénsavból már hidegen lehet hydrogenchlorid-gázt fejleszteni oly készülékekben, minőket a hydrogen-gáz fejlesztésére szokás használni. (L. 1. és 3-ik ábrákat.) Gyári készítésre kősóat alkalmaznak, mely conc. kénsavval gyenge melegítésre natriumhydrosulfatot és hydrogenchloridot ad: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$. (Ehhez használható a chlor-gáz fejlesztésére szolgáló lombik: 9. ábra szerint, vagy üvegretorta.) A képződő savanyú kénsavas natrium erős melegítéskor (csaknem vörös izzáson) még egyszer annyi kősoból fejleszt sósav-gázt, miközben szabályos natriumsulfattá változik át: $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$. Tiszta sósavat az első egyenlet szerint üvegedényekben szoktak fejleszteni, s hogy a habzást elkerüljék, a kénsavat egy kevés vízzel feleresztik (5 s. r. kősó, 9 s. r. kénsav, 2 s. r. víz) és gyengén melegítik. A Leblanc-féle szódagyártásra használt natriumsulfat készítésekor erős hevítéssel a második egyenlet szerint melléktermékkül kapják a sósav-gázt, melyet többnyire kátrányozott homokkőből épített és kokszzsal kitöltött oly tornyokba vezetnek, melyekben a sósav-gázzal ellentétes irányban víz csörgedez; így kapják a nyers sósavat.

A hydrogenchlorid szintelen, igen szúrós szagú és heves köhögésre ingerlő gáz, mely sem meg nem gyújtható, sem az égést nem táplálja. 1.255-ször sűrűbb, mint a levegő. A levegőn erős füstöt, illetve ködöt képez, mert a levegő vízgőz-tartalmával finom sósav-cseppekké változik át. Erős hűtés és nyomás alatt folyadékká sűrithető, sőt meg is fagyasztható (olv. p. -112.5°). — Még sok levegővel együtt belehelve is igen ártalmas.

Vízben rendkívül könnyen oldható (HCl-gázzal telt edénybe a víz úgy tódul, mint léghijas térbe). 1 térfogat víz közönséges hőmérsékleten mintegy 400 térfogat gázt old fel és ezzel a víznél nagyobb fajsúlyú s a levegőn erősen füstölő folyadékot képez.

A sósav fajsúlya és savtartalma (hydrogenchlorid-tartalma) közt bizonyos véletlen számbeli összefüggés van. Ugyanis a fajsúlyt mutató számjegyek két első tizedesét kettővel szorozva, közelítő pontossággal megkapjuk a savtartalmat ‰-okban; például:

Fajsúly 15°-on.	Savtartalom ‰-okban.
1·2000	40·777
1·1620	32·621
1·1206	24·466
1·1000	20·388
1·0517	10·602

Az erős, füstölő sósav a levegőn állás közben chlorhydrogent veszít, míg körülbelül 25‰-os folyadék marad vissza. Az erős sósavból, ha forraljuk, eleintén szintén több hydrogenchlorid és kevesebb víz megy el; e közben forráspontja emelkedik, mely végre bizonyos töménység mellett állandóvá lesz, midőn e sav változatlanul desztillál. Azonban minden nyomás mellett más és más lesz az állandó forráspontú sav töménysége és forráspontja. Szab. levegőnyomás (760 mm.) mellett 110°-on 20·2‰-os sav mutat ily állandóságot ($\text{HCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ alkatnak megfelelően). Ennél higabb savból, emelkedő forráspont mellett, eleintén gyengébb sav megy el, míg a maradék töménysége és forráspontja az említett állandóságot eléri.

A tiszta sósavfolyadék a gyógyszerkönyv szerint kétféle töménységben hivatalos; u. m. 25‰-os (acid. hydrochloricum concentratum) és 10‰-os (acid. hydrochloricum dilutum), mely utóbbi az előbbiből lepárolt vízzel való fölhígítás folytán készül. A 25‰-os sav nem füstölő *színtelen* folyadék; igen erős sav, melyben a könnyű és az erélyesebb nehéz fémek (zink, vas-csoport) hydrogen-gáz fejlődése közben oldódnak, miközben chloridokká változnak át. Szárazra párologtatva szilárd maradékot nem szabad visszahagynia; az esetleges maradék natriumchlorid vagy kénsavas natrium lehet, mely akkor jut bele, ha készítésekor a gázt elnyeletése előtt nem vezették át kevés vizet tartalmazó mosó edényen. Ne legyen benne sulfat; vagyis 5-ször annyi lepárolt vízzel föleresztve, BaCl_2 -oldattal meg ne zavarodjék. Ne legyen sárgás színű, vagyis vaschloridot ne tartalmazzon; ez a nyers sósavban (acid. hydrochloricum crudum) szokott lenni, ha azt pyrit-tartalmú kőszénből készített, tehát vasoxidot tartalmazó kokszszal töltött elnyelő toronyban kondenzálták. Arsen-tartalmú kénsavval készített sósav arsen is tartalmaz; ez illékony arsenchlorid, AsCl_3 , alakjában jut bele és vízzel erősebben történt hígításkor arsenessavvá változik át. Nyers sósav rend-

szerint jelentékeny mennyiségű arsen-t tartalmaz. Ennek felismerésére írja elő a gyógyszerkönyv a *Haager-Gutzeit*-féle próbát, mely azon alapúl, hogy ha az arsen-tartalmú anyaggal hydrogen-t fejlesztünk vagy azt H-fejlesztőbe viszszük be: arsenhydrogen-gázt tartalmazó H-gáz fejlődik; ez pedig 50%-os ezüstnitrát-oldattal megcseppentett szűrőpapirosra sötét gyűrűvel körített sárga foltot idéz elő. A sárga folt arsenezüst-ezüstnitrátból áll: $H_3As + 6AgNO_3 = Ag_3As \cdot 3AgNO_3 + 3HNO_3$. A szélén levő sötét gyűrű színített ezüstöt tartalmaz; ugyanilyenné (feketévé) lesz (a kiváló ezüsttől) az egész folt, ha vizet cseppentünk rá: $Ag_3As \cdot 3AgNO_3 + 3H_2O = 6Ag + 3HNO_3 + H_3AsO_3$, ezüst mellett itt salétromsav és arsenessav képződik. Az As-próbánál a vizsgálandó és vízzel hígított sósavat jód-oldattal sárgára festjük, hogy a netán jelenlevő kénessavat kénsavvá oxidáljuk, mert a kénessavból a fejlődő hydrogen hatására H_2S gáz képződne, ez pedig az ezüstoldatos papirost ezüstsulfid (Ag_2S) képződése közben megfeketítené. Az így elkészített sósavat 3 cm. átmérőjű kémlelő-csőbe öntjük, As-mentes fém-zinket adunk bele, mire a H-gáz fejlődése megindul és a jodból is színtelen HJ képződik. A cső száját lazán gyapottal eldugjuk, hogy a felfröccsenő folyadékcseppeket visszatartsuk, a cső szájára fehér szűrő-papirost feszítünk és ennek a közepére egy csepp 50%-os ezüstnitrát-oldatot cseppentünk. A foltnak 5 percz múlva sem szabad megsárgulnia. — A hiv. sósavat szabad Cl-ra is meg kell vizsgálni, mert ha a készítésre használt kénsav salétromsav-tartalmú volt, akkor ettől a sósav chlor-gáz-tartalmúvá válik: $3HCl + HNO_3 = 2H_2O + NO + 3Cl$. Az ilyen sav 5-ször annyi vízzel feleresztve, kaliumjodid oldatából jodot választ ki. Ha a kősó szerves anyagot tartalmazott, ez a hevített kénsavból kénessavat (H_2SO_3) képez; ezt arról lehet felismerni, hogy csekély joddal kékre festett keményítőt, valamint igen híg kaliumpermanganát-oldatot is elhalványít. A sósavban egyidejűleg chlor-gáz és kénessav nem lehet, mert a chlor a kénessavval sósavat és kénsavat képez: $Cl_2 + H_2SO_3 + H_2O = 2HCl + H_2SO_4$.

Mindezen tisztátalanságok akkor jutnak a sósavba, ha az alkalmazott anyagok nem voltak tiszták, vagy ha a nyers sósavat tisztították meg, a mi tökéletesen sohasem sikerül.

A sósav 1-v.-é. erős sav. A H-t benne fémmel részint direkte helyettesíthetjük, részint ha a sav a fémre nem hat (Cu, Pb, Hg, Ag), akkor a sósavat még oxidáló anyaggal keverjük. A salétromsavval kevert sósav (királyviz) ez utóbbi fémeket is chloridokká, változtatja. A fém-chloridok vízben többnyire oldhatók (kivétel az $AgCl$, Hg_2Cl_2) és úgy is képződnek, ha fém-oxidra, fém-hydroxidra (bázisokra) vagy fém-carbonatra hat a sósav.

A sósav savanyú tulajdonságán kívül felismerhető arról, hogy hevítve maradék nélkül elillan, oxidáló anyagokkal melegítve, chlort fejleszt, $AgNO_3$ -oldattal pedig salétromsavban oldhatatlan fehér $AgCl$ -csapadékot képez.

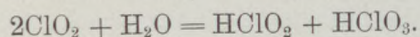
Chlor és oxygen, esetleg hydrogen is.

A chlornak kétféle oxidja ismeretes: a *chlormonoxid* és a *chlorperoxid*. Mind a kettő igen bomlékony vegyület, melyeket csak közvetett eljárásokkal kaphatunk meg.

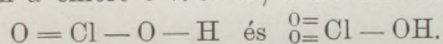
Chlormonoxid és alchlorossav. A *chlormonoxid* (anhydro-alchlorossav, alchlorossav-anhydrid), Cl_2O , akkor képződik, ha teljesen száraz higany-oxid és chlor-gáz hatnak egymásra. Sárgás-barna gáz, melyet hűtőkeverék segítségével folyadékká is lehet sűriteni. Maga a gáz is, de még inkább a folyadék annyira bomlékony, hogy csekély melegítésre, oxidálható testekkel (p. kénvirág) való egyszerű érintkezésre, sőt néha minden látható ok nélkül is, könnyen fölrobban. — Vízzel *alchlorossavat*, HClO , képez: $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO}$. Ez igen könnyen és veszély nélkül készíthető úgy, hogy vízzel leöntött higanyoxidhoz chlor-gázt vezetünk: $2\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 = 2\text{HClO} + \text{Hg}_2\text{OCl}_2$; a képződő és nem oldható higanyoxidchloridról leöntött folyadékot ilyen híg állapotában desztillálni is lehet, de ha töményíteni akarjuk, elbomlik; ezért csak vizes oldatait lehet megkapni. Az alchlorossav igen gyenge egy- v.-é. sav, melynek kalium- vagy natrium-sóját oldott állapotban igen könnyen megkapjuk, ha maró kálilúgba vagy nátronlúgba melegítés nélkül chlor-gázt vezetünk: $2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$, illetve $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$. Az így kapott oldat még chloridot is tartalmaz. Ezelőtt több mint 100 évvel Javelle-ban kezdték készíteni és mint javelle-i halványító vizet (*Eau de Javelle*) halványító szergyanánt ma is alkalmazzák. A megfelelő mészvegyület nem más, mint a *chlormész* (*calcaria chlorata*). Az alchlorossavas sók s még inkább a szabad alchlorossav oxidáló hatású, halványító szerek. Savak hatására chlort fejlesztenek: $\text{HClO} + \text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$. Sóiból már a gyenge szénsav is alchlorossavat tesz szabaddá, így a chlormészből is: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$; ezért van a chlormésznek a szénsavat tartalmazó levegőn sajátos alchlorossav-szaga.

Chlorperoxid, chlorossav, chlorsav és felchlorsav. A chlor másik oxidja: a *chlorperoxid*, ClO_2 , (más néven alchlorsav) akkor képződik, ha hűtőkeverékkel jól lehűtött conc. kénsavba folytonos keverés közben $\frac{1}{5}$ -résznyi porrátrört chlorsavas kaliumot keverünk és azután vízfürdőn óvatosan 20, majd 30 és 40°-ra melegítjük; ilyenkor chlor-gázzal és oxygen-gázzal kevert chlorperoxid-gáz képződik, illetve távozik el: $2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HClO}_3$, továbbá: $6\text{HClO}_3 = 2\text{HClO}_4 + 4\text{ClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Először tehát chlorsav lesz szabaddá, ebből pedig perchlorsav (HClO_4) és chlorperoxid képződik. Ezt hűtéssel folyadékká is lehet megsűrűsíteni. Akkor is ez a vegyület jön létre, ha kevés chlorsavas kalium porára tömény sósavat cseppentünk ($\text{KClO}_3 + 2\text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}_2 + \text{Cl}$); több sósav azonban elbontja ($\text{ClO}_2 + 4\text{HCl} = 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}$); fölösleges sósavval tehát chlor-gáz fejlődik. A ClO_2 készítése igen nagy veszélylyel jár, mert ha p. KClO_3 -ra egyszerűen

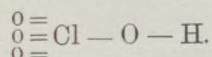
conc. kénsavat csöppentünk, rendszerint veszélyes robbanás következik be. A chlorperoxid sötét zöldes-sárga gáz; világosságon elbomlik, 60—63°-on heves robbanással bomlik fel, sőt szerves anyagok (p. aether stb.) jelenlétében már közönséges hőmérsékleten is felrobban. Erre vihető vissza az az ismert tény, hogy ha chlorsavas kaliumnak és cukornak vagy kénvirágnak (stb.) óvatosan készített keverékére conc. kénsavat csöppentünk, a keletkező ClO_2 hatása folytán a keverék meggyúl, sőt fölrobban. Ugyanez az oka, hogy víz alatt levő P-darabkára KClO_3 -kristályt dobva és vékony csövön át hozzá pár csepp conc. kénsavat bocsátva: a phosphor a víz alatt meggyúl és hevesen ég. A ClO_2 vízben narancssárga színnel oldódik, de azzal nem egyesül (tehát nem sav-anhydrid!), hanem fokozatosan két Cl-tartalmú savvá változik át, u. m. *chlorossavvá*, HClO_2 , és *chlorsavvá*, HClO_3 :



Az így képződő két sav tiszta állapotban nem kapható meg, mert meglehetősen bomlékonyak és erőlyesen oxidáló vegyületek. A chlorsavnak híg vizes oldata mégis állandóbb; sói pedig igen állandó vegyületek, különösen a chlorsavas kalium, KClO_3 , melyről a kalium-vegyületek közt lesz szó. A chlorossavban a chlort 3-v.-é-nek, a chlorsavban 5-v.-é-nek tekintjük:



Van a chlornak még egy oxygen-tartalmú savtermészetű vegyülete, a *felchlorsav* vagy *perchlorsav*, HClO_4 . Ez a chlornak valamennyi oxygen-vegyületei közt a legállandóbb, mely, mint láttuk, chlorsavas kalium és conc. kénsav egymásra hatásakor chlorperoxid mellett képződik. Ezt a savat destillatio útján tisztítani és vízmentessé tenni is lehet. Szintelen, (1782 f. s.) füstölő, igen maró folyadék, mely vízmentes állapotában erősebben hevítve elbomlik, sőt fel is robbanhat. Szerves anyagokkal szintén többnyire felrobban. Nem nagyon oxidáló hatású 1-v.-é. sav, melynek sói állandók; kalium-sója vízben nehezen oldható. A Cl-t benne 7-v.-é-nek tekintjük:



Brom.

Br = 79.96.

Elemi állapotában nem található; a fémekkel képezett vegyületei, az u. n. fém-bromidok nagyobb mennyiségű chloridok társaságában némely ásványos vizekben (csiz-i) csekély mennyiségben, a tengervízben aránylag szintén kis mennyiségben foglaltatnak; egyesek mint szilárd ásványok is fellelhetők.

Készítése végett a besűrített tengervízből vagy egyéb bromid-tartalmú oldatokból az idegen sókat kristályosítás útján lehetőleg eltávolítják és a töményített oldatból a bromot chlor-gázzal vagy Cl-fejlesztő anyagokkal szabaddá téve, vízgőzzel átpárologatják; a szerint, a mint az oldatban

magnesiumbromid vagy natriumbromid van, a hatást a következő egyenletek fejezik ki: $\text{MgBr}_2 + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2 + \text{Br}_2$, illetőleg $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$. Ha jodid is volna jelen, akkor először a jodot teszik szabaddá és csak ennek átpárolgatása után a bromot.

A tiszta brom sötét vörös-barna színű folyadék, melynek fajsúlya 3, forráspontja 63° , de már közönséges hőmérsékleten igen gyorsan párolog és nehéz, vörös-barna színű gőzt képez, mely igen átható, jellemző, nehéz szagú, igen egészségtelen.

A brom egész chemiai viselkedése általában hasonló a chloréhez, melynek azonban erélyességben utána áll.

A szabad brom chloroformban vagy széndisulfidban sárga—vörös-barna színnel oldódik; e reakcióval fémes vegyületeinek: a bromidoknak semleges vagy gyengén savanyú oldataiból is kimutatható, mert csekély chloros víz hozzáadására kevés brom lesz szabaddá és ez a folyadékkal összerázott chloroformot sárga — barna-vörös színűre festi meg. — A vízben oldható bromidok (p. KBr, NaBr) oldataiból ezüstnitrát-oldat rázásra összecsomósodó, kissé sárgás-fehér csapadékot: ezüstbromidot választ ki, mely salétrom-savban nem, elegendő ammoniában sem nagyon könnyen oldható.

Brom és hydrogen.

Hydrogenbromid (*bromhydrogen-sav*), HBr. A hydrogen a brommal közvetlenül csak magas hőmérsékleten egyesül. Brom a vízzel oxygen-gázfejlődés közben a fény hatására, vagy oxidálható testek jelenlétében szintén képez lassacskán HBr-ot: $\text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{O}$. A Br a H_2S -ból, HJ-ból, H_3N -ból és számos szerves vegyületből is elvonja a H-t és azzal HBr-ot képez.

Szintelen gáz, nedves levegőn ködöt képez, savanyú szagú. Vízben jól oldható, az oldat 1-vegyértékű erős sav, mely sokban hasonlít a sósavhoz. A H-t benne fémekkel helyettesítve, a fém-bromidok származnak, melyek a megfelelő chloridokhoz hasonlatosak. Vízben nem oldhatók az: AgBr, Hg_2Br_2 , Cu_2Br_2 , nehezen oldható a PbBr_2 .

A bromidok oldataiból chloros víz chlorid-képződés mellett bromot tesz szabaddá: $\text{HBr} + \text{Cl} = \text{HCl} + \text{Br}$. — Ezüstnitrattal fehér csapadék (ezüstbromid: AgBr) válik ki, mely sok ammoniában nehezen oldható.

Brom és oxygen.

Albromossav, bromsav és felbromsav. A bromnak oxygen-tartalmú vegyületei jobbra hasonlatosak a megfelelő Cl-vegyületekhez. Ilyenek: HBrO *albromossav*, HBrO_3 *bromsav* és HBrO_4 *felbromsav*. Ezek közül hivatalos készítmény (mint reagens) a bromsavnak kalium sója; a *kaliumbromat*, KBrO_3 , melyről a kalium-vegyületek között lesz szó.

Brom és chlor.

Chlorbrom, ClBr. Közvetlenül képződik, ha 10° -nál alacsonyabb hőmérsékletű folyékony bromba chlor-gázt vezetünk. A bromhoz hasonló, de annál világosabb vörös-barna színű folyadék. $+10^\circ$ fölött elbomlik.

Jod.

J = 126.86.

Mint igen erélyes elem, csak vegyületeiben található. Néhány ásványon kívül a sós vizekben találunk csekély mennyiségű fém-jodidokat. A tenger vize is tartalmaz jodidokat, melyek a tengeri növények (moszatok) sőt alsóbb rendű állatok által is felvétetnek. De a Peruban nagy tömegekben található tisztátalan natriumnitrat (chili-salétrom) tisztításakor képződő lúg is tartalmaz kevés jodot, mint jodsavas sót.

A jodot leginkább a tengeri növények hamujából készítik. A sekély gödrökben összehalmozott növényekből egyszerű elhamvasztás útján kapott hamu (Normandiában *varec*, Skóciában *kelp*) a jodot aránylag kis mennyiségben tartalmazza, fémekhez kötve; e mellett igen sok homok, kaliumchlorid, kaliumsulfat, kaliumcarbonat, natriumcarbonat, natriumsulfat, natriumchlorid, kevés sulfid és thiosulfat van benne. A hamut vízzel kilúgozzák, midőn a homok kivételével a többi anyagok feloldódnak s az oldatból bepárologatás útján a kalium- és natriumchlorid, -sulfat, -carbonat nagyjából kikristályosodnak. A kristályokról leöntött folyadékot kénsavval megsavanyítják, mire a sulfidból és thiosulfatból kén válik ki, melynek eltávolítása után még natriumsulfat kristályosodik ki. Az erről leöntött oldat a jodidot most már sokkal töményebb állapotban, de még jelentékeny mennyiségű chloriddal és sulfattal együtt tartalmazza. Ezt olomsisakkal ellátott öntött vasüstökbe öntik, melyet agyagból készült szedőknek egész sorával kapcsolnak össze. A sisak elzárható nyílásán időnként kevés barnakövet dobhatnak be a lepárló üstbe, melyből mérsékelt hevítésre vízgőzzel együtt jod-gőz távozik el, és a szedőkben lehűlvén, kristályos jod rakodik le: $2KJ + MnO_2 + 2H_2SO_4 = K_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + J_2$. — Mihelyt megszűnt a jod-fejlődés, megint kevés barnakövet vetnek az üstbe és így tovább, mindaddig, míg csak jod fejlődik. Ennek megszűnte után a szedőket kicserélik és most barnakő hozzáadására brom desztillál át. Ha óvatosan jártak el, a jod meglehetősen brom- és chlor-mentes lesz, holott sok barnakő hozzáadása esetén a jod brom- és chlor-tartalmúvá válik. A nyers jodot még (esetleg kevés fém-jodid hozzáadásával) sublimatioval tisztítják meg a brom és chlor nyomaitól, valamint a víztől. (Jodum resublimatum.) — Franciaországban a jodid-tartalmú lúgba egyszerűen chlor-gázt vezetnek, mely a jodot kicsapja: $2KJ + Cl_2 = 2KCl + J_2$. A kiváló jodot kimerik, agyag- vagy gipszlemezekre terítik, hogy a víz nagyobb részét beszívja; a jodot aztán vagy így nedves állapotban, vagy sublimatioval megtisztítva, árusítják el. (Francia jod). Ez többnyire tisztátalanabb szokott lenni. — Minthogy a jod-tartalmú növények elhamvasztásakor a jod egy része elillanás folytán veszendőbe megy, ezt elkerülendő, némely helyen a tengeri moszatokat erjedni hagyják és azután kisajtolván, a kapott levét dolgozzák fel jodra.

A tiszta jód szilárd, merev, könnyen porrá dörzsölhető, sajátsterű kellemetlen szagú, lapos, lemezes kristályokból áll, szürkés-fekete színű, fémfényű, súlyos test (fajsúlya = 4.95). Már közönséges hőmérsékleten is meg lehetőszen párolog és gőze a nyálkás hártýákat (p. szemet, orrot) megtámadja, sőt gyuladásba hozza; huzamosabb ideig belehelve, könnyen fejfájást okoz. 114°-on megolvad barna folyadékká, de egyidejűleg erősen párolog; levegővel kevert gőze szép ibolyaszínű, tiszta gőze kék színű. — Vízben rosszul oldható (1:4000—5000); jodid- (például KJ-) tartalmú vízben igen jól és barna színnel; jól oldható borszeszben, aetherben is szintén barna színnel; ellenben chloroformban és szénsulfidban (CS₂) ibolya színnel. Ebből némelyek azt következtetik, hogy az előbbi oldószerekben a szilárd, illetve folyékony jodnak molekulái, utóbbiakban a gőznemű jodnak molekulái volnának.

A (nyers) jodot nem illékony sónemű alkatrészek, chlor (mint chlorjod), víz és a felette illékony kristályos jodcyan fertőzhetik. Hamisítva a némileg hasonló színű és fényű grafittal lehet.

Ezért gyógyszerkönyvünk szerint a tiszta jód kémcsőben hevítve maradék nélkül szálljon el, gőze ne barnás, hanem tiszta ibolyaszínű legyen; a szálladék se vízcseppeket, se szintelen jodcyan-kristályokat ne tartalmazzon.

A jód igen erélyes nemleges elem; viselkedése sokban hasonló a chlor és brom magatartásához, csak nem annyira erélyes mint ezek. A jodidokban 1-vegyértékű, oxygen-tartalmú vegyületeiben 3, 5, sőt 7 is. A legtöbb fémmel és nemleges elemmel közvetetlenül egyesül, kivált víz jelenlétében. Ilyenkor számos testet oxidálni képes, midőn maga a víz hydrogenjével egyesül; így p. a kénessav oldatát azonnal kénsavvá változtatja: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{J}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HJ}$. Egyéb H-vegyületekből sok esetben elvonja a hydrogennt; így a hydrogensulfid oldatából (aqua hydrosulfurata) is, melyből ként választ ki: $\text{H}_2\text{S} + \text{J}_2 = 2\text{HJ} + \text{S}$; ugyanígy az ammoniából is, melynek N-jével a robbanó jodnitrogenné egyesül: $2\text{H}_3\text{N} + 3\text{J}_2 = 6\text{HJ} + 2\text{NJ}_3$. A jodnak szeszes oldatában (tinct. jodi) állás közben lassan szintén képződik hydrogenjodid. Számos alkaloidot kicsap oldataikból. A bőrrel vagy körömmel érintkezve, azokon sárga foltot idéz elő, mely csakhamar magától is, ammoniás vízzel lemosva pedig rögtön eltűnik. A keményítővel kék színű vegyületet képez, mely lúgokkal vagy hevítésre elbomlik, de megsavanyításra, illetőleg lehűtésre újból képződik. E vegyület savanyú és hideg oldatokban igen csekély mennyiségű szabad jód jelenlétében is biztosan képződik elegendő keményítő-oldat hozzáadására; oldható jodidok (p. KJ) jelenléte a reakciót elősegíti, némely szerves anyagok (p. borszesz) jelenléte akadályozza.

A jodidok felismerése czéljából a jodot igen kevés chloros vízzel szabaddá tesszük és keményítőoldattal a kék színeződésről, vagy chloroformmal osszerázva, ennek rózsa-ibolya színezéséről felismerjük. A jodidok oldatai ezüstnitrát oldatával sárgás, tömörülő csapadékot (AgJ) képeznek, mely sem salétromsavban, sem ammoniában nem oldható.

Jod és hydrogen.

Hydrogenjodid (*jodhydrogen-sav*), HJ . E vegyület sokban hasonló a HCl -hoz és HBr -hoz, csakhogy meglehetősen bomlékony.

Hydrogenből és jodból fény hatására nem képződik. Ezek hevítésénél azonban igen, bár az egyesülés nem teljes, mert egyidejűleg részleges bomlás (dissociatio) is történik.

Szintelen, szúrós szagú, nedves levegőn erős ködöt képező gáz; fény vagy meleg hatására (180° fölött) bomlékony. Vizes oldata 1-vegyértékű sav, mely világosság és levegő (oxygen-gáz) hatására jod-kiválás közben megsárgul: $2\text{HJ} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{J}_2$. Vizes oldatát úgy is megkapjuk, ha phosphort, vizet és jodot hozunk össze: $\text{PJ}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_3$ (phosphorossav) + 3HJ ; czél-szerűbb azonban több jodot venni: $\text{P} + 5\text{J} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4$ (phosphorsav) + 5HJ . Tisztábban kapjuk meg, ha vízzel leöntött jodhoz kénhydrogen-gázt vezetünk: $\text{H}_2\text{S} + \text{J}_2 = 2\text{HJ} + \text{S}$; a kiváló ként erős rázás és állás után szűrővel könnyű lesz eltávolítani. Ha a hydrogenjodidban levő H -t fémekkel helyettesítjük, a fém-jodidok keletkeznek. Ezek részben hasonlóak a megfelelő chloridokhoz és bromidokhoz. Vízben nem oldhatók: az AgJ , Hg_2J_2 , Cu_2J_2 , HgJ_2 , PbJ_2 . Ezek az oldható jodidokkal hajlandók kettős sókat képezni, p. $\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$ és $\text{AgJ} \cdot \text{KJ}$ stb.

A hydrogenjodid vagy a fém-jodidok oldataiból szabad Cl vagy Br hatására chlorid vagy bromid képződése közben J válik ki, mely azonban a netán fölösleges Cl -ral vagy Br -mal: JCl , és JCl_3 vagy JBr vegyületekké egyesül. Ferri-vegyületekkel is jod válik ki, mert ferrijodid helyett — mely nem létezik — ferrojodid képződik: $\text{FeCl}_3 + 3\text{KJ} = 3\text{KCl} + \text{FeJ}_2 + \text{J}$.

A vízben oldható jodidok oldataiból AgNO_3 -oldat sárgás ezüstjodidot (AgJ) választ ki, mely ammoniában nem oldható.

Jod és oxygen.

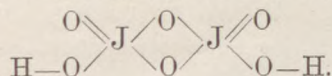
Ismeretesekek a *jodpentoxid* vagy anhydro-jodsav: J_2O_5 , az ennek megfelelő *jodsav*: HJO_3 , a *feljodsav* (perjodsav): HJO_4 ; valószínűen létezik az *aljodossav* (illetve sói): HJO és talán a *jodtrioxid*: J_2O_3 és a *jodtetroxid* (aljodsav): J_2O_4 .

Jodpentoxid és jodsav. A jodnak oxygenes vegyületei között legfontosabb a *jodsav*, mely jodból igen erős salétromsav oxidáló hatására keletkezik. Fehér por, melyet vízből kristályosítani is lehet. 170° -ra melegítve, víz-vesztés közben *jodpentoxid*-dá (fehér por) lesz: $2\text{HJO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{J}_2\text{O}_5$, mely 300° -on megolvad és egyidejűleg elbomlik jod-gőzre és oxygen-gázra. Ugyanaz vízben oldva, ismét jodsavvá lesz: $\text{J}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HJO}_3$.

A jodsav erélyes oxidáló hatású vegyület, melynek kalium-sója hivatalos kémlelőszer. (L. kalium-vegyületek.). Jodidokból jodot, sósavból jod-kiválás

közben, illetve jodchlorid-képződés mellett chlort tesz szabaddá: $5\text{HJ} + \text{HJO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{J}$; $5\text{HCl} + \text{HJO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl} + \text{J}$, azután $5\text{Cl} + \text{J} = \text{JCl}_3 + \text{Cl}_2$.

A jodot benne 5-vegyértékűnek tekintjük: $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{J}-\text{O}=\text{H}$, vagy a savanyú sói képzését jobban megmagyarázó kettős képlet szerint $\text{H}_2\text{J}_2\text{O}_6$:



Erősebb melegítésre a jodsavas sók O-fejlődés közben éppen úgy elbomlanak, mint a chlorsavas és a bromsavas sók.

Jod és chlor vagy brom.

A jodnak kétféle chloridja van, u. m. a *jodchlorid* és *jodtrichlorid*: JCl és JCl_3 . Az első akkor képződik, ha jodhoz addig vezetünk száraz chlort, a míg megfolyósodik. Ezt felesleges jodról rektifikáljuk. Sűrű, vörös-barna folyadék, igen illékony; állás közben megkristályosodik. Több chlorral JCl_3 -dá lesz, mely narancssárga kristályos tűkben vagy táblákban kapható meg és szublimáláskor csaknem czitromsárga kristálylemezeket képez.

A jod brommal is közvetlenül egyesül; a termék a *jodbromid*: JBr . Ez tiszta állapotban jod-színű kristályos anyag, mely bromhoz hasonló erős szagú.

A JCl és JBr a nyers jodban fertőzmény gyanánt foglaltathatnak.

Fluor.

F vagy Fl = 19.0.

Csak vegyületeiben, mint némely ásvány alkotórésze, található. Fontosabb fluor-tartalmú ásványok a fluorit (CaF_2) és a kryolith ($\text{Al}_2\text{F}_6 \cdot 6\text{NaF}$). Előállítására csak utóbbi időkben óriási fáradság révén sikerült HF-ből elektrolitikus uton platinaedényben.

Gáz, mely vastag rétegben némileg a Cl színére emlékeztet; igen átható, kellemetlen szagú.

A legerélyesebb nemleges elem, s mint ilyen mondhatni az összes elemekkel, jóformán csak az oxygen kivételével, és pedig többnyire igen hevesen egyesül, sőt az összetett testekre is hevesen hat. A vizet is rögtön elbontja s HF-képzés közben az oxygent abból szabaddá teszi (mint ozont). — E tulajdonságai alapján nemcsak készítése, hanem rendszeres tanulmányozása is roppant nehézségekkel jár.

Fluor és hydrogen.

E két elem vegyülete a fluorhydrogen-sav vagyis hydrogenfluorid: HF, mely némelyek szerint kettőzendő, tehát H_2F_2 .

Hydrogenfluorid (*fluorhydrogen-sav*), HF vagy HFl. Képződik F-ből és H-ből vagy H-tartalmú vegyületekből akkor, ha a fluor készítésekor (*Moissan*

szerint) az áramot megszüntetik, vagy ha a képződő F valamely H-tartalmú testtel érintkezik.

Készíteni úgy szoktuk, hogy a fluorit nevű ásvány vagyis calciumfluorid porát olomedényben conc. kénsavval gyöngén melegítjük és a képződő gázt vízben oldjuk.

Az egészen vízmentes HF szintelen, roppant illékony, hig folyadék, 19°50-on forr; nedves levegőn erős ködöt képez. Gőze felette maró és belehelve még kis mennyiségben is igen ártalmas. Vízben igen bőven oldódik és oldata szintelen, erős sav, mely ha elég tömény, füstölög. Sokban hasonlít a sósavhoz.

Nevezetes tulajdonsága, hogy a kovasavat és kovasavas vegyületeket igen erélyesen megmarja; ilyenkor a HF-gáz fénytelen, a vizes oldat némileg fénylő és átlátszó marási foltokat okoz. A hatás folytán fluorsilícium-gáz és víz képződik: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. A HF által megmart homályos foltokon a silíciumfluorhydrogen-savnak K, Na és Ca sói is képződnek. E tulajdonságáért a HF-ot hőmérők, barometerek, mérő lopók és a legkülönb-féle üvegtárgyak osztályzattal vagy rajzokkal való ellátására alkalmazzák. Az ily tárgyakat viaszszal vagy lakkal vékony rétegben bevonják és e rétegbe karczolják, illetve rajzolják a jeleket és rajzokat, melyeket aztán a HF (vagy a vele készített u. n. üvegjelző, üvegetető tinta) maradandóan megrág, holott a védő réteg alatt az üveg változatlan marad. Hasonló elv alapján alkalmazzák a HF-ot savakban nem oldható kovasavtartalmú ásványok porának foltására, vagyis oldhatóvá tételére, mikor ezeket chemiai analysisnek vetik alá.

A HF oldatát üvegedényben készíteni és eltartani nem lehet; rendszerint guttapercha-palaczkot szoktak e célra használni.

A fémek fluoridjai többnyire vízben oldhatatlanok, még a CaF_2 is; oldhatók azonban az alkali-fémek, az ammonium és az ezüst fluoridjai.

Halogen-elemek. A Cl, Br, J és F együtt a *haloid-* vagy *halogen* (sóképző, mert fémmel sót képez) elemek csoportját képezik. Ezek a legerélyesebb nemleges elemek. Erélyesség tekintetében legelől áll a F, utána a Cl, aztán a Br, leghátul a J. Az erélyesség tehát az atom-súly növekedésével csökken, az illékonyssággal emelkedik. A F egyébként a többi 3 elemtől sokban elütő sajátságokat mutat és így nem illik teljesen a halogen-elemek közé.

Kén. (Sulfur.).

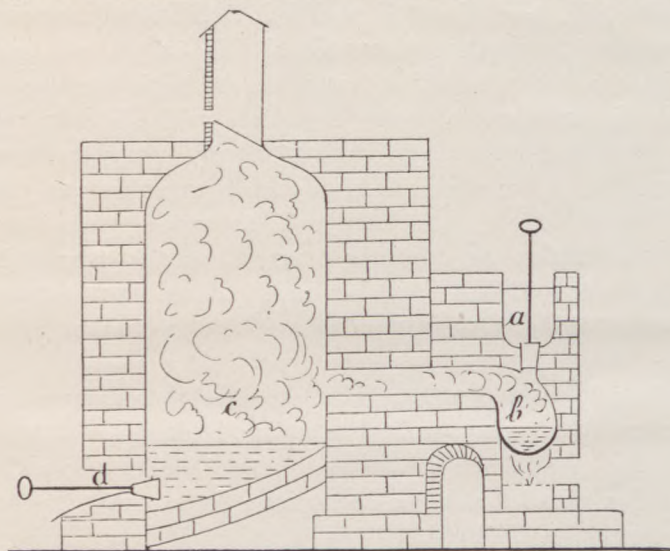
S = 32.06.

Elemi állapotában vulkánok közetei közt igen nagy tömegekben található, de egyes vegyületei is igen elterjedtek, a milyenek a nehéz fémek sulfidjai és némely fémeknek a sulfatjai (p. a CaSO_4 = gipsz). Vulkánikus gázokban a SO_2 , az organikus vegyületekben pedig a fehérje-félék szintén kéntartalmúak.

Készítése egyes vulkáni vidékeken nagyban történik. Az európai szük-

ségletet jóformán a sicíliai kéntelepek fedezik, a hol a vulkáni kövekből kiolvasztott nyers kén sublimatio révén tisztítják meg. (10. ábra). Ez alkalommal az *a* medenczében megolvasztott kén a *b* retortába bocsáttatván és ott forrásig hevítettvén, gőze tágas kamarába *c* jut, a melyben lecsapódva a *kénvirágot* (flores sulfuris = sulfur sublimatum) képezi. Későbbben, ha a forró gőzöktől a kamara hőmérséklete a kén olvadáspontjáig emelkedik, cseppfolyós kén csapódik le, melyet (*d* nyíláson leeresztve) formákba öntenek és mint kénrudakat árusítanak el.

A szállasztott kén sohasem tiszta; leggyakoribb tisztátalanság benne az arsensulfid, mely a kén állandó kísérője. A kénvirág azonban még savanyú kémhatású is a hozzátapadó kénsavtól, mely a szállasztáskor a kén kis részének elége folytán képződő kéndioxidból, a levegő víz- és oxygen-



10. ábra.

tartalmának hatására keletkezik és mint nem illékony vegyület a kénhez tapad. Ez okokból a gyógyszerkönyv elrendeli a kénvirág megtisztítását oly formán, hogy azt vízzel feleresztve szitán törjük át, hogy csomók ne maradjanak benne, aztán annyi maró ammonia-oldattal keverjük, hogy lúgos kémhatásúvá válják. 24 óra alatt az ammonia nemcsak a kénsavat közönbösíti és változtatja át vízben oldott kénsavas ammoniummá, hanem az arsensulfidot is feloldja. Ez idő elteltével szűrőre öntjük az egészet és a folyadék lecsorgása után lepárolt vízzel alaposan megmossuk, a nedves ként kiszároljuk és szétteregtetve enyhe melegben megszikkasztjuk. Átszitálás után ez lesz a megmosott szállasztott kén (sulfur subl. lotum).

A szállasztott kénből készítik a *lecsapott ként* vagyis *kén-tejet* (sulfur praecipitatum = lac sulfuris). E célból 5 s. r. kénvirágot és 2 s. r. friss égetett mészből 12 s. r. vízzel készített oltott meszet $[Ca(OH)_2]$ jól összekeverünk és

50 s. r. vízzel feleresztve, vasserpenyőben forraljuk az elpárolgó víz pótlása mellett addig, míg a kén feloldódott és a folyadék vörös-barna színűvé vált. Ilyenkor az oldatban calciumpentasulfid (ötös kéncalcium) és calciumthiosulfat foglaltatnak a következő egyenlet értelmében: $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 12\text{S} = 2\text{CaS}_5 + \text{CaS}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. A megülepített folyadék leemelt tisztája azonos a solutio belgica seu Vleminxi néven ismert hivatalos készítménnyel. Ebből úgy kapni a kén-tejet, hogy az erősen lúgos oldathoz jó légvonatos helyen (vagy a szabad levegőn) annyi sósavat (k. b. 7 s. r. conc. sósavat, 3-szor annyi vízzel feleresztve) keverünk, hogy a folyadék még mindig gyengén lúgos kémhatású maradjon; ez esetben a sósav csak a calciumpentasulfidot bontja el, melyből most fehér tejes zavarosodást okozó s finom eloszlású szilárd kén válik ki, miközben még átható, záptojásra emlékeztető szagú kénhydrogen-gáz és a folyadékban oldva maradó calciumchlorid képződik: $\text{CaS}_5 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + \text{S}_4 + \text{CaCl}_2$. Több sósav a calciumthiosulfatból (sőt az ebből keletkező SO_2 és a fenti egyenlet szerint kiváló H_2S egymásra hatása folytán) is választana ki tapadós és a készítmény jóságát csökkentő ként, de meg a netán jelenlévő oldott arsen-vegyületet is megbontaná s abból arsensulfidot választana ki, a minek a készítménybe jutását kevesebb sósav alkalmazása esetén biztosan elkerülhetjük. A szűrőre öntött tejszerű folyadékból a kén a szűrőn marad vissza, melyből a hozzátapadó folyadékot lepárolt vízzel gondosan kimossuk, minek megtörténte után kisajtoljuk, vékonyan szétterítve enyhe melegben megszáritjuk, és szétdőrszölve, mint igen finom, fehér vagy sárgás-fehér, nem kristályos (amorph) port, »lecsapott kén« (sulfur praecipitatum) névvel megjelölve, a hivatalos készítmények sorában elhelyezzük.

A kénnek többféle módosulását ismerjük, ezért többalakúnak (polymorph) mondjuk. Legállandóbb módosulata a rhombos rendszerben kristályosodó kén, mely a közönséges kén főtőmegét teszi ki; ez széndisulfidban (CS_2) jól oldható és abból szép rhombos kristályokban válik ki. A megolvastott kén lassú lehűlésekor képződő kén az egyhajlású rendszerbe tartozik; ez is oldható széndisulfidban, de lassanként rhombos kéné válik át. A forrásig hevített kén gyors lehűtése folytán (pl. hideg vízbe történt csorgatásakor) képződő kén áttetsző, nyulós, nem kristályos (amorph), melynek egy része CS_2 -ban oldhatatlan. Lassanként ez is átváltozik átlátszatlan, sárga, közönséges (rhombos) kéné. Egyébiránt a kénvirág is CS_2 -ban oldható és abban oldhatatlan kén keveréke.

A közönséges (rhombos) kén halvány sárga (kénsárga) színű, kristályos szerkezetű test, mely merev, csekély szilárdságú, rossz meleg- és elektromosság-vezető. Fajsúlya: 2. 114°-on megolvad halvány sárga hig folyadékká; magasabb hőmérsékleten (160°-on túl) sötétebb színt ölt és megvastagodik; 220–250°-on sötét vörös-barna színű és annyira sűrű, hogy folyékonyságát jóformán elveszti; még erősebben hevítve, némiképpen meg-hígul és 448°-on forrásba jön és sötét barna színű, nehéz gőz képződik belőle. A levegőn hevítve, már 250°-körül meggyulad és alig világító kékes lánggal

ég; ilyenkor fojtó, köhögésre ingerlő szagú kéndioxid-gáz (SO_2) képződik belőle. A szokottabb oldószerekben jóformán oldhatatlan; leginkább oldja a széndisulfid (CS_2) meg a kénchlorid.

Magasabb hőmérsékleten a legtöbb fémmel hevesen egyesül, sőt a nemleges elemekkel is.

Oxygen-mentes vegyületeiben többnyire 2-vegyértékűnek tekintjük, ellenben oxidjaiban mint 4-és 6-vegyértékű gyök viselkedik; így 4-vegyértékűnek tekintjük a kéndioxidban (SO_2), 6-vegyértékűnek a kéntrioxidban (SO_3) és ezek származékaiban.

Kén és hydrogen.

Két vegyület tartozik ide; az egyik a *kénhydrogen*-gáz: H_2S , a másik a *hydrogenpersulfid*: H_2S_5 vagy mások szerint: H_2S_2 .

Hydrogensulfid (*kénhydrogen-gáz*), H_2S . Vulkáni gázokban és az u. n. kénes ásványos vizekben található. Eredetét gipszből (CaSO_4) szinités útján képződött calciumsulfid (CaS) és szénsav egymásra való hatásából magyarázhatjuk: $\text{CaS} + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{S}$.

Kéntartalmú szerves anyagoknak: a fehérje-nemű vegyületeknek rothadásakor keletkezik. Megkapjuk az elemi alkotórészekből is, ha hydrogen-gázt forrásban levő kénen hajtunk át, vagy a hydrogen-gáz és kén-gőz keverékét 400° -ra hevített horzsakövön szorítjuk át. Vízgőzből és kénből is keletkezik a kén forráspontja körül. Ugyancsak, ha megolvasztott ként valamely szerves anyaggal, p. paraffinnal, glycerinnel stb. hevítünk.

Készíteni rendszerint ferrosulfidból vagy antimonsulfidból szoktuk, úgy, hogy az előbbire mérsékelt töménységű sósavat vagy kénsavat öntünk a H-fejlesztésre használt készülékhez hasonlóban, az utóbbit meg töm. sósavval melegítjük. A hatás: $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + \text{FeCl}_2$ vagy $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$; illetőleg: $\text{Sb}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$. Az utóbbi eljárás tisztább gázt szolgáltat. (Azon fém-sulfidok, melyekből a savak H_2S -ot nem fejlesztenek, a savban oldható fém jelenlétében szintén H_2S -ot adnak, mely a fejlődő H szinitő hatása folytán képződik; így pl. PbS , Zn és HCl kénhydrogent fejlesztenek.) A vassulfidból fejlesztett H_2S , a sulfidban levő fémvas és sav egymásra hatása folytán, mindig hydrogen-gázt tartalmaz.

A kénhydrogen szintelen gáz; sajátos szaga van, minő a rothadás folytán H_2S -t fejlesztő tojáson érezhető. A levegőnél 1.177-szerre sűrűbb. Belehelve egészségtelen, sőt nagyobb mennyiségben mérgező hatású. Gyenge savként viselkedik, a lakmuszt megvörösíti; a H-t fémeikkel lehet benne helyettesíteni, midőn fém-sulfidok képződnek. A kénhydrogent meg lehet gyűjtani és elégetni; 2 térf. H_2S és 3 térf. oxygen-gáz keveréke meggyújtatván, robbanással ég el vízzé és kéndioxiddá: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$. Kevesebb oxygen jelenlétében tökéletlen eléégés folytán kén válik ki belőle. Hűtés és nyomás alatt folyadékká sűrűsíthető (forrásp. -61.8°), sőt meg is fagyasztható.

Vízben a H_2S meglehetősen oldható; közönséges hőmérsékletű víz mintegy 3 térfogatot képes oldani. A telített vizes oldat a gyógyszerkönyv szerint hivatalos kémlelő szer: **aqua hydrosulfurata**, melylyel a savakban és a könnyű fémek sóiban tisztátalanságként előforduló nehéz fémek után kutathatunk. A kénhydrogenes vizet teletöltött és jól bedugaszolt palaczkokban hűvös helyen kell tartani, mert a levegő (oxygen) hatására kénkiválás közben meggyengül és később teljesen elbomlik: $\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$; világosság a bomlást még gyorsítja. Az oxygenhez való vonzódása alapján a H_2S számos oxygen-tartalmú vegyületre redukáló hatással van.

A sulfidok képződhetnek fémekből, illet. nemleges elemekből és kénből közönséges hőmérsékleten (pl. CuS , HgS), vagy magasabb hőmérsékleten (pl. FeS , PbS , SnS , Bi_2S_3 , Sb_2S_3 , As_2S_3 , P_2S_3); ugyancsak fém-oxidból és kénből hevítéssel (pl. $2\text{CuO} + \text{S}_2 = \text{SO}_2 + \text{Cu}_2\text{S}$); alkali-fémek carbonatjából és kénből (l. kalium sulfuratum); fém-hydroxidokból és kénből (l. calc. oxy-sulf.); fém-hydroxid-oldatból és H_2S -ből (l. ammon. sulfuratum); nehéz fémek vegyületeinek híg oldataiból H_2S -gázzal vagy oldható sulfiddal (pl. amm. sulfiddal) cserebomlás útján; sulfatokból szénnel való hevítés útján (pl. $\text{CaSO}_4 + 2\text{C} = 2\text{CO}_2 + \text{CaS}$).

Hydrogenpersulfid, H_2S_5 vagy H_2S_2 (?), képződik, ha calciumpentasulfid oldatát conc. sósavba öntjük: $\text{CaS}_5 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S}_5$; fordítva: a sósavat öntve a sulfid oldatába, kénhydrogen-gáz képződik és kén válik ki: $2\text{HCl} + \text{CaS}_5 = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{S}_4$ (kéntejkészítés).

A hydrogenpersulfid olajos, sárga cseppekben válik ki, mely csakhamar bomlani kezd kénhydrogenre és kénre ($\text{H}_2\text{S}_5 = \text{H}_2\text{S} + \text{S}_4$), úgy hogy mindig tartalmaz ként is oldva. Éppen ezért nem biztos az alkata, és többek szerint az nem H_2S_5 , hanem H_2S_2 , mely azonban ként tartalmaz oldva már a készítése ($\text{CaS}_5 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S}_2 + \text{S}_3$) folytán.

Kén és oxygen.

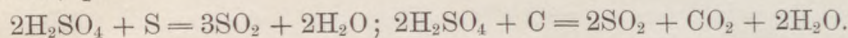
A kénnek négy oxidja ismeretes, u. m. a *kén-sesquioxid*, S_2O_3 ; a *kéndioxid*, SO_2 ; a *kéntrioxid*, SO_3 és a *kénheptoxid*, S_2O_7 ; az első nem savképző, a 3 utóbbi savképző, melyeknek a *kén-sav*, H_2SO_3 , a *kén-sav* H_2SO_4 és a *perkén-sav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ vagy HSO_4 felelnek meg. Ezeken kívül még további 6 oxygen-tartalmú savja ismeretes, melyeknek anhydridjeik nincsenek; ezek: a *thiokén-sav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$; a *hydrokén-sav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$; a *dithionsav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$; a *trithionsav*, $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_6$; a *tetrathionsav*, $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ és a *pentathionsav*, $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$.

Kén-sesquioxid, S_2O_3 , akkor képződik, ha száraz kénvirágot kéntrioxidban oldunk. Kék színű cseppek válnak ki, melyek a kéntrioxid óvatos elpárologtatása után bomlékony, malachit-színű zöld anyaggá merednek meg.

Kéndioxid és kén-sav. A *kéndioxid* vagy anhydro-kén-sav (kén-sav-anhydrid), SO_2 , régen ismeretes, mint a kén elégeésekor keletkező gáznemű termék.

Vulkáni gázokban, esetleg a szomszédos vizekben foglaltatik.

Kénnek és sulfidoknak oxidáció (égési vagy pörkölési) terméke. Különösen a kén elégetésekor képződik. Kénsavból és sulfatokból színtő anyagok (S, C, Cu, Zn, Fe stb.) hatására kivált magasabb hőmérsékleten képződik; pl.:



Többnyire conc. kénsavból rézzel (vagy higanynyal) melegítéssel fejlesztjük: $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Ilyenkor a réz megfeketedik és csak részben oldódik, mert rézsulfid is képződik és ez a további hatást megakasztja: $5\text{Cu} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cu}_2\text{S} + 3\text{CuSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$.

A kéndioxid szintelen gáz, mely, ha beleheljük, rendkívül fojtogat és görcsös köhögésre ingerel; igen egészségtelen. Nem ég és az égést sem tápálja. A kén benne 4-v.-é.: $\text{O}=\text{S}=\text{O}$. Aránylag könnyen megsűrűsíthető (—10°-on) szintelen folyadékká, mely —8°-on forr, —76°-on megfagy.

Száraz SO_2 oxygen-gázzal nem egyesül, de erős hevítésre — kivált platina vagy más közvetítő (kontakt anyag) jelenlétében — azzal kéntrioxidot ad. Némely állati vagy növényi színes anyagokat elhalványít. Ezért selyemnek, szalmának stb. halványítására használják. Gombaölő hatása alkalmassá teszi a penészedés megakadályozására, erjedések megakasztására.

Vízben meglehetősen oldható; a 10°-os víz mintegy 50, a 17 fokos mintegy 40 térfogatot old belőle. Az oldat kéndioxid-szagú savanyú folyadék, melyben *kénnessav*, H_2SO_3 , van: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$. A kénnessav meglehetősen könnyen elbomlik kéndioxidra és vízre és éppen ezért tiszta állapotban vízmentesen nem is kapható meg. Könnyen oxidálódik kénsavvá: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$. Ez már a levegő hatására is megtörténik, habár lassacskán; de oxidáló testekkel (u. m. salétromossav, salétromsav, alchlorosav, jodsav, chromsav, permangansav, chlor, brom, jod stb.) azonnal. Ezért a kénnessav (és sói) színtő hatású szer, melyet a jodometriában is alkalmaznak a jod elszíntelenítésére: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HJ}$. Kénhydrogennel kölcsönösen ként választanak ki egymásból: $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}_3$.

Egyébként a szénsavnál erősebb, de általában gyenge 2-v.-é. sav, melynek szabályos sói (sulfít-ok) és savanyú sói (hydrosulfít-ok) ismeretesek, pl. Na_2SO_3 és NaHSO_3 . A szabályosak közül csak az alkali-fémek sói oldhatók, holott a savanyú sók mind oldhatók vízben és kénnessav-szagúak. A kénnessavban a

S 4-v.-é., a mint azt a kénnessav szerkezeti képletei mutatják: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{S} - \text{O} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ és

$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{S} - \text{O} \\ | \\ \text{O} - \text{H} \end{array}$ Az aethyl-(C_2H_5) vegyületei szerint mind a kétféle sav létezhetik, melyek egymással isomerek.

A sulfítok erősebb savakkal, pl. sósavval kénnessavat fejlesztenek, mely szagáról könnyen felismerhető.

Kéntrioxid, kénsav és pyrokénsav. A *kéntrioxid* (kénsav-anhydrid), SO_3 , a kénnek oxygen-gázban való elégetésekor képződő SO_2 -ban is foglaltatik csekély mértékben ($\text{SO}_2 + \text{O} = \text{SO}_3$), de könnyen keletkezik, ha SO_2 és oxygen-gáz keverékét mérsékelten hevített platinás aszbeszten vezetjük át.

Úgy is készíthetni a SO_3 -ot, hogy pyrokénsavat hevítünk; ebből H_2SO_4 visszamaradása mellett SO_3 párolog át: $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$. Angol kénsavból csak igen erőlyes vízelvonó anyagokkal — minő a phosphorpentoxid — kaphatni SO_3 -ot. Vízmentes fém-sulfatokból, pl. ferrisulfatból, erős hevítésre szintén SO_3 képződik: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$.

A kéntrioxid igen finom, fehér kristálytűket képez; már 16° -on megolvad. Ha a levegőből parányi vizet vett fel, akkor oly kristályos tömeget képez, mely csak 46° -on olvad meg.

A kéntrioxid vízzel rendkívül hevesen egyesül kénsavvá: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$; BaO-dal BaSO_4 -tá stb. A kén benne 6-v.-é.: $\text{O} < \text{S} \equiv \text{O}$.

A *kénsav*, $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$, már a XV. század óta ismeretes vegyület; ez időben *Basilius Valentinus* vízmentes vitriolból és kovakőből (SiO_2) készítette és a híg oldatot »Mercurius philosophorum«, a töménytet »Sulphur philosophorum« névvel jelölte. Későbbben e nevek helyett »Spiritus vitrioli« és »Oleum vitrioli« elnevezések lettek használatosak. Mikor későbbben a XVIII. század közepén Angliában vitriol helyett kénből és salétromból kezdték azt készíteni, a vitriol-olaj helyett az *angol kénsav* elnevezés jött divatba.

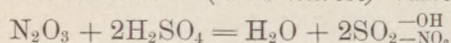
A kénsav, mint vulkáni termék, némely helyen vízben oldva és rendkívül hígítva található; így Dél-Amerika némely folyóiban. Sói (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu-sulfatok) igen elterjedtek.

Képződik csekély mennyiségben és hosszú idő alatt kénvirágból is, ha az nedves levegőn oxidálódik; magas hőmérsékleten (200° -on, zárt térben) elegendő vízzel még könnyebben történik az.

Készítése a kénsavkamarákban (11. ábra) gyári eljárás szerint óriási arányokban történik; magában Angolországban hetenként legalább 20 millió kgr.-ot készítenek. A gyártási eljárás lényege az, hogy a SO_2 -ot víz jelenlétében salétromsavval kénsavvá oxidálják és a salétromsavból képződő nitrogen-oxidot a levegő oxygen-tartalmával ismételten hatásképpé teszik, úgy, hogy aránylag kevés salétromsavval sok kénsavat készíthetnek. A gyártásnál végbemenő vegyi folyamatokat többféleképpen értelmezik; Lunge szerint az a következő: A salétromsav a kéndioxiddal és vízzel kénsavat és nitrogen-trioxidot termel: I. $2\text{HNO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3$. A nitrogen-trioxid kéndioxiddal víz és levegő (oxygen-gáz) jelenlétében nitrokénsavvá változik: II. $2\text{SO}_2 + \text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_2\text{--}\overset{\text{OH}}{\text{NO}_2}$; ez azonban több vízzel kénsavat és ismét N_2O_3 -ot ad: III. $2\text{SO}_2\text{--}\overset{\text{OH}}{\text{NO}_2} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3$. Most azután szakadatlanul a II. és III. egyenletek szerint megy a hatás.

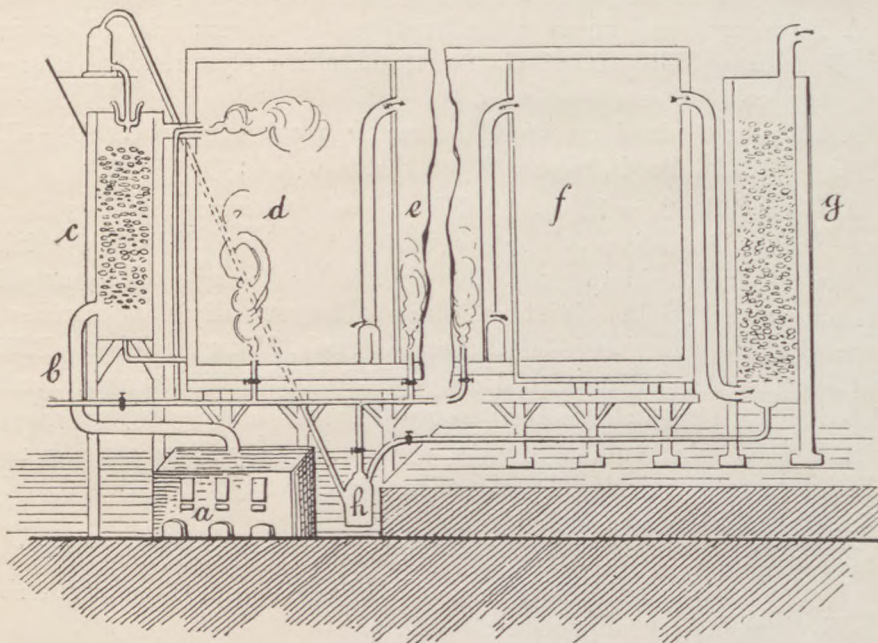
A II. egyenlet szerint szükséges oxygent szolgáltató levegőben foglalt nitrogen-gázzal együtt végül eltávozó N_2O_3 megmentése végett a gázokat

az u. n. Gay-Lussac-toronyba vezetik, (11. ábrán *g*), a hol az ott lecsurgó kénsav azt leköti és nitrokénsavvá (u. n. *nitrose*) változtatja át:



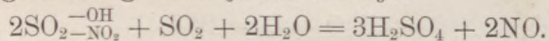
Azonban kevés salétromsavvesztés mégis beáll, mert kevés NO (esetleg N_2O) gáz eltávozik.

A Gay-Lussac-toronyból kikerülő nitrose-t (a *h* gyűjtőből, esetleg vízgőz-nyomással) az u. n. Glover-toronyba *c* szorítják, a hol az a kénsavkamarákba igyekező gőzök révén ismét az üzembe kerül.



11. ábra.

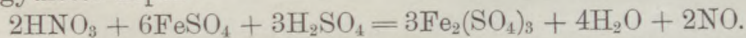
A gyártás menete a következő: Kén elégetése vagy vaskovand (pyrit FeS_2) pörkölése révén (11. ábrán *a* kemenczében) SO_2 -gáz képződik, mely egy hosszabb *b* csatornán át (a hol a benne levő szilárd pornemű anyagokat hátrahagyja) a Glover-toronyba *c* jut. E közben levegővel keveredik és NaNO_3 és kénsav melegített keverékéből salétromsavgőzt vesz magába, melylyel a fentebb ismertetett I. egyenlet szerint kénsavat és N_2O_3 -gázt képez. A gázkeverék a Glover-toronyban a nitroseval (nitrokénsavval) bensőleg érintkezik és abból a nitrogent NO-gáz alakjában elvonja:



Ezzel együtt belép az ólommal bélelt első kénsavkamarába *d*, miközben az eredeti 340° hőmérsékletéről lehűl mintegy 74° -ra. A magával vitt NO gázból a levegő oxygenjével NO_2 lesz. A kénsavkamarák száma rendszerint 3; ezek közül az első *d* és az utolsó *f* kisebb, mint a középső *e*, melyben

leginkább megy a folyamat (a rajzban ez nincs teljesen kirajzolva); a kamarák tág ólomcsövek révén közlekednek egymással. A kamarákba állandóan meghatározott mennyiségű vízgőzt kell juttatni, hogy a fent leírt II. és különösen a III. folyamat akadálytalanul menjen végbe. A bevezetett vízgőz hatására ugyanis a nitroseból származó NO_2 és a salétromból keletkezett N_2O_3 egyaránt nitrokénsavvá változnak; nevezetesen az NO_2 a következőleg: $2\text{NO}_2 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O} = 2\text{SO}_2\text{--}\overset{\text{OH}}{\text{NO}_2}$; az N_2O_3 pedig a fentebb megismertetett II. egyenlet szerint. A nitrokénsav aztán a III. egyenlet szerint kénsavképzés mellett ismét N_2O_3 -dá lesz, mire aztán ismét a II. és III. egyenletek szerint foly a további hatás. Ha kevés a víz, akkor a nitrokénsav nem bomolhat el a III. egyenlet szerint, sőt kristályosan kiválk (u. n. kamara-kristályok). A képződött kénsav a víz fölöslegével mintegy 64%-os folyadékot képez; ez az u. n. kamara-sav.

A kamarákból kikerülő és legfeljebb 64%-os (1.53—1.55 fajsúlyú) savat eleintén lapos és széles ólomtálakban hevítik, míg vízvesztés folytán 1.7 fajsúlyú lesz; e közben semmi kénsav sem párolog el. A további töményítést csak üveg- vagy platinaretortákban lehet folytatni, mert az 1.7 fs.-nál erősebb meleg sav az ólmot nagyon erősen megtámadja. A platinaretortából erősebb hevítésre kevés kénsavat tartalmazó víz párolog át, mindaddig, míg a sav fajsúlya 1.842-re emelkedik. Ez az u. n. nyers kénsav, melyet ipari célokra többnyire használnak. Ebben mindig van oldva kénsavas ólom, melytől csak lepárlás útján lehet megszabadítani. Ilyen lepárolt sav a gyógyszerkönyv hivatalos ac. sulf. conc.-a is. Ennek sem ólmot, sem salétromos- vagy salétromsavat, sem pedig As-t nem szabad tartalmaznia; tehát az ötször annyi vízhez kevert és lehűtött savnak sem aqua hydrosulfurata-val nem szabad sötét színt öltenie (PbS), sem a hígításkor fehéres zavarodást adnia (sok PbSO_4 , mely híg savban oldhatatlan), sem pedig a sósavnál leírt Haager-Gutzeit-próba szerint As-t tartalmaznia. A salétromsav kimutatása végett a conc. kénsav fölé vasgálicz-oldatot rétegezünk; az érintkezési felületen sötét barna-fekete színeződésnek állás közben sem szabad mutatkoznia. Ha ugyanis salétromsav van jelen, ez a FeSO_4 egy részét ferrisulfattá oxidálja, maga pedig NO gázzá lesz, mely a vasgáliczczal bomlékony sötét színű vegyületet képez:



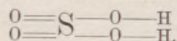
A tiszta conc. kénsav szintelen, olajsűrűségű folyadék (fajsúlya 1.84), mely kevés vizet mindig tartalmaz és ettől hevítéssel meg nem szabadítható. A hiv. tömény sav 94%-os, a híg (ac. sulf. dil.) 10%-os. A 94%-os sav forráspontja 288.5°-on fekszik. Desztillációkor elbomlik (dissociál) SO_3 -ra és H_2O -re (melyekből lehűléskor ismét H_2SO_4 képződik); izzási hőmérsékleten SO_2 -ra, H_2O -re és O -re. A kénsav vízzel keverhető, de ilyenkor igen erősen megmelegszik; ezért csak óvatosan és nyílt porcellántálban vagy fazékban szabad a kénsavat hígítani, mely alkalommal a vízbe a kénsavat folytonos kavarás közben és csak részletekben szabad adni; ellenben

gyors összekeveréskor, kivált ha a savba öntjük a vizet, a folyadék oly meleg lesz, hogy az utána öntött víz hirtelen fölforr és a sav szétfreccsen. A vízhez való vonzódása folytán a conc. kénsavat oly folyadékok vagy gázok szárítására szokás alkalmazni, melyekre chemiai hatással nincs. Ha pedig czukorral, fával és számos más szerves anyaggal (kivált szénhydrattal) keverjük vagy melegítjük a conc. kénsavat, azokból a víz alkatrészeit (H-t és O-t) elvonja és így az elroncsolt szerves vegyületből csak szén marad vissza, vagyis elszenesedik, elfeketedik. Ezért a kénsav, ha por, pizsok kerül bele: sárgás, barnás színt kap; ilyen a nyers kénsav. A kénsav egy molekula vízzel kristályosítható hidratot képez; ez az u. n. dihidrat:

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (talán $\text{O} = \text{S} \begin{smallmatrix} \text{OH} \\ \text{OH} \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$), mely 8° -on olvad meg; ezenkívül 2 mol. vízzel képezi az u. n. trihidrat-ot $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ [talán $\text{S}(\text{OH})_6$].

A kénsav igen erős, maró sav, mely híg állapotában az érélyesebb fémeket H-fejlődés mellett sulfatokká alakítja: így a Zn-et, Fe-et (l. a H-nél) stb., ellenben a Cu, Pb, Hg, Ag, Au és egyebekre nem hat. A conc. H_2SO_4 úgy az érélyesebb mint a többi fémekkel (Au és Pt kivételével) melegítéskor SO_2 -fejlődés mellett képez sulfatokat (l. a Cu-nál). A kénsav magas forráspontja alapján az illékony savakat (sósav, salétromsav, eczetsav stb.) sóikból szabaddá teszi, melyek a képződő fém-sulfatról átdestillálhatók; ezért e savak készítésére használatos.

A kénsav 2-v.-é.; tehát szabályos és savanyú sókat alkot. A kén benne valószínűen 6-v.-é. a köv. szerkezet szerint:



A kénsavas sók vízben többnyire oldhatók; nem oldhatók a BaSO_4 , SrSO_4 és PbSO_4 ; rosszul oldható a CaSO_4 .

A kénsav és a fém-sulfatok oldatai Ba-sók [pl. BaCl_2 vagy $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$] oldataival fehér csapadékot: BaSO_4 -ot adnak, mely sósavban sem oldható. Erről felismerhetők.

A *pyrokénsav*, másképpen füstölő kénsav vagy szász (nordhauseni) kénsav, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 = \text{HO}-\text{S} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{O} \end{smallmatrix} \text{O} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{O} \end{smallmatrix} \text{S}-\text{OH}$, régóta ismeretes. Akkor képződik ha kéntrioxidot kénsavba vezetünk: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$. Jelenleg jóformán csak Csehországban készül, a hol a SO_3 -ot hevítéssel vitriolpalából készítik: $\text{Fe}_2\text{O}(\text{SO}_4)_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_3$.

A pyrokénsav olajsűrű, igen maró folyadék, mely a levegőn SO_3 -kiválás folytán erős ködöt terjeszt; többé-kevésbé barna színű a bele került és elszenesített szerves anyagoktól. Hevítve elbomlik SO_3 -ra és H_2SO_4 -ra. — Leginkább indigó oldására, ozokerit tisztítására stb. aránylag nem nagy mennyiségben használják.

Kénheptoxid és perkénsav. A *kénheptoxid*, S_2O_7 , kéndioxid-gáznak vagy kéntrioxidnak és oxygen-gáznak a keverékéből erős feszültségű csendes elektromos kisülések hatására képződik. H_2SO_4 elektromos vegybontásakor

is, de oldott állapotban. 0°-on kristályosan megmeredő sűrű folyadék (SO_3 -hoz hasonló), mely könnyen elbomlik SO_3 -ra és O-re. Vízrel O-fejlődés közben kénsavvá lesz: $\text{S}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$.

Savanyú kénsavas kaliumnak, valamint kénsavas ammoniumnak elektrolysise révén sikerült KSO_4 - és $(\text{H}_4\text{N})\text{SO}_4$ -alkatú sókat készíteni, melyek a HSO_4 -alkatú *perkénsav*-tól származnak.

Ezek közül a kalium-só vízben igen nehezen oldható. Ismeretes már az oldható Ba-só is, míg magát a savat megkapni sem e sókból, sem S_2O_7 -ből és vízből nem sikerült. A sók oxidáló hatásúak, melyek p. HCl -ből Cl -t fejlesztenek: $2(\text{H}_4\text{N})\text{SO}_4 + 2\text{HCl} = 2(\text{H}_4\text{N})\text{HSO}_4 + \text{Cl}_2$. Hevítve bomlékonyak.

Hydrokénessav és thiokénsav. A *hydrokénessav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$, akkor képződik, ha kénessavra fém-zink hat: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_3 + 2\text{H}$ és $2\text{SO}_2 + 2\text{H} = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Sárgás oldat, mely némelyek szerint H_2SO_2 -alkatú legyen. Úgy a sav, mint sói bomlékonyak, oxidáció folytán kénessavat adnak, ezért színtő hatásúak. (Kékfestésben az indigó elszíntelenítésére használják.).

A *thiokénsav*, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, úgy tekinthető, mint kénsav, melyben egy O kénnel van helyettesítve: $\text{O}=\text{S}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}-\text{H}$.

Maga a sav nem ismeretes, mert képződésekor kénessavra és kénre bomlik el: pl. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ és $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{S}$. Sói közt hivatalos a Na-só, mely krist. állapotban 5 mol. vizet tartalmaz: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$. Ezt a Leblanc-féle szódagyártás maradékaiból melléktermék gyanánt készítik. Átlátszó vagy áttetsző, színtelen, kristályos só ez, melynek oldata a jodometriában a jód elszíntelenítésére (mérésére) használatos; ilyenkor NaJ és tetrathionsavas natrium képződik: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{J} = 2\text{NaJ} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

Vizes oldatát mint fixáló sót a fotográfiában a képek állandósítására használják, mert a fény által nem érintett ezüstchloridot (vagy bromidot) kioldja a zselatinos rétegből; ilyenkor oldható vegyes só: a thiokénsavas natrium-ezüst képződik: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{AgCl} = \text{NaCl} + \text{NaAgS}_2\text{O}_3$; ez melegítésre trithionsavas natrium képződés közben ezüstsulfidot választ ki: $2\text{NaAgS}_2\text{O}_3 = \text{Na}_2\text{S}_3\text{O}_6 + \text{Ag}_2\text{S}$.

Thionsavak. Ezek gyakorlatilag nem fontos vegyületek. Egymáshoz közeli viszonyban állanak, mert mindegyikben bent van az 1-v.-é. (SO_3H) gyök egyszer, illetve kétszer s azonkívül még némelyekben 2-v.-é. S-atomok. A savak csak higabb vizes oldatokban léteznek, valamint sóikban. Melegítésre vagy töményítésre kénsavra, kénessavra és esetleg még kénre bomlanak el.

A *dithionsav* $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}=\overset{\text{O}}{\text{S}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}-\text{H}$, kénessavból manganperoxid hatására képződik: $2\text{SO}_2 + \text{MnO}_2 = \text{MnS}_2\text{O}_6$, ebből $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -dal a Ba-só: $\text{MnS}_2\text{O}_6 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{BaS}_2\text{O}_6$ s ebből kénsavval a dithionsav: $\text{BaS}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$. Bomlási termékei: $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$.

A *trithionsav* $\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}=\overset{\text{O}}{\text{S}}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{OH}}{\text{S}}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{S}}}=\overset{\text{O}}{\text{S}}$ Na-sója egyebek közt a thiokénsavnál emlí-

tett módon, ez utóbbi natrium-ezüst-tartalmú vegyes sójából képződik: $2\text{NaAgS}_2\text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S}_3\text{O}_6$. — A sav bomlási termékei: $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_6 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S}$.

A *tetrathionsav* $\begin{array}{c} \text{S}^{\text{O}}=\text{S}=\text{O}^{\text{H}} \\ | \\ \text{S}^{\text{O}}=\text{S}=\text{O}^{\text{H}} \end{array}$ natrium-sója szintén a thiokénsavas nat-

riumból J hatására keletkezik: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{J} = 2\text{NaJ} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$. A sav bomlási folyamata: $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S}_2$.

A *pentathionsav* $\text{S} \begin{cases} \text{S}^{\text{O}}=\text{S}=\text{O}^{\text{H}} \\ \text{S}^{\text{O}}=\text{S}=\text{O}^{\text{H}} \end{cases}$ kénhydrogenből és kéndioxidból vizes

oldatban képződik: $3\text{H}_2\text{S} + 4\text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}_2 + \text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$. Bomlási termékei: $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S}_3$.

Kén és halogenek, esetleg oxygen is.

Kénchloridok. Ide tartoznak a *kénmonochlorid*, S_2Cl_2 , mely állandó vegyület, a *kéndichlorid*, SCL_2 és a *kéntetrachlorid*, SCL_4 , melyek igen bomlékonyak. Monochlorid képződik, ha megolvasztott kénhez száraz Cl-gázt vezetünk. Az átpárolgó sárgás-vörös folyadék (csekély kénnel) desztilláció útján megtisztítható; vízzel lassan elbomlik sósavra, kéndioxidra és kénre: $2\text{S}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{SO}_2 + \text{S}_3$. A dichlorid képződik, ha a monochloridba 6–10°-on Cl-t vezetünk, a tetrachlorid akkor, ha a monochloridba –20°-on vezetünk chlort. Melegben mindjárt elbomlanak.

Kénoxychloridok. Ilyenek a *kénoxytetrachlorid*, S_2OCl_4 és a *thionylchlorid*, SOCl_2 . Utóbbi száraz kéndioxidból és phosphorpentachloridból képződik: $\text{SO}_2 + \text{PCl}_5 = \text{POCl}_3 + \text{SOCl}_2$; füstölő, fojtó szagú folyadék, melyből Cl-gázzal telített kénchlorid 250°-on az első adja: $2\text{SOCl}_2 + \text{S}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{S}_2\text{OCl}_4$. — Ide sorolhatók még egy $\text{S}_2\text{O}_3\text{Cl}_4$ - és egy $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ -alkatú vegyület is.

A kénsavnak is vannak chloridjai: vagyis a kénsav OH-csoportjai Cl-ral pótolhatók. Ilyenek az SO_2-OH és az SO_2-Cl . Az első, a *sulfurylhydroxylchlorid*, kéntrioxidból és száraz sósav-gázból jön létre: $\text{SO}_3 + \text{HCl} = \text{SO}_2-\text{OH}$. A másik, a *sulfurylchlorid*, kéndioxidból és Cl gázból fény hatására is képződik: $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$. Színtelen, füstölő folyadékok; vízzel kénsavat és sósavat termelnek.

Kénbromidok és jodidok. A kénnek brommal: S_2Br_2 , a joddal: S_3J_2 , S_2J_2 és SJ_6 -alkatú vegyületei ismeretesek.

A kénhez sok tekintetben hasonló elemek: a *selen* és a *tellur* — sem maguk, sem vegyületeik nem lévén a mi szempontunkból jelentősek — az ismertetésből kimaradnak.

Nitrogen.

N = 14.04

A nitrogen szabad állapotban főképpen oxygen-gázzal, vízgőzzel és kevés CO₂-dal keveredve a levegőben foglaltatik, melynek mintegy 78 térfogat-%-át teszi. Vegyületei közt az ásványországban a salétromsav sói és az ammonium-vegyületek a leggyakoribbak, melyek az élő szervezetek által produkált nitrogen-vegyületek és pedig leginkább a fehérje-félék bomlási termékeinek tekinthetők.

Leválaszthatjuk a levegőből, ha abból a többi elegyrészeket eltávolítjuk. Az oxygen-gázt elvonhatjuk izzó rézzel, égő phosphorral, lúgos pyrogallol-oldattal stb. A CO₂-ot lúgokkal, a nedvességet tömény kénsavval. A visszamaradó nitrogen-gáz azonban újabb vizsgálatok szerint argon-tartalmú. (L. alább a levegőnél.) — Chlormész-oldat ammonia-folyadékkal vagy ammonium-sókkal keverve nitrogen-gázt fejleszt, úgyszintén kaliumnitrit és ammoniumchlorid együttes oldata melegítésre: $\text{KNO}_2 + (\text{H}_4\text{N})\text{Cl} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{KCl} + \text{N}_2$.

A tiszta nitrogen szintelen, szagtalan, ízetlen gáz. Meg nem gyűjthető és az égést nem táplálja. Sűrűsége valamivel kisebb mint a levegőé. Megsűrűsíteni folyadékká csak a legutóbbi időkben sikerült igen nagy nyomás és hűtés együttes alkalmazása mellett. Vízben csekély mértékben oldható.

Vegyértéke 3 és 5. Közönséges hőmérsékleten vagy nem erősen hevítve meglehetősen közönbös elem, melynek vegyületei más elemekkel a kiválás pillanatában képződnek; igen magas hőmérsékleten azonban néhány elemmel (B, Si, Mg, Sr, Li stb.) képes egyesülni; villámlásoknál O-nel is N₂O₃-dá és NO₂-dá, illetve H-nel és O-nel salétromossavas ammoniummá (vagy csak ammoniává H₃N, mely aztán szénsavas ammoniummá lesz).

Levegő. A *levegő*, melyben mozgunk és élünk, melyet belélekzünk, több gáznak, gőznek sőt szilárd részeknek a keveréke. Földünket igen nagy magasságban veszi körös-körül. Minden egyes négyzetcentimeternyi felületre mintegy 1033 gramm súlyú levegő nehezedik rá. A levegő legsűrűbb legalsó rétegeiben, fölfelé folytonosan ritkul és bizonyos határon túl a benne való huzamosabb tartózkodás, éppen a nyomás elégtelensége miatt, veszélyes sőt halálhozó lehet. A levegő alkata (a 2 főbb alkatrész viszonyát tekintve) állandó. 100 térfogatában 21 térf. oxygen-gázt és mintegy 79 térf. nitrogen-gázt tartalmaz, melyben a legutolsó pár évben végzett beható vizsgálatok szerint közel 1 térf.-nyi (pontosabban 0.94 térf.) idegen gáz van; ez a nitrogennél még közönbösebb, úgy hogy izzó fém-magnesium által sem köthető meg. Ezt eddig ismeretlen újabb gáznemű elemi testnek kell tekintenünk, melyet *argon* néven iktattak be az elemek sorába. (Ebből újabban megint többféle gázt választottak le csekély mennyiségben; ilyenek a tulajdonképpen argonon kívül a *helium*, melyet pár ásványban is találtak, a *metargon*, *neon*, *krypton* és *xenon*.) Ennek tekintetbe vételével a levegő

nitrogen-gáz-tartalma 78 térf.- $\%$ -ra (pontosan 78.06 térf.- $\%$) tehető. — E fő elegyrészek mellett a levegőben változó (de általában igen tetemes) mennyiségű vízgőz, kevés széndioxid-gáz: CO_2 (0.03—0.04 térf.- $\%$ körül), csekély ammonium-vegyületek és felette finom lebegő szilárd részek (por, apró szervezetek stb.) foglaltatnak. — A levegőben a víz mennyisége az évszakok, áramlatok stb. szerint felette ingadozó. A széndioxid mennyisége sem állandó; zárt helyiségekben különösen lélekzés, égés és egyéb hasonló folyamatok folytán igen felszaporodhat.

A levegő az állati és növényi élő szervezetek lélekzésére nélkülözhetetlen. Az állati szervezetben a belehelt levegő oxygen-gáz-tartalmát a vér megköti és széthordja a szervezetben; ez felhasználván azt a felszívódott táplálék oxidálására (lassú. elégetésére), az oxidáció termékeit részben a vesék, részben a bőrfelület és jó részben a tüdők révén kiválasztja. A tüdők révén különösen nagy mennyiségű CO_2 jut a kilehelt levegővel a légkörbe, mihez járul a széntartalmú testek (tüzelő anyagok: fa, szén) elégetésekor, valamint a korhadás, rothadás, erjedés számos eseteiben keletkező széndioxid is. Minthogy azonban a zöld növényi részek meg éppen a szénsavat vonják el a levegőből és annak széntartalmát visszatartva, az oxygent jobbra elbocsátják: ez ellentétes folyamatok egymás hatását annyira ellensúlyozzák, hogy a levegőben az oxygen- és nitrogen-gáz viszonyát földünk bármely részén állandónak találjuk, a mint az a folytonos keveredést okozó légáramlatok mellett egyébként nem is képzelhető.

Nitrogen és hydrogen.

Három vegyületet ismerünk eddig, melyek e két alkatrészből állnak; ezek: az *ammonia-gáz*, H_3N , a *hydrazin*, H_4N_2 és az *azoimid*, HN_3 .

Ammonia, $\text{H}_3\text{N} = 17$. Már a XVII-ik században ismerték, de csak a XVIII-ik század végén kapták meg tisztán és állapították meg alkatát.

Az ammonia több vegyületét (ammonium-sókat, kivált a chloridot és sulfatot) működő vulkánok közelében kisebb mennyiségben találhatni. A levegőben is képződik csekély mennyiségű ammonia, melynek salétromossavas és szénsavas vegyületét az esővíz tartalmazza. (L. a nitrogennél.)

Ammonia képződik hydrogen- és nitrogen-gázból elektromos kisülések hatására, ugyancsak a nitrogennek oxygent tartalmazó vegyületeiből a kiválás pillanatában levő H hatására; valamint nagyobb mennyiségben N-tartalmú szerves anyagokból, ha azok bizonyos bakteriumok hatása folytán rothadnak vagy korhadnak, vagy ha a levegő kizárásával erősebben hevítettnek, mint pl. a kőszén u. n. száraz lepárlásakor vagyis a világító gáz gyártásakor lehet tapasztalni azt. A gáz-víznek nevezett folyadék, melyen a világító gáz megmosás céljából áthalad, egyéb kellemetlen szagú anyagok mellett sok ammoniát tartalmaz. Ha ezt a barna folyadékot mésszel hevítik, ammonia-gáz illan el. Ezt bizonyos mosó edényeken áthajtva, megtisztítják

és sósavba vagy kénsavba vezetik, melyekkel ammoniumchloridot vagy kénsavas ammoniumot képez: $\text{H}_3\text{N} + \text{HCl} = \text{H}_4\text{NCl}$, vagy $2\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4$. Ezekből égetett mészzsel történő hevítés útján (vasedényben) könnyen fejleszthető tisztán: $2\text{H}_4\text{NCl} + \text{CaO} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{N}$, vagy $(\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4 + \text{CaO} = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{N}$. (A kénsavas ammoniumot célszerű előbb conc. H_2SO_4 -val hevíteni, hogy a benne levő organikus anyagok elpusztuljanak és a mészzsel fejlesztett H_3N tiszta legyen). — Ha az ammonia-gázt vízzel elnyeletik, a kereskedésben kapható tömény ammonia-oldat képződik, melyből enyhe melegítésre szintén H_3N -gáz fejlődik.

Szintelen, sajátos, erős, szúrós szagú gáz, lúgos ízű, a levegőnél jóval kisebb sűrűségű, lúgos kémhatású (vörös lakmuszt megkékit); a levegőn közöns. viszonyok közt meg nem gyűjthető, az égést fent nem tartja. Oxygen-gázzal való keveréke meggyűjthető és robbanással égő gáz. Kis mennyiségben belehelve nem mérges; nagy mennyiségei ártalmasak, sőt fulasztó hatásúak. Nagy hűtés és esetleg nyomás alatt folyadékká sűrűsíthető, sőt meg is fagyasztható. (A folyékony ammonia forráspontja -75° ; az elpárolgotatásakor beálló erős hideget a jéggépekben víz fagyasztására vagyis mű-jég készítésére használják.) Nagy feszültségű elektromos szikrák hatására bomlik hydrogen- és nitrogen-gázra, ugyanigy rendkívül magas hőmérsékleten.

Vízben igen jól oldható, (0° -on 1 térf. víz mintegy 1000, köz. hőmérsékleten mintegy 600 tf. H_3N -gázt old). Az oldat a gázhoz hasonló szagú; a víznél annál kisebb fajsúlyú, minél több benne az ammonia. Föltételezzük, hogy az oldatban ammoniumhydroxid van, $[\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} = (\text{H}_4\text{N})\text{OH}]$, mely éppen oly lúgos vegyület, mint a KOH vagy NaOH. — Ez az oldat hivatalos szer *ammonia pura liquida* vagy *liquor ammonii causticus* név alatt. Ebben 10% ammonia-gáz foglaltatik; erős szúrós szagú és a lakmuszt megkékitő folyadék, mely hevítve maradék nélkül elillan; az esetleges szilárd maradék valamely ammonium-só, p. ammoniumchlorid vagy kénsavas ammonium lehet. Olyan szerves anyag ne legyen benne, mely az ammoniás ezüstnitrátból fém-ezüstöt választana ki; ezért néhány köbcentimetryi ammoniának pár csepp ezüstnitrát-oldattal megbarnulnia és megzavarosodnia nem szabad (organikus anyag), még akkor se, ha az oldatot híg HNO_3 -val túltelítjük (Cl-vegyület, melyből ammoniában oldható, de HNO_3 -ban oldhatatlan AgCl képződik). Erős ammonia-oldat chlor-gázzal fénytűnemény és gyöngye puffanás mellett sósavat és nitrogen-gázt képez ($\text{H}_3\text{N} + 3\text{Cl} = 3\text{HCl} + \text{N}$); fölösleges chlor-gázzal a veszedelmesen robbanó folyékony chlor-nitrogen, NCl_3 , képződik, valamint joddal a szintén robbanó szilárd jod-nitrogen. — Az ammonia, mint a bázisok, a savakat közönbösíti és azokkal u. n. ammonium-sókat képez, melyekben a K-hoz hasonló viselkedésű 1- v.-é. ammonium-gyök, H_4N , foglaltatik.

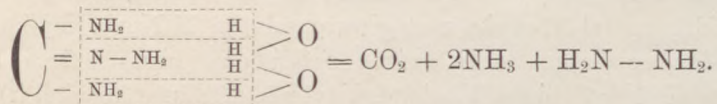
Az ammoniát felismerhetni szagáról, mely akkor is rögtön jelentkezik, ha az ammonium-sókat maró lúggal [KOH, NaOH vagy $\text{Ca}(\text{OH})_2$] lecsöp-

pentjük; az ilyenkor fejlődő H_3N -gáz a közelébe tartott és sósavval meg nedvesített üvegpálcza körül $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -ből álló fehér füstöt képez.

Az ammonia pura liquida-t számos más hivatalos vegyület készítéséhez használjuk. (Merc. pptus albus, alumina hydrica, liquor ferri oxydati stb.)

Hydrazin (*diamid*), N_2H_4 . Curtius fedezte fel 1889-ben.

Képződik egyebek közt guanidinból, ha ezt salétromsavval nitro-vegyületté alakítjuk, ezt színtjük amido-vegyületté és azt hydrolyssal elbontjuk:

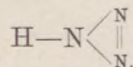


Tiszta állapotban nem ismeretes, csak a vízzel képezett vegyülete: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$, mely 118° -on forró folyadék. Savakkal jól kristályosodó sókat alkot.

Azoimid (*nitrogenhydrogen-sav*), N_3H . Curtius 1890-ben fedezte fel. Na-vegyülete képződik, ha (fém-natriumból és ammoniából készített) natriumamidra nitrogenoxidul-gáz hat: $\text{NaNH}_2 + \text{N}_2\text{O} = \text{NaN}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

A Na-sóból kénsavval az azoimid képződik: $\text{NaN}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HN}_3$.

Az azoimid víztiszta, rendkívül átható szagú folyadék, forráspontja 37° . Borzasztó robbanékony és ezért felette veszedelmes test. Igen erős sav, mely a sósavhoz sokban hasonló. Sókat képez, melyek szintén igen könnyen robbanó testek, kivált a vízben oldhatatlan ezüst-sója: AgN_3 , mely ütésre vagy melegítésre egyaránt hevesen robban. Az azoimid szerkezete:



Nitrogen és oxygen, esetleg hydrogen is.

A nitrogennek öt oxidja ismeretes: *nitrogenoxidul*, N_2O ; *nitrogenoxid*, NO ; *nitrogentrioxid*, N_2O_3 ; *nitrogentetroxid*, N_2O_4 , és *nitrogenpentoxid*, N_2O_5 . Az NO és N_2O_4 nem savas oxidok (nem anhydro-savak), ellenben a többi három anhydro-sav, mert vízzel a következő savakká egyesülnek: $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ (a valóságban ez nem megy), *nitrosylsav* vagy *alsalétromossav*; $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$ *salétromossav*; $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ *salétromsav*. Ezen kívül van egy H-t és O-t tartalmazó lúgos vegyület: a *hydroxylamin*, H_3NO .

Hydroxylamin, H_3NO . 1865 óta ismeretes, Lossen fedezte fel. Képződik egyebek közt salétromsavból fém-ón és sósav, — illetve az ezekből fejlődő H hatására, a kiválás pillanatában: $\text{HNO}_3 + 6\text{H} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{N} \equiv \text{OH}$.

Tiszta állapotában hidegben kristályosan megmeredő, felette nedvszívó, a levegőn szétfolyó test; 33° -on megolvad, 22 mm. nyomás alatt 58° -on forr.

90°-on túl gyorsan bomlik, 100°-on túl robban. Vizes oldata szagtalan, lúgos, savakkal egyesül. Erélyes színtő test, mely oxidáló testekből oxygent von el; nehéz fémek oldataiból alacsonyabb oxidot vagy fémet választ ki (pl. cupri-vegyületekből, teszem azt CuSO_4 -ból, vörös cuprooxidot, Cu_2O -t; ezüst-oldatból fém-ezüstöt.).

Nitrogenoxidul és nitrosylsav. A *nitrogenoxidul*-gázt (nitrogenmonoxid), N_2O , Priestley fedezte fel 1772-ben.

Legtisztábban megkapjuk, ha salétromsavas ammoniumot hevítünk: $(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_3 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$; a bomlás 170—260°-on veszély nélkül megy, erősebb hevítésnél a gáz NO-tartalmúvá lesz és robbanás következhetik be.

Vízben kissé oldható, szagtalan gáz (ha t. i. vasgálicz-oldattal megmosva NO-mentes). Kissé édeses íze és szaga van. Meg nem gyújtható, de az égő testek égését élénkíti (így égő P, égő S, parázsszal égő gyújtó, égő gyertya stb. vigabban égnék benne, mint a levegőn). Egyenlő térfogatú oxygen-gázzal keverve és meggyújtva, robbanással ég el.

Belehelve mérgező hatású; kis mennyisége egy időre érzéstelenséget okoz, ezért mint altatót rövid ideig tartó kisebb műtéteknél fogorvosok alkalmazták s elnevezték kéjgáznak. — Megsűrűsíthető folyadékká (forráspontja — 87°). Szerkezetét $\begin{array}{c} \text{N} \\ \parallel \\ \text{N} \end{array} \text{O}$ képlet szerint magyarázzák.

A *nitrosylsav* vagy alsalétromossav, $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$, szabad állapotban ismeretlen. Csak vegyületeit ismerjük 1871 óta. Ilyen képződik, mikor a natriumnitrit, NaNO_2 , oldatát natrium-amalgam, illetve az általa vízből fejlesztett hydrogen a kiválás pillanatában színti *natriumnitrosit*-tá: $\frac{\text{NaNO}_2}{\text{NaNO}_2} + \frac{2\text{H}}{2\text{H}} = 2\text{H}_2\text{O} + \frac{\text{NaON}}{\text{NaON}}$. A kapott oldatból, miután azt eczetsavval semlegesítettük, ezüstacetattal sárga csapadék: *ezüstnitrosit* válik ki: $\text{Ag}_2\text{N}_2\text{O}_2$. Ez hevítésre, esetleg ütésre is hevesen robbanó vegyület. A vegyületeiből savakkal szabadabbá tett nitrosylsav mindjárt elbomlik. N_2O -ból és H_2O -ból nem képződik a sav.

Nitrogenoxid (nitrogendioxid), NO. Régibb idő óta ismeretes gáz; jobban mégis Priestley óta. Tisztátalan NO képződik fémek hatására salétromsavból, pl. rézből és 1:2 fajsúlyú salétromsavból hűtés közben (erősebb sav és melegség sok N_2O képzésére ad okot); a hatás: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$. Ha a gázt vasgálicz oldatával elnyeletjük és a kapott fekete oldatból gyenge melegítéssel ismét kiűzzük, meglehetősen tisztán kapjuk meg. Ugyancsak elég tisztán képződik, ha porrátört vasgáliczra conc. kénsav és salétromsav elegyét csöpögtetjük: $6\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$. Más készítési mód: eczetsavba sárga-vérűgő és NaNO_2 együttes oldatát csepegtetjük: $2\text{NaNO}_2 + 2\text{K}_4\text{FeCy}_6 + 4\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = 2\text{NO} + 2\text{K}_3\text{FeCy}_6 + 2\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + 2\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Egészen tiszta gázt kapni, ha egy lombikot H_2SO_4 -val megtöltünk, $20/0 \text{NaNO}_2$ -ot és kevés Hg-t adunk hozzá s a fejlődő gázt KOH-on átvezetjük.

Szintelen gáz, mely a nedves lakmuszos papirost meg nem vörösíti (tehát nem savképző); levegőn azonnal megbarnul, mert az oxygen-gázzal egyesül NO_2 -dá. Meg nem gyújtható, égő gyertyát és ként kiolt, de élénken égő P tovább ég benne. Kevés széndisulfiddal (CS_2) összerázva (vagyis CS_2 -gőzzel keverve) és meggyújtva igen fényes kék lánggal ég el. Hydrogen-gázzal keverve és meggyújtva robbanás nélkül ég el, (mert a hydrogen-gáz csak a levegőből veszi fel az oxygent). FeSO_4 -oldatban fekete színnel oldódik; az oldatban nem állandó alkatú vegyülete van, mely könnyen elbomlik NO-ra és vasgáliczra.

Alkata a molekula-súly meghatározása alapján csak: $\text{N}=\text{O}$ lehet, vagyis a N 2-vegyértékű benne; vagy pedig $\text{N}\equiv\text{O}$, a midőn még egy telitetlen vegyértéke van. Kettős képlet szerint alkotott: $\text{O}=\text{N}-\text{N}=\text{O}$ vegyület máig ismeretlen.

Nitrogentrioxid és salétromossav. *Nitrogentrioxid*, salétromossav-anhydrid, N_2O_3 , képződik, ha oxygen-gázt NO-gáz fölöslegével ($2\text{NO} + \text{O} = \text{N}_2\text{O}_3$) vagy NO_2 -ot és NO-ot ($=\text{N}_2\text{O}_3$) izzó csövön áthajtunk, vagy ha salétromsavat As_2O_3 -dal desztillálunk: $2\text{HNO}_3 + \text{As}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{N}_2\text{O}_3$. Tisztán kapható, ha folyékony N_2O_4 -ot — 20° -ra lehűtött jégre csepegtetünk: $2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{N}_2\text{O}_3$; a képződő salétromsav alatt az N_2O_3 nagyobb része mint sötét kék folyadék különválva jelenik meg és 0° -on csak részben bomlik el ($\text{N}_2\text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{NO}$), de nagyobb része bomlatlanul átdestillálható erősen hűtött edénybe. — 10° -on szép indigószínű kék folyadék, köz. hőmérsékleten sárgás-zöld. 0° alatt forr, gőze jobbra NO_2 és NO-gáz keveréke, belehelve igen ártalmas, a nyálkás hárttyákat megtámadó sőt mérgező. Szerkezete valószínűen: $\text{O}=\text{N}-\text{O}-\text{N}=\text{O}$.

A HNO_2 -alkatú *salétromossav* tiszta (vízmentes) állapotban ismeretlen. Ha N_2O_3 -ot sok vízben oldunk, képződik ugyan ($\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$), de — kivált töményebb oldatban — könnyen elbomlik: $3\text{HNO}_2 = 2\text{NO} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ szerint salétromsavra és nitrogenoxidra. Salétromossav elektromos kisülések hatására a levegőben is képződik és itt valamint az esővízben ammonium-sója alakjában: $(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_2$ található meg; ugyane vegyület H_3N -tartalmú világító gáz égetésekor is képződik. Salétromossav a levegő alkatrészeiből minden égés alkalmával képződik; a talajban pedig a N-tartalmú szerves anyagok bomlásából keletkező ammoniából bizonyos baktériumok munkája folytán. Szerkezete valószínűen: $\text{HO}-\text{N}=\text{O}$.

Sói közül állandóbbak az alkali-fémek nitritjei, melyek ugyane fémek nitratjaiból hevítéskor képződnek: $\text{NaNO}_3 = \text{O} + \text{NaNO}_2$. Hivatalos a vízben könnyen oldható kaliumnitrit, KNO_2 , mint kémszer. A nitritekből savak hatására salétromossav szabadul ki, de ez hamar elbomlik, kivált melegben és töményebb oldatban, a mint fentebb említve volt. A nitritekre jellemző, hogy jodidok (pl. KJ) vizes oldatából pár csepp híg H_2SO_4 jelenlétében jodot választanak ki ($\text{HNO}_2 + \text{HJ} = \text{H}_2\text{O} + \text{NO} + \text{J}$).

Nitrogéntetroxid. Alacsony hőmérsékleten: N_2O_4 , magasabb hőmérsékleten: NO_2 . E vegyület — mint már mondtuk — azonnal képződik NO -gázból, mielőtt ez levegővel érintkezik: $\text{NO} + \text{O} = \text{NO}_2$. N_2O_3 -ból is, ha az gőzzé lesz: $\text{N}_2\text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{NO}$ szerint. Nitrogen- és oxygen-gáz keverékéből — tehát levegőből is — elektromos szikrák hatására: $\text{N} + \text{O}_2 = \text{NO}_2$. Többnyire teljesen kiszáritott ólomnitrát hevítése révén szokás készíteni: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbO} + \text{O} + 2\text{NO}_2$. Az NO_2 sötét barna gáz, igen átható szagú, maró, belehelve felette ártalmas. — 20° -ra lehűtve — ha teljesen vízmentes — szintelen folyadékká sűrűsödik meg, sőt e hőmérsékleten szintelen kristályokká válik; még — 10° -on is majdnem szintelen folyadék, zárt edényben 0 – 10° -on sárgás, 15° -on narancsszínű sárga és annál sötétebb, minél magasabb a hőmérséklet. — 9° -on forr. Valószínű, hogy a szintelen folyadék N_2O_4 -alkatú: $\text{O}=\text{N}-\text{N}=\text{O}$ vagy $\text{O}=\text{N}-\text{O}-\text{O}-\text{N}=\text{O}$ szerkezettel, ellenben melegítve barna gőzzé vagy gázzá, NO_2 -vé alakul, mely vagy $\text{N}=\text{O}$ vagy $\text{N}-\text{O}$ alkatú telítetlen vegyületnek tekintendő. A folyékony N_2O_4 a víz legcsekélyebb mennyiségével már zöldes színt ölt; a víz hatására hidegben salétromossav és salétromsav képződik: $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$, de e mellett kivált melegben salétromsav és NO -gáz is: $3\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3 + 2\text{NO}$.

Nitrogenpentoxid és salétromsav. *Nitrogenpentoxid (anhydro-salétromsav, salétromsav-anhydrid)*, N_2O_5 , többféleképpen képződik; p. ezüstnitrátból chlor-gáz hatására: $2\text{AgNO}_3 + \text{Cl}_2 = 2\text{AgCl} + \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}$; vagy teljesen vízmentes salétromsavból phosphorpentoxiddal: $2\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{HPO}_3 + \text{N}_2\text{O}_5$.

Egészen tiszta állapotában szintelen kristályokból áll. Hűvös helyen, a hol erős világosság nem éri, hosszabb ideig eláll; de már 25° -on erősebb napfényen csakhamar bomlik, sőt felrobban. 30° -on megolvad, 45° körül forr, de könnyen bomlik is. A levegőn megnedvesedik, vízzel salétromsavvá egyesül:

$\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$. Szerkezete: $\text{O}=\text{N}-\text{O}-\text{N}=\text{O}$ vagy $\text{O} \diagup \text{N}-\text{O}-\text{N} \diagdown \text{O}$.

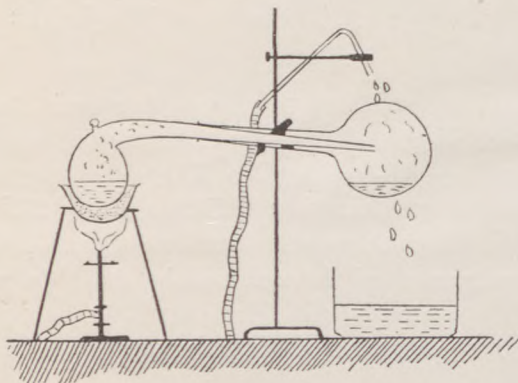
A salétromsavat, HNO_3 , már a VIII-ik században tudta Geber készíteni. A XV-ik században választó víznek nevezték el; későbbben Spiritus nitri fumans Glauberi nevet kapott. Alkatát Lavoisier állapította meg.

A természetben csak sóit találjuk. Legnagyobb mennyiségben a dél-amerikai salétromtelepeken, a hol nitrogen-tartalmú szerves anyagokból (némelyek szerint tengeri moszatokból, mások szerint régen élt madarak maradványaiból sőt vadkecskéhez hasonló állatok ürületeiből) oxidációs folyamat révén keletkezett a salétromsav, illetve az ott lévő kőso hatására salétromsavas natrium (ú. n. chili-salétrom), mely esőzések hiányában megmaradt és a melyet a közte levő egyéb sóktól kristályosítással tisztítanak meg. Hasonló folyamatok révén bizonyos baktériumok segítségével a termő talajban is képződik salétrom, honnan nem ritkán a kútvízbe is bele kerül

és jelenlétével gyaníttatja, hogy a vízben alighanem bomló szerves anyagok vannak. Esővízben is rendszeresen találni csekély nyomait a nitrátnak.

A salétromsavat nagyban natriumnitrátból és kénsavból készítik: $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3$; magasabb hőmérsékleten azonban a NaHSO_4 még egy mol. salétromot bont el: $\text{NaHSO}_4 + \text{NaNO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ szerint. E két egyenletet egybevonva ($2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$), kapjuk a folyamatot, mely szerint nagyban vasedényekben dolgoznak, melyekből a salétromsavat desztillálják. A képződő salétromsav nem tiszta, hanem salétromossavat és NO_2 -ot tartalmaz, melyektől többé-kevésbé sárgás színű (acidum nitricum nitrosum fumans). A chili-salétromból készített savban még — a salétromban foglalt NaCl -ből és KJO_3 -ból származó — chlor és jodsav (HJO_3) vagy JCl is szokott foglaltatni; ha pedig a tömeg a desztillációkor — a mint szokott — erősen habzott (vagy átfutott), kénsav és kénsavas natrium is lehet benne.

Tisztább savat kapni káli-salétromból mérsékeltén hígított kénsavval üvegedényből történő lepárlás útján, $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3$ folyamat szerint, a midőn a meglehetősen víztartalmú sav bomlás nélkül párolog át. (12. ábra).



12. ábra.

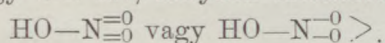
A vizet nem tartalmazó, tiszta HNO_3 víztiszta, színtelen folyadék, mely a levegőn erősen füstölög (ködöt terjeszt); felette maró és oxidáló hatású erős sav, mely számos szerves vegyülettel ú. n. nitro-vegyületet képez, a midőn azokban H-atomokat NO_2 -gyökök, vagy más nézet szerint OH-gyököket NO_3 -gyökök helyettesítenek (p. nitrocellulose; l. collodium-nál). Fajsúlya 1.522; 86° -on forr, de ilyenkor részben bomlik: $2\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + \text{O}$ szerint és a NO_2 -tól megsárgul. Hasonló bomlást okoz benne a világosság. 68%-os sav már bomlás nélkül desztillálható 120° -on. A vízmentes sav levegőhíjas térben csekély nyomás alatt jóval alacsonyabb hőmérsékleten bomlás nélkül desztillálható.

A gyógyszerkönyv szerint hivatalos *acid. nitricum conc. purum* 50% savat tartalmaz. Színtelen folyadék (NO_2 -mentes), mely maradék nélkül

párologtatható el (Na-sóktól mentes); nem tartalmaz szabad Cl-t (a salétrom NaCl-tartalmából kénsavval képződő HCl-ből a HNO_3 hatására képződhet: $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO} + 3\text{Cl}$), tehát lepárolt vízzel feleresztve, AgNO_3 -oldattal AgCl-csapadékot nem képez; sulfat sincs benne, tehát a híg. sav $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -oldattal BaSO_4 -ból álló fehér zavarodást sem képez; jodsav se legyen benne. — Az *ac. nitr. dil.* 10⁰/₀-os.

A salétromsav legfeltűnőbb tulajdonsága az, hogy igen erélyes oxidáló test. Ként, phosphort, szenet az illető savakká oxidálni képes; ha elég tömény, a P-t, szenet meg is gyújtja. A legtöbb fémét oxidálja és aztán többnyire fel is oldja mint nitrátot (l. Cu-nál, Ag-nál). Ilyenkor NO_2 , NO, N_2O képződik (l. NO-nál); azonban az erélyesebb fémekkel (a Zn-vel is) — kivált ha a sav nem nagyon tömény — hydrogen is fejlődik és ez a sav illetve a képződő NO egy részét ammoniává redukálja. [Tehát $3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 \text{ conc.} = 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}$; de $\text{Zn} + 2\text{HNO}_3 \text{ híg.} = 2\text{H} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ és $\text{NO} + 5\text{H} = \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$, mely a HNO_3 -val $(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_3$ -ot ad.] — Oxidáló hatásán alapul az, hogy sósavval együtt — kivált melegben — chlort fejleszt: $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO} + 3\text{Cl}$, azonban főképp alacsonyabb hőmérsékleten nitrylchlorid, NO_2Cl , és nitrosylchlorid, NOCl , is képződnek: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2\text{Cl}$ és $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{NOCl} + \text{Cl}_2$. A sósav és salétromsav keverékéből fejlődő chlor a kiválás pillanatában igen erélyes hatásokra képes; még az aranyat (régbben a fémek királyának nevezték) is feloldja mint aranychloridot, AuCl_3 , ezért kapta a király-víz nevet. Ugyane folyadék igen erélyes oxidációkra képes. Chlor-fejlesztő tulajdonsága alapján a hivatalos ferrum sesquichloratum készítésére alkalmazzuk.

A salétromsav egy-v.-é. sav, melynek szerkezete valószínűen:



Savanyú sói nincsenek; szabályos sói vízben mind oldhatók; oldhatatlan sói mind bázisosak, pl. a bismuthsubnitrát.

A nitrátok felismerhetők, ha conc. H_2SO_4 -val HNO_3 -at teszünk szabaddá belőlük és aztán vagy nagyobb vasgálicz-kristályt dobunk bele vagy vasgálicz-oldatot rétegezzük föléje; az érintkezési fölületen sötét színeződés mutatkozik, mert a salétromsav a vasgáliczot ferrisulfattá oxidálva, NO szabadul ki belőle ($6\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$) és a vasgáliczczal bomlékony, sötét színű vegyületet képez. (L. NO-nál.) Csekély nitrátot conc. H_2SO_4 -ban oldott brucinnal ismerhetni fel a beálló vérvörös színeződésről, vagy conc. kénsavban oldott meta-diphenylaminnal, mely indigószínű kék festődést okoz.

Nitrogen és halogenek, esetleg oxygen is.

Nitrogenchlorid (*chlornitrogen*), NCl_3 , igen bomlékony és hevesen robbanó, a víznél nagyobb fajsúlyú, sötét sárga folyadék, chlor-gázra emlékeztető átható szaggal. Az ammoniának erősebb savakkal alkotott sóiból, p. ammo-

niumchlorid kissé langyos oldatából keletkezik áramló elektromosság hatására a tevőleges elektrodon, valamint chlor-gáz (sőt alchlorosav, HClO) hatására is: $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + 3\text{Cl}_2 = 4\text{HCl} + \text{NCl}_3$. Részben alighanem NHCl_2 -sőt NH_2Cl -alkatú vegyületeket is tartalmaz. E vegyület felrobbanása ugyan magától is beállhat, de melegítésre 93° -on rendkívüli erővel; közönséges hőmérsékleten is bekövetkezik némely testek hatására, a minők terpentinolaj, ammonia-oldat stb. Ez a veszedelmes test ammoniából csak fölösleges chlor-gáz hatására képződik, midőn a chlor előbb az ammonia egy részével nitrogen-gázt és sósavat termel és ez utóbbi a többi ammoniával ammoniumchloriddá lesz.

Nitrosylchlorid, NOCl , -5° -on forró sárgás-vörös folyadék, közönséges hőmérsékleten gáz. A **nitroxylchlorid** vagy nitrylchlorid, NO_2Cl , $+5^\circ$ -on forró halvány sárga folyadék. Mindkettő képződik NO_2 és HCl egymásra hatásakor, valamint a királyvízből is.

A megfelelő brom-vegyületek is léteznek, ú. m. **nitrogenbromid** (NBr_3 ?), **nitrosylbromid**, NOBr és **nitrylbromid**, NO_2Br .

Nitrogenjodid (*jodnitrogen*). Két ilyen vegyület van: NJ_3 - és NHJ_2 -alkattal. Képződik, ha porrá tört jodhoz vagy alkoholos jod-oldathoz, illetve jodkaliumos jod-oldathoz conc. ammonia-oldatot feleslegben keverünk: $\text{NH}_3 + 6\text{J} = 3\text{HJ} + \text{NJ}_3$ vagy $\text{NH}_3 + 4\text{J} = 2\text{HJ} + \text{NHJ}_2$. A keletkező fekete csapadékot decantatio révén ammonia-oldattal kimoshatjuk, de vízzel mosva elbomlik, esetleg robbanás közben is. A készítés módja szerint nem egyenlő mértékben, de minden esetben robbanékony. Ha a kimosására használt ammonia-oldat elpárolgása után a levegőn megszárad, barnás-fekete vagy fekete port képez, mely néha magától felrobban, de még könnyebben nyomásra, ütésre sőt terpentinolajjal megnedvesített lúdtollal való gyöngé érintésre. — Sósav fölöslege azonnal elbontja és ártalmatlanná teszi: $\text{NHJ}_2 + 3\text{HCl} = (\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + 2\text{JCl}$.

Nitrogen és kén, esetleg oxygen és hydrogen is.

Nitrogensulfid, N_2S_2 , képződik kénchloridból és ammoniából: $3\text{S}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_3\text{N} = 6\text{HCl} + \text{N}_2\text{S}_2 + 4\text{S}$. Sárga kristályos test, mely 160° -on robbanással bomlik fel.

Ezenkívül a nitrogennek kénnel, oxygenel és hydrogenel képezett gyakorlatilag nem fontos savtermészetű vegyületei nagyobb számmal ismeretesekek, melyek többnyire a kénsav származékainak tekinthetők (*sulfonsavak*); ilyenek p. az *amidosulfonsav*: $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ és a *nitrosulfonsav*: $\text{NO}_2\text{SO}_3\text{H}$.

Phosphor.

$\text{P} = 31.03$.

Csak vegyületei találhatók a természetben. Az ásványországban leggyakoribb vegyülete a phosphorsavas calcium, mely változó mennyiségű calciumchlorid és calciumfluorid társaságában az *apatit* nevű ásvány főalkat-

része; ugyanazt megtaláljuk a *phosphoritban*, *osteolitban* sőt az (állati eredetű) *koprolithban* is. A legtöbb kristályos kőzet is tartalmaz csekély mennyiségű phosphorsavas meszet, mely a kőzetek elmállása folytán a talaj egyik alkatrészévé válik. Innen felveszik a növények és a növényekből az állatok, úgy hogy az emlős állatok csontjainak fő alkotórészét a phosphorsavas mész képezi. A phosphorsav egy része az állati szervezetből részben a szilárd ürülékben mint phosphorsavas mész, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, részben a vizeletben mint oldható savanyú phosphorsavas magnesium, $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, távolodik el. A vizelet rothadásakor az utóbbi mint oldhatatlan magnesiumammóniumphosphat, $\text{Mg}(\text{H}_4\text{N})\text{PO}_4$, válik ki.

A phosphort felfedezésekor a vizeletből készítették. A csontok phosphorsav-tartalmának felismerése óta azonban kizárólag ebből készítik. Készítése azon alapul, hogy fehér izzáson a phosphorsavat szénnel színtíteni lehet; minthogy azonban ilyenkor a phosphor tetemes része mint phosphorhydrogen-gáz elillan és veszendőbe megy, célszerűbb a vízben oldható savanyú phosphorsavas calciumot színtíteni, mely hevítésre minden hydrogent elveszít víz alakjában és a belőle képződő metaphosphorsavas mész a szénnel sokkal simábban színtithető. — E célból a szerves anyagoktól égetés (vagy egyéb eljárás útján) megszabadított csontot (például a fehérre égetett csonthamut) híg kénsavval gipszszé és oldható savanyú phosphorsavas mészszé változtatják: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CaSO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; a gipszről leöntött oldatot durva porrá tört faszénnel keverve kiszáritják és jól kihevítik. Ilyenkor nemcsak az oldószer, a víz párolog el, hanem a sav. phosphorsavas mészből is víz válik ki és metaphosphorsavas mész keletkezik: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{PO}_3)_2$. Ha a kiszáritott tömeget agyagretortákban vagy csövekben fehér izzásra hevítik, a szén az oxygent elvonja és vele illékony szénoxid-gázt (CO) képez, és e mellett orthophosphorsavas mész és phosphor képződik: $3\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + 10\text{C} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{CO} + \text{P}_4$; ez egyenlet szerint a phosphornak két harmada kapható meg, míg a mészhez kötött egy harmada újabb feldolgozás alá kerül. Mindamellett rendszerint $\frac{2}{3}$ -nál kevesebb phosphort kapnak, mert a színtítés nem teljesen a fenti egyenlet szerint megy végbe, hanem a köv. értelemben is: $2\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + 5\text{C} = 5\text{CO} + \text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{P}_2$, mely szerint csak a phosphor fele szabadul ki. Ha a nedvesség nincs teljesen eltávolítva, phosphorhydrogen-gáz képződése folytán is állhat be veszteség. Egyébiránt kvarcchomok (SiO_2 = kovasav-anhydrid) hozzákeverése esetén az összes phosphor szabaddá lesz, miközben kovasavas mész képződik: $2\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + 2\text{SiO}_2 + 10\text{C} = 10\text{CO} + 2\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4$. Éppen ezért ez utóbbi értelemben szoktak dolgozni. A phosphor-gőz egymás után csatolt és vizet tartalmazó agyagszedőkben csapódik le, míg a gáznemű CO és PH_3 a szedő szájánál elégnék. A nyers phosphort a benne lévő szénportól, homoktól és vörös-phosphortól meleg víz alatt bőrön vagy vékony likacsos kőlapon történő átsajtolással, esetleg vasretortából történő újabb lepárolás révén tisztítják meg és üvegcsövekbe felszivatva, a kihűlés

és kitolás után rudakban kapják meg. Ezeket vízzel telt edényekbe szokták csomagolni és elárusítani.

A kereskedésben kapható phosphor mindig arsen-tartalmú; az arsen-tartalom a csonthamu elbontására használt nyers kénsavból származik és csak oxidáló testekkel (hig. salétromsav; kénsav és kaliumbichromat stb) való huzamosabb melegítéssel távolítható el, miközben azonban a phosphor nagyobb része is oxidálódik és feloldódik.

A közönséges phosphor szintelen, áttetsző, kristályos szerkezetű rudakat képez, melyek a világosság hatására felületeiken megsárgulnak sőt megvörösödnek (vörös módosulat); zsírfényű, hidegben törekeny, közöns. hőmérsékleten annyira lágy, hogy késsel vágható, sajátos szagú. Közönséges hőmérsékleten már párolog, egyúttal oxidálódik és sötétben világít (innen kapta a nevét: *φωσφόρος* = *világosságot vivő*); a világítás oka valószínűen a phosphor párolgása folytán képződő phosphor-gőz oxidációjában keresendő, a midőn az phosphorossavvá és phosphortrioxiddá lesz, de ozon is képződik. E termékek okozzák a phosphor sajátos szagát. A phosphor léghijas térben meglehetősen gyorsan párolog és ilyen edényben sötétben eltartva, több millimeter átmérőjű, igen sok lapú, teljesen átlátszó és a gyémántnál is szebben csillogó, szintelen kristályokat képez, melyek a fény hatására csakhamar megsárgulnak sőt megvörösödnek. — A phosphor fajsúlya 1.83. Legjobb oldószere a széndisulfid, CS_2 , de csekély mértékben oldható zsíros és illó olajokban és aetherben; vízben és borszeszben oldhatatlan. Olvadáspontja 44° -on van; 60° -on pedig a levegőn meggyúlad és igen fényes lánggal ég, miközben részben füstöt képező, fehér phosphor-pentoxiddá (P_2O_5) változik át. Alacsony gyúlási hőmérséklete miatt tűzveszélyes; már egyszerű dörzsölésre is meggyúlad sőt esetleg magától is, ha az oxidációja folytán fejlődő meleg a gyúlási hőmérsékletre felmelegíti. Hogy ez ne történhessék, vízzel telt edényben kell eltartani.

A szintelen, kristályos, közönséges phosphor felette mérges; már pár decigrammnyi elégséges egy emberi élet kioltására. Ellenszerei hánytatókon kívül oxidáló hatású nem mérges szerek, a milyen p. a kaliumpermanganat $1\frac{1}{2}\%$ -os oldata.

A P vegyületeiben 3- és 5-v.-értékű; előbbi vegyületei rendszerint mérgező hatásúak, utóbbiak nem. Egyesül nemcsak az oxygennel, hanem számos nemleges elemmel is; így a chlor-gázban meggyúlad, de erőlyesen egyesül a joddal, kénnel sőt némely fémekkel is. Az oxidáló hatású vegyületek igen hevesen hatnak rá; tömény (vizmentes) salétromsav meggyújtja, kalium chloricummal összedörzsölve vagy ütve felrobban. E tulajdonsága alkalmassá tette a dörzsölésre meggyúladó phosphoros gyújtók (gyufák) készítésére, melyeknek kénnel vagy paraffinnal bevont végét phosphort és ólomperoxidot (PbO_2) tartalmazó enyves keverékbe mártják. Az ilyen gyújtók bármely szilárd felülethez dörzsölve meggyúladnak.

Ha a gyújtó feje chlorsavas kaliumot is tartalmaz, dörzsölésre pat-

tanva gyúl meg (kakas-gyufa). Az első phosphoros gyújtót magyar ember (néhai *Irinyi János*) készítette. Gyulékony volta miatt tűzveszélyes, phosphor-tartalmánál fogva pedig mérgező hatású lévén, manapság már nem oly általánosan alkalmazzák. Helyét lassanként az u. n. svédgyújtó foglalja el, mely phosphort nem tartalmazván, nem mérgező és csak a dobozához dörzsölve gyuladván meg, nem tűzveszélyes. Ennek fejét chlorsavas kalium és más oxidáló és gyulékony anyagok (kaliumbichromat, minium, antimon-sulfid) keveréke képezi, mely csak a doboz oldalára mázolt vörös-phosphor- és antimonsulfid-tartalmú keverékhez dörzsölve gyulad meg. Ez a *vörös-phosphor* a közönséges kristályos phosphornak sajátos (némelyek szerint szintén kristályos, mások szerint amorph) módosulata, mely a közönséges phosphorból fény vagy magasabb hőmérséklet hatására képződik. Úgy készítik, hogy a phosphort levegőmentes térben rendes légköri nyomás alatt 240–250°-ra hevítik, midőn eléggé lassan átalakul átlátszatlan vörös tömeggé; zárt edényben 300°-ra hevítve, saját gőzei nyomása alatt néhány percz alatt megtörténik az átváltozás. A vörös-phosphor barnás-vörös por, a közönséges phosphor oldószerében oldhatatlan, szagtalan, ízetlen, nem mérges, nem is oly gyulékony mint amaz; 260°-tól kezdve feljebb (a levegőtől, illetve oxygen-gáztól elzárva) párologni kezd és gőzei közönséges phosphorra sűrűsödnek meg. 260°-on azonban a levegőn már meggyul, 300°-on teljesen elég szintén P_2O_5 -dá. Chemiai tekintetben egyébként általában a közönséges phosphorhoz hasonlóan viselkedik, de kevésbé erőlyes mint az.

Phosphor és hydrogen.

Ismereteseek: H_3P -, H_4P_2 - és H_2P_4 -alkatú vegyületek.

Hydrogenphosphid-ok vagy **phosphorhydrogen**-ek. Mind a három phosphorhydrogen képződik calciumphosphidból (phosphorcalcium) víz, illetőleg sósav hatására: $Ca_3P_2 + 4H_2O = 2Ca(OH)_2 + H_4P_2$ (folyadék); további bomlás folytán: $5H_4P_2 = H_2P_4 + 6H_3P$ (gáz). Ha a képződő gázt erősebben lehűtjük, a H_4P_2 gőze folyadékká sűrűsödik, míg a H_3P gáz marad. A H_2P_4 (szilárd) pedig a H_4P_2 folyadékból sósav vagy fény hatására válik ki sárga csapadék alakjában.

Tiszta H_3P -gázt kapni phosphoniumjodidból KOH- vagy NaOH-oldat hatására: $(H_4P)J + KOH = KJ + (H_4P)OH$ helyett $H_3P + H_2O$. (A phosphoniumjodid szintelen, kristályos test, mely phosphor, jód és kevés víz hevítése folytán: $13P + 9J + 21H_2O = 3H_4P_2O_7 + 7(H_4P)J + 2HJ$ egyenlet szerint készíthető). A H_3P szintelen gáz, melynek erős, foghagymára és rothadó halra emlékeztető szaga van; meggyújtva, fényes lánggal vízzé és P_2O_5 -dá (fehér füst) ég el. Belehelve igen ártalmas, sőt mérgező hatású. Képződik — sok hydrogen-gázzal keverve — akkor is, ha phosphort erős káli- vagy nátronlúggal melegítünk; valamint, ha phosphort, fém-phosphidot vagy phosphorosavat (illetve sóit) hydrogen-fejlesztő anyagokkal hozunk érintkezésbe.

A H_4P_2 57°-on forró, szintelen folyadék, mely a levegővel érintkezve azonnal meggyúl. Ezen gyúlékony H_4P_2 gőze a legtöbb esetben a H_3P -gázban bent foglaltatván, azt (épp úgy, mint más meggyújtható gázokat) a levegőn önként meggyulóvá teszi.

A H_2P_4 sárgás, szilárd halmazatú test, melynek gyúléspontja 200° körül van.

Phosphor, oxygen és hydrogen.

A phosphornak ide tartozó számos vegyületei közt megemlíthető: a *phosphorsuboxid*, mely PCl_3 -ban oldott phosphorból a levegő oxidáló hatására, valamint a foszpor tökéletlen elégetésekor mint sárgás-vörös, vízben nem oldható, melegítéssel a levegőn meggyújtható és valószínűen P_4O -alkatú tömeg keletkezik; ebből léghíjas térben, 300°-on, fehér anyag szublimál, mely P_2O_4 -alkatu *phosphortetroxid*; ugyanez képződik a phosphortrioxid erősebb hevítésekor: $2\text{P}_4\text{O}_6 = 3\text{P}_2\text{O}_4 + \text{P}_2$. Fontosabbak ezeknél a savképző oxidok (anhydro-savak), u. m. a *phosphortrioxid*, P_4O_6 és a *phosphorpentoxid*, P_2O_5 . Előbbi vízfölvétel folytán a phosphorossavat, H_3PO_3 -at, utóbbi a meta-, ortho- és pyrophosphorsavakat (HPO_3 , H_3PO_4 és $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$) képezi. Nem ismeretesek az anhydridjaik az alphosphorossavnak: H_3PO_2 és az alphosphorsavnak: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$.

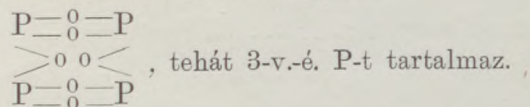
Alphosphorossav és alphosphorsav. Az *alphosphorossav*, H_3PO_2 , phosphor-ból oltott mészszel történő hevítéssel készíthető: $8\text{P} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + 2\text{H}_3\text{P}$; a képződő Ca-sóból a sav szabaddá tehető, ha híg oldatából a Ca-ot oxalsavval mint calciumoxalatot (CaC_2O_4) kiválasztjuk. A tiszta alphosphorossav már 17°-on megolvad, fehér kristályokban kapható meg. 1-v.-é. sav: $\text{P} \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{O} \\ \text{O} - \text{H} \end{smallmatrix}$.

Alphosphorsav, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$, a phosphornak nedves levegőn végbemenő lassú oxidációja folytán képződik, pl. ha phosphor-rudakat mindkét végén nyílt üvegcsővekbe egyenként betolva vizet tartalmazó edényen álló tölcserbe rakjuk és az egészet üvegharanggal leborítjuk. Mellette phosphorossav és orthophosphorsav is képződnek, a melyekké az alphosphorsav vízzel való hevítéskor könnyen átváltozik: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$. Szörpsűrűségű, savanyú folyadék, melyben fémekkel 1, 2, 3, vagy mind a 4 H helyettesíthető, tehát 4-v.-é. sav.

Phosphortrioxid és phosphorossav. A *phosphortrioxid*, P_4O_6 , vagy régibb képlete szerint P_2O_3 , a phosphor igen lassú égetésekor képződik: $\text{P}_4 + \text{O}_6 = \text{P}_4\text{O}_6$. Fehér, könnyű, illanó, szállasztható vegyület, (21°-on megolvad, 173°-on forr), foghagymára emlékeztető szagú: az u. n. phosphor-szag hordozója; sötétben világít; igen mérgező. Úgy látszik, hogy a phosphor szaga, világító képessége, sőt talán mérgező volta is e vegyület képződésén alapul.

Világosságon megsárgul, sőt megvörösödik; erősen hevítve (300–400°) tetroxiddá és P-rá változik: $\text{P}_4\text{O}_6 = \text{P}_2\text{O}_4 + \text{P}_2 + \text{O}_2$. Hideg vízzel nem igen változik, legfeljebb csak kevés phosphorossav képződik; forró vízre rend-

kivül hevesen hat és egész sora a phosphor-vegyületeknek: vörös suboxid, H_3PO_4 , H_3P sőt $\text{P}_4\text{H}(\text{OH})$ alkatú vegyület is képződik. Ezért ma már általában nem tekintik a phosphorossav anhydridjának, úgy, mint régebben. Molekula-képlete nem P_2O_3 , hanem P_4O_6 , szerkezete talán:



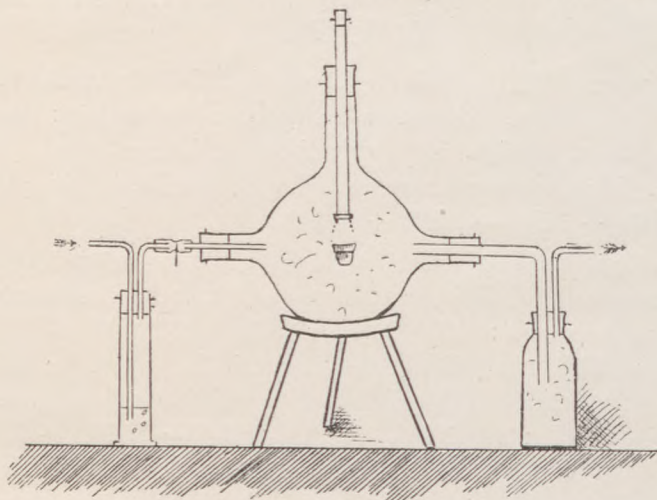
Phosphorossav, H_3PO_3 , keletkezik a trioxidból és vízből, de nem egyszerű egyesülés folytán, tehát nem a régebben elfogadott: $\text{P}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_3$ folyamat szerint. Képződik P-ből is, ha azt hígabb salétromsavval oxidáljuk. (L. orthophosphorsavnál.). Legegyszerűbben phosphortrichloridból vízzel: $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$.

Tiszta állapotában színtelen, a levegőn könnyen szétfolyó kristályos tömeg (70°-on olvad). Erősebb hevítésre bomlik, orthophosphorsavat és phosphorhydrogent képezvén: $4\text{H}_3\text{PO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_3\text{P}$. Kiválás pillanatában levő hydrogen H_3P -képződés közben színtíti. Könnyen oxidálódik orthophosphorsavvá; ezért nehéz fémek oldataira színtőleg hat, p. ezüstnitrátból fém-ezüstöt választ ki: $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HNO}_3 + \text{Ag}_2$, kivált lúgos oldatból: $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_3 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ag}_2$. Mercurichlorid-oldatból calomelt sőt fém-higanyt. Mint sav csak 2-v.-é., ezért szerkezete nem $\text{P}(\text{OH})_3$, hanem $\text{O} = \text{P} \begin{array}{c} \text{H} \\ \parallel \\ \text{OH} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$.

Phosphorpentoxid és a phosphorsavak. *Phosphorpentoxid* (phosphorsavanhydrid), P_2O_5 , képződik, ha phosphort szabad levegőn vagy oxygen-gázban elégetünk: $\text{P}_2 + \text{O}_5 = \text{P}_2\text{O}_5$. Készítése igen egyszerű a 13-ik ábrán föltüntetett készülékben. Háromnyakú tágas üveglombik középső, bővebb nyakán át kisújjnyi vastagságú és mindkét végén nyílt üvegcsövet tolunk le a lombik közepéig és a rácsavargatott huzallal közvetetlen alá kisebb porcellán-tégelyt alkalmazunk, felső végét pontosan záró dugóval látjuk el. A nagy lombik egyik szűkebb oldalnyakában alkalmazott gázvezető csövön át a tégelyhez, koncentrált kénsavat tartalmazó mosón át, lassan áramló száraz levegőt szívatunk, a 3-ik nyakban alkalmazott könyökeső, illetve kisebb gyűjtőedény révén működő víz-légszivattyú segélyével. A tág csövön át a tégelybe kis darab phosphort dobunk és hosszabb meleg huzallal érintve meggyújtjuk, mire a dugót helyére illesztjük. A phosphor égési terméke a lassan áramló levegővel a gyűjtő edénybe kerül és ott fehér, szilárd verődéket képez; ha a phosphor-darabka elégeése után ismét és ismét phosphor-darabkákat dobunk a már meleg tégelybe, azok ott meggyuladnak és szaporítják a gyűjtő edény tartalmát, mely csakhamar hófehér porral telik meg.

A P_2O_5 fehér, laza, könnyű, szagtalan por, mely csak erős izzáson párolog el. Vízzel rendkívül hevesen egyesül, azért a levegőn igen hamar

meghúzódik, sőt később egészen szétfolyik. Vízelvönő hatása (kivált nedves gázok irányában) a conc. kénsavét sokszorta meghaladja; azért gázok szárítására igen alkalmas. Vízebe dobva úgy serceg, akár csak a tüzes vas. Ilyenkor hőfejlődés közben a fentemlített phosphorsavak jönnek létre. 5-v.-é. P-t tartalmaz, ezért szerkezete: $\text{O}=\text{P}(\text{OH})_2-\text{O}-\text{P}(\text{OH})_2=\text{O}$ vagy $\text{O}=\text{P}(\text{OH})_2-\text{O}-\text{P}(\text{OH})_2=\text{O}$.



13. ábra.

Metaphosphorsav, HPO_3 , régi nevén jeges phosphorsav = *acid. phosphoricum glaciale*; akkor képződik, ha P_2O_5 -ot a köv. egyenlet szerint szükséges vízzel hozunk óvatosan össze: $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$. Ugyancsak ez keletkezik pyro- vagy orthophosphorsavból 316° -on vízvesztés folytán: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 = \text{H}_2\text{O} + 2\text{HPO}_3$ és $\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_3$. Üveghez vagy jéghez hasonló, szintelen test, mely a levegőn megnedvesedik és szétfolyik. Vizes oldatát főzve, vízfölvétel folytán orthophosphorsavvá változik: $\text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4$. Egy-v.-é. sav: $\text{O}=\text{P}(\text{OH})_2$. Éppen úgy nem mérgező hatású, valamint az ortho- és pyrophosphorsav sem azok. E 3 sav közül egyik sem színíthető a kiválás pillanatában levő H által H_3P -gázzá. A sav a tojásfehérjét megalvasztja; AgNO_3 -tal képződő ezüst-sója vízben oldhatatlan, fehér színű. E tulajdonságairól felismerhető. Igen hajlandó polymer vegyületek létrehozására és különösen e nemű sói nagy számban ismeretesek; ezek a $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_6$ -, $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ -, $\text{H}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$ - és $\text{H}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ -alkatú savakból származó di-, tri-, tetra- és hexa-metaphosphatok.

A *pyrophosphorsav*, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, az orthophosphorsavból 213° -ra való hevítéskor vízvesztés folytán keletkezik: $2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Na-sója a dinatriumhydroorthophosphat hevítése révén jön létre: $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$; a savat ebből a sóból is leválaszthatjuk. A sav hevítés útján készítve, üvegszerű tömeg, vízben oldható, de nem kristályosítható. Vízrel

főzve, azzal orthophosphorsavvá lesz: $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$. 4.-v.-é. sav, melyben fémekkel két vagy mind a négy H helyettesíthető.

Szerkezete: $\begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{HO} \\ \text{O} \end{array} \text{P} - \text{O} - \text{P} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \text{OH} \\ \text{O} \end{array}$. A fehérjét nem alvasztja meg; ezüst-sója fehér csapadék alakjában képződik. Erről felismerhető.

Az *orthophosphorsav*, H_3PO_4 , a legállandóbb a phosphor savtermészetű vegyületei közt. Ez a gyógyszerkönyv hivatalos *acidum phosphoricum*-a. Képződik, ha phosphort elegendő levegőben víz felett égetünk el és az oldatot még salétromsavval forralva oxidáljuk, hogy a csekély mennyiségben keletkező és alacsonyabb oxygen-tartalmú savak is átalakíttassanak. Még egyszerűbb az eljárás, ha a közönséges phosphort üvegretortában vízfürdőn főlsleges (16-szor annyi súlyú) 1:197 fajsúlyú salétromsavval melegítjük addig, míg a phosphor teljesen eltűnt. Erősebb savval a hatás a gyuladásig fokozódhat és azért veszedelemmel járna. 4—5 óra alatt a phosphor eltűnik; ekkor a HNO_3 főlslegét a nem illékony phosphorsavról ledesztilláljuk és a maradékot 3-szor annyi vízzel felelesztve melegítjük, hogy a vízgőz a HNO_3 utolsó részletét is magával vigye. Ezután a folyadékba huzamosabb időn át H_2S -gázt vezetünk, hogy a phosphorral belekerült és arsensavvá (H_3AsO_4) oxidált arsen mint sárga sulfid, As_4S_6 , leválasztassék. Az ettől szűrőssel megtisztított folyadékot eleinte porcelláncsészében, később — mert azt megtámadja — platinacsészében besűritjük, ha tömény savat akarunk készíteni; ellenben vízzel felelesztjük, ha a hivatalos 1:12 fajsúlyú és 20%-os savat kívánjuk készíteni. Ebben se As-nek nem szabad lenni, se a mérgező hatású H_3PO_3 -nak, mely csak kevés salétromsav alkalmazása esetén maradhat benne. Az As-t a sósavnál leírt próbával, a phosphorossavat az ezüst-nitratra gyakorolt színtő hatásáról (Ag-ot választ ki finom eloszlású barna-fekete csapadékban), vagyis a beállott sötét színezésről ismerhetni fel.

Állati csontokból — melyek fő alkatrésze calciumorthophosphat — kénsavval készített H_3PO_4 rendesen meszet és sulfatot tartalmaz, tehát nem tiszta.

A tiszta, vízzel nem hígított H_3PO_4 igen nehezen kristályosítható, színtelen sav, mely már csekély vízzel sűrű oldatot képez. Fajsúlya a fogyó savtartalommal együtt csökken. Szerkezete: $\text{O} = \text{P} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \text{OH} \\ \text{OH} \end{array}$, tehát 3.-v.-é. sav, melyben összesen 3 H-t lehet fémekkel helyettesíteni, és így szabályos, egyszer savanyú és kétszer savanyú sói vannak. Alkali-sói vízben oldhatók. Az orthophosphorsavból hevítésre vízvesztés folytán a pyro- és metaphosphorsavak képződnek. (L. azoknál.)

Az orthophosphorsav felismerhető arról, hogy ezüst-sója vízben oldhatatlan sárga csapadék alakjában képződik AgNO_3 hozzáadására; továbbá arról, hogy a fehérjét nem alvasztja meg; az u. n. magnesia-keverékkel (MgSO_4 -oldat, melyhez annyi $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ van keverve, a mennyi a főlsleges ammonia-oldattal képződött csapadékot feloldja), fehér megkristályosodó

magnesiumammoniumphosphatot: $\text{Mg}(\text{H}_4\text{N})\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ választ ki. — Fölösleges HNO_3 -val kevert molybdaensavas ammonium oldatával rázva vagy enyhén melegítve, úgy az ortho-, valamint a pyro- és metaphosphorsavak egyaránt sárga csapadékot választanak ki; ez az u. n. phosphormolybdaensavas ammonium ($10\text{MoO}_3 \cdot (\text{H}_4\text{N})_3\text{PO}_4 \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ alkattal).

Phosphor és halogenek.

A P változó (3- és 5-) vegyértékűsége szerint ismeretesek: PCl_3 , PCl_5 , POCl_3 ; valamint a megfelelő brom-, jod- és fluor-vegyületek, kivéven a PJ_5 -ot, mely nem létezik. Van azonban P_2J_4 és oly vegyületek is, melyekben a halogen-elemek együttesen vannak P-ral egyesülve.

Phosphortrichlorid, PCl_3 , akkor képződik, ha megolvasztott phosphorhoz száraz chlor-gázt vezetünk. Színtelen folyadék, mely a levegőn erősen füstölög, mert a vízgőzzel épp úgy, mint a vízzel, sósavat és phosphorossavat képez: $\text{PCl}_3 + 3\text{HOH} = 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$. — Több chlorral átváltozik:

Phosphorpentachlorid-dá, PCl_5 . Ez fehér kristályos test, mely szintén füstölög a levegőn és vízre igen hevesen hat.

Kevés vízzel oxychloriddá, sokkal orthophosphorsavvá változik és e mellett sósavat képez: $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{POCl}_3$ és $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = 5\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$. Ez alapon alkalmas arra, hogy szervetlen vagy szerves vegyületekben a OH-gyököt általa Cl-ral helyettesíthessük, p. a kénsavból chloresulfonsavat készíthetni vele: $\text{SO}_2(\text{OH})_2 + \text{PCl}_5 = \text{SO}_2(\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl} + \text{POCl}_3$. Szállasztva a PCl_5 elbomlik (dissociál) trichloridra és Cl_2 -ra, de lehülő gőze ismét PCl_5 -ot képez.

Phosphoroxychlorid, POCl_3 . Mint láttuk, egy mol.-súlynyi PCl_5 -ből, és egy mol.-súlynyi vízből képződik; úgy is keletkezik, ha gyengén melegített PCl_3 -hoz apránként KClO_3 -ot adunk. Levegőn erősen füstölög, színtelen folyadék, mely vízzel sósavat és phosphorsavat termel: $\text{POCl}_3 + 3\text{HOH} = 3\text{HCl} + \text{PO}(\text{OH})_3$.

Phosphorból és bromból készíthető a *phosphortribromid*, PBr_3 , füstölögő folyadék. Továbbá a *phosphorpentabromid*, PBr_5 , szilárd, citromsárga vegyület, mely nedves levegőn *oxybromid*-dá, POBr_3 , változik át. Széndisulfidban oldott phosphor és jod könnyen szolgáltatják a rubinvörös kristályokat képező PJ_3 -ot és a narancsvörös kristályos P_2J_4 -ot.

Ismeretesek a gáznemű PF_3 és PF_5 vegyületek is.

Phosphor és kén.

Többféle arány szerint egyesülnek, u. m. P_4S_3 , P_2S_3 , P_3S_6 és P_2S_5 , melyek általában vörös-phosphor és kén összeolvasztása révén készíthető kristályos vegyületek. A készítésre közönséges phosphor a rendkívül hevés hatás folytán nem használható.

Phosphor és nitrogen.

A P-nak N-t tartalmazó vegyületei közt gyakorlatilag egyik sem fontos.

Arsen.

As = 75.00.

Elemi állapotban, valamint oxygennel, de főképpen kénnel vegyülve, többnyire nehéz fémek sulfidjaiban gyakorta található; némely ásványos források vizében is fellelhető, így névszerint: a dél-tiroli levico-i és ron-cegno-i vizekben, melyeket orvosi szerekül alkalmaznak. A természetes arsen sublimatioja folytán, de az arsen-tartalmú érczek kohászati feldolgozásakor is melléktermék gyanánt kapják; p. az arsenkovand hevítésekor: $\text{FeSAs} = \text{FeS} + \text{As}$.

Az arsen aczélszürke színű, fémfényű, kristályos elem, melynek amorph módosulata is ismeretes. Fajsúlya 5.7. — Csekély szilárdságú, merev, könnyen porrá törhető, vörös izzáson illékony. A levegőn eltartva felületesen oxidálódik és fénytelen, fekete színűvé lesz; oxygen-gázban hevítve meggyulad és fehér arsenicummá (As_4O_6) ég el; e közben erős foghagyma-szagot terjeszt. Oxidáló testek könnyen arsensavvá (H_3AsO_4) változtatják. Chlor-gázban meggyul és azzal egyesül.

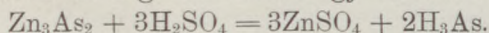
Igen mérges. Vegyületében 3- és 5-v.-é. A 3-v.-é. As-t tartalmazó vegyületei kiválóan mérgező hatásuak.

Arsen és hydrogen.

Két ilyen vegyület ismeretes:

Egyik: a *szilárd arsenhydrogen*, As_2H_2 , mely a víz elektromos vegy-bontásakor képződik, ha a nemleges elektrodot szín-arsen képezi.

A másik: az *arsenhydrogen-gáz*, AsH_3 , mely egyebek közt a hydrogen-gáz-fejlesztő készülékben képződik, ha abban (kénmentes) As-tartalmú anyagok vannak jelen. (Gyógyszerkönyv As-próbáját l. sósav vizsgálatánál). Tisz-tábban kapni, ha szín-arsent és fém-zinket $\text{Zn}_3 + \text{As}_2$ arány szerint össze-olvasztunk és az ötvözetet híg kénsavval vagy sósavval bontjuk el:



Az igen kellemetlen szagú gáz a legborzasztóbb mérgek egyike. Hevítve elbomlik alkatrészeire, ezért az arsenhydrogent tartalmazó hydrogen-gáz láng-jába tartott hideg porcellánlapon fekete arsen-folt, vagy a megszükitett üvegsőben történő hevítésnél sötétszürke, fémfényű bevonat: u. n. arsen-tükör csapódik le; ezen alapul az arsen felismerése a Marsh-féle eljárás szerint. Az arsen-tükör vagy folt a hozzá hasonlóan jelentkező antimon-foltoktól natriumhypochlorit-oldattal (NaOCl) különböztethető meg, mely-lyel megnedvesítve az antimon-folt nem változik, holott az arsen-folt fel-oldódik mint arsentrioxid: $4\text{As} + 6\text{NaOCl} = 6\text{NaCl} + \text{As}_4\text{O}_6$.

Arsen és oxygen.

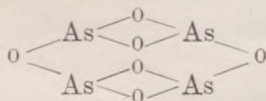
Az arsen nedves levegőn fényét elvesztve barnás-fekete színt ölt; ez a képződő As_2O -alkatú arsensuboxidtól van, mely hevítve foghagymaszagú gőzt képez. Ezenkívül ismeretesek a trioxid, As_4O_6 , és a pentoxid, As_2O_5 .

Arsentrioxid és arsenessav. Az *arsentrioxid* (*arsenessav-anhydrid*, *fehér arsenikum* = *arsenicum album*), $\text{As}_4\text{O}_6 = 396$, mint ásvány elég ritkán található. Igen könnyen képződik, ha arsen levegőn erősen hevítve elégetnek és ha arsen-tartalmú érczeket, p. arsensulfidot (As_2S_3) vagy arsenkovandot (FeSAs), pörkölnék. Kevés K_2CO_3 -tal keverve és szublimálva, As_2S_3 -tól mentes lesz.

Kétféle módosulatban kerül a kereskedelembe. A fehér poralakú, mely a gőzök gyors lehűtésekor képződik és nagyító alatt kristályosnak bizonyul; és a szintelen vagy esetleg sárgás árnyalatú, átlátszó vagy áttetsző, darabos arsenicum, mely a kagylós törésű nem kristályos, u. n. üvegszerű módosulatot képezi; ez utóbbi a gőzök lassú lehűlésekor keletkezik és mert tisztább és vízben jobban oldható (mintegy 20 annyi vízben) mint a kristályos féleség, ezért keresettebb is.

A nem kristályos, üvegszerű módosulatot írja elő a gyógyszerkönyv is. Idővel azonban — kívülről kezdődőleg — lassacskán elveszíti az átlátszóságát és a nedves levegő hatása folytán (leforrasztott edényben nem!) átváltozik fehér porcellánszerű módosulattá, mely már kristályos szerkezetet mutat. 200° -ra hevítve az arsenicum megolvad és szublimál; a szálladék igen szépen fénylő szabályos rendszerű négy- és nyolczlapú kristálykákba áll, ritkán egyhajlású rendszerűekből (mely módosulat mint ásvány is fellelhető); a szállasztáskor foghagyma-szagot terjesztene nem szabad (tehát arsen-suboxid ne legyen benne). Izzó szénre vetve azonban, suboxid-képződés közben erős foghagyma-szagot terjesztve elillan. Vízben nehezen oldható, híg savakban, p. sósavban, sokkal jobban. Egyike a legerősebb mérgeknek, melyből már néhány centigramm is életveszélyes, de 1–2 decigramm rendszerint halálos mérgezést okoz; habár a szervezet lassan hozzászoktatva, még ekkora adagot is képes elbírní. Ellenszere a frissen készült $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vagy a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ és $\text{Mg}(\text{OH})_2$ keveréke.

Régebben a vegyületet As_2O_3 -nak tekintették; innen kapta arsentrioxid nevét. Jelenleg a molekula-képletet kettőztetik és a szerkezetre a köv. képleteket tekintik valószínűeknek:

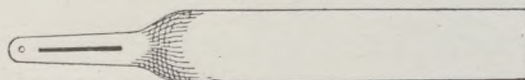


vagy esetleg: $\text{O} = \text{As} - \text{O} - \text{As} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} \text{As} - \text{O} - \text{As} = \text{O}$.

Bár az arsenikum savas oxid, vizes oldata hydro-savnak még sem tekinthető, mert vízzel nem egyesül. Sói azonban (arsenit-ek) ismeretesek, melyek közül a nehéz fémekéi a 3-vegyértékű *orthoarsenessav*-ból, $\text{As}(\text{OH})_3$, az alkali-fémekéi az 1-vegyértékű *metaarsenessav*-ból, $\text{AsO}(\text{OH})$, (l. Sol. arsenic. Fowleri), sőt némelyek a pyroarsenessavból, $\text{As}_2\text{O}(\text{OH})_4$, vezethetők le.

Felismerhető az arsenicum több reakzióról; p. egyik végén beforrasztott szűk üvegsövecskében (14. ábra) úgy szublimálva, hogy gőzei izzó

faszén-darabka mellett haladjanak el: a cső vállán arsen-tükör keletkezik. Ez egy csepp conc. HNO_3 -ban oldva és egy csepp AgNO_3 -oldattal keverve és melegítve, hogy a HNO_3 fölöslege elillanjon s aztán H_3N -tartalmú levegő ráfúvása által teljesen közönbösítve: vörös arsensavas ezüstöt (Ag_3AsO_4)



14. ábra.

képez, mely HNO_3 -ban is, fölösleges H_3N -ban is oldható. Az arsenicum vizes oldata H_2S -gázzal vagy H_2S -tartalmú vízzel (aqua hydrosulfurata) megsárgul, de sósav hozzáadása után As_2S_3 -ból álló citrom-sárga csapadékot képez. A vizes oldat AgNO_3 -tal csak akkor választ ki Ag_3AsO_3 -alkatú sárga ortho-arsenessavas ezüstöt, ha az oldat éppen közönbös, vagyis ha a keletkező HNO_3 -at ($\text{As}_4\text{O}_6 + 12\text{AgNO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag}_3\text{AsO}_3 + 12\text{HNO}_3$) H_3N -val pontosan semlegesítjük; fölös H_3N a csapadékot szintén oldja. Ha azonban As_2S_3 van jelen, ilyenkor ezüstsulfidból (Ag_2S) álló fekete csapadék mutatkozik. Jellemző az is, hogy arsenicumot vízmentes eczetsavas kaliummal összeolvasztva, az igen átható szagú (és mérges) kakodyloxid képződik: $\text{As}_4\text{O}_6 + 8\text{CH}_3\cdot\text{COOK} = 4\text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{CO}_2 + 2\text{As}_2\text{O}(\text{CH}_3)_4$. Kevés As kimutatására szolgál a Haager-Gutzeit-féle próba (l. sósav vizsg.-nál).

Arsenpentoxid és arsensavak. Ha az arsentrioxidot conc. salétromsavval melegítjük és a salétromsavat elpárologtatjuk, H_3AsO_4 -alkatu 3-v.-é. *ortho-arsensavat* kapunk, mint sűrű folyadékot, melyből lassanként kristályok is képződnek. A vegyület szerkezete megfelel az orthophosphorsavénak, tehát $\text{O}=\text{As}(\text{OH})_3$. Ha ezt 140–180°-ra melegítjük hosszasan, vizet veszít és a 4-v.-é. kristályos *pyroarsensavvá*, $\text{As}_2\text{O}_3(\text{OH})_4$, változik át; 206°-on pedig az egy-v.-é. szintén krist. szerkezetű *metaarsensav*, $\text{AsO}_2(\text{OH})$, képződik belőle ($2\text{H}_3\text{AsO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$ és $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7 = \text{H}_2\text{O} + 2\text{HAsO}_3$). Még erősebb hevítésre — igen gyenge vörös izzáson — ez is vizet veszít és *arsenpentoxiddá* változik át: $2\text{HAsO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{As}_2\text{O}_5$. Az arsenpentoxid vizszívó, fehér vegyület, mely erős hevítéskor arsentrioxidra és oxigén-gázra bomlik, vízzel pedig ismét orthoarsensavvá egyesül. Mindezek mérgező hatású vegyületek, de még sem annyira, mint az arsenessav.

Az orthoarsensav vizes oldata savanyú folyadék, melyből AgNO_3 -tal barna-vörös arsensavas ezüst, Ag_3AsO_4 , válik ki, ha ammoniával pontosan közönbösítjük; ez salétromsavban is, fölösleges ammoniában is oldható. — Az arsensav oldata magnesia-keverékkel fehér kristályos csapadékot, magnesiumammoniumarsenatot, $\text{Mg}(\text{H}_4\text{N})\text{AsO}_4$, képez. — Az arsensav langyos oldatából elegendő H_2S -gáz lassacskán sárga arsentrisulfidot és ként választ ki: $2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 5\text{H}_2\text{S} = 8\text{H}_2\text{O} + \text{As}_2\text{S}_3 + \text{S}_2$. — Hydrogen-gáz-fejlesztő készülékben AsH_3 -gáz képződik belőle.

Arsen és halogenek.

Száraz chlor-gázban az arsen meggyulad és *arsenchloriddá*, AsCl_3 , egyesül azzal; ez szintelen, sűrű folyadék, mely vízzel *arsenylchloriddá* változik át: $\text{AsCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{AsOCl}$. Ismeretesek még az arsenből és bromból, illetve jodból képződő szintelen, kristályos AsBr_3 , a vörös kristályokat képező AsJ_3 és AsJ_2 (vagy As_2J_4), továbbá AsOBr és a folyékony AsF_3 . — Az 5-v.-é. arsen halogen-vegyületei nem ismereteseek.

Arsen és kén.

Három arsensulfid ismeretes; ú. m. az *arsenbisulfid*, As_2S_2 , mely hajnal-vörös színű kristályokban a *realgar* nevű ásványt képezi, de szín-arsen és kén összeolvasztása útján is könnyen készíthető; az *arsentrisulfid*, As_2S_3 , mely kristályosan a citromsárga *auripigment* nevű ásványt alkotja, és arsenessavból vagy arsensavból képződik H_2S hatására (utóbbiból csak hosszabb és lassúbb hatásra: $\text{As}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}_2$ és azután $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$); végül az *arsenpentasulfid*, mely arsensav oldatából akkor válik ki, ha az egyszerre sok H_2S -gázzal találkozik: $\text{As}_2\text{O}_5 + 5\text{H}_2\text{S} = \text{As}_2\text{S}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$; ez is citromsárga színű, kristályosan szublimálható vegyület.

Az arsentrisulfid As és S összeolvasztásakor is képződik. Hevítve könnyen megolvad, levegő kizárása mellett szállasztható, levegőn hevítve (pörkölve) részben arsentrioxiddá lesz. Lúgokban, ú. m. alkali-hydroxidokban, alkali-sulfidokban vagy carbonatokban könnyen feloldódik sulfoarsenitekké, melyekből savakkal nem lehet magát a sulfoarsenessavat leválasztani, hanem e helyett ismét arsensulfid válik ki; pl. $\text{As}_2\text{S}_3 + 6(\text{H}_4\text{N})\text{SH} = 2(\text{H}_4\text{N})_3\text{AsS}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ továbbá $2(\text{H}_4\text{N})_3\text{AsS}_3 + 6\text{HCl} = 6(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + 3\text{H}_2\text{S} + \text{As}_2\text{S}_3$. — Ammoniával (vagy ammoniumcarbonattal) pedig metaarsenit és metasulfoarsenit képződik: $\text{As}_2\text{S}_3 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{OH} = (\text{H}_4\text{N})\text{AsS}_2 + (\text{H}_4\text{N})\text{AsO}_2 + \text{H}_2\text{S}$; ebből az oldatból savval (elegendő kén hiánya folytán) nem válhatik ki minden As mint sulfid, csak akkor, ha még H_2S -t is adunk hozzá; mert $3(\text{H}_4\text{N})\text{AsS}_2 + 3(\text{H}_4\text{N})\text{AsO}_2 + 6\text{HCl} = 6(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + 2\text{As}_2\text{S}_3 + \text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Stibium vagy antimon.

$\text{Sb} = 120.29$.

Elemi állapotban is található, de számos ásványban is, melyekben többnyire oxygenhez vagy kénhez van kötve; nem ritkán nehéz fémek társaságában.

Leválasztása leginkább az antimonitból (Sb_2S_3), a leggyakoribb természetes antimon-vegyületből történik, melyet vasreszelékekkel vagy szegekkel együtt izzásig hevítenek; ilyenkor a vas elvonja a ként és azzal ferrosulfidot képez, mely a színtett és megolvadt antimon tetején úszik, de meg

nem olvad. Czélszerű az antimon-sulfid és vasreszelék keverékéhez még szénsavas kaliumot és szenet is keverni; ez esetben a szinités könnyebben és tökéletesebben megy végbe. Szokták az antimon-sulfid és szén keverékének pörkölésekor képződő antimon-oxidot is szénsavas kaliummal és szénnel sziniteni. — Végül az antimon-chlorid oldatából is könnyű vassal vagy zinkkel szín-antimont választani le. — A felsorolt módokon készített antimont a benne lévő arsen-től, réztől, vastól, kéntől meglehetősen körülményes eljárásokkal lehet megtisztítani.

Csaknem ezüstfehér színű, szép fémfényű, lemezes kristályos szerkezetű elem, mely külső sajátságaival a nehéz fémekhez sokban hasonló; faj-súlya 6·7, igen merev, porrá törhető. 432°-on megolvad. A levegőn nem változik meg; vörös izzásig hevítve, elég antimon-oxiddá (Sb_2O_3), melynek egy része sűrű fehér füstöt képez. Megolvadt szín-antimont pár decimeter magasról fehér papirostálczára öntve, apró golyókra oszlik szét, melyek ide-oda futkosva részben elégnék. A vízgőzből csak izzási hőmérsékleten fejleszt hydrogen-t. Chlor-gázba hintett antimon-por hevesen elég antimon-chloriddá (SbCl_3). Conc. forró sósavban oldható (SbCl_3). Kénnel magasabb hőfokon egyesül.

Vegyületeiben 3- és 5-v.-értékű gyök szerepét játssza.

Némely fémekkel fontos ötvözeteket képez; ólommal a nyomtató betűk ötvözetét, ónnal a brittania-fémet. Egyes vegyületei hasznos gyógyszer-ek.

Antimon és hydrogen.

Csak a H_3Sb -alkatú *antimonhydrogen-gáz* ismeretes. Hasonló viszonyok közt képződik, mint az arsenhydrogen; tehát a zinkkel képezett Sb_2Zn_3 -alkatú ötvözetéből híg sósavval vagy kénsavval tiszta állapotban: $\text{Sb}_2\text{Zn}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_3\text{Sb}$; továbbá hydrogen-gázzal keverve akkor, ha a H a kiválása pillanatában (H-fejlesztő készülékben) szín-antimonra vagy vegyületeire (kivéven a sulfidokat) hat. Kellemetlen szagú gáz, mely hevítve elbomlik alkatrészeire; az ilyenkor képződő antimon-folt vagy tükör az As-től részint NaClO -oldattal különböztethető meg, melyben nem oldódik, részint az oxidációjakor képződő antimon-oxidnak sósavban való oldása után H_2S -dal, melylyel narancsvörös Sb_2S_3 -ot képez. Egyébiránt a H_3Sb -gáz ezüst-nitrattal azonnal fekete antimon-ezüstöt választ ki: $\text{H}_3\text{Sb} + 3\text{AgNO}_3 = \text{SbAg}_3 + 3\text{HNO}_3$, holott híg ezüst-nitrat-oldatból H_3As csak fém-ezüstöt választ ki s e mellett oldható arsenessav képződik. (L. H_3As -nál). E reakcióval a H_3Sb a H_3As -tól biztosan elkülöníthető, illetve a kettő egymás mellett felismerhető.

Antimon és oxygen.

Ismeretesek az antimon-trioxid, Sb_2O_3 , a tetroxid, Sb_2O_4 és a pentoxid, Sb_2O_5 ; valamint a trioxidból és pentoxidból származó antimonos- és antimon-savak.

Az *antimontrioxid*, Sb_4O_6 (vagy Sb_2O_3), mint ásvány található. Képződik a szín-antimon elégetésekor, vörös izzáson. Szállasztható, midőn rhombos vagy szabályos rendszerű kristályokat képez.

Chemiai jelleme átmeneti. Lúgokkal szemben mint savas oxid, savakkal szemben mint bázisos oxid viselkedik. P. az antimontrioxidból conc. kén-savval képződő kén-savas stibiumban, $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$, a stibium mint fém viselkedik, hasonlóan a hánytató borkőben (borkósavas kalium-antimonyl) az 1-v.-é. (SbO) antimonyl-gyök. Ellenben a hánytató borkőből salétromsav hatására kiváló $\text{Sb}(\text{OH})_3$ már 3-v.-é. sav: orthoantimonossav; ugyancsak a $\text{Sb}_2\text{O}(\text{OH})_4$ -alkatú 4-v.-é. pyroantimonossav és a $\text{SbO}(\text{OH})$ -alkatú és csak sóiban ismeretes 1-v.-é. metaantimonossav.

Az *antimontetroxid*, Sb_2O_4 , a trioxidnak vagy pentoxidnak hevítésekor képződik: $\text{Sb}_4\text{O}_6 + \text{O}_2 = 2\text{Sb}_2\text{O}_4$ és $\text{Sb}_2\text{O}_5 = \text{Sb}_2\text{O}_4 + \text{O}$. Fehér, nem illékony por. Vízben, sőt savakban is csaknem oldhatatlan. Metaantimonsavas antimon-

oxidnak tekinthető: $\begin{array}{c} \text{Sb} \equiv \text{O} \\ | \\ -\text{O}-\text{Sb}=\text{O} \end{array}$.

Az *antimonpentoxid*, Sb_2O_5 , szín-antimonból keletkezik, ha azt ismételtén salétromsavval szárazra párologtatjuk. Halvány citromsárga por, melyből háromféle fehér pornemű sav származtatható le, ú. m. az orthoantimonsav, $\text{O}=\text{Sb}(\text{OH})_3$, a pyroantimonsav, $\text{Sb}_2\text{O}_3(\text{OH})_4$ és a metaantimonsav, $\text{SbO}_2(\text{OH})$.

Antimon és halogenek, esetleg oxygen is.

Kivéve a nem létező SbBr_5 -ot, úgy a 3- mint az 5-v.-é. Sb összes halogen-származékai ismeretesek; olyanok is, melyben a halogen egy része O-nel vagy S-ral van helyettesítve.

Stibiumtrichlorid, SbCl_3 , régebben *butyrum antimonii* néven hivatalos maró szer. Szín-antimonból és chlor-gázból képződik, ha a terméket fölösleges szín-antimonnal melegítjük és erről ledesztilláljuk. Képződik Sb_2S_3 -ból is, ha azt conc. sósavban oldjuk és a sósav és víz elpárologtatása után visszamaradó tömeget 223°-on átdestilláljuk. Színtelen, kristályos, lágy tömeg; a levegőből nedvességet szí és azzal szétfoly. Hideg vízzel *antimonylchlorid*, SbOCl , de igen sok vízzel antimontrioxid is képződik belőle: $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{SbOCl}$ és $2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{HCl} + \text{Sb}_2\text{O}_3$; a forró vízzel kiváló fehér *Algarot-por* a trioxid és antimonylchlorid keveréke: $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{SbOCl}$.

Stibiumpentachlorid, SbCl_5 , szín-antimonból és fölösleges chlor-gázból keletkezik. Színtelen vagy sárgás, undorító és szúrós szagú, füstölő folyadék, mely hevítve könnyen elbomlik trichoridra és chlor-gázra: $\text{SbCl}_5 = \text{SbCl}_3 + \text{Cl}_2$. Egy vagy négy molekula vízzel kristályos hidratokat képez.

Antimon és kén.

Ismeretesek a stibiumtrisulfid, Sb_2S_3 és a pentasulfid, Sb_2S_5 ; továbbá oxysulfidok, sulfochloridok és sulfojodidok.

Stibiumtrisulfid (*antimontrisulfid*), Sb_2S_3 . Mint ásvány antimonit néven ismeretes; élénk fémfényű, grafitszürke és igen hosszú, vékony törékeny oszlopokat és tűket vagy ilyenekből álló tömeget alkot. Hivatalos szer *antimonium crudum* vagy *stibium sulfuratum nigrum* név alatt. Állatgyógyászatban alkalmazzák; a gyógyszerkönyv megkívánja, hogy As-mentes legyen. Könnyen megolvasztható vegyület, mely a többi antimon-készítmények alapanyagául szolgál.

Barna- vagy narancs-vörös, nem kristályos módosulata is van, a milyen a *Kermes minerale*-ben van és a milyen képződik, ha a kristályos antim. sulfidot lúgokban vagy alkali-sulfidokban oldjuk és savakkal ismét kicsapjuk.

Stibiumpentasulfid (*antimonpentasulfid*), Sb_2S_5 . Hivatalos szer: *Stibium sulfuratum aurantiacum* vagy *Sulfur auratum antimonii* név alatt. Képződik, ha SbCl_5 -nak borkősavval és vízzel készített oldatát H_2S -gázzal telítik. Készítése a Schlippe-féle só vagyis sulfoantimonsavas natrium ($\text{Na}_3\text{SbS}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$) vizes oldatának híg kénsavval történő elbontásán alapszik: $2\text{Na}_3\text{SbS}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + \text{Sb}_2\text{S}_5$. A leülepített és decantatio, majd szűrőn történő mosás által megtisztított, kiszajtott és sötét helyen enyhe melegben megszáritott készítmény igen finom, élénk narancsszínű vörös port képez. Sósavval melegítve, H_2S -fejlődés és kénkiválás közben oldódik: $\text{Sb}_2\text{S}_5 + 6\text{HCl} = 2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{S} + \text{S}_2$. Lúgokban, p. ammoniában teljesen oldható; esetleges maradék: Sb_2S_3 , Sb_4O_6 vagy kén lehet. Nem szabad benne As-nek lennie; ezért a conc. HCl -val készített tiszta oldatnak 1 csepp erős H_2S -vizzel As_2S_3 -ot kiválasztania nem szabad (erős sósav antimon-sulfid kiválását nem engedi).

Kermes minerale vagy *Stibium sulfuratum rubrum* név alatt egy igen finom, vörös-barna színű, antimontrioxid-tartalmú nem kristályos antimontrisulfid-készítmény hivatalos, $2\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ képlethez közelálló alkattal. Ennek készítése végett 6 s. r. kristályos Sb_2S_3 (antim. crud.) finom porát 128 s. r. kristályos szódával, melyet 10 annyi vízben oldottunk, 30–50 percig forraljuk, forrón filtráljuk és lassan hagyjuk magától lehűlni. A lassacskán kiváló csapadékot jól ki kell mosni és enyhe melegben szárítani meg.

A Kermes képződése azon alapul, hogy a Sb_2S_3 és a Na_2CO_3 -oldat a főzéskor oldható metaantimonossavas és metasulfoantimonossavas natriumot képeznek, melyek oldatából a kihűléskor nem kristályos Sb_2S_3 és kristályos Sb_2O_3 válik ki: $3\text{Sb}_2\text{S}_3 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 = 4\text{NaSbS}_2 + 2\text{NaSbO}_2 + \text{Na}_2\text{S} + 4\text{CO}_2$, azután: $4\text{NaSbS}_2 + 2\text{NaSbO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 2\text{NaOH}$. A Kermes még NaSbO_2 -ot is tartalmazhat; ezt és az oxidot, Sb_2O_3 -ot, ki lehet belőle oldani borkősavval. (As-tartalmúnak nem szabad lennie).

Bór.

$$B = 11.0.$$

Elterjedt elem, de aránylag kis mennyiségekben lelhető föl, mindig O-t tartalmazó vegyületeiben. A tengerekben, egyes források vizében bórsav vagy bórsavas sók alakjában található; Toscana vulkáni vidékein és a lipárii szigeteken pedig a föld belsejéből előtörő vízgőzök hoznak magukkal bórsavat. Főbb ásványai a: Boracit ($Mg_7B_{16}O_{30}Cl_2$), Borocalcit ($CaB_4O_7 \cdot 6H_2O$), Boronatrocalcit ($Ca_2B_8O_{14} \cdot Na_2B_4O_7 \cdot 18H_2O$) és a Borax vagy Tinkal ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$).

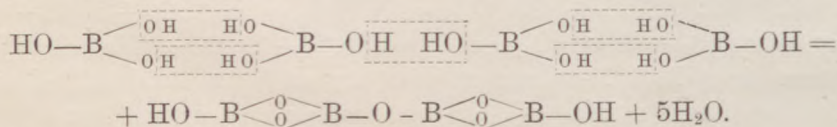
Elemi állapotban úgy kaphatjuk meg, hogy a bórsav megolvasztása folytán keletkező bórsav-anhydridet (B_2O_3) az oxygen elvonása végett fém-natriummal, magnesiummal vagy aluminiummal olvasztjuk össze ($B_2O_3 + 6Na = 3Na_2O + B_2$ stb.). Az aluminiummal történt készítéskor graphitszerű, nem átlátszó kristályokban kapni meg a bórt, holott a másik két fém alkalmazásakor mint nem kristályos, barnás-fekete por válik az ki.

A bór a levegőn hevítettén, meggyúl és elég B_2O_3 -dá. Ugyanez képződik erősen oxidáló hatásokra. Magas hőmérsékleten közvetlenül egyesülnek vele a S, Cl, Br, N és számos fém. 3-v.-é. elem, mely mint savképző negatív jelleműnek tekintendő, bár savtermészetű vegyületeinek gyenge volta és egyéb viselkedése a fémekhez bizonyos tekintetben hasonlatossá teszi, a mint tényleg az elemek természetes rendszere szerint az Al-mal egy csoportba tartozik.

Bór és oxygen, esetleg hydrogen is.

Bóroxid és bórsavak. A bór elégetésekor keletkező termék: a *bóroxid*, B_2O_3 , határozottan anhydro-savnak tekintendő. Vízben feloldva, azzal tényleg bórsavvá egyesül. A bórsavból, ha az hevítés folytán vizet veszít, megint könnyen képződik mint üvegszerű, átlátszó tömeg ($2H_3BO_3 = 3H_2O + B_2O_3$). — Nehéz fémek oxidjaival összeolvasztva, színes üvegeket képez, éppen úgy, mint a bórax (rézoxiddal zöldet, cobalttal kéket, chrommal zöldet, mangannal amethyst-színűt stb.).

Bórsavat szabad állapotban kettőt ismerünk; az egyik a *metabórsav*, HBO_2 , a másik az *orthobórsav*, H_3BO_3 . Ez utóbbi származékainak tekintendők azok a bórsavak, melyeknek csak sóik ismeretesek s melyek több molekula bórsav összekapcsolódása folytán vízvesztés útján képződnek. Ilyen p. a bóraxban ($Na_2B_4O_7$) feltételezett *pyrobórsav*, $H_2B_4O_7$, mely 4 mol. bórsavból 5 mol. víz vesztés után beálló kapcsolódás folytán képződik: $4H_3BO_3 = H_2B_4O_7 + 5H_2O$, vagyis:



A 3-vegyértékű *orthobórsav*, H_3BO_3 , a hivatalos *acidum boricum*. Ezt részint a fönt felsorolt ásványokból készítik, részint a toscanai bórsavtartalmú gőzforrásokból választják le. Ez utóbbi helyeken a gőzforrások fölébe czementezett medenczéket (lagunákat) építenek, lépcsőzetesen egymás fölé. A felső medenczébe forrásvizet töltenek, mely a beleáramló gőztől bórsavtartalmúvá válik. Ezt a vizet másnap az alatta levő medenczébe bocsátják, a hol a telítődés folytatódik. Így naponként más és más medenczébe kerül és mire az alsóból kikerül, literenként 20 gramm bórsavat, sőt többet is tartalmaz. Ezt most a töményítés folytatása végett mintegy 100 m. hosszú, hullámos ólomlemezről készített lejtőn csergedeztetik lassacskán végig, melyet az alatta elhúzódó csatornában felfelé áramló természetes gőz állandóan melegít, annyira, hogy a víz erős párolgásnak indul és bórsavban aránylag gazdagabbá lesz. Eleinte a vízben levő sulfatok válnak ki, később a nyers (tisztátalan) bórsav is, melyet forró vízből történő átkristályosítással megtisztítanak.

A tiszta bórsav szintelen kristályos lemezeket képez. Hideg vízben nehezen, forróban jól oldható; a forrón telített oldatból tehát kevés veszteséggel könnyen átkristályosítható. 100 s. r. víz 0°-on 1·9, 12°-on 2·9, 20°-on 3·9, 100°-on 33·6 s. r. bórsavat old fel; közönséges hőmérsékleten tehát mintegy 3%-ot. — A bórsav vizes oldata nem maró, a lakmuszra jóformán hatástalan, de a curcuma-gyökér szeszese kivonatával nedvesített papiros sárga színét — olyanformán mint a lúgok teszik — vörös-barnára változtatja. Borszeszben is oldható és az oldat meggyújtva, zöld lánggal ég; erről a bórsav és sói felismerhetők, csak az utóbbiak porát előbb conc. H_2SO_4 -val kell keverni a bórsav szabaddá tétele végett. A bórsav aránylag gyöngye sav, mely az alkali-fémekkel képez csak állandó sókat, a többi fémekkel ellenben igen bomlékony — még a levegőben levő CO_2 hatására is bomló — sókat. Magas hőmérsékleten azonban sósavat, kénsavat vagyis a legerősebb savakat is kiűzi sóikból, minek fő oka a bórsav tűzállóságában keresendő. Hevítéskor a bórsav vizet veszít; 100°-on átalakul metabórsavvá ($\text{H}_3\text{BO}_3 = \text{HBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), 160°-on pyrobórsavvá ($4\text{H}_3\text{BO}_3 = \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 5\text{H}_2\text{O}$), még magasabb hőmérsékleten bórsav-anhydriddé ($2\text{H}_3\text{BO}_3 = \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$).

A bórsav kitűnő antiszeptikus szer.

A bór vegyületeket alkot még a hydrogenel (BH_3 , gáz), a chlorral (BCl_3 , gáz), a brommal (BBr_3 , folyadék), a joddal (BI_3 , szilárd), a fluorral (BF_3 , gáz), a nitrogennel (BN , szilárd), szénnel stb.

Silicium.

Si = 28·4.

Rendkívül elterjedt elem, mely az ásványországban az oxygen után leggyakoribb és legnagyobb mennyiségben szereplő alkotórész; elemi állapotban nem található.

Készítése legegyszerűbb silíciumdioxidból vagyis tiszta kvarcz porából fém-Mg-mal, melylyel együtt hevítve, amorph Si képződik: $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$.

A nem kristályos silícium barna, fénytelen por, mely a levegőn hevítve könnyen meggyújtható és elégethető silíciumdioxiddá ($\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$).

A Si megolvasztott fém-Al-ban, Zn-ben vagy Sn-ban jól oldható; a lassú kihűléskor kristályos-, gyors lehűléskor graphitszerű módosulatban válik ki. A kristályos módosulat fekete, gyémántfényű oktaéderekből áll; nem könnyen égethető el és nem oly reakció-képes mint a nem kristályos módosulat.

E módosulataiban és éppen úgy egész chemiai viselkedésében a silícium igen sok hasonlatosságot mutat a szénhez, melylyel vegyértékűség dolgában is megegyez. Vegyértéke 4, de több atomja is képes egymás között kapcsolódni, mi által igen bonyolult vegyületek képzésére nyújt alkalmat, a mint az a silicatok néven összefoglalt kovasavtartalmu ásványok alkatából megítélhető.

Más elemekkel képezett vegyületei elég számosak. Ismeretes a *silíciumhydrogen*, SiH_4 . Ez szintelen gáz, könnyen gyúlad, sőt ha nem egészen tiszta, magától meggyúl. Képződik a silíciummagnesiumból híg sósav hatására: $\text{SiMg}_2 + 4\text{HCl} = \text{SiH}_4 + 2\text{MgCl}_2$.

A halogen-elemekkel képezett vegyületei a: SiCl_4 és Si_2Cl_6 (füstölgő folyadékok), Si_2Cl_4 , SiHCl_3 (a chloroformnak, CHCl_3 , megfelelő), Si_2OCl_6 , SiBr_4 , SiHBr_3 , SiJ_4 , SiF_4 , H_2SiF_6 (silíciumfluorsav), stb. — Ismeretesek még a kénnel, nitrogennel, szénnel képezett vegyületei is. A SiC-alkatú silíciumcarbidot vagyis carborundumot nagyban készítik porrá tört kokszból és kvarcz-homokból, kőso hozzáadása mellett, az elektromos kemence roppant magas hőmérsékleténél (3500° körül): $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = 2\text{CO} + \text{SiC}$. Nagy keménysége folytán (9,5, — a gyémánté 10) csiszoló por és csiszoló kő gyanánt használják.

Silícium és oxygen, esetleg hydrogen is.

Silíciumdioxid és a kovasavak. A silícium valamennyi vegyületei közt legelterjedtebb és legfontosabb a *silíciumdioxid* vagy *kovasav-anhydrid*: SiO_2 . Kristályos állapotában ez a kvarcz néven ismert ásványnak számos módosulatát képezi. Ilyenek p. a köröskörül kristálylapok által határolt szintelen mármarosí gyémánt, a szintelen oszlopokat képező hegyi kristály és ennek nehéz fémek által festett színes változatai, ú. m. a sárga citrin, ibolyaszínű amethyst, fekete morion stb; ugyancsak a nem kristályos carneol (húsvörös színű), a tarka achat, a szürkés-barna tűzkő vagy kovakő, a víztartalmu opál számos változatai és egyebek; ezek közt igen becses, mint drágakő: a szintjátzó nemes opál, melyet legszebb minőségben a sárosmegyei Vörösvágáson bányásznak. — A kvarcz a legtöbb kristályos kőzetnek is alkotó

része; ezek málladékában: a talajban is állandóan megvan, különösen sok az ú. n. futóhomokban. — A tűzkövet, mely aczéllal ütve szikrákat ad, pásztoemberek még máig is használják tűzszer szám gyanánt; régebben ugyanily rendeltetéssel az ú. n. kovás puskákön alkalmazták; az emberiség őstörténetében (a kőkorszakban) pedig keménysége alapján (7) vágószer számul és fegyver gyanánt használták.

A siliciumdioxid könnyen készíthető a kovasavas sókból (ásványokból is), ha azokból a kovasavat szabaddá tesszük és azután kitüzesítjük. Így készítve, nem kristályos fehér por, a mely csak rendkívül magas hőmérsékleten olvasztható meg (a durranó-gáz lángjában és az elektromos fényívben). Ilyen állapotában igen vékony, hajlékony száalakká is kihúzzható.

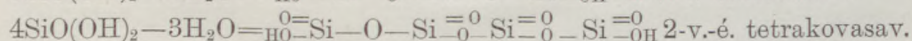
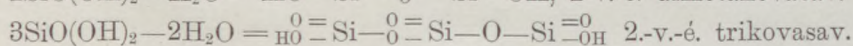
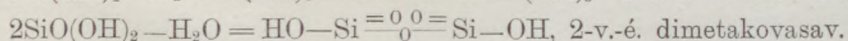
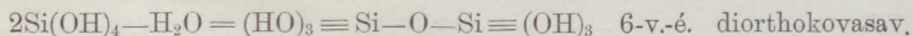
A SiO_2 nem oldható vízben, sem savakban (kivéve a HF -ot, melyben mint H_2SiF_6 oldódik fel); de oldható lúgokban, kivált melegben.

A kristályos SiO_2 nem egyesül a vízzel; az amorph ugyan vesz föl kevés vizet, de ezzel jellemezhető savat nem képez.

Mindamellett a SiO_2 -nak vízzel képződhető mindkét vegyülete ismeretes a sóiban, úgy a *metakovasav*: H_2SiO_3 ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), valamint az *orthokovasav*: H_4SiO_4 ($\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$). Sőt valószínű, hogy midőn a kovasav oly módon választatik ki sóiból, hogy oldatban marad: alighanem az orthokovasav ez. Ha azután ez átmegy az oldhatatlan módosulatba, akkor vizet veszít s a kiváló kovasav most már kevesebb vizet tartalmaz, mint a mennyi a metakovasavnak megfelel; így tapasztaljuk ezt a vízi eredésű opálon is.

Az oldható kovasavat úgy kaphatjuk meg, hogy valamely alkali-silicat (vízüveg) hig oldatát szintén hig sósavhoz keverjük és az egészet 4 napon át pergament-papirosön dializáljuk (acidum silicicum dialysatum); ebből csak hosszabb eltartáskor válik ki a kovasav. Ha ellenben tömény oldatokat elegyítünk, akkor rögtön kocsonyás állapotban válik ki a kovasav, mely vízben már csak kevésé oldható.

Az említett két (meta- és ortho-) kovasavon kívül még oly kovasavak is léteznek, melyek 2, 3, 4 sőt több Si-atomot tartalmaznak. Ezeket a *poly-kovasavakat* az előbbiektől több molekulájából képződni képzelhetjük, ha azokból bizonyos számú vízmolekulák lépnek ki; például:



Mindezek szabadon ugyan nem ismeretesek, de sóik fontos ásványokat képeznek.

Vannak a Si-nak még olyan savtermészetű vegyületei, melyek bizonyos szerves savaktól alkatra csak annyiban különböznek, hogy C helyett Si-öt tartalmaznak.

Szén. — Carbonium.

C = 12·00.

Földünkön a szenet két kristályos módosulatban találjuk; egyik a *gyémánt*, másik a *grafit*.

A *gyémánt* a szabályos rendszerbe tartozó kristályos szemekben, ritkán nagyobbacska darabokban található földünk egyes vidékein; ritkábban az itakolumit nevű kőzetben (Brazília), többnyire azonban törmelék kőzetek közt. Nevezetesebb lelőhelyei: *India*, hol már igen régi idők óta bányász-
szák; *Brazília*; *Dél-Afrika*, a hol újabb időkben igen nagy mennyiséget gyűjtenek (Cap-földi gyémánt); lelőhelyei még *Kalifornia*, *Australia* és egyéb helyek. Képződési körülményei egyelőre ismeretlenek; régebben növényi anyagokból történő képződését fogadták el általánosan, újabban széntartalmú vasból való képződését tartják valószínűbbnek. Ez utóbbi nézetet támogatják nemcsak az előfordulási körülmények, illetőleg a társaságában található ásványok, hanem azok a fontos kísérletek is, melyek a gyémánt mesterséges készítését célozták és a melyek közül a *Moissan* kísérletei némi eredménnyel jártak. Kitűnt ezekből az, hogy ha a megolvasztott vasat 2000—3000° hőmérsékleten szénnel telítjük és lehető gyorsan nagyobb nyomás alatt hűtjük le, a szén egy része rendkívül apró, de igen kemény, a gyémánthoz hasonló kristályokban válik ki, melyeket a vas feloldása és az oldatlan maradék alkalmas iszapolása révén külön lehet választani.

A gyémánt, ha egészen tiszta, színtelen, de idegen anyagoktól lehet színes is; a Cap-földön igen gyakoriak a sárgák és a feketék. Keménysége az ásványok közt a legnagyobb (10); fajsúlya 3·52 körül van; csiszolt állapotában fénytörő képessége igen tetemes. Minél tisztább vagyis színtelenebb és minél szebb tűzű, annál értékesebb drágakő; értéke igen változó a nagyság, a tisztaság, sőt a csiszolás tökélye szerint. Nagyságát (súlyát) karatokban fejezik ki; egy karat 0·21 grammal egyenlő. Értéke a karatok négyzetének arányában emelkedik. A legnagyobb eddig ismert gyémántot 1893-ban Dél-Afrikában találták; ennek súlya 971·75 karat. Híresek az orosz kormánybotba foglalt *Orlow* (194·75 karat); a párisi *Regent* (136·75 kar.); a bécsi udvari kincstárban őrzött *Florentiner* (139·5 karat); az angol királynő tulajdonában lévő indiai *Koh-i-noor* (106¹/₁₆ karat) és egyebek. A nagyobbakat és szebbeket összefordított kettős kúp idomra 58 lappal csiszolják (*brilliant*), a csekélyebbeket alul lapos egyszerű kúpidomra (*rosetta*). — A gyémánt fehér izzásig hevítve, oxygen-gázban elégethető széndioxidá, s ha tiszta volt, hamut jóformán nem hagy hátra.

A *grafit* (plumbago) a szénnek átlátszatlan kristályos módosulata. — Fontosabb lelőhelyei: *Ceylon*; *Szibéria*; Németországban *Passau*, mely utóbbi helyen különösen sok agyaggal tisztátalanítva található. Mesterséges utakon is készíthető; a szénben dús öntött vas mindig tartalmaz apró

grafit-kristálykákat, de a nagy olvasztókban is képződik grafit (talán a cyan-vegyületek bomlása folytán). A természetes grafit képződési körülményei egyelőre biztosan nem ismeretesek. — A grafit fekete-szürke, fémfényű, rostos vagy leveles szerkezetű, sikamlós tapintatú, igen lágy test; fajsúlya 2.2. Rendszerint silicatok, aluminium-, vas-, mész- stb. vegyületek vannak benne, annyira, hogy ezek sok esetben a szén mennyiségét is jóval meghaladják. Még nehezebben égethető el, mint a gyémánt, és mert ásványi anyagokkal van tisztátalanítva, jelentékeny mennyiségű hamut hagy hátra. Porrá őrölve és agyaggal téstává alakítva, irónokat sajtolnak belőle, melyek hevítve kapják meg szilárdságukat. Tűzálló agyaggal keverve, mint a mi hőforrásainkban meg nem olvasztható testet, olvasztó tégelyek (grafit-tégelyek, passau-i tégelyek) készítésére alkalmazzák; pora magánosan vagy zsiradékkal együtt, sikamlóssága folytán kenőszer gyanánt alkalmas. — Mint-hogy pedig az elektromosságot vezeti, viasz, gipsz és egyéb nem vezető tárgyak bevonására a galvanoplasztikában használatos. Az elektr. ívlámpák szénpálcáit is szokták grafitból készíteni.

A szénnek e két kristályos módosulatán kívül nem kristályos (amorph) módosulatait is ismerjük, melyek jóformán kivétel nélkül tisztátalanítva vannak idegen anyagokkal, sőt több esetben azokat nem mint keverékrészeket, hanem chemiailag megkötve tartalmazzák. Ilyen szénfajtákat magunk is készíthetünk, de földünkön készen is találunk.

Alaktalan természetes szén-féleségek a *kőszén* különböző fajtái, melyek a legfőbb tüzelő anyagokul szolgálnak. Ezek évezredek előtt tenyészett és roppant kiterjedésű erdőségeket képező növények eltemetett maradványai, melyek földünk hatalmas alakulásai folytán eltemettétvén, a levegő kizárta mellett és a felettük lévő rétegek nagy nyomása alatt lassú bomlásnak indultak, mi közben a fa anyagának fő tömegét kitevő cellulose alkatrészeinek: a C-nak, H-nak és O-nak aránya lényegesen megváltozott, a mennyiben az O és H nagyobb része a szén egy részével illékony vegyületek alakjában eltávozván, a visszamaradó tömeg szénben aránylag gazdagabbá vált és ezzel arányosan mindinkább sötétebb színt vett fel; de a nagy nyomás alatt növényi eredetét tanúsító szerkezetét is fokozatosan elveszítette és meglehetősen szilárdságot és keménységet kapott. Minthogy azonban e hosszú folyamat közben nem ritkán jelentékeny mennyiségű ásványi anyagok is települtek közzé, igen tetemes el nem égethető anyagot is szokott tartalmazni, mely az elégetéskor mint hamu visszamarad. Minél régibb a *kőszén*, annál több benne a szén, annál feketébb és fénylőbb (anthracit és *kőszén*), tömegében is egyenletesebb; minél újabb származású, annál inkább barnás színű (barna szén), lazább és annál több H, O, N van benne. Az aránylag újabbkori képződésű *lignit* még növényi szerkezetet is mutat. De legközelebb áll a cellulose (fa) alkatahoz a *tőzeg* (turfa), mely mocsári növények és farészek eliszapolt és elszenesedett maradványait tartalmazza. — Hazánkban szintén vannak széntelepek; ilyenek p. a resiczai és pécsi *kőszéntelep*, a salgótarjáni

és számos más barna szén-telep. Néhány szénfajta és a fa (cellulose) alkatát a következő adatok mutatják:

	C	H	O	N	S	Hamu	Fajsúly
Anthracit Dél-Walesből	90.39	3.28	2.97	0.83	0.91	1.61	1.3925
Fekete szén (Zwickau)	81.41	5.22	5.74	0.34	2.95	4.95	1.192
Fekete szén (Pécs)	78.08	3.91	7.32			10.69	1.356
Barna szén	66.89	4.64	16.66	1.33	3.12	7.38	1.35
Lignit (Edelény)	43.44	3.40	38.82	—	—	19.34	—
Tőzeg (Freiburg)	55.93	5.78	36.35	1.04	—	0.89	—

Ha a hamu és a víztartalom levonása után a C, H, O és N tartalmat százalékokká számítjuk, a következő átlagos számokat kapjuk:

	Fa	Tőzeg	Barna szén	Kőszén	Anthracit
Szén C	50	60	70	82	94
Hydrogen H	6	6	5	5	3
Oxygen O	43	32	24	12	3
Nitrogen N	1	2	1	1	nyomai

A mesterséges szénféleségek között fontosabbak: a koks (coaks), a növényi és állati szenek és a korom.

A *koks*ot (coaks) a kőszénből úgy készítik, hogy azt a levegő kizárása mellett magas hőmérsékletre hevítik. Ilyenkor elégethető gázok (világító gáz) képződése mellett, kátrány desztillál át és visszamarad a nem illékony koks, mely szénben dúsabb mint a kőszén. Ez likacsos, szilárd, némiképpen fémfényű darabokat képez, jó melegvezető. Gyúlási hőmérséklete magasan fekszik és csak erősebb légáramlat mellett égethető el. Minthogy égési melege igen tetemes, magas hőmérsékletek létesítésére kiválóan alkalmas tüzelő anyag.

A *retortaszén* származására rokon a kokszzsal. Ez is a kőszén egyik bomlási terméke, mely a világító gáz gyártása alkalmával a retorták felső részén a szénhidrogen-gázokból a túlhevítés folytán kiváló szén lecsapódásából keletkezik. Ez igen tömör, kemény darabokat képez, igen tiszta szénfajta és a grafithez hő- és elektromosságvezetés tekintetében közel áll. Elektromos batteriákban és ilylámpákban alkalmazzák.

A *növényi szén* növényi részeknek a levegő kizárása mellett magas hőmérsékletre hevítésekor keletkezik. Legfontosabb fajtái a különböző fa-szenek. A *faszén* készítése céljából a fát régebben gulákba halmozták,

földdel letakarták és a levegő tökéletlen kizárása mellett meggyújtván, tökéletlenül elégették. Újabban inkább retortákban hevítik (250–300°), midőn értékes melléktermékeket (fakátrány, faszesz, faeczet) is kapnak. A faszén alkata és egyéb tulajdonságai a fa minőségétől, a hevítés hőmérsékletétől és tartamától függenek. A faszén általában barnás-fekete színű, likacsos darabokból áll, melyeknek széntartalma 70–75%-nál nem igen magasabb. Könnyen meggyújtható és elégethető. Számos színes és szagos anyagot képes felületi vonzás folytán felvenni és különösen bizonyos gázokat aránylag nagy mennyiségben nyel el. Így tapasztaljuk ezt a rothadásakor fellépő bűzös anyagokkal szemben is, melyeket a levegő oxygenjével együtt elnyelvén, oxidációjukat is elősegíti. Innen van a szénnek az organikus anyagok (hús, fa stb) rothadását, illetve megbüdösödését gátló tulajdonsága.

Az állati anyagokból a növényi szén készítéséhez hasonló eljárással (száraz lepárolással), az *állati szén* különböző fajtáit készítik. Ilyenek a csontszén, vérszén, hússzén és egyebek. Ezek általában meglehetősen sok N-t tartalmaznak, sőt a csontszénben aránylag sok ásv. anyag (phosphorsavas és kevesebb szénsavas mész) mellett a szén csak kis mennyiségben (5–10%), de finoman eloszlott állapotban van. E szénfajták a színes anyagokat felületi vonzás folytán képesek visszatartani; e tulajdonságaik alapján, mint szintelenítő anyagok, ipari tekintetben becsesek, a mint azt a csontszénnek (spodium) a cukorgyártásban való alkalmazása is bizonyítja.

Kormozó széntartalmú lángok lehűtésekor finomul eloszlott szén rakódik le; ez a *korom*, melyet többnyire gyantás fákából, kátrányos anyagokból, olajhulladékokból stb. tökéletlen elégetés folytán készítenek. — A korom meglehetősen tiszta szén, melyben a tisztátalanságok alig pár %-ot tesznek ki. Finomabb fekete festékek (tuss, nyomdafesték) készítésére használják fel.

Elégé tiszta (alaktalan) szenet készíthetni még némely szerves vegyületek p. a cukor hevítése folytán.

A felsorolt szénfélések fizikai tulajdonságaikban sokban eltérnek, de a főbbekben eléggé megegyeznek. A szenet megolvasztani vagy elpárologtatni a szó szokott értelmében ez ideig képesek nem vagyunk, úgy, hogy azt csak szilárd állapotban ismerjük. Oldószere sincs; ha ugyan annak nem tekintjük a megolvasztott vasat, mely pár % szenet képes felvenni. A szén, ha tömörsége elég nagy, a melegséget és különösen az elektromosságot elég jól vezeti.

A szén számos elemmel képes közvetlenül egyesülni, de csak magas hőmérsékleten. Legszívesebben egyesül az oxygennel, melyet számos vegyületeiből (nehéz fémek oxidjai) is képes elvonni s melylyel széndioxidot (CO_2) képez. Szívesen egyesül a kénnel is széndisulfiddá (CS_2). De egyesül alkalmas körülmények közt tevőleges elemekkel is, sőt van ezek közt egy: a calciumcarbid (CaC_2), mely újabban technikailag nagyban készítve, a kiváló világító erejű acetylen-gáz (C_2H_2) készítésére igen becses anyagnak szolgál.

A szént vegyületeiben állandóan 4-v.-é-nek tekintjük, melynek megvan

az a képessége, hogy 2, 3, 4, sőt 10, 20 és még több atomja képes egymás között különböző módokon, sőt különböző számú vegyértékek révén kapcsolódni s e változatos szén-atom-csoportok képezik a szerves vegyületek molekuláinak a vázait, a mint az hátrább, a szerves vegyületek általános ismertetésében röviden méltatva lesz.

A szént, akár mint önálló testet, akár mint a vegyületek alkatrészét, legegyszerűbben és legbiztosabban felismerjük arról, hogy elégetve (vagy rézoxiddal együtt hevítve) széndioxid-gázt termel, mely a mészhidroxidos vízben (aqua calcis) szénsavas mész képződése közben fehér zavarodást idéz elő.

Szén és hydrogen.

Egyetlen egy olyan vegyületet ismerünk e két elem között, melynek molekulájában csak egy szén-atom van; ez a *methan* (bányagáz, mocsárgáz), CH_4 . Ellenben temérdekre megy azoknak a szénhydrogen-vegyületeknek a száma, a melyek molekuláiban 2, 3, 4, 5 sőt 20, 30 és még több szén-atom foglaltatik. Ezek a vegyületek részint a természetben készen találhatók, részint mesterséges eljárásokkal készíthetők. Gázok, folyadékok, sőt szilárd testek ezek, melyekben a szén-atomok egymással igen változatos kapcsolódásban állhatnak és számos isomer vegyületek ismeretesek köztük. Mind ezekről a szerves vegyületek közt lesz bővebben szó.

Szén és oxygen.

A szénnek két oxidját ismerjük, a szénoxidot, CO és a széndioxidot, CO_2 . Mind a kettő gáz.

Szénoxid (*szénmonoxid*), CO .

Szénnek vagy széntartalmú anyagoknak elégetésekor rendszerint CO_2 képződik; de ha a szén égése fehér izzáson, tehát úgy 1000° hőmérséklet fölött történik, akkor CO keletkezik: $\text{C} + \text{O} = \text{CO}$. Ugyanez képződik, ha fémek tüzálló oxidjait sok szénnel együtt izzítjuk, p. $\text{CuO} + \text{C} = \text{Cu} + \text{CO}$. Heves izzásban levő C a CO_2 -gázzal is CO -t képez: $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$, a mint azt a vasolvasztókban, a szénnel megtöltött rossz légvonalú kályhákban, valamint szénvasalókban is tapasztalhatni; azonban izzási hőmérsékleten a CO elbomolhat CO_2 -ra és szénre: $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}$.

Könnyen és tiszta állapotban megkaphatni a CO -ot, ha hangyasavból vagy sójából conc. kénsavval vizet vonunk el: $\text{HCOOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$. Sósavasav vagy sója conc. kénsavval melegítve oly gázt fejleszt, melynek fele CO , másik fele CO_2 : $\text{HOOC} \cdot \text{COOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{CO}_2$; ha ezt a gázt kálilúg-oldaton át vezetjük, az a CO_2 -ot leköti carbonattá, a CO tehát tiszta lesz. Sárga vérlúgsó (ferrocyankalium) pora 9 annyi conc. kénsavval melegítve szintén CO -ot fejleszt, melyet a benne levő kevés CO_2 -tól, SO_2 -tól és HCN -tól kálilúgon való átvezetés révén megtisztíthatni; a hatás: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4 + 3(\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4 + 6\text{CO}$.

A CO szintelen és szagtalan gáz, meggyújtható, világos kék lánggal ég és ilyenkor CO_2 keletkezik belőle: $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}_2$; az égést nem táplálja.

Belehelve igen ártalmas, sőt mérgező; szédülést, ájulást sőt halált okozhat, mert a vérben levő haemoglobinnal (a vér vörös festőanyagával) meglehetősen állandó vegyületté egyesül, minélfogva a haemoglobin alkalmatlanná válik oxygen felvételére. Némely fémmel egyesül, különösen frissen szinitett és 100° -ra hevített Ni-lel, melylyel szintelen folyadékká sűrűsíthető és 43° -on forró vegyületté egyesül; ennek alkata $\text{Ni}(\text{CO})_4$.

Szendioxid és szénsav. A széndioxid-gáz (*szénsav-anhydrid, szénsav-gáz*), $\text{CO}_2 = 44$, régóta ismeretes, de alkotát Lavoisier *állapította* meg először 1781-ben.

A levegőben, minden vízben, leginkább a savanyú vizekben, a talajban — különösen a televény-talajokban — állandóan jelen van. A földből némely helyen (p. hazánkban a torjai bűdös barlangban és a székelyföldön számos helyen) nagy mennyiségben ömlik ki. Működő tűzhányók, így a Vesuv gázaiban is föllelhető; a vérben is állandóan foglaltatik és a tüdőn át távolodik abból el. Kötött állapotban: a szénsavas sókban vagyis fém-carbonatokban — kivált mészhöz, magnesiumhoz, vashoz és egyébekhez kötve — igen nagy tömegekben található.

Képződik, ha szén vagy C-tartalmú vegyületet elégetünk, akár gyors, akár lassú égés révén; tehát az állati és kisebb mérvben a növényi szervezetekben is keletkezik, mint a C-tartalmú vegyületek oxidációi terméke. Erjedési folyamatoknál, p. a cukros anyagok szeszes erjedésekor, továbbá a korhadáskor és rothadáskor mindig keletkezik. Fém-carbonatok hevítésekor vagy azoknak savakkal való elbontásakor szintén CO_2 képződik.

Közönségesen márványhulladékból vagyis szénsavas mészből híg savakkal, legcélszerűbben sósavval fejlesztjük, olyan készülékben, mint a milyent a hydrogen-gáz készítésére használunk; a hatás ilyenkor: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ szerint foly le.

A széndioxid szintelen gáz, savanykás ízű és szagú. A levegőnél 1.5-szerre sűrűbb, ezért folyadék módjára önthető egyik edényből a másikba. Nem gyújtható meg, az égést nem táplálja. Megfelelő hűtéssel és nyomással szintelen folyadékká sűrűsítik és a cseppfolyó CO_2 -ot erős aczélcsővekből készített hengerekben árusítják el. A cseppfolyó CO_2 elpárolgásánál tetemes hőcsökkenés áll be, akkora, hogy a CO_2 egy része hóhoz hasonló tömeggé megfagy. Az ilyen szilárd CO_2 -dal vagy ennek aetherrel való keverékével igen alacsony hőmérsékletet lehet létesíteni, melyen a fém-higany is könnyen szilárd fémmé fagyasztható.

A CO_2 igen magas hőmérsékleten — p. nagy feszültségű elektromos szikrák hatására — CO-ra és O-re bomlik. Chlorophyllt tartalmazó zöld növényi részekben a világosságnak (kivált a sárgászöld sugaraknak) hatására elbomlik C-ra, melyet a növény felhasznál (assimilál) és O-re, melyet

elbocsát. Lúgokkal a CO_2 carbonatokat képez, p. $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; vagy $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$, stb.

Levegővel keveredett kevés CO_2 nem mondható az emberi szervezetre mérgesnek, hiszen a vérben és a kilehelt levegőben is állandóan foglaltatik; de töményebb állapotban és egyszerre nagy mennyiséget beszívva, eszméletlen állapotot és később fuladási halált okozhat.

Vízben elég jól oldható; közönséges hőmérsékleten a víz körülbelül vele egyenlő térfogatú CO_2 -ot old fel; a nyomás arányában a feloldott gáz sűrűsége, tehát súlymennyisége is gyarapodik (szódavíz, pezsgőitalok); egyéb-iránt szeszben még jobban oldható. A vizes oldat gyenge sav tulajdonságait mutatja és ezért feltehető, hogy *szénsav*-at (H_2CO_3) tartalmaz, melyet azonban tisztán megkapni nem lehet, mert úgy melegítésre, valamint a levegőn állás közben is, elbomlik vízre és széndioxidra: $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

A széndioxid szerkezetét $\text{C} \equiv \text{O}$, a szénsavét $\text{H}-\text{O}-\text{C} \equiv \text{O}-\text{H}$ képlettel fejezhetjük ki. A szénsav e szerint két-v.-é. sav, melyben 1 vagy 2 H-t lehet fémekkel helyettesíteni és így belőle savanyú sókat (hydrocarbonatokat) és szabályos carbonatokat készíteni. A szabályos carbonatok közül csak az alkali-fémeket tartalmazók oldhatók vízben; ezek alkalikus kémhatásúak és hevítve nem bomlanak. A vízben nem oldható carbonatok ellenben hevítéskor CO_2 -ra és fém-oxidra bomlanak el.

A hydrocarbonatok vízben oldható vegyületek; ezek a szabályos carbonatokból víz és CO_2 (tehát szénsav, H_2CO_3) hatására keletkeznek, pl.: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ vagy $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; de ezek hevítésre könnyen szénsavat és vizet veszítenek és ismét szabályos carbonatokká lesznek, pl.: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, vagy $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (péld. a term. vizek forralásakor e folyamat révén válik ki a vízben nem oldható calciumcarbonat mint csapadék, vagy a kazánokban mint a kazánkő fő anyaga).

Szén és halogenek.

A szénhydrogenekben egy vagy több H-atomot lehetséges a halogenekkel helyettesíteni; az így származó vegyületek közül a főbbek, p. a chloroform, CHCl_3 , és a jodoform, CHI_3 , a szerves vegyületek közt kerülnek szóba; itt csak azokat soroljuk fel, a melyek H-t nem tartalmaznak. Ilyenek:

Széntetrachlorid (perchlormethan), CCl_4 . Képződik methanból (CH_4) vagy széndisulfidból (CS_2) chlor-gáz hatására. Készíteni úgy szokták, hogy széndisulfidot stibiumtrichloriddal melegítenek és chlor-gázt vezetnek bele; ilyenkor a SbCl_3 a Cl-ral pentachloriddá egyesül és ez hat a CS_2 -ra: $\text{CS}_2 + 2\text{SbCl}_5 = \text{CCl}_4 + 2\text{SbCl}_3 + \text{S}_2$. Színtelen, vízzel nem keveredő és annál nagyobb fajsúlyú folyadék.

Perchloraethan, C_2Cl_6 , aethanból, illetve forró aethylchloridból ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) chlor-gázzal készül. Színtelen, kámforra emlékeztető szagú, szilárd vegyület.

Perchloraethylen, C_2Cl_4 , az előbbi vegyületből szinités folytán, p. fémzink és híg kénsav hatására képződik, a hol a H a kiválása pillanatában Cl-t von el. Színtelen folyadék.

Carbonylchlorid (szénnoxichlorid, phosgen), $COCl_2$; CO és chlor-gáz keverékéből a napfény hatására keletkezik. Színtelen, igen kellemetlen és fojtó szagú, a szemet ingerlő gáz. Könnyen folyadékká sűrűsíthető, mely 8.2° -on forr. A megromlott chloroformban is lehet.

A többi halogéneknek a szénnel képezett hasonló vegyületei gyanánt ismeretesek: CBr_4 , C_2Br_6 , C_2Br_4 , CJ_4 , C_2J_4 , C_2J_2 . Ezek egyikében, másikában a halogének együttesen is foglaltathatnak.

Szén és kén.

Az idetartozó vegyületek közt legfontosabb a *széndisulfid*, CS_2 és a *Lengyel Béla* tanár által felfedezett *tricarbondisulfid*, C_3S_2 , CS_2 -ből és hevesen izzított C-ből keletkező vöröses színű, rendkívül erős szagú folyadék; továbbá a COS-alkatú *carbonylsulfid*-gáz, melyet *Than Károly* tanár fedezett fel.

Széndisulfid (*alcohol sulfuris*), CS_2 . Nagy mennyiségben készítik (mint a szőlő gyökereit pusztító tetvek — *Phylloxera* — ellen alkalmazott gyérítő szert), még pedig vörös izzásig hevített faszénből vagy kokszból és kénből, melyek e hőmérsékleten vegyülnek: $C + S_2 = CS_2$. Tulságos hevítés nem előnyös, mert a CS_2 elbomlik alkatrészeire. Az egyesülés folytán keletkező széndisulfid gőzét lehűtve, megkapják a tisztátalan készítményt, melyben rendszerint oldott kén és egyéb anyagok is vannak; ezektől kénelvonó szerekkel (réz-forgács), oxidáló anyagokkal és ismételt lepárlással tisztítják meg. Tiszta állapotában víztiszta folyadék, erősen fénytörő, sajátos, nem kellemetlen szagú (ha tisztátalan: rothadó retekre emlékeztető rossz szaga van). Igen illékony, melynek gyors elpárologtatásakor tetemes lehűlés mutatkozik. Forráspontja szab. levegőnyomás mellett: 46.2° . Rendkívüli gyúlékonysága folytán igen óvatosan kell vele bánni; gyúlási hőmérsékletét közel 200° -ra teszik, parázsszal égő testektől (szivar, pipa tüzetől) tehát rögtön tüzet fog. Levegővel kevert gőze meggyújtatván, robbanással ég el. Gőze belehelve ártalmas; nagyobb mennyiségben mérges: innen van rovarölő és dezinficiáló hatása. Vízen csekély mértékben oldható: mintegy 600-szor annyi víz kell az oldására; vízmentes borszeszszel keverhető. Igen jó oldószere a zsíroknak; ezért ezek kivonására használják oly esetekben, a midőn azokat másképpen kikapni nem lehet; a gyapot, gyapju stb. zsirtalanítására is igen alkalmas. Ként, phosphort is jól old.

Mint nemleges elemnek a sulfidja, sulfosav-anhydridnek tekintendő; tényleg kaliumsulfid, natriumsulfid stb. hatására sulfoszénsavas sókká változik át: $CS_2 + K_2S = K_2CS_3$; maró lúggal szénsavas és sulfoszénsavas sók eredményez: $3CS_2 + 6KOH = K_2CO_3 + 2K_2CS_3 + 3H_2O$.

Szén és nitrogen, esetleg hydrogen, sőt halogenek és kén is.

A szén és nitrogen bizonyos körülmények közt az u. n. cyan-gyökké: (CN) egyesülnek, mely szabad állapotában a dicyan-ban vagyis cyan-gázban, C_2N_2 , ismeretes. A cyan-gyök viselkedésében a halogen-atomokhoz sokban hasonló és valamint a Cl a hydrogennel savat (HCl = sósav) képez, ez a hydrogennel a cyanhydrogensavat: HCN alkotja, fémekkel pedig a fém-cyanidokat (KCN kaliumcyanid, $Hg(CN)_2$ mercuricyanid stb.). — Mind-ezek a vegyületek rendkívül erős mérgek. — A cyan-gyök jelölésére néha Cy jelet is használnak; ez alatt azonban mindig CN értendő.

Cyan-gáz, C_2N_2 vagy $(CN)_2$.

Ez a gáz könnyen képződik, ha hydrargyrum cyanatum-ot gyenge izzásig hevítünk: $Hg(CN)_2 = Hg + C_2N_2$, a keletkező cyan egy része azonban ilyenkor egy polymer vegyületté: a paracyanná, $(CN)_n$, változik át, mely mint barnás-fekete tömeg marad vissza és csak 860° -ra hevítve változik vissza cyan-gázzá. A cyan-gáz eléggé könnyen folyadékká sűrűsíthető gáz, mely belehelve felette mérges. Meggyujtható és ibolyás-vörös lánggal ég.

Hydrogencyanid (*acidum hydrocyanicum* = cyanhydrogen-sav, kéksav), HCN = 27.

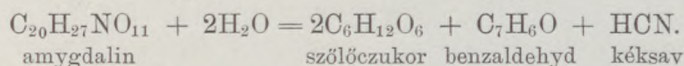
Scheele a »berlini kék« festék készítésére használatos sárga vérlúgsó vizsgálatakor (1782.) azt tapasztalta, hogy ez híg kénsavval melegítve: sajátos szagú, kissé égető ízű és köhögésre indító, illékony anyagot fejleszt; ez volt a kéksav, melynek felette mérgező voltát felfedezője nem vette észre. (»Kéksav« neve a berlini kék-re vonatkozik.)

Készítése végett 10 r. porrá tört sárga vérlúgsót (kalium ferrocyanatum) 7 r. kénsavból és 14 r. vízből készített és lehűtött híg savval addig desztillálunk, míg $\frac{2}{3}$ -a átpárolgott ($2K_4FeC_6N_6 + 3H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + K_2FeFeC_6N_6 + 6HCN$). Az átpárolgott s vízzel erősen hígított kéksavat erősíteni lehet, ha abba hűtés közben lassanként, a víz elvonása végett, megolvasztott $CaCl_2$ -ot adunk és a keletkező tömény $CaCl_2$ -oldattól elkülönülő folyadékot óvatos melegítéssel desztilláljuk, a hűtőben igen gondos hűtést alkalmazva. E művelet a felette mérges kéksav illékonyasága folytán *igen veszedelmes*.

A tiszta kéksav víztiszta folyadék, mely már 26° -on forr, tehát felette illékony. Vízen oldható. A legerősebb mérég, mely kisebb mennyiségben szédülést okoz, nagyobb mennyiségben halált. — Gyenge sav, melyet alkalisóiból (p. KCN = cyankalium) még a gyenge CO_2 is kiűzni képes; ezért a KCN (szénsavat tartalmazó levegőben) állandóan kéksav-szagú.

Ezerszeres hígítással a *késérő mandula-vízben* (aqua amygd. amar.) foglaltatik. Ezt a csonthéjasok (cseresnye, meggy, szilva, barack stb) magvaiban és leginkább a késérő mandulában foglalt glycosid-nemű vegyületből: az *amygdalin*-ból készíthetni. — E végből a késérő mandulát összezúzzák és a zsíros olajtól kisajtolás útján megszabadítják, aztán még jobban porrá törlik, újból sajtolják és végül borszeszes vízzel áztatják; ilyenkor az amygd-

dalin feloldódik és a szintén a mandulában levő *emulsin* nevű bomlasztó anyag (fermentum) hatására, vízfelvétel folytán, szőlőcukorra, benzaldehyddé vagyis keserűmandula-olajjá és kéksavvá változik át:



Ha a hatás egy éjjelen való áztatás alatt végbement, vízfürdőből történő lepárlás és gondos hűtés által megkaphatni a keserű mandula-vizet, mint kissé opalizáló, jellemző szagú folyadékot, melyben a kéksavnak és a benzaldehydnek vegyülete, az ú. n. benzaldehyd-cyanhydrogen foglaltatik mint ható anyag. A párlatot annyi borszeszes vízzel kell kiegészíteni, hogy a kéksav-tartalom éppen $\frac{1}{1000}$ legyen, vagyis 1 kgr-ban éppen 1 gramm foglaltassék.

Régebben a *Laurocerasus*-fa leveleiből, melyek ugyancsak amygdalint tartalmaznak, a hasonló tulajdonságú *aqua laurocerasi*-t készítették. E helyett a gyógyszerkönyv szerint mindig *aqua amygdalarum amararum* szolgáltatandó ki.

A cyanhydrogent felismerhetjük az által, hogy berlini kékké változtatjuk át. E végből a vizsgálandó folyadékhoz kevés ferro- és ferri-só-oldatot elegyítünk, azután káli- vagy nátronlúggal alkalikussá teszszük, mitől ferro- és ferrihydroxidből álló csapadék képződik; igen enyhe melegítés után annyi sósavat keverünk hozzá, a mennyitől a folyadék megtisztul és ha volt jelen cyanhydrogen, mely a lúggal és vashydroxiddal sárga vérlúgsót képezett: most ez a csapadék oldásakor a ferro-vegyülettel berlini kéket képez, a mitől a folyadék kék színűvé válik.

Cyansavak. Ismeretes a HNCO alkatú *isocyansav* mint igen illékony, szúrós szagú, szintelen és bomlékony folyadék, melynek kalium-sója állandó. A hasonló alkatú *normalis cyansavat* magát nem, csak némely szerves (összetett aether-nemű) származékait ismerjük.

A cyansav polymerjei a $(\text{HNCO})_3$ -alkatú *cyanursav* és az ismeretlen molekulasúlyú $(\text{HO-CN})_n$ alkatú *cyamelid*. Ezek szilárd halmazállapotú vegyületek.

Egyéb cyan-vegyületek. Ismeretesek: a gáznemű *chlorcyan*: CNCl , a szilárd *bromcyan*: CNBr és az illékony, jellegzetes szagú, szintelen tükben kristályodó *jodcyan*: CNJ , mely a jodban meg nem engedett tisztátalanság gyanánt foglaltathatik és a mely jod és mercuricyanid keverékének óvatos szállasztásakor könnyen keletkezik. A cyan és kén vegyületei közt legnevezetesebbek a bomlékony *sulfocyansavnak* vagyis *rhodanhydrogensavnak* (HSCN) kalium- és ammonium-sói, melyek savanyú oldatban a ferri-vegyületek igen érzékeny kémlelő szereit, melyekkel még pár százezerszeres hígításban is — a képződő *sulfocyanvas* által okozott — vörös szineződést adnak.

III. RÉSZ.

A fémes elemek és ezek vegyületei.

A fémek általános fizikai sajátságaikban és chemiai viselkedésükben bizonyos hasonlóságot mutatnak.

A higany kivételével, közönséges hőmérsékleten mind szilárd halmazatúak; összefüggő darabokban, simított felületeiken sajátságosan fénylők: fémfényűek; többnyire fehér-szürke alapszínűek, kivéve a sárga aranyat, a sárgás calciumot és a vörös rezet.

Általában jól nyújthatók (legjobban az arany); bár e tekintetben lényeges fokozati különbségeket találunk. Szilárdságuk és keménységük többnyire tetemes (pl. öntött vas, aczél), valamint fajsúlyaik magasak. Egyesek azonban merevek (Bi), csekély összetartásúak (alkali-fémek), lágyak (alkali-fémek, Pb, Au, Ag) és alacsony fajsúlyúak. Az 5-nél kisebb fajsúlyúakat könnyű fémeknek szokás nevezni; ilyenek az alkali-fémek, föld-fémek, magnesium, aluminium. A többieket nehéz fémeknek mondjuk. Legnagyobb fajsúly van az aranynak (19·2), a platinának (21·4), az iridiumnak és az osmiumnak (22·4); legkisebb a lithiumnak (0·59).

Olvadáspont tekintetében nagyon eltérnek egymástól. Míg a higany — 39·4°-on olvad meg és így közönséges hőmérsékleten folyékony és a caesium is már + 26°-on megolvad, addig az ezüst csak 1000°-on, az arany 1200°-on, a vas még nehezebben, a platina meg 2000°-on felül olvad meg.

Jól vezetik a melegséget és az elektromosságot (legjobban az Ag és Cu).

Egymással állandó alkatú vegyületeket nem képeznek, hanem összeolvasztva igen benső elegyeket, melyeket *ötvözeteknek* nevezünk. Jellemző az ötvözetekre, hogy olvadáspontjuk alacsonyabb mint bármelyik alkotórészüké. Ha pl. a közönséges hőmérsékleten szilárd halmazatú fém-kaliumot és natriumot egyenlő mennyiségekben (a levegő kizárása mellett) összeolvasztjuk, a higanyhoz hasonló ötvözetet kapunk, mely közönséges hőmérsékleten folyékony. Ólom, cadmium, bismuth és ón összeolvasztása után meg az u. n. Wood-féle ötvözetet készíthetjük, mely 62°-on megolvad, holott alkotórészeinek olvadáspontjai 235°—334° között fekszenek.

Sokban különböznek a többi ötvözetektől a higany ötvözei, melyeket *amalgam*-oknak (foncsor) nevezünk. Ezek olvadáspontja mindig magasabb mint a higanyé, mely már aránylag kevés más fémmel ötvözve megszilárdul.

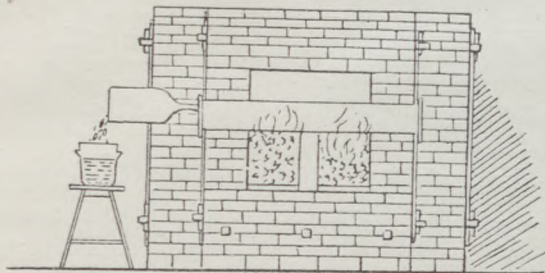
Ezek közt egyeseknek képződésénél tetemes hőfejlődés mutatkozik (pl. natrium-amalgam), úgy mint a chemiai egyesüléseknél szokott. A szilárd amalgamok egyébiránt épp úgy kristályos szerkezetűek, mint magok a fémek és azok ötvözei.

Natrium.

Na = 23.05.

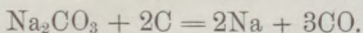
Csak vegyületeiben találjuk. Ilyenek a kősó (NaCl), a chili-salétrom (NaNO₃), a földpátok némelyike, a sziksó (Na₂CO₃), borax (Na₂B₄O₇) és mások. A tengervíz különösen sok (2.6—2.9%) NaCl-ot tartalmaz feloldva; de a talaj, a természetes vizek, a növényi és állati szervezetek mind tartalmazzanak natrium-vegyületeket.

A fém-natriumot a mult század elején először *Davy* választotta le megolvasztott natriumhydroxidból elektromos árammal; ugyanakkor a kaliumhydroxidból a fém-kaliumot is.



15. ábra.

Jelenleg jobbra vizmentes szódából (Na₂CO₃) készítik, melyet szénnel és krétával keverve, erős vaspalaczkban vagy kovácsolt vascsőben gyorsan erős izzásig hevitenek (15. ábra). A szén elvonja a szódából az oxygent és azzal szénoxid-gázt képez, mely a szabaddá lett és nehezen illanó natriumgőzt a vasból készült, lapos hűtő edénybe viszi, melyben az lehűlvén, petroleumot tartalmazó szedőbe csorog. A szinítés folyamata:



A kréta jelenléte azért szükséges, mert a hevített tömeget egyfelől nem engedi összeolvadni és így a fém-natrium elpárolgását elősegíti; másfelől a hevítéskor CO₂-ot bocsát el, mely épp úgy, mint az izzó szén hatására belőle keletkező szénoxid (CO₂ + C = 2CO), a natrium-gőz elillanását szintén előmozdítja.

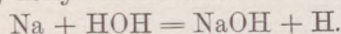
A fém-natriumot rendszerint rudakká formálva, petroleumot tartalmazó edényekben szállítják.

Igen lágy, késsel vágható, ezüstszerű fehér fém. 95.6—97.6°-on megolvad s ha megmered, kristályos szerkezetet kap. Indifferens gázban vörös izzásra hevítve elpárolog.

Fajsúlya 0.97, tehát kisebb mint a vízé.

Igen erélyes elektropozitív elem; e tekintetben csak a kalium, rubidium és caesium haladja tul. Mint ilyen, a fémekkel csak ötvöződik és a higannyal amalgamot képez (ilyenkor megtüzesedik); az erélyesebb nemleges elemekkel (O, Cl, Br, J), főképpen magas hőmérsékleten vagy nedvesség jelenlétében, igen hevesen egyesül. Különösen az oxygennel egyesül szívesen. Eppen ezért csak levegőtől elzárva tartható el változatlanul (levegőhíjas térben, indifferens gázban, petroleum alatt stb.). A levegőn azonnal elveszti fémes fényét és szürkés (oxid- vagy hydroxid-) réteggel vonódik be, különösen ha nedves a levegő. Hevítve megolvad és igen gyorsan oxidálódik, sőt vörös izzás körül meggyúl és világító sárga lánggal, erős fehér füstöt terjesztve elég oxiddá (főképpen superoxiddá: Na_2O_2).

Vízre vetve, azon úszik és igen heves hydrogen-gázfejlesztés közben nátronlúggá változik át, mely feloldódik:



E közben annyira megmelegsik, hogy megolvad és gömbalakú cseppet képez, melyet a fejlődő hydrogen-gáz ide-oda taszít. Ha mozgásában gátolva van, annyira megmelegsik, hogy meg is gyúl és a hydrogennel együtt sárga lánggal elég, a képződő izzó oxid pedig erős pattanás közben egyesül a vízzel hydroxiddá.

Hígított savakra még hevesebben hat.

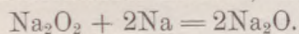
Egy-vegyértékű fém. Vegyületei — kivéve a színes savat tartalmazókat — színtelenek és vízben többnyire könnyen oldhatók; magas hőmérsékletű, színtelen lángban elpárologtatva, azt élénk sárgára festik. A spectrum egy (erősebb spectroscopban kettős) élénk sárga vonal.

A natrium fontosabb vegyületei.

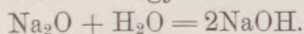
Natriumoxid-ok. A natrium elégetésekor Na_2O_2 -alkatú *natriumsuperoxid* képződik; ez fehér, szilárd test, mely vízzel igen heves hatás folytán natriumhydroxiddá és hydrogensuperoxiddá lesz: $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{HOH} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$; utóbbi könnyen bomlik aztán vízre és O-re.

Ha a superoxid a levegőn áll, abból vizet szí és hasonló értelemben változik meg.

E tulajdonsága alapján újabban oxidáló és halványító szernek használják. — Fölösleges fém-natriummal hevítve, *natriumoxid*-dá lesz:



Ez erős bázis, mely vízzel azonnal egyesül maró hydroxiddá:



Natriumhydroxid (*natrium hydroxydatum, natrium causticum, maró nátronlúg*), $\text{NaOH} = 40$. A maró nátronlúg készítése végett 2 s. r. vízmentes szódát 2 s. r. vízben oldunk és a forró oldatba 1 s. r. égetett mészből készített oltott meszet keverünk. Ezt vasedényben addig főzzük,

míg az átváltozás teljes lett: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$, vagyis szódát többé nem tartalmaz, tehát egy kis leszűrt próbarészlete mészhidroxidos vízzel meg nem zavarosodik. Ha kevés a víz, az átváltozás soha se lesz teljes, mely különben főzés nélkül állás közben is végbemegy, csak hogy lassabban. A megülepített oldat tisztáját letöltjük és eleinte rozsdamentes vas-, később ezüstedényben addig forraljuk, míg csak víz párolog el. Az olajsűrűségű, forró tömeget ekkor hideg lapra vagy fényes aczélmintába öntjük. E közben arra törekedünk, hogy a levegővel minél kevesebbet érintkezzék, mert abból szénsavat, a megszilárdulás után pedig vizet is vesz föl.

Egyébiránt a maró nátronlúgot gyárilag a Leblanc-féle szódagyártásban is készítik melléktermék gyanánt, valamint a nyers szódából is. Az így készített maró lúg azonban sokféle tisztátalanságot tartalmazhat: chloridot, sulfatot, carbonatot, cyanidot és különféle kén-vegyületeket, sőt ha a tisztításhoz vagy készítéshez natriumnitrátot is használtak, úgy ezt is.

A NaOH szilárd, törékeny, fehér darabokban vagy rudakban kapható a kereskedésekben. Igen erősen maró tulajdonsága folytán óvatosan kell vele bánni — különösen a szemünkre vigyázni — s mert a levegőből CO_2 -ot és vizet szí: ezért teljesen záró üvegekben tartsuk el.

Maga a szilárd NaOH egyébiránt nem hivatalos készítmény; de igenis az annak 32%-os vizes oldata: a *natrium hydroxydatum solutum*, melynek a felsorolt tisztátalanságokat tartalmaznia nem szabad és a mely néhány hivatalos praeparatum készítésére használtatik, a milyenek pl. a *sapo medicinalis* és a *hydrargyrum oxydatum flavum*.

A lúgot óvni kell a levegőtől, hogy abból szénsavat ne vehessen föl, melylyel natriumcarbonatot képez: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, a mi által hatásában gyengül.

A gyógyszerkönyv szerint a lúg 3 grammja 12 k. c. $\frac{1}{10}$ szabályos BaCl_2 -oldattal felforralva, a leszűrt folyadék K_2CO_3 -tól zavarosodjék meg, vagyis a 2.12%-nyi Na_2CO_3 -nak megfelelő Ba-ból még valami az oldatban maradjon; ez annyit tesz, hogy a Na_2CO_3 -tartalom 2.12%-nál kevesebb, tehát legfeljebb mintegy 2%-nyi lehet. HCl-val túltelítve fölösleges H_3N -val ne adjon csapadékot: aluminium és vas ne legyen benne. Salétromsavval túltelítve, se baryumnitrattól, se ezüstnitrattól ne zavarosodjék meg erősebben: sulfat és chlorid nagyobb mennyiségeinek kizárása. Kénsavval túltelítve és conc. H_2SO_4 -val elegyítve, a fölébe rétegezett vasgáliczoldat ne barnuljon meg: nitrát-kizárás.

Natriumchlorid (*chlornatrium*, *kősó*), NaCl. A kősó-telepekben található; hazánkban leginkább Máramarosvármegyében (Rónaszék, Sugatag, Szlatina) és Erdélyben (Parajd); a talajba szivárgó víz oldó hatása ellen itt vizet át nem eresztő agyagrétegek védik. Igen sok oldott kősót tartalmaz a tenger-víz (közel 3%-ot) és egyes sós tavak; de számos ásványos vízben, sőt a közönséges talajvizben és a talajban sem hiányzik az, sőt igen finom sze-

mecskéit a levegőben is föllelhetjük, mely utóbbiba a tengerekből a szelek által fölragadott vízceppecskék révén kerül. A talajból a növények is fölveszik, de különösen szívesen fogyasztják az emlős állatok, melyeknek a kőso nem nélkülözhető tápláléka.

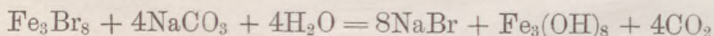
Az egészen tiszta kőso szintelen, áttetsző, kristályos test, de rendszerint több százalék más só (pl. CaCl_2 , MgCl_2 , Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4), sőt vízben nem oldható — esetleg szerves — anyag is van benne; ilyenkor aztán szürke, sárgás, vöröses, zöldes stb. színű szokott lenni. Kristályosítás útján jól megtisztítható. Könnyen és tisztán készíthető kristályos szénsavas natriumból és sósavból: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Hideg és meleg vízben csaknem egyenlően oldódik (100 s. r. vízben 0°-on 35·6, 100°-on 40 s. r.); az oldó víz lassú elpárolgásakor szépen kifejlődött, szintelen kockákban kristályosodik, melyekből ütéssel vagy hasítással könnyű kisebb kockákat kapni.

A kőso a nagyiparban a sósavnak, illetőleg a chlor-vegyületeknek, valamint a natrium-készítményeknek gyártására rendkívül nagy mennyiségekben alkalmazzák.

Natriumhypochlorit (*natrium hypochlorosum*, *alchlorossavas natrium*), NaOCl . Oldatát úgy készítik, hogy a nátronlúg vagy szénsavas natrium vizes oldatát chlor-gázzal telítik: $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$. *Javelle-víz* (Eau de Javelle) néven árusított halványító szer ez, mely a chlormészhez hasonló oxidáló hatású.

Natriumbromid (*natrium bromatum*, *bromnatrium*), $\text{NaBr} = 103$. Készítése többféleképpen történik. Egyik eljárás szerint nátronlúg oldatába annyi bromot elegyítenek, a mennyi azt erősen sárgára színezi: $6\text{NaOH} + 6\text{Br} = 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; az oldatot szárazra párologtatják és szénporral keverve hevítik, miáltal a bromsavas natriumból a szén az oxygent elvonja és az is bromiddá lesz: $\text{NaBrO}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + \text{NaBr}$; ezután a vízzel készített és tisztára megszárt oldatból a NaBr -ot *enyhe melegben* kikristályosítják, mert közönséges hőmérsékleten víztartalmú kristályok ($\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) képződnének. — Másik eljárás szerint vasreszelékre vizet öntve, addig adnak hozzá bromot, míg barna oldatot kapnak; az oldatban lévő ferroferribromidot (Fe_3Br_8) szénsavas natriummal bontják el:



és végül a vashydroxidről leszűrt oldatot kristályosítják.

Apró kockákból álló, fehér, kristályos por, mely vízben igen könnyen oldható (100 s. r. vízben 20°-on 88 s. r.); az oldat neutralis kémhatású, kissé sós-lúgos ízű.

A gyógyszerkönyv szerint ne tartsa se szénsavas, se bromsavas, se kénsavas natriumot, valamint jodidot és chloridot se. Tisztasága végett a következő próbákat kell végrehajtani: Pora egy csepp híg kénsavval ne pezsejen (carbonat) és meg ne sárguljon (bromat, mely brom-kiválást okozna:

$\text{NaBrO}_3 + 5\text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{Br}$. 5%-os oldatát pár csepp ferr. sesquichlor. sol.-mal és chloroformmal összerázva, utóbbi ne váljék ibolyaszínűvé (jod). Baryumchlorid oldatától ne zavarosodjék meg (sulfat, carbonat). Végül 1.03 gr. kihevített NaBr-ot vízben 100 k. c.-nyire feloldva, ez oldat 20 k. c.-e pár csepp salétromsavval és a Br teljes kicsapására éppen elégséges 20 k. c.-nyi $\frac{1}{10}$ szabályos ezüstnitrát-oldattal elegyítve, a melegítés után leszűrt folyadék fele sósavtól, másik fele ezüst-nitrattól ne zavarosodjék meg erősebben: vagyis se ezüst, se Br ne maradjon benne.

Nátriumjodid (*natrium iodatum, jodnatrium*), $\text{NaJ} = 149.86$.

Készítése azon eljárásokkal történhetik, mint a NaBr-é, természetesen brom helyett joddal, — csak hogy a NaJO_3 elbontása végett szénnel együtt történő hevítéskor jelentékeny mennyiségű J illan el és a készítmény a képződő Na_2CO_3 -tól tisztátalan lesz; ha azonban a szén helyett vasporral történik a szinités, tiszta NaJ marad vissza. Ha a kristályosítás 40–50° melegben történik, kristályvizet nem tartalmazó só válik ki; közönséges hőmérsékleten azonban két molekulányi kristályvizzel ($\text{NaJ} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) válik az ki.

A vízmentes nátriumjodid fehér, kristályos por, mely vízben igen könnyen oldható (100 s. r. vízben 20°-on 178 s. r.).

A gyógyszerkönyv szerint nehéz fémek vegyületeit, szénsavas, kénsavas, jodsavas, salétromsavas sókat, cyanidot és kaliumot ne tartalmazzon.

Tisztasága a következő tartalom-meghatározó próbával ellenőrizhető: 1.5 gr. száraz nátriumjodidból készített 100 köbcentiméternyi oldat 20 köbcentiméterre ugyancsak 20 köbcm.-nyi $\frac{1}{10}$ szabályos ezüstnitrát-oldattal elegyítetvén, a felmelegítés után összetömörült csapadékról (AgJ) leszűrt oldatban ne maradjon se jod (illetve halogen elem) se ezüst, — tehát a két részre osztott oldat egyik részlete ezüstnitrattól, másik részlete sósavtól ne zavarosodjék meg erősebben.

Nátriumsulfat (*natrium sulfuricum, szabályos kénsavas natrium*), Na_2SO_4 . 10 mol. kristályvizzel a hivatalos *Sal mirabile* (vagy *S. mirabilis*) *Glauberi*-t vagyis a *Glauber-sót* képezi: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (m.-s. 322.).

A nátriumsulfatot a sósav gyártásakor ($2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$) és a salétromsavnak chili-salétromból való készítésekor ($2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$) melléktermék gyanánt kapják. Lehetséges azonban más eljárások szerint is, pl. szénsavas nátriumból és kénsavból készíteni, ha ezeket egymással közönbösítjük ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) és az oldatot kristályosítjuk.

A Glauber-só szintelen, áttetsző, hasábos, csíkos kristályokból áll; keserű és sós ízű; vízben elég jól oldható (100 s. r. vízben 0°-on 5, 10°-on 9, 15°-on 13, 20°-on 19, 30°-on 40, 34°-on 55 s. r. vízmentes só.). 34°-on saját kristályvizében megolvad, de egyidejűleg vízvesztés folytán a vízmentes só képződése és kiválása közben megzavarosodik. E hőmérsékleten felül a só vízmentes NaSO_4 -tá lesz, mely vízben rosszabbul oldható, mint a Glauber-só, ezért tehát 34°-on túl a vízben való oldhatóság is csökken. Ebből követ-

kezik, hogy a Glauber-sót 34° -nál alacsonyabb hőmérsékleten kell kristályosítani. — Bizonyos körülmények közt lehetséges egy $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ alkatú só is kapni.

A Glauber-só száraz levegőn kristályvizét veszítve, gyorsan mállik; ezért jól záró edényben tartandó. A gyógyszerkönyv szerint ilyen mállott só (natr. sulf. dilapsum vagy siccum) úgy készítendő, hogy a megzúzott Glauber-sót a portól védve $40\text{--}50^{\circ}$ fokú hőmérsékleten addig hagyjuk szétteretve, míg súlyának felét (vagyis 9 mol. vizet) elveszítette: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 9\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

322. s. r. 162 s. r. 160 s. r.

A Glauber-sóban tisztátalanságként leginkább a köv. vegyületek találhatók: NaHSO_4 (savanyú hatású); nehéz fémek sói; mész- és magnesiumvegyületek; chlorid; arsen (a készítéséhez használt nyers kénsavból). A hivatalos készítménynek ezektől mentesnek kell lennie.

Natriumthiosulfat (*natriumhyposulfit, alkénessavas natrium*), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 248$.

Készítése egyebek közt natriumsulfit oldatának kénnel való főzése útján történhetik ($\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). A nagyban való készítésre rendszeren a Leblanc-féle szódagyártáskor visszamaradó calciumsulfid-lúgot alkalmazzák, melyet levegővel oxidálnak CaS_2O_3 -tá s ez Na_2SO_4 -tal egyszerű cserebomlás folytán nem oldható gipszet és oldható natriumthiosulfatot képez ($\text{CaS}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), mely kristályosítással igen jól megtisztítható.

Nagy, víztiszta, oszlopos kristályokat képez, melyek 32° -on saját kristályvizükben megolvadnak. Hűsítő és keserű-lúgos ízű; igen lassan mállik. Vízben nagyon könnyen oldható; oldatából lassacskán bomlás folytán kén válik ki és kénessavas natrium (levegő hozzájárulásakor kénsavas natrium) képződik. Savak hatására kén-kiválás közben SO_2 képződik belőle ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ és $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{S}$). — Joddal natriumtetrathionat és NaJ képződik, tehát a jod elszíntelenedik: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{J} = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaJ}$. Ezen alapszik ezen sónak az u. n. jodometriában való alkalmazása, a mely célra a gyógyszerkönyv a kémszerek készletébe felvette azt.

Natriumnitrat (*natrium nitricum, salétromsavas natrium*), NaNO_3 . A talajban állandóan képződik, de csak kisebb mennyiségekben, ott a hol nitrogéntartalmú szerves anyagok bomlása folytán ammonia keletkezik, mely aztán bizonyos bacteriumok hatására salétromsavvá oxidálódik. Nagy tömegei találhatóak Dél-Amerikában, de ez tisztátalan; tisztítva ezt nevezik chilisalétromnak.

Igen tiszta minőségben készíthető szódból, ha azt salétromsavval telítjük ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$).

A kristályosított só szintelen ferde kockákat (rhomboédereket) képez. Nedvszívó. Vízben igen könnyen oldható (100 s. r. vízben 20° on 87 s. r.).

A gyógyszerkönyv szerint ne legyen benne se szóda, se nehéz fémek és mész sói, se chlorid és sulfat, se salétromossavas só (nitrit):

Natriumphosphat. Az orthophosphorsavnak 3 ismert Na-sója közül a szabályos (Na_3PO_4) és a kétszer savanyú só (NaH_2PO_4) kevésbé fontosak; legnagyobb jelentőségű a hivatalos:

Dinatriumorthophosphat, egyszer savanyú phosphorsavas natrium vagy a gyógyszerertári nevén: *natrium phosphoricum*, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Ennek készítése végett a phosphorsavat szénsavas natriummal melegen pontosan különböztetik, míg csak CO_2 távozik el: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, az oldatot azután kristályosítják. Ilyenkor víztiszta, oszlopos kristályok képződnek, 12 mol. kristályvízzel. Ez a só száraz levegőn elmállik és 5 mol. kristályvizet elveszít; melegben vízmentessé lesz. Vízben könnyen oldható (5·8 s. r. hideg és 2 s. r. forró vízben).

A gyógyszerkönyv szerint ne legyenek benne: nehéz fémek, calcium, sulfat, chlorid, arsen.

Natriumtetraborat (*natriumpyroborat*, *borax*), $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Indiában némely tavak vizében foglaltatik; ebből készítve: *tinkalnak* nevezik. Ezt Velenczében megtisztítják és *velencei borax*-nak nevezik.

Tiszta állapotban rendszerint a toskanai bórsavból készítik, úgy, hogy azt szódával telítik és ismételten átkristályosítják ($4\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$); vagy a boronatrocalcit porát szóda-oldattal főzik és a megszárt oldatot kristályosítják ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 2\text{CaB}_4\text{O}_7 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = 3\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{CaCO}_3$).

Átlátszó, szintelen, hasábos kristályokból áll. Vízben kissé nehezen oldódik (100 s. r. vízben 15°-on 3·9 s. r.). Száraz levegőn állva, alig mállik, és csak a felületén.

Leginkább fémek forrasztásánál alkalmazzák, oly célból, mint a szalamia-sót és a colophoniumot, melyekhez hasonlóan a fém-oxidokat magába veszi (színes üvegszerű vegyületeket képez velök) és a fémes felületeket megtisztítja; könnyen olvadó fémmázak (emaille-ok) készítésére is használják.

A gyógyszerkönyv szerint ne legyenek benne: nehéz fémek, calcium, natriumcarbonat, sulfat, chlorid.

Natriumsilicat (*natrium silicicum*, *kovasavas natrium*, *vizüveg*). A SiO_2 a szénsavat izzó hőmérsékleten kiűzi és helyére lép; ezért a Na_2CO_3 kvarczporral (vagy homokkal) összeolvasztva kovasavas natriumot eredményez. A legkevesebb kovasavat tartalmazó ily vegyület az orthokovasavas natrium, mely két vagy több molekula Na_2CO_3 és egy mol.-súly SiO_2 összeolvasztásakor képződik: $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 2\text{CO}_2$. Egyenlő számú molekulák összeolvasztásakor a metasilicat keletkezik: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$. Ha azonban egy mol.-súly szódára 2, 3, 4 mol. SiO_2 -ot alkalmaznak, a kovasavban dúsabb di-, tri-, tetra-metasilicatok jönnek létre, u. m. $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (vagy $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$), $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ (vagy $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$), $\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$ (vagy $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2$). Ilyenekből — különösen pedig a trisilicatból — áll az a készítmény is,

melyet 100 s. r. szóda és 157·5 s. r. kvarcshomok összeolvasztásakor kapnak mint zöldes színű (a fertőző ferrosilicattól) és vízben oldható üveget, u. n. *vízüveget*. Ennek sűrű vizes oldata hivatalos *natrium silicicum liquidum* név alatt. Ebből erős savak, pl. sósav, kocsonyás kovasavat választ ki, de az erősen felhígított vízüveg-oldatot híg sósavba öntve, csapadék nem válik ki, mert a vízben oldható orthokovasav keletkezik. A gyógyszerkönyv szerint a vízüveg fajsúlya 1·3—1·4 legyen és ne tartalmazzon nagyobb mennyiségű kaliumot (káli-vízüveget) és szódát, se Cu-ot vagy Pb-ot.

Natriumcarbonát (*natrium carbonicum*, szabályos szénsavas natrium, szóda, sziksó), $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106$. A szóda, Na_2CO_3 , a magyar alföld több (szikes) pontján képződik a talajban és eső után a felszínen mint kristályos fehér por megjelen, a mint mondják: *kivirágzik* (sziksó).

A szódát a szódagyárakban roppant tömegekben készítik, mert számos iparágban alkalmazzák. Leginkább két eljárást követnek; egyik (a régiebb) a *Leblanc-féle*, a másik az *ammonias művelet* (*Solvay-féle*).

A Leblanc-féle eljárás szerint a kősót az u. n. sulfat-kemenczében kén-savval együtt erősen hevítve, natriumsulfattá változtatják át (melléktermék HCl): $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$. A natriumsulfatot krétával (szénsavas mész) és szénnel keverve, az u. n. szóda-kemenczében hevítik, a hol bonyolult folyamatok közben különféle termékek mellett szénsavas natrium képződik, valószínűen az által, hogy a szén a sulfatot sziníti sulfiddá, mely a szénsavas mésszel cserebomlásra lép a köv. értelemben: $5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{C} = 5\text{Na}_2\text{S} + 10\text{CO}_2$ (szénsav-gáz), azután: $5\text{Na}_2\text{S} + 7\text{CaCO}_3 = 5\text{Na}_2\text{CO}_3 + 5\text{CaS} + 2\text{CaO} + 2\text{CO}_2$. Az olvasztás folytán kapott tömeget vízzel kivonják, mi által a szénsavas natrium feloldódik, a CaO átalakul $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dá, mely a szóda egy részével CaCO_3 -ot és a szódával együtt feloldódó maró lúgot (NaOH) ad. Közben a levegő oxidáló hatására a CaS-ból CaSO_4 és ezzel a szódából Na_2SO_4 , valamint a változatlanul maradt Na₂S-ből thiosulfat: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ keletkezik. Ezek is oldatba mennek. A fel nem oldódott CaS-ról leszűrt oldatot azután tisztítják, mert a felsorolt anyagokon kívül még cyanidot és egyéb fertőzőmenyeket is tartalmaz. A kikristályosított szódát végül hevítés-sel calcinálják (vízmentessé teszik), újból oldják és ismételtén kristályosítják.

Az *ammonia-szódagyártásban* szintén kősót alkalmaznak. A kősó tömény vizes oldatába H_3N -gázt vezetnek és aztán CO_2 -gázt sajtolnak bele. A H_3N és CO_2 ammoniumhydrocarbonatot képeznek ($\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = (\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3$), mely a kősóval cserebomlás folytán chlorammoniumot és natriumhydrocarbonatot képez: $(\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3 + \text{NaCl} = (\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + \text{NaHCO}_3$. A NaHCO_3 mint kristályos por kiválik. Ezt leszűrik, kisajtolják és hevítéssel vízmentes szódává változtatják: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, ezt azután vízből kristályosítják. A NaHCO_3 -ról leszűrt anyalúgba ismét NaCl-ot adnak, H_3N -t és CO_2 -ot sajtolnak és így folytatják az üzemet. A képződött $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ se vész el, mert (a CO_2 készítésére alkalmazott CaCO_3 hevítésekor nyert) CaO-dal abból ismét H_3N -t fejlesztenek.

A szóda csipős és lúgos ízű só, mely vízben elég jól oldható (100 s. r. vízben 20°-on 21 s. r., 100-on 45 s. r.) Az oldatból 10 mol. krist. vízzel kiváló só, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = 286$, a hiv. *natrium carbonicum crystallisatum*, vagyis a kristályos szóda, mely víztiszta, átlátszó, lapos oszlopos kristályokból áll; 100 s. r. víz 20°-on 93 s. r.-t old belőle. A levegőn könnyen mállik, 38—40°-on 9 mol. vizet veszít és fehér porrá hull szét; ez a $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -alkatú *natrium carbonicum siccum* vagy *dilapsum*, mely szintén hivatalos készítmény.

A gyógyszerkönyv megkívánja, hogy a szódában ne legyenek: nehéz fémek, arsen, sulfat, chlorid; továbbá, hogy legalább 99·5%-os legyen, vagyis 2·86 grm krist. szóda telítésére legalább 19·9 kcm szabályos lúgmérő folyadék legyen szükséges (a 100 %-osra 20 kcm kellene, ha pedig mállott, akkor annál is több.).

Natriumhydrocarbonat (*natrium hydrocarbonicum* = *savanyú vagy kettédszénsavas natrium*, *natrium bicarbonicum*, *bicarbonas sodae*), $\text{NaHCO}_3 = 84$.

Viztartalmú szódából (pl. a mállottból: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) vagy a kristályosnak ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) és a calcinálnak (Na_2CO_3) keverékéből, vagy végül megnedvesített calcináltból készítik, úgy, hogy ezt hosszabb időn át CO_2 -gázban állani hagyják; közvetlen egyesülés megy itt végbe: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$.

A kereskedésben kapható készítmény rendszerint kevesebb CO_2 -ot tartalmaz, mint a NaHCO_3 képlet kívánja, úgyhogy abban az u. n. natrium-sesquicarbonat: $\text{Na}_4\text{H}_2(\text{CO}_3)_3$ vagyis: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaHCO}_3$ jelenlétét is feltételezhetjük (ugyanaz képezi a *Trona* és *Urao* nevű ásványokat, melyek közül előbbi a dél-amerikai columbiai s utóbbi az egyiptomi nátron-tavakból a víz elpárolgása folytán keletkezik.).

A tiszta natriumhydrocarbonat kristályos por, mely lúgos ízű s a sárga curcumát nem barnítja, de a vörös lakmuszt kékíti. Hideg vízzel készült oldata MgSO_4 -oldattal csapadékot nem ad (oldható $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ -ot képez vele), holott a szóda azzal fehér csapadékot ad (MgCO_3); így attól könnyen megkülönböztethető. Ha hevítjük, CO_2 -ot veszít és szódává lesz: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Vízben meglehetősen oldódik (100 s. r. vízben 20°-on 9·8 s. r.), meleg vagy forró vízben jobban, de ilyenkor bomlani kezd és szénsavvesztés folytán szóda képződik belőle. Egyébiránt nedves levegőn is megy el belőle kevés CO_2 , sőt szárazon is már 30° fölött, növekvő hőmérsékleten mindinkább, 100—110°-on pedig egészen szódává lesz.

A gyógyszerkönyv szerint nagyobb mennyiségű Na_2CO_3 ne legyen benne (3 gr-ja kihevitve legfeljebb 2 gr. maradékot hagyjon).

Kalium.

K = 39·13.

Mint a többi alkali-fémeket, ezt is csak vegyületeiben találjuk meg, melyek ámbár igen elterjedtek, de aránylag nem nagy mennyiségeket képeznek. Legtömegesebben találjuk a németországi stassfurti sótelepekben mint

chloridot és sulfatot. Vegyületei (főképpen a kovasavas kalium) az ásványok elmállása folytán a talaj alkatrészeivé lesznek, honnan a növények — mint nélkülözhetetlen táplálékot — felveszik. A növények elégetésekor a hamuban főképpen mint szénasavas kalium marad vissza.

Készíteni éppen úgy szokták K_2CO_3 -ból mint a fém-natriumot szódából: $K_2CO_3 + 2C = 2K + 3CO$.

A készítésnél, ha a hőmérséklet nem elég magas, könnyen képződik a fém-kaliumból és a szénoxidból a könnyen felrobbanó, tehát veszedelmes szénoxidkalium.

Tulajdonságai igen hasonlóak a fém-natriuméhoz. — Színe kissé kékesbe hajló ezüstfehér; nem annyira lágy mint a Na; 62·5-on megolvad; illékonyabb mint a natrium (700° körül). Fajsúlya 0·86.

Még erősebb mint a natrium, ezért még könnyebben egyesül az oxygennel és egyéb nemleges elemekkel. Meggyújtva ibolyaszínű lánggal ég el. Vízre vetve rögtön meggyúl. — Brommal robbanás közben egyesül.

Egy-vegyértékű. Vegyületei általában szintelenek, kivéve a színes savakat tartalmazókat; vízben többnyire könnyen oldhatók. Színtelen lángban elpárologtatva, azt vöröses ibolyaszínűre festik; a láng kék üvegen vagy indigó-oldaton át szemlélve vöröses ibolyaszínűnek látszik. Erről felismerhető Na mellett is, melynek sárga fénye kék oldatokon nem látszik keresztül. Spectrumában jellemző egy szélső ibolya és sötét vörös vonal.

A kalium fontosabb vegyületei.

Kaliumoxid-ok. A fém-kalium elégetésekor K_2O_4 -alkatú *superoxid* mellett K_2O -alkatú *lúgos oxid* is képződik. Ugyanezt a superoxid erős izzítása folytán, valamint vízmentes kaliumhydroxid és fém-kalium együttes hevítése révén is megkaphatni ($KOH + K = H + K_2O$). Szürke, szilárd tömeg, igen maró, vízzel rendkívül hevesen egyesül maró kálilúggá: $K_2O + H_2O = 2KOH$.

Kaliumhydroxid (*kalium hydroxydatum*, *kalium causticum*, *maró kálilúg*), $KOH = 56$.

A maró nátronhoz hasonló tulajdonságú vegyület: fehér, merev és kemény, gyakran kristályosan rostos szerkezettel; rendszerint rúdalakban kapható. Erősebb hevítésre megolvad. Felényi súlyú vízben, borszeszben is könnyen oldható; vízszívó, annyira, hogy nedves levegőn szétfoly. Ugyanabból CO_2 -ot is vesz fel és azzal carbonatot képez ($2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$); tehát jól záró üvegben tartandó el. A legerősebb lúg tulajdonságait mutatja.

Készítése a NaOH-éhoz hasonló, (l. ott), tehát K_2CO_3 és oltott mész főzésén alapul: $K_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2KOH + CaCO_3$. — A K_2CO_3 -nak a Leblanc-féle eljárás szerint való készítésekor is kapnak mellékesen KOH-ot, melyet a fertőzőmennyeitől (K_2CO_3 , KCl, K_2SO_4 stb.) borszeszben való oldással tisztítanak meg (kalium causticum alcohole depuratum).

A gyógyszerkönyv szerint a KOH-ban ne legyen sok, borszeszben nem oldható kalium-só (K_2CO_3 , K_2SO_4 , K_2SiO_3); nitratot vagy nitritet se tartalmazzon, valamint cyant se. Nagyobb mennyiségű sulfat és chlorid sincs megengedve. Kaliumcarbonat-tartalma 24·6 0/0-on minden esetre alul legyen (0·56 gr. kalium causticum oldata 20 kem $\frac{1}{10}$ szabályos $BaCl_2$ -oldattal elegyítve és a kicsapódó $BaCO_3$ -ról leszűrve, még Ba-ot tartalmazzon, tehát K_2CO_3 -tól erősen zavarodjék meg).

Kaliumchlorid (*chlorkalium*), KCl. A kősó társaságában található a tengervízben és egyes kősótelepeken (kivált a németországi Stassfurtban mint sylvin: KCl és magnesiumchloriddal együtt mint carnallit: KCl, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ stb).

Szintelen köbökben kristályosodó, vízben oldható só, mely a kősóhoz sokban hasonlít. Kalium-praeparatumok készítésére és műtrágyának alkalmazzák.

Kaliumchlorat (*kalium chloricum*, *chlorsavas kalium*), $KClO_3 = 122$.

Készítése végett chlor-gázt vezetnek KOH vagy K_2CO_3 tömény és forró oldatába: $6KOH + 3Cl_2 = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$, és a képződött $KClO_3$ -ot a jobban oldható KCl-től átkristályosítással különválasztják. Olcsóbb az eljárás, ha mésztej és K_2CO_3 együttes forró oldatába vezetik a chlor-gázt: $3K_2CO_3 + 3Ca(OH)_2 + 3Cl_2 = 3CaCO_3 + 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$; vagy még czélszerűbben annyi KCl-ot adnak a Cl-ral telítendő forró mésztejhez, a mennyi a képződött $Ca(ClO_3)_2$ -ot átváltoztatni képes: $6Ca(OH)_2 + 6Cl_2 = 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$ és $Ca(ClO_3)_2 + 2KCl = 2KClO_3 + CaCl_2$; a $KClO_3$ a kihűléskor kikristályosodik, a $CaCl_2$ oldatban marad.

A kristályosítással megtisztított kaliumchlorat szintelen, üvegfényű, rövid kristály-hasábokból áll; de poralakban is árusítják. Levegőn eltartva, nem változik meg. Melegítve megolvad, erősebb hevítés folytán összes oxygentartalmát elbocsátja (l. oxygen-fejlesztésnél). Elégethető (oxidálható) testekkel együtt melegítve vagy dörzsölve, ütve, igen hevesen és veszedelmesen felrobban; ezért különösen kénnel, phosphorral, czukorral, szénnel, szerves anyagokkal, fémek porával nem szabad azt sem melegíteni, sem (kivált erősebb nyomással) összedörzsölni.

E magatartása alapján mint erélyes oxidáló szert alkalmazzák (torok-öblögetőknek is); színes (görög) tüzeket készítenek vele stb.

A kaliumchloratban a gyógyszerkönyv szerint ne legyen chlorid (mely $AgNO_3$ -tal csapadékot ad, holott a $KClO_3$ nem), se calcium, se nehéz fémek (a készítésre használt edényekből).

Kaliumbromid (*kalium bromatum*, *bromkalium*), $KBr = 119$.

Készítése azon eljárás szerint történik, mint a NaBr-é, tehát KOH-ból brommal, vagy ferroferribromidból (vasreszelék, víz és brom) K_2CO_3 -tal. Jól kristályosítható vegyület; — fehér, hosszúkas vagy laposas kockák-ból áll; csipős sós ízű. 20°-on 1·55 s. r. vízben oldható. Tömény kénsavval, kevés brom kiválása közben, füstölgő HBr-ot fejleszt.

A gyógyszerkönyv szerint ne tartalmazzon kaliumbromatot és carbonatot, tehát porcellánlemezen szétörzsölve, egy csepp híg kénsavtól se meg ne sárguljon (Br-kiválás folytán), se ne pezsegjen (CO_2), valamint a nedves vörös lakmuszos papirost ne kékítse meg azonnal (K_2CO_3). Ne legyen benne jodid se, úgyszintén sulfat és natrium se. Tisztasági próbája végett 1.19 gr. KBr-ot 100 kem-nyire feloldva, az oldat 20 kem-e pár csepp salétromsavval és 20 kem-nyi $\frac{1}{10}$ szab. ezüstnitrát-oldattal felmelegítve és a csapadékról leszűrve, se ezüstöt se bromidot ne tartalmazzon, tehát két részre osztva, egyik része sósavtól, a másik ezüstoldattól ne zavarodjék meg erősebben.

Kaliumbromat (*kalium bromicum, bromsavas kalium*), $\text{KBrO}_3 = 167$.

Készítése kálilúgból és bromból történik, a mint a KBr készítésénél le van írva: $6\text{KOH} + 6\text{Br} = 5\text{KBr} + \text{KBrO}_3$; az együtt képződő és könnyen oldható KBr-től kristályosítással könnyen különválasztható és átkristályosítással megtisztítható. A brom kimélése czéljából úgy is járnak el, hogy 1 mol. s. KBr és 6 mol. s. KOH együttes meleg oldatába chlor-gázt vezetnek: $6\text{KOH} + \text{KBr} + 3\text{Cl}_2 = \text{KBrO}_3 + 6\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ s a KCl-től kristályosítással tisztítják meg.

Fehér (apró rhomboéderekből álló), kristályos por. A levegőn még 100° -on sem változik meg. Erősen hevítve, O-t veszít és KBr-dá lesz. Hideg vízben nem nagyon jól oldható, de forróban elég jól (100° s. r. vízben 15° -on 6.58 s. r., 100° -on 49.8 s. r.), forró vízből tehát igen jól kristályosítható. Erélyes oxidáló szer, kivált savas oldatokban; KBr megsavanyított oldatából (tehát HBr-ból) bromot, KJ-ból (HJ-ból) jodot tesz szabaddá: $5\text{HBr} + \text{HBrO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{Br}$; $5\text{HJ} + \text{HBrO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + 5\text{J} + \text{Br}$, továbbá $\text{Br} + \text{HJ} = \text{HBr} + \text{J}$. Ezen a tulajdonságán alapul alkalmazása a térfogatos elemzésben, illetve a phenol (carbolsav) $\frac{0}{10}$ -os tartalmának meghatározásában, mely czélra $\frac{1}{10}$ szabályos oldata hivatalos kémszer.

Kaliumjodid (*kalium jodatum, jodkalium*), KJ = 166.

Készítése történhetik kálilúgból főlöleges joddal (a mennyitől barnás színű lesz) és az oldatnak bepárolása és a szénporral kevert maradéknak hevítése által, a midőn a KJO_3 színítettetik ($6\text{KOH} + 6\text{J} = 5\text{KJ} + \text{KJO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; és $2\text{KJO}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO}_2 + 2\text{KJ}$); a hevítéskor kissé lúgossá váló sőt HJ-dal közönbösítik és azután kristályosítják. — Vasporból, vízből és jodból készített ferroferrijodid K_2CO_3 -tal szintén KJ-ot eredményez ($\text{Fe}_3\text{J}_8 + 4\text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{KJ} + \text{Fe}_3(\text{OH})_8 + 4\text{CO}_2$).

Áttetsző vagy fehér kockákban kristályodó só, a levegőn nem változik. Csípős sós ízű. Erősen hevítve kevés jodot veszít és O-t véve fel, lúgos kémhatásúvá válik, majd megolvad és párolog. Vízben rendkívül könnyen oldódik (15° -on 0.7 s. r.-ben); borszeszben is oldható. Erős kénsav jodot választ ki belőle.

A gyógyszerkönyv szerint ne tartalmazzon carbonatot (a KOH esetleges főlölegéből képződik), jodatot (KJO_3), natriumot, sulfatot, chloridot,

nitratot (mind a tisztátalan KOH-ban lehetett), bromidot, cyanidot (a tisztátalan jodból vagy utóbbi a KOH-ból is). Tisztasága ellenőrzése végett 1.66 gr.-nyit fel kell belőle oldani 100 cm-nyire; az oldat 20 cm-ét pár csepp salétromsavval és 20 cm-nyi $\frac{1}{10}$ szab. ezüstnitrat-oldattal felmelegíteni és a csapadékról leszűrt folyadék felét ezüstre sósavval, másik felét jodidra ezüst-oldattal megvizsgálni; tiszta készítmény után az oldatban se ezüst se jodid nem marad.

Kaliumjodat és kaliumhydrojodat. *Kaliumjodat* (jodsavas kalium), KJO_3 , a KJ készítésekor (KOH-ból és J-ból) kapható. Ez nem hivatalos. Ellenben házilag készíthető a kémszer gyanánt hivatalos:

Kaliumhydrojodat (kalium bijodicum, savanyú jodsavas kalium), $\text{KHJ}_2\text{O}_6 = \text{KJO}_3 \cdot \text{HJO}_3 = 389$.

Készítését a gyógyszerkönyv szerint úgy végezzük, hogy 16 gr. jodot, 15 gr. KClO_3 -ot, 80 gr. lep. vizet és 0.2 gr. töm. salétromsavat üveglombikban addig melegítünk, míg a jod tökéletesen eltűnt, azután addig forraljuk a folyadékot, míg a képződött sötömeg föloldódott, még forrón megsűrjük és ha kihűlt, a képződött kristályos tömeget az anyalúgtól elkülönítjük; ezután hideg lepárolt vízzel jól megmossuk, sőt forró vízből még át is kristályosítjuk, hogy a képződött KCl-től teljesen megtisztítsuk. A hatás a jod és chlorsavas kalium közt csak hosszas forralásra indulna meg (miközben sok jod párologna el), ellenben rögtön megindul, ha csekély sav van jelen (erre való a 0.2 gr. HNO_3); egyébként az átalakulást a köv. egyenlet fejezi ki: $10\text{KClO}_3 + 6\text{J}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{KHJ}_2\text{O}_6 + 4\text{KCl} + 6\text{HCl}$.

Fehér, kristályos por; vízben rosszul oldható (15°-on 75-ször annyi vízben). Jodidok savanyú oldatából jodot tesz szabaddá; a sav a jodidból ugyanis hydrogenjodidot, a jodatból jodsavat tesz szabaddá, melyek együtt jodot választanak ki: $10\text{KJ} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 = 10\text{KHSO}_4 + 10\text{HJ}$, és $\text{KHJ}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + 2\text{HJO}_3$, azután $10\text{HJ} + 2\text{HJO}_3 = 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{J}$. (Ezért sárgul meg jod-kiválás folytán a jodatot tartalmazó KJ vagy NaJ pora, ha egy csepp híg kénsavval nedvesítjük meg). E tulajdonsága alapján a gyógyszerkönyv a kémszerek közé vette fel és mint ilyen a jodometriában használt natriumthiosulfat-oldat ellenőrzésére szolgál.

Kaliumsulfid-ok. Ismeretese a hydrosulfid, KSH, (kálilúgot telíteni H_2S -gázzal: $\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{KSH} + \text{H}_2\text{O}$); a monosulfid, K_2S (az előbbiből KOH-dal: $\text{KSH} + \text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$); a disulfid, K_2S_2 (KSH-ból levegő hatására: $2\text{KSH} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{S}_2$); a trisulfid, K_2S_3 , a tetrasulfid, K_2S_4 és a pentasulfid, K_2S_5 , melyek K_2CO_3 -ból, megfelelő mennyiségű S-ral való összeolvasztásakor képződnek; pl. $3\text{K}_2\text{CO}_3 + 8\text{S} = 2\text{K}_2\text{S}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}_2$. Ilyen módon készül a gyógyszerkönyv rendelkezése szerint egy súlyrész kénvirágból és két súlyrész nyers szénsavas kaliumból a *kalium sulfuratum pro balneo* (hepar sulfuris kalinum = kénmáj), melyben a kalium többes sulfidjai (polysulfidok) foglaltatnak. A száraz keveréket befödött agyag- vagy erős vas-edényben addig kell olvasztani míg a CO_2 -fejlődés megszűnt és a nyugodtan

folyó tömegből kivett kis próba 2 s. r. vízben feloldódik (tehát változatlan kén nincs többé benne. A mozsárba vagy hideg lapra kiöntött és kihűlt májszínű barna tömeg jól záró edényben tartandó, mert a levegőn nemcsak megnedvesedik, hanem oxidáció folytán $K_2S_2O_3$ -képződés és kénkiválás közben elhalványodik és zöldecs árnyalatot ölt fel ($K_2S_3 + 3O = K_2S_2O_3 + S$). Különbözik a levegőben lévő szén-sav (CO_2 és víz) is hat rá, miért is lassú H_2S -fejlődés folytán állandóan kénhidrogén-szagú. Erősebb savak (HCl , H_2SO_4 stb.) rögtön elbontják, a mikor is vizes oldatából H_2S -gáz fejlődése közben kéntej válik ki, pl. $K_2S_3 + 2HCl = 2KCl + H_2S + 2S$. Hasonló folyamaton alapul a kéntej készítése calciumpentasulfidból. (L. ott.)

Kaliumsulfát (*kalium sulfuricum*, *kénsavas kalium*; régi nevén: *arcanum duplicatum*), K_2SO_4 .

Készíteni a legegyszerűbben szén-savas kaliumból és kénsavból lehet, pontos közönbösítés útján: $K_2CO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O + CO_2$. — Melléktermékül kapják a salétromsav gyártásakor: $2KNO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HNO_3$; de ebben könnyen lehet a savanyú só is: $KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$ szerint. Átmenetileg a Leblanc-féle eljárás szerint is képződik a K_2CO_3 gyártásakor KCl -ből: $2KCl + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCl$. A stassfurti kálisókból azok tisztítása révén (kivált a kainitból: $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) kevésbé tisztán (leginkább műtrágyának) szintén készítik.

Szintelen, kemény, a levegőn nem változó oszlopos vagy piramisos kristályokból áll. Kissé sós-keserű ízű. Vízben mérsékelten oldható (15–20°-on 10 annyi, 100°-on 4 annyi vízben). Igen állandó vegyület, mely magas hőmérsékleten bomlás nélkül megolvasható sőt izzítható.

A gyógyszerkönyv szerint nehéz fémek, chlorid, calcium és nitrat ne legyenek benne. Savanyú sulfatot se tartalmazzon, vagyis semleges kémhatású legyen.

Kaliumnitrat (*kalium nitricum*, *nitrum*, *káli-salétrom*), KNO_3 . Készítése végezt régebben a földszínen némely helyen kivirágzó földi salétromot (leginkább calciumnitrat) hamulúggal (K_2CO_3) változtatták káli-salétrommá: $Ca(NO_3)_2 + K_2CO_3 = CaCO_3 + 2KNO_3$. Újabban a chili-salétrom tömény oldatát főzik KCl -dal: $NaNO_3 + KCl = KNO_3 + NaCl$; a besűrítéskor a rosszabbul oldható $NaCl$ a forró folyadékból kiválik és nagy része eltávolítható; a kihüléskor aztán KNO_3 kristályosodik ki, melyet átkristályosítással tisztítanak meg. — Egészen tisztán szén-savas kaliumból és salétromsavból készíthető: $K_2CO_3 + 2HNO_3 = 2KNO_3 + H_2O + CO_2$.

Szintelen, oszlopos kristályokat képez. Kesernyész és hűtő ízű. Nem olyan nedvszívó, mint a natrium-salétrom. Vízben igen jól oldható, köz. hőmérsékleten 4, forró vízben 0.4 s. r.-ben; tehát igen jól kristályosítható. Semleges kémhatású. Hevítve megolvad (340°-on), izzítva O-t, sőt erősebben izzítva N-t is veszít s átváltozik salétromossavas sóvá: KNO_3 , majd kalium-oxiddá és peroxiddá: K_2O és K_2O_2 . Ez okból a salétrom, hevítéskor, igen erőyes oxidáló hatású szer, mely elégethető testeket hevesen eléget. Kén-

nel és szénnel belsőleg keverve és szemcsézve, a fekete (füsttel égő) puska-port szolgáltatja.

A gyógyszerkönyv szerint ne legyen benne carbonat, nehéz fém-só, sulfat és chlorid.

Kaliummetaarsenit (*kalium arsenicosum*, *arsenessavas kalium*), KAsO_2 . Vizes oldata: *Solutio arsenicalis Fowleri*, Fowler arsenes oldata.

Ennek készítése végett a gyógyszerkönyv szerint 1 grm. porrátört acid. arsenicosumot ugyanannyi szénsavas kaliummal és ugyanannyi vízzel addig kell főzni, míg az arsenessav teljesen feloldódott: $2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{As}_4\text{O}_6 = 4\text{KAsO}_2 + 2\text{CO}_2$, azután ki kell egészíteni vízzel pontosan 100 grm-ra. E szerint az oldat éppen 1%-nyi arsenessavnak megfelelő arsenessavas kaliumot tartalmaz. Szintelen, a fölösleges K_2CO_3 -tól erősen lúgos kémhatású folyadék, melyből sósav és H_2S -es víz hatására citromsárga As_2S_3 válik ki.

Ne legyen benne sulfoarsenessavas kalium (az arsenessavban esetleg előfordulható As_2S_3 -ból!), tehát sósavtól magától ne sárguljon meg; ez ugyanis ismét kicsapná az As_2S_3 -ot. As_4O_6 -tartalmát gondosan meg kell állapítani jodometriai eljárással, a mi azért is szükséges, mert idő jártával, lassú oxidáció folytán, az arsenessav egy része arsensavvá változhatik át s így a készítmény hatásából veszít. Igen erős méreg.

Kaliumcarbonat (*kalium carbonicum*, *szénsavas kalium*, *hamuzzsir*), $\text{K}_2\text{CO}_3 = 138$.

Igen tiszta minőségben képződik a kaliumnak szerves vegyületeiből, erősebb hevítés folytán. E végből a tisztított borkövet vagyis savanyú borkósavas kaliumot (tartarus) vagy esetleg a sósasót (savanyú sósasavas kalium) vastégelyben izzítják és az elszéneseedett tömeget vízzel kilúgozzák, a megszűrt oldatot ezüstcsészében szárazra párologtatják és a maradékot megint izzásig hevítik. Az így kapott szénsavas kaliumban (sal tartari) a borkő tisztátalanságai (Na- és Ca-sók) mellett még az izzításkor képződő cyankalium (KCN) foglaltathatik, melynek képződését abból érthetjük meg, hogy szén és nitrogen (utóbbi a tisztátalan borkőből vagy a levegőből) jelenlétében izzított lúgos test mindig cyanid képződésére ad alkalmat. Az ismételt izzítás elkerülése végett a borkövet káli-salétrommal (KNO_3) is szokták keverni és a keveréket, hevítve, elpuffantják. A vízzel kilúgozott K_2CO_3 ez esetben még több cyankaliumot fog tartalmazni, sőt salétromsavas és salétromossavas kalium (KNO_3 és KNO_2) is lehet benne.

Azonban akár az így, akár a más eljárások szerint készített szénsavas kaliumot teljesen meg tudják tisztítani úgy, hogy kevés vízben oldják és az oldatot széndioxid-gázzal telítik; ilyenkor savanyú szénsavas kalium képződik és kristályosodik ki, míg a tisztátalanság az oldatban marad ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{KHCO}_3$). A savanyú só aztán hevítésre vizet és szénsavat veszít és tiszta szénsavas kaliumot (*kalium carbonicum depuratum*) szolgáltat: $2\text{KHCO}_3 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Lehetséges azonban tisztátalan szénsavas kaliumot (kalium carbonicum crudum; hamuszír = potassa) növényi hamuból, tehát fahamuból is készíteni, mert ebben közel 10, sőt még ennél is több % szénsavas kalium foglaltatik. A növények ugyanis a talajból kaliumot vesznek fel, mely bennök többnyire szerves savakhoz (sósavas, almasav, borkósav stb) van kötve; mind e sókból a növény elégetésekor szénsavas kalium lesz. Ennek kiválasztása végett a hamut vízzel kivonják; a tömény oldatot, miután abból a jelenlevő kénsavas kalium nagyobb része kikristályosodott, beszárítják és izzítják, midőn tisztátalan szénsavas kalium marad vissza. Hasonló készítményt a németországi *stassfurt-i* sótelepekben található káli-sókból is készítenek különféle eljárással, így pl. a kaliumchloridból a Leblanc-féle szódagyártási módszerrel.

A tiszta kaliumcarbonat fehér, nem kristályos szemecskékből áll. Hevítéskor nem változik; izzítva elpárolog. Egyenlő súlyú vízben oldható. Nedves levegőből vizet szí, ezzel meglucskosodik sőt sűrű folyadékká szétfoly. Csípős, lúgos ízű, lúgos kémhatású.

A gyógyszerkönyv szerint hivatalos a tisztított szénsavas kalium és ennek mintegy 33%-os oldata (kalium carbonicum solutum), valamint a nyers hamuszír is, mely utóbbiban legalább 90% szénsavas kaliumnak kell lenni, a többi 10% vízre és tisztátalanságokra esik. A tiszta, frissen kiizzított készítmény legalább 99%-os legyen és ne tartalmazzon cyanidot, nitrátot vagy nitritet, chloridot és sulfatot.

Lithium.

Li = 7.03.

Davy választotta le először fémes állapotban, 1820-ban, elektromos árammal. Meglehetősen elterjedt, de igen csekély mennyiségben és csak vegyületeiben található.

Rendszerint megolvasztott chloridjából (LiCl) készítik áramló elektromossággal.

A fém-natriumhoz igen hasonlatos fém, de annál keményebb és kisebb fajsúlyú (az összes fémek közt legkisebb fajsúlya van: 0.594), úgy, hogy a petroleumon is uszik. Olv. pontja: 180°. Erélyessége az összes alkali-fémek közt a legkisebb, de azért a vizet H-fejlesztés közben elbontja.

Vegyületei közt csak a szénsavas lithium hivatalos.

Lithiumcarbonat (*lithium carbonicum, szénsavas lithium*), Li_2CO_3 .

Ezt a vízben könnyen oldható lithiumchloridból szokás készíteni, úgy, hogy ennek oldatát erős ammoniával készített ammoniumcarbonat oldatába öntik és vízfürdőben addig melegítik, míg az illékony ammonia eltávozott; ilyenkor a szénsavas lithium mint szemcsés fehér por válik ki $[2\text{LiCl} + (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = \text{Li}_2\text{CO}_3 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}]$, mely az anyalúgban maradó chlor-ammoniumtól ammoniás vízzel történő mosás által tisztított meg. Ha a

kicsapásra alkali-fém carbonatját alkalmazták, pl. szénsavas natriumot, akkor a készítmény az erősen hozzátapadó alkali-vegyületektől tisztátalanított lesz. A hivatalos készítmény fehér por, mely vízben igen rosszul oldódik, de szénsavtartalmú vízben (LiHCO_3 képződése folytán) jobban oldódik. (A Li-tartalmú ásványos vizek, éppúgy, mint a lithium-készítmények, húgysav-oldó hatásúak.)

Rubidium és caesium.

Rb = 85.44. Cs = 132.88.

Egy-vegyértékű fémek, melyek csak vegyületeikben és ezekben is ritkán és kis mennyiségben találhatók. Viselkedésük a fém-káliumhoz rendkívül hasonlatossá teszi őket, melytől jóformán csak spektrál-készülékkel különböztethetők meg. A fém-rubidiumot carbonatjából szénnel lehet színteni, ellenben a fém-caesiumot nem; ezt cyan-vegyületéből elektromos-árammal lehet leválasztani. A fém-rubidium igen lágy, 38.5° -on megolvad; a levegőn rendkívül gyorsan oxidálódik. A fém-caesium a levegőn csakhamar meggyúl; 26° -on megolvad és az összes fémek közt a legelektropozitívabb. A színtelen gázlángot mindkettőnek vegyületei éppen olyan ibolyaszínűre festik, mint a kálium-vegyületek, de azoktól spektrál-készülékkel biztosan megkülönböztethetők. (Igy fedezte fel ez elemeket *Bunsen*.)

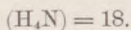
Alkali-fémek. A lithium, natrium, kálium, rubidium és caesium együtt az *alkali-fémek* természetes csoportját képezik.

A két utolsó aránylag ritkán és kis tömegekben találhatók, mint ásványok alkotórészei; a lithium már elterjedtebb, míg a kálium és főképp a natrium számos fontos vegyületnek alkotórészei és mint ilyenek, igen elterjedtek.

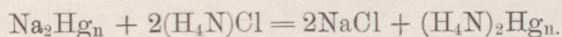
Az alkali-fémek jobban hasonlítanak egymáshoz, mint bármely más csoport elemei; úgy hogy tulajdonságaik jóformán csak a fokozatban mutatnak eltérést. Különösen a rubidium és caesium vegyületei nagyon hasonlatosak a kálium vegyületeihez, melyekkel még a lángfestésben is megegyeznek. Az alkali-fémek az összes fémek közt a legelektropozitívabbak; fajsúlyuk, illékonyságuk és erélyességük az atom-súly szerint növekszik. A lithium atom-súlya a legkisebb, a caesiumé a legmagasabb s valóban a lithium fajsúlya, illékonysága és erélyessége társai közt a legkisebb, ellenben a caesiumé a legmagasabb. E tekintetben tehát egymásután így következnek: Li, Na, K, Rb, Cs.

Vegyületeik vízben többnyire könnyen oldhatók; kivételt jóformán csak kettős sóik és a lithium carbonatja és phosphatja képeznek. Jellemző rájuk, hogy hydroxidjaik erős, maró lúgok, sőt szabályos carbonatjaik is lúgos kémhatással oldódnak vízben. Ugyanezek hevítve nem bomlanak el, csak igen magas hőmérsékleten elpárolognak.

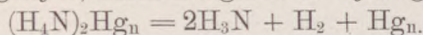
Ammonium.



Az ammonia-gáz, H_3N , sói, vagyis a savakkal képezett vegyületei az alkali-fémek sóihoz, főképpen a kalium vegyületeihez rendkívül hasonlóak; ezért feltételezzük, hogy e vegyületek az alkali-fémek atomjaihoz igen hasonló összetett gyököt: az *ammonium-gyököt*, H_4N , tartalmazzák. E gyököt magát, illetőleg a szabad ammoniumot [diammonium: $(H_4N)_2$] megkapni ugyan nem sikerült, de ha ammoniumchloridot ($H_4N \cdot Cl$) elektromos árammal úgy bontunk el, hogy a nemleges sarkot fém-higany képezi: ammonium-amalgam $(H_4N)_2Hg_n$ képződik. Ugyanezt úgy is megkapjuk, hogy natrium-amalgamra hidegen telített ammoniumchlorid-oldatot öntünk:

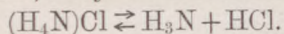


Az ammonium-amalgam sokban hasonló a natrium-amalgamhoz, csak rendkívül bomlékony; ezért nem tartható el, mert készítése után azonnal bomlani kezd fém-higanyra, ammonia-gázra és hydrogen-gázra:



Az ammonium-vegyületek nitrogen-tartalmú szerves testek bomlásakor könnyen keletkeznek (pl. istállótrágyából, árnyékszékekben, a kőszén száraz lepárlásakor a gázgyártásban; megtaláljuk azokat a talajban, némely vizekben, csekély mennyiségben a levegőben és vulkáni termékekben. Az átmelegedett talajban bizonyos bacteriumok hatására oxidáció folytán csakhamar salétromossavas sőt salétromsavas sókká változnak át és ez utóbbi állapotukban a növényeknek nitrogen-tartalmú táplálékát képezik.

Az ammonium-sók szintelenek — kivéve a színes savat tartalmazókat —, vízben többnyire könnyen oldhatók és kristályos állapotukban a megfelelő kalium-sókkal isomorphok. A szénsavas só éppen úgy lúgos kémhatású, mint az alkali-fémek szénsavas sói. Hevítve, az ammonium-sók illékonyak; ilyenkor részben végleg elbomlanak, részben pedig ammonia-gázra és az illető savra széthullanak, melyek a *kihűléskor újból egyesülnek*, például:



Az ilyen jelenséget *dissociatio*-nak nevezzük.

Az ammonium-vegyületek a szintelen lángot nem színezik jellemzően, de felismerhetők arról, hogy valamely lúggal melegítve, átható szagú ammonia-gázt, H_3N , fejlesztenek; pl. $(H_4N)Cl + NaOH = NaCl + H_3N + H_2O$.

Az ammonium fontosabb vegyületei.

Ammoniumhydroxid, $(H_4N)OH$. E vegyület létezése nincs ugyan kétségtelenül bebizonyítva, de sok körülmény valószínűvé teszi, hogy az ammonia-gáz vizes oldata ezt a vegyületet tartalmazza, mely a maró lúgokhoz hasonló viselkedésű test, de tisztán leválasztani nem lehet, sőt igen könnyen elbomlik ismét H_3N -gázra és vízre. (Bővebben a H_3N ismertetésekor szoltunk róla.)

Ammoniumchlorid (*chlorammonium, sal ammoniacum, szalmiak-só, szalamia-só*), $(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$. Némely vulkáni képződményekben, állati ürülékben, ásványos vízben stb. kis mennyiségben található.

Könnyen képződik H_3N és HCl egyesülése révén. Gyári készítésére a gázgyárakban meggyülő kátrányvíz vagy gázvíz szolgál, mely a hevített kőszén bomlása folytán képződő H_3N -t tartalmazza, többnyire mint carbonatot, sulfidot és cyanidot; ezekből legezelszerűbb oltott mészszzel való hevítéssel az ammonia-gázt kiűzni, sósav-folyadékba vezetni és a bepárologatáskor visszamaradó sót szállasztani. Egyébiránt az ammoniát kénsavval is lehet lekötteni és a bepárologatáskor visszamaradó ammoniumsulfatot kősóval keverve szállasztani, a midőn a képződő kénsavas natrium a vas-retorta fenekén marad, a chlorammonium pedig annak felső részén fog szálladékat képezni: $(\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$. Ez a szállasztott só rendszerint vastartalmú (sárgás-vöröses színű), mert a szállasztáskor képződő sósav-gáz a vasat megtámadja és azzal vaschloridot képez. Ennek eltávolítása végett a chlorammoniumot a gyógyszerkönyv szerint vízben oldjuk, ammoniával lúgossá teszszük s az általa kiválasztott vas-hydroxid leülepedése után (másnap) a tisztára leöntött vagy leszűrt folyadékot folytonos keverés közt szárazra párologtatjuk, midőn a tisztított só fehér, kristályos por alakjában marad vissza.

Jól kiképződött kristályokat nem igen alkot; többnyire kristályos fehér por, vagy szállasztás után kristályosan rostos, szívós darabokból áll. Vízben jól oldható; köz. hőmérsékleten 3-szor annyi, 100° -on 1.4-szer annyi víz oldja fel; az oldat készítésekor a víz tetemesen lehűl, tehát sok meleg használtatik fel. Íze csipős sós. Hevítve szállasztható, a nélkül, hogy megolvadna; ilyenkor mulóan szétbomlik (dissociál) H_3N -ra és HCl -ra; ugyanez megtörténik kisebb mértékben oldatának forralásakor is, melyből H_3N illan el és az oldat savanyú lesz.

A gyógyszerkönyv megkívánja róla, hogy maradék nélkül szállasztható legyen (fémek vegyületeinek kizárása) és ne tartalmazzon se sulfatot, se kozmás vagy kátrányos anyagokat.

Ammoniumbromid (*ammonium bromatum, bromammonium*), $(\text{H}_4\text{N})\text{Br}$. Könnyen képződik ammonia és hydrogenbromid-sav egyesülése folytán: $\text{H}_3\text{N} + \text{HBr} = (\text{H}_4\text{N})\text{Br}$. Vízben könnyen oldható, szintelen só, mely a levegőn megsárgul és savas kémhatásúvá lesz.

Ammoniumjodid (*ammonium jodatum, jodammonium*), $(\text{H}_4\text{N})\text{J}$. Könnyen képződik ammonia és hydrogenjodid-sav egyesülése folytán, vagy ferrojodidból és ammoniumcarbonatból cserebomlás folytán, az oldhatatlan vascarbonatról leszűrt oldat bepárologatása révén: $\text{FeJ}_2 + (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = \text{FeCO}_3 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{J}$. Vízszívó, szintelen só; vízben igen könnyen oldható.

Ammoniumsulfid (*ammonium sulfuratum*), $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$. A vizes oldata nehéz fémek felismerésére szolgáló hivatalos kémszer. Ez úgy készül, hogy tetszőleges mennyiségű ammonia-oldatot két egyenlő részre osztunk, egyik

felét kénhydrogen-gázzal telítjük és aztán a másik felét hozzáelegyítjük; ekkor a H_2S -gáz hatása folytán képződött ammoniumhydrosulfidot az ammonia a szabályos sulfiddá változtatja át: $\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{S} = (\text{H}_4\text{N})\text{HS}$ és $(\text{H}_4\text{N})\text{HS} + \text{H}_3\text{N} = (\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$. Az így kapott lúgos kémhatású oldat szintelen folyadék, melynek egyidejűleg ammonia- és kénhydrogen-szaga van; a levegő hatása folytán megsárgul, a midőn ammonia-vesztés közben polysulfiddá lesz: $2(\text{H}_4\text{N})_2\text{S} + \text{O} = (\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{N}$. Hosszabb idő múlva az oldat elszintelenedik, miközben kén válik ki belőle és ilyenkor az oldatban csak thiokénsavas ammonium foglaltatik $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}_2\text{O}_3$. E változás késleltetése végett a készítményt jól záró dugós edényben a levegő behatolása ellen lehetőleg védelmezni szükséges. Az oldat különben számos nehéz-fém vegyületéből jellemző színű fém-sulfidokat választ ki s ezért e fémek kimutatására alkalmas kémszer.

Ammoniumcarbonat (*ammonium carbonicum, szabályos szénsavas ammonium*), $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$. Meglehetősen bomlékony só, mely a levegőn ammonia- és vízvesztés közben savanyú sóvá lesz. Vizes oldata sokkal állandóbb. Ezt megkaphatni, ha ammonia-oldat felét CO_2 -dal telítjük és a képződő hydrocarbonatot az ammonia másik felével elegyítjük: $\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = (\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3$ és $(\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3 + \text{H}_3\text{N} = (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$. Fém-carbonatoknak cserebomlás útján való készítésére és mint kémszer használatos, pl. az alkali-föld-fémek felismerésére, melyeknek oldott vegyületeiből fehér csapadékokat választ ki (CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3).

Ammoniumhydrocarbonat (*ammonium hydrocarbonicum, savanyú szénsavas ammonium*), $(\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3$. Ez a hivatalos ammonium carbonicum siccum (sal alkali volatile) egyik alkotórésze, melyben carbaminsavas ammoniummal, $(\text{H}_4\text{N})\text{CO}_2(\text{H}_2\text{N})$, együtt foglaltatik. A *sal alkali volatile*-t szénsavas mész és clorammonium vagy kénsavas ammonium keverékéből óvatos hevítés folytán készítik, a mikor a cserebomlásnál szabályos szénsavas ammonium helyett e só keletkezik: $\text{CaCO}_3 + 2(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} = \text{CaCl}_2 + (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3$ és $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = (\text{H}_4\text{N})\text{HCO}_3 + \text{H}_3\text{N}$, valamint $(\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = (\text{H}_4\text{N})\text{CO}_2(\text{H}_2\text{N}) + \text{H}_2\text{O}$.

E készítmény áttetsző só, mely erős ammonia-szag terjesztése közben lassanként elmállik; ugyanis a carbaminsavas ammonium lassacskán elbomlik illékony H_3N -ra és szénsav-gázra ($2\text{H}_3\text{N} + \text{CO}_2$), míg a levegőn meglehetősen állandó savanyú szénsavas só visszamarad. Melegben azonban ez is elbomlik: $\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ -ra. (Ezért alkalmazzák a sütők tészta felfújtatására).

Calcium.

Ca = 40.0.

Igen elterjedt fém, de csak vegyületeiben. Fémes állapotban nem található. Legelterjedtebb vegyületei: a szénsavas mész számos változatban (calcit, mészkő, márvány, cseppkő, kréta stb), a kénsavas mész (gipsz) és a kovasavas mész. A növényi és állati szervezeteknek is lényeges alkotórésze.

a calcium, mely a növényekben leginkább szerves savakhoz kötve, az állati szervezetben pedig — a csontokban — főképpen phosphorsavhoz kötve található.

Fémes állapotban leválaszthatjuk a vízmentes calciumchloridból, ha ezt megolvasztjuk és elektromos áramot vezetünk át rajta. Szürke színű fém, némi sárgás árnyalattal. Igen nehezen olvasztható meg (a levegő kizárása mellett). A levegőn fémfényét elég gyorsan elveszíti és csak a levegő és víz teljes kizárása mellett tartható el. Hevítve meggyulad és oxiddá ég el. A vizet közönséges hőmérsékleten, hydrogen-gáz fejlesztése közben elég gyorsan elbontja: $\text{Ca} + 2\text{HOH} = \text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$. Híg savakra még sokkal hevesebben hat. Általában igen erélyes fém, mely vegyületeiben két-vegyértékű.

Magának a fémnek gyakorlati jelentősége nincs.

A calcium fontosabb vegyületei.

Calciumoxid (*calcium oxydatum, calx viva, calcaria caustica, égetett mész*), $\text{CaO} = 56$. Mészke (CaCO₃) hevítése folytán készítik a mészégető kemencékben; ilyenkor CO₂-gáz távozik el: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. Fehér, nem nagyon kemény, nem kristályos test; maró tulajdonságú. A levegőből szén-savat és vizet szí. Izzítva nem változik, de fehérrizzáson igen élénk fehér fényt sugároz ki (Drummond-fény a hydrogen-oxygen-lángban). Szívesen egyesül a kénnel, phosphorral, chlorral. Vízrel hőfejlődés közben oltott mészszé egyesül; a magnesiumot tartalmazó mész vízzel nehezen oltható meg (sovány mész), valamint az erősen égetett mész is, kivált ha vasat és aluminiumot tartalmaz (agyonégetett mész). Hivatalos készítmény.

Calciumhydroxid (*calcium hydroxydatum, oltott mész*), $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$. Erős, maró, lúgos test, mely az égetett mészből és vízből egyesülés folytán képződik: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$. Készítése végett az égetett mészre felényi vizet locsolunk; a mész a vizet mohón beissza és csakhamar erősen megmelegszik, annyira, hogy a víz feleslege erős gőzképződés közben elpárolog; aztán megrepedezik, felduzzad, gyakran még sistereg is, majd széthull igen finom, száraz tapintású fehér porra. Ezt a gyógyszerkönyv szerint a Miscella pro solutione calcii oxysulfurati (a solutio belgica főzésére használt keverék) készítésére használjuk, mi végett kénvirággal keverjük össze. Ha a mészoltáshoz több vizet alkalmazunk, akkor lágy, pépes tömeg képződik (kövér mész), a melyet a vakolat készítéséhez használnak; még több vízzel készül a híg, tejszerű s falak meszelésére használatos mésztej, melyet vízzel jól felelőreztve bedugaszolt palaczkban készletben kell tartani. Ennek tisztája — a teljes ülepités után leöntve — a hivatalos *aqua calcis*, vagyis mészvíz; a mi tulajdonképpen az oltott mésznek telített vizes oldata.

Ebben legalább 0.13% oldott calciumhydroxidnak kell lenni. Lúgos ízű, átlátszó folyadék ez, mely — ha jó — felforraláskor kissé zavarossá

válí, mert a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ forró vízben rosszabbul oldható mint hidegben; 370 gr-jának telítésére legalább 13 kcm. szabályos sósav-oldat szükséges. Czukros vízben az oltott mészt jobban oldható; ilyen oldat a hivatalos *aqua calcis saccharata*, melynek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -tartalma legalább 0.5% tartozik lenni; (ebben a mészt a czukorhoz van kötve mint czukormész: calcium-saccharat). Mindezeket a készítményeket csak jól bedugaszolt edényekben lehet romlás nélkül eltartani, mert máskülönben a levegőből felvett szénsav belőlök a meszt oldhatatlan szénsavas mészt alakjában kiválasztja (ettől van az aqua calcis palackján belül képződő fehér bevonat); ugyanez okból a készítményeket legjobb csak a használat előtt letölteni a felesleges mésztüledékről és csak szükség esetén szűrni meg.

Calciumchlorid (*chlorcalcium, calcium chloratum*), CaCl_2 . Oldva némely ásványos vizekben, pl. a herkulesfürdői forrásokban található. Ezt a vízben rendkívül könnyen oldható sót könnyen készíthetni szénsavas mészből és sósavból: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Legcélszerűbb a célból a fehér márványhulladékot annyi híg sósavban oldani, hogy a melegítéskor kevés márvány oldatlanul maradjon; azután az oldatot a vas eltávolítása végett kevés oltott mésszel kell forralni és üleítés után megszüritni, mi által a leülepedett vashydroxid a mészt feleslegével együtt eltávolodik. A megszürit oldatot kevés sósavval megsavanyítva, sűrűre kell párologtatni és azután kristályosítás végett félretenni. Hatszöges színtelen oszlopok válnak ki belőle 6 mol. kristályvízzel, de bizonyos feltételek betartása mellett $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ alkatú kristályok is képződhetnek. A kristályos só roppant vízszívó; hóval összedörzsölve, egész -54 fokig leszáll a hőmérséklete, miért is hűtőkeverék készítésére alkalmas. Melegítve megolvad, de 200° -on megszárad és az ilyenkor visszamaradó likacsos (calcinált) calciumchlorid még 2 mol. vizet tartalmaz; ez is vízszívó és ezért igen alkalmas gázok szárítására. 200° -on túl hevítve, minden víz eltávozik belőle, sőt erősebb melegítésre meg is olvad; ez a kihülés után tömött fehér sót képez (calcium chloratum fusum), mely vízben melegfejlődés közben oldódik; vízszívó és ezért folyadékok víztelenítésére szokás használni. Vele készül a hiv. calcium phosphoricum is.

Calciumhypochlorit (*calcaria chlorata, calcium hypochlorosum, chlormész*). Porrá oltott mészből készül chlor-gázzal, melyet az mohón nyel el, a körülményekhez képest változó mennyiségben, miért is a chlormész összetétele ingadozó. Savak által szabaddá tehető Cl legfeljebb 44% lehet benne; a gyógyszerkönyv legalább 20% ilyen chlor-tartalmat követel. A chlormész chemiai alkata vitás; hosszabb ideig calciumchlorid és calciumhypochlorit keverékének tekintették $[\text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{OCl})_2]$. Jelenleg legvalószínűbbnek látszik az a feltevés, hogy CaOCl_2 -alkatú vegyületet tartalmaz ($2\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ képlet szerint), mely mindig keveredve van át nem alakult $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal. Egyébként a levegőn megnyirkosodó és 20 rész vízben oldható fehér por ez, melyből savak hatására Cl szabadul ki; így hat reá a levegő szénsavtartalma is, miért

is állandóan chlor-szagú. Savak hatására a chlor a következő értelemben válik ki belőle; szénsavval: $\text{CaOCl}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{Cl}_2$, sósavval: $\text{CaOCl}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$. Leginkább mint halványító, fertőtlenítő, rothadásgátló szert alkalmazzák. Jól záró edényekben tartandó el.

Calciumsulfid. A szabályos monosulfidon (CaS) kívül ismeretesek polysulfidok is; ilyenek mész és kén összeolvasztása vagy mésztej és kén főzésekor képződnek. Az utóbbi mód szerint készített *solutio belgica* (*solutio Wleminxi*, *solutio calcii oxysulfureti*) calciumpentasulfid, CaS_5 , és thiokén-savas calcium, CaS_2O_3 , együttes oldatainak tekinthető. (L. a kéntej készítésénél).

Calciumsulfat (*calcium sulfuricum*), CaSO_4 . Mint ásvány *anhydrit* néven ismeretes; 2 mol. kristályvízzel meg a *gipsz*-et alkotja (az átlátszó lemezes: Mária-üveg, a kristályosan szemcsés és szép fehér: alabastrom). A gipsz egész hegyeket is képez. Vízben kissé oldható. Hevítve a vizet elveszti és u. n. *égetett gipsz*-zé lesz, melynek pora — ha nincs agyonégetve — vízzel híg péppé habarva, nemsokára vízfelvétel közben ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) megkeményedik, miközben megmelegszik és kiterjed. Ezért mintázásra, szobrok és épület-éktítmények, könnyű falak, mennyezetek készítésére használják, az orvoslásban pedig gipsz-pólyák alakjában a végtagok rögzítésére. Csak akkor felel meg a gyógyszerkönyv kívánságának, ha vízzel péppé habarva, hamarosan megszilárdul.

Calciumhypophosphit (*calcium hypophosphorosum*, *alphosphorossavas calcium*), $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$. Mésztejből és phosphorból készül hosszabb állás alatt vagy melegítésre; ha a phosphor feloldódott, az oldatot megszűrik és a változatlanul feloldódott meszet CO_2 -dal kiválasztják. A kristályosodó só 6-szor annyi vízben oldható. Gyógyszer gyanánt használják, de az ilyen ne tartalmazzon phosphorossavas meszet, mely ártalmas.

Calciumorthophosphat. A 3-vegyértékű orthophosphorsavnak három Ca-sója ismeretes.

Ezek közül a *szabályos só*, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ásványokban (ornithit, apatit, phosphorit, guanók) jön elő, de az állati csontokban is nagy mennyiségben (több mint fele) foglaltatik. Könnyen megkapjuk Na_2HPO_4 ammoniás oldatából CaCl_2 -dal. Vízben jóformán oldhatatlan fehér só, mely Na-és ammonium-sók oldatában jobban oldódik.

A másik az *egyszer savanyú só*: dicalciumphosphat, $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$ vagy CaHPO_4 ; ez *calcium phosphoricum* néven hivatalos fehér kristályos por, mely vízben valamivel jobban oldható, kivált sóoldatokban. Ezt CaCl_2 oldatából felesleges Na_2HPO_4 -oldat hatására, mint kristályos szerkezetű fehér port, 2 mol. kristályvízzel kapjuk meg: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{CaCl}_2 + \text{aqua} = 2\text{NaCl} + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. A kiváló csapadékot a natrium-sóktól vízzel kimossuk és azután megszáritjuk. Híg sósavban pezsgés nélkül oldható készítmény, mely citromsavas ammoniumban is jól oldható.

A harmadik vegyület a *kétszer savanyú só*: calciumdihydrophosphat, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; ez vízben elég jól oldható és könnyen képződik az előbbiekből savak hatására. A műtrágya-gyárakban készített szuperfoszfát nevű műtrágya a szab. phosphatból és mérsékelten hígított kénsavból készül és gipszet is tartalmaz: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{aqua} = 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

Calciumcarbíd, CaC_2 . Égetett mészből és szénből készül elektromos kályhában való heves izzítás révén: $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$. Szürke, kemény darabokból áll; vízzel azonnal elbomlik és oltott meszet és acetylen-gázt (C_2H_2) szolgáltat, melyet világításra alkalmaznak: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$. — Ugyanez okból a levegőből lassacskán vízgőzt szí, melylyel acetylen-fejlődés közben fehér porrá, oltott mésszé hull szét.

Calciumcarbonát (*calcium carbonicum*, *szénsavas mész*), $\text{CaCO}_3 = 100$. Igen elterjedt vegyület, mely számos ásványt alkot. Ilyenek: a hatszöges rendszerű kristályokat képező *mészpát* (calcit), melynek szintelen, átlátszó, víztisztaságú félesége az izlandi pát (kettős pátnak is hívják, mert a mögéje tett tárgyaknak vagy írásnak kettős körvonalaait mutatja). A rhombos rendszerben kristályosodik az *arragonit*, mely mindig meleg vízből válik ki, holott a calcit hidegből. Kristályosan szemcsés sötöt tömött féleségei: a *márvány* és a közönséges *mészkö*. Könnyen porló a *kréta*, mely apró állatkák mészhéjaiból képződött. Vízből vált ki a *cseppkö*, a likacsos *mésztuffa* stb. A puha testű állatok (csigák) és az izelt testűek (rákok) külső kemény vázai, valamint a korrallok jobbra mind szénsavas mészből állanak. — Vízben csekély mértékben oldható vegyület, mely szénsavas vízben jobban oldható; ilyenkor sav. sóvá lesz: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, mely azonban állás közben vagy melegítésre víz- és szénsav-vesztés folytán ismét szabályos sóvá lesz s mint ilyen kiválik: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$; ezért zavarosodnak meg a meszes vizek a forraláskor vagy állás közben, s ezen alapul a mész kiválása calcit, arragonit, cseppkö, mésztuffa stb. alakjában. (H_4N) -sók is elősegítik az oldhatóságát. Sósavban, salétromsavban élénk pezsgés (CO_2 -fejlődés) közben feloldódik. — Hivatalos a porrátört kréta és a tiszta szénsavas mész: *Calcium carbonicum purum* (praecipitatum); ez utóbbit vas- és aluminiummentesen megkapjuk, ha oltott meszet híg salétromsavban oldunk: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ és az oldatot felesleges mésztejjel forraljuk, hogy a vas és aluminium mint hidroxidok kicsapódjanak; azután a megszűrt oldatot ammonium carbonicum oldatával elegyítjük és a képződött csapadék tömörülése végett forraljuk: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = 2(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$. A megszűrt csapadékból az ammonium-sókat vízzel könnyen kimoshatjuk. Az ily módon kapott készítmény a kiszáritás után finom fehér port képez, mely mikroszkóp alatt csupa parányi rhomboédereknek látszik. Híg sósavban, CO_2 -fejlődés közben maradék nélkül kell oldódnia.

Strontium és baryum.

Sr = 87.5. Ba = 137.

A calciumhoz sokban hasonló és szintén csak vegyületeikben található két-vegyértékű fémek, melyek leválasztása a fém-calcium készítéséhez általában hasonló, de sokkal bajosabb.

E fémeknek gyakorlati jelentőségük nincs; egyes vegyületeik azonban fontosak.

Strontium- és baryum-vegyületek.

A strontium vegyületei közt egy sem hivatalos. A nitrátot vörös görögtűz készítésére használják. A baryum-sók közt hivatalosak a chlorid és a nitrat, melyek mint a kénsav kémlelő szereit használtatnak.

Baryumchlorid (*baryum chloratum crystallisatum*), $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 244$. BaCO_3 -ból és híg HCl -ből könnyen készíthető, jól kristályosodó, a levegőn változatlan, szintelen vagy fehéres só, vízben elég jól oldható. Sulfatok oldataival vízben és savakban nem oldható fehér csapadékot, BaSO_4 -választ ki. $\frac{1}{10}$ szab. oldatával a kénsavas chinin azonosságát és tisztaságát lehet megállapítani.

Baryumnitrat (*baryum nitricum, salétromsavas baryum*), $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Készíteni lehet BaCO_3 -nak híg salétromsavban való oldása és az oldat kristályosítása útján. Jól kristályosodó, levegőn nem változó só; vízben meglehetősen oldható. Mint kémszer ez is a sulfatok felismerésére használtatik.

Alkali-földfémek. A calcium, strontium és baryum az alkali-földfémek csoportját alkotják. Csak vegyületeikben találhatók; legnagyobb mennyiségben a calcium vegyületei. E fémeknek oxigennel képezett *alkalikus* kémhatású vegyületeit régebben *földeknek* nevezték; innen kapták a későbbben felfedezett fémek nevüket (*alkali-földfémek*).

E fémek sokban hasonlóak az alkali-fémekhez; tevőleges jellem dolgában mindjárt ezek után következnek. Sajátságaik atom-súlyaik szerint igazodnak. A Ca atom-súlya 40, a Sr-é 87.5, a Ba-é 137. A fajsúly az atom-súlylyal együtt itt is növekszik: a Ca-é 1.57, a Sr-é 2.5, a Ba-é 3.75. Az illékonyság szintén emelkedik az atom-súlylyal, tehát az olvadáspont csökken. Legkönnyebben olvad meg a Ba, de ez is nehezebben, mint az öntött vas (1200°-felett).

Mindnyájan két-vegyértékű elemek. Hydroxidjaik vízben nem nagyon oldható lúgok; még legjobban oldódik (30 s. r. vízben) és leglúgosabb a $\text{Ba}(\text{OH})_2$, legrosszabbul a $\text{Ca}(\text{OH})_2$, melyből 1 s. r. feloldására közel 800 s. r. víz szükséges. Jellemzi őket, hogy vegyületeik közül a sulfatok, foszfátok, szabályos carbonatok és oxalatok (sósavasav sók) vízben nem, vagy csak alig oldhatók.

A $\text{Ba}(\text{OH})_2$ hevítve, nem bomlik el vízre és oxidra, holott a $\text{Sr}(\text{OH})_2$ és főképpen a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ igen: $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$.

Ez és egyéb sajátságaik oda mutatnak, hogy az alkali-földfémek közt a legerélyesebb a Ba, mely az alkali-fémekhez legközelebb áll. Legkevésbé érélyes a Ca.

Felismerhetjük e fémeket vegyületeikben arról, hogy oldataik szénsavas ammonium-oldattal még chlorammonium és ammonia jelenlétében is fehér csapadékot (szabályos szénsavas só) választanak ki (a Mg ilyenkor nem); hasonlóképpen sósavas ammoniummal oldhatatlan fehér sósavas só képeznek.

Megkülönböztethetők egymástól lángreakcióval; nevezetesen a Ca-vegyületek a szintelen gázlángban elpárologtatva, azt narancsvörösre festik, míg a Sr vegyületei élénk pirosra, a Ba vegyületei pedig zöld színűre. Legbiztosabban spektrál-készülékkel ismerhetők fel, ha együttesen vannak is jelen.

Magnesium.

Mg = 24.38.

Fémes állapotban nem található. Vegyületei közül leggyakoribbak a szénsavas magnesium, mely a *magnesit* (MgCO_3) és *dolomit* ($\text{CaO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) nevű ásványokban foglaltatik; a kénsavas magnesium (MgSO_4), mely a keserű vizekben oldott állapotban, magnesiumchloriddal együtt pedig a kénsavas kalium és kaliumchlorid társaságában kettős sókat (*kainit*, *carnallit* stb.) képezve, a németországi stassfurti sótelepekben található nagyobb tömegekben; a kovásvavas magnesium, mely számos ásvány alkotó részét képezi.

Leválasztható a MgCl_2 -ből fém-kaliummal vagy fém-natriummal magasabb hőmérsékleten: $\text{MgCl}_2 + 2\text{Na} = \text{Mg} + 2\text{NaCl}$. Elektromos árammal is leválasztható a megolvasztott MgCl_2 -ből vagy a kénsavas magnesiumnak kénsavas ammoniummal kevert oldatából. A készítés módjai szerint különböző anyagokkal fertőzött fémek desztilláció révén lehet legbiztosabban megtisztítani.

Ezüstfehér, fénylő fém, mely elég jól nyújtható. Többnyire összegöngyölt keskeny szalagokat vagy húzalokat készítenek belőle, de por alakban is árusítják el. Fajsúlya 1.75, tehát igen könnyű fém. Olvadáspontja $700-800^\circ$, forráspontja 1100° körül van.

Két-vegyértékű fém. Száraz levegőben nem igen változik meg; nedves levegőben is csak lassan oxidálódik. Olvadáspontján túl hevítve meggyulad és vakító fényt árasztva ég el; különösen ha porát, lángba szórva, fellobbantjuk. Minthogy fénye a chemiai hatású kék sugarakban gazdag, célszerűen lehet fotografikus felvételeknél oly helyiségek megvilágítására felhasználni, melyeket nem ér elegendő napfény. Ezenkívül jelző fény fejlesztésére (pl. világító tornyokban), tűzijátékok és világító fáklyák (Mg-fáklyák) készítésére is alkalmazzák. — Magas hőmérsékleten könnyen egyesül vele a N, P, As, Si stb.

A vizet még 100^o-on is alig bontja; de ha magnesium-port vízgőz-áramban hevítünk, meggyulad az és vakító fényt terjesztve, pillanat alatt elég oxiddá, miközben a vízből nagy mennyiségű hydrogen-gázt tesz szabaddá: $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + \text{H}_2$.

Hígított savak (főképpen HCl és H_2SO_4) igen hevesen oldják fel hydrogen-gáz-fejlődés közben: $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$.

Magas hőmérsékleten különösen erélyes fém; mint ilyen a legtöbb fémnek sőt számos nemleges elemnek (Si, B) az oxidját elbontja, elvonván abból az oxygent és szabaddá téven az illető fémet vagy nemleges elemet, mely utóbbival rendszerint egyesül is.

Vegyületei — kivéven a színes savakat tartalmazókat — szintelenek. Oxidja tűzálló és vízzel csak lassan egyesül hydroxiddá. Hydroxidja vízben majdnem oldhatatlan, gyengén lúgos kémhatású.

Igen hajlandó kettős sók képzésére, főképpen a chloridja és sulfatja.

Sóinak oldataiból lúgok $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ot választanak ki, mely ammonium-sókban könnyen feloldódik (kettős só képződik belőle). Legoldhatatlanabb vegyülete a phosphorsavas ammonium-magnesium, $\text{Mg}(\text{H}_4\text{N})\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, mely akkor képződik, ha Mg-só oldatához phosphorsavas natrium-oldatot és H_3N -t adunk. E fehér, kristályosodó csapadék képződéséről legbiztosabban felismerhetjük; úgy szintén arról is, hogy sói a forrasztó cső vagy Bunsen-féle lámpa lángjában erősen hevítve, oxiddá lesznek, mely cobalt-só oldatával megnedvesítve és újra hevítve, megkékül vagy rózsaszínűvé lesz.

A magnesium hivatalos vegyületei.

Magnesiumoxid (*magnesium oxydatum, magnesias usta, égetett magnesia*), MgO . Mint ásvány (*periklas*) kristályos módosulatban található; ugyanilyen módosulat képződik, ha igen magas hőmérsékleten történt a készítése. — A gyógyszerkönyv készítménye könnyű fehér por, mely hevítve változatlan marad, vízzel összekeverve lúgos kémhatású pépet alkot és igen csekély mértékben oldódik. Készítése végett a *magnesia alba* néven ismert bázisos szénsavas magnesiumot mázatlan agyagfazékba tömve, széntűzőn mérsékelten hevítik, míg összes víz- és szénsavtartalmát elveszíti, a mi 300^o-on teljesen bekövetkezik: $3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 + 4\text{MgO}$; ezt arról ismerni fel, hogy kis kivett próba, kevés vízzel összerázva, hígított sósavban pezsgés nélkül oldódik. Minthogy nedves levegőből lassanként vizet szí és CO_2 -ot vesz fel, idővel carbonat-tartalmúvá válhatik, a mikor aztán savakban pezsgés közben oldódik; ennek meggátlása végett jól bedugózott edényben tartandó el.

Magnesiumhydroxid (*magnesium hydroxydatum, magnesias usta in aqua*), $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Csak vízzel feleresztett állapotában hivatalos készítmény. Úgy készül, hogy 75 gr. MgO -ot 525 gr. lepárolt vízzel összekeverünk és a keveréket 5 palackba szétosztva és jól bedugózva tartjuk el. A MgO a vízzel

lassacskán egyesül [$\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2$], miközben erősen felduzzad, de csak csekély mértékben oldódik. Az üledék fölött álló víz igen híg $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -oldat és gyengén lúgos kémhatású, vagyis a vörös lakmuszt megkékíti. Gondatlan eltartáskor a levegőből CO_2 -ot vesz fel: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. A karbonat-tartalmú és nagyon régi, vagyis savakban pezsgéssel és nehezen oldódó készítmény elvetendő és helyette új készítendő. Savakkal történt mérgezés ellen mint közönbösítő anyag és arsenessavval történt mérgezéskor mint az arsenessavat lekötő és azt nem oldható magnesium-sóvá alakító ellenszer alkalmaztatik. Vele készül a hivatalos *antidotum arsenici albi* is, mely ferrisulfat híg oldatából magnesiumhydroxid feleslegével »ex tempore« vagyis a rendeléskor kicsapott kocsonyás ferrihydroxidot tartalmaz: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{Fe}_2(\text{OH})_6 + 3\text{MgSO}_4$.

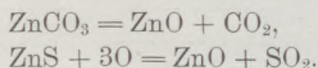
Magnesiumsulfat (*magnesium sulfuricum crystallisatum, sal amarus, keserű só*), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. A keserű vizekben, pl. a budaiakban, kénsavas natriummal együtt oldva foglaltatik. Készíteni keserű vízből is lehet, de ez rendszerint Na_2SO_4 -tartalmú és a gyógyszerkönyv szerint nem használandó. Tiszta készítményt kapni dolomitból ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) kénsav hatására, a midőn CO_2 -fejlődés közben MgSO_4 és CaSO_4 képződik, mely utóbbi nem lévén lényeges mennyiségben oldható, a vízzel történő oldáskor oldatlanul visszamarad és az oldat ismételt kristályosítása folytán tiszta keserű sót eredményez. A kristályosított só szintelen, vékony oszlopokat vagy kristálytűket képez; száraz és meleg levegőn kristályvizéből veszít és mállásnak indul, zárt edényben vagy nedves levegőben változás nélkül eltartható. Vízben jól oldható, keserű ízű. — Ne legyen benne natriumsulfat vagy szabad kénsav. Továbbá vigyázni kell, hogy a vele egyenlő kristályalakú zinksulfattal össze ne tévesztessék; ez utóbbi oldatából az ammoniumsulfid-oldat fehér ZnS -ot választ le, holott a keserű só oldata attól nem változik meg.

Magnesiumcarbonat (*szénsavas magnesium, magnesium carbonicum*), MgCO_3 . A *magnesit* nevű ásványt alkotja és a dolomitban szénsavas mésszel van vegyülve ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). A hivatalos készítmény (*magnesium carbonicum hydroxydatum, magnesia alba*) bázisos szénsavas magnesiumból áll: $3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{HO}-\text{Mg}-\text{CO}_3-\text{Mg}-\text{CO}_3-\text{Mg}-\text{CO}_3-\text{Mg}-\text{OH}$. Ennek gyártása abban áll, hogy 60–80°-ra melegített szénsavas natrium oldatot szorgos keverés által hasonló hőmérsékletű és felesleges keserűső-oldathoz elegyítenek; ilyenkor CO_2 -fejlődés közben a fenti alkatú vegyület válik ki ($4\text{MgSO}_4 + 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$), melyet ülepités és a kénsavas natrium s változatlan keserű sótól való kimosás után kisajtolnak és megszáritanak. A készítmény igen könnyű fehér por, vagy összesajtolat darabokat képez, vízben igen csekély mértékben oldható (CO_2 -tartalmúban jobban), híg savakkal pezseg (CO_2 -ot fejleszt) és könnyen, maradék nélkül oldódik; melegítéskor vizet, majd CO_2 -ot veszít és végül (300°-on) MgO -dá változik. Ne tartsa natrium-sókat, mészt és chlor-vegyületeket, se nehéz fémeket.

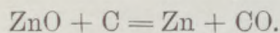
Zink.

Zn = 65.38.

Fémes állapotban Ausztráliában elvértve találták. Vegyületei között legfontosabbak: a szénsavas zink (*zinkpát*) és a zinksulfid (*gálma*), melyekből a fémeket kohászati úton készítik. E célból a zinkpátot hevítik, a zinksulfidot pedig pörkölik vagyis levegőáramban hevítik; így módon mind a kettőből zinkoxid képződik:



A zinkoxidot szénnel keverve, lepárló kemenczében igen erősen hevítik; ilyenkor az redukálódik és forráspontján túl lévén hevítve, gőzzé változik és párolog:



A nyers zinket vagy vastag lapokká öntik vagy lemezekké hengerelik. A nyers zink sohasem tiszta; más fémek vagy egyéb elemek fertőzik azt, minők: C, Mn, S, As, Sb, Cd, Sn, Pb, Fe, Co, Ni, Cu, Tl, Al, sőt a freibergi zinkben In.

E fertőzőmennyek között főképpen az As olyan, melyet tisztítás útján eltávolítani törekszünk. A tisztítás a nyers zink lepárlása útján is történhetik, vagy pedig $\frac{1}{4}$ -nyi salétrommal való összeolvasztás és erre következő vízbecsepegtetés (granuláció) útján; de megelégszünk rendesen azzal az egyszerűbb és könnyen megejthető eljárással, mely szerint a megolvadt zinket hosszabb ideig kén hatásának tesszük ki. A kén a zinkkel nem egyesül, de az As-nel, sőt egyéb fertőzőmennyekkel is könnyen sulfidot képez, mely a megolvadt zink felületén mint salak gyűlik meg.

A gyógyszerkönyv első kiadása ez elv alapján a következő tisztítási eljárást írta elő. A zinket tűzálló tégelyben megolvasztjuk, kisebb mennyiségű kén és fagygyút vetünk reá és fapálczával hosszabb ideig szorgalmasan kavargatjuk, hogy a kén a zinkkel jobban érintkezhessék és fertőzőmennyeket sulfidokká változtathassa. A fagygyú ez eljárás alatt a megolvadt zink tetején úszik, rendesen meggyúlad és el is ég, de azt az oxidációtól védelmezi. A kaválás megszüntetése után kis ideig várunk, hogy a salaknak ideje legyen a zink tetején meggyúlni és ekkor a zinket sok hideg vizet tartalmazó tágabb edénybe (üstbe) csepegtetjük magasról bele (zincum granulum), miközben a vizet egy farúddal folytonosan kavargatjuk, illetőleg a megmeredt zinkcseppeket mozgásban tartjuk, hogy az utána jövő újabb zinkcseppekkel egybe ne olvadjanak és összefüggő tömeget ne képezzenek.

E tisztítási eljárást célszerű a következőképpen módosítani. Durva porrá tört kénből és égetett gipszből kevés vízzel sűrű pépet készítünk, melyekből diónagyságú (esetleg nagyobb) golyókat alakítva, erős rövid fapálczák végére erősítjük és langyos melegben kiszáritjuk. A megolvadt zinkbe egy-egy ilyen pálczát nyomunk bele, úgy hogy a golyó a megolvadt

zink aljára kerüljön. A gipsz közé kevert kén ilyenkor lassanként gőzzé alakul és a megolvadt zinken át távozván el, azzal igen bensőleg érintkezik. Ha a golyó kéntartalma elfogyott, vagyis a zinkből kén-gőz többé nem száll el, másik golyót állítunk bele és így tovább, miközben a zinket nem hevítjük tulságosan, hogy az meg ne gyúladhasson. A zink kis része a felületen ugyan oxidálódni fog, de ez a többit azután megvédelmezi. Ha tulságos hevítés folytán még is meggyúladna a zink, faszén porát hintjük reá, mely az égést mindjárt megszünteti. Az eljárás előnye nemcsak abban áll, hogy a fárasztó folytonos keverés elmarad, hanem főképpen abban, hogy a zink ily módon az As-től biztosan és tökéletesen megtisztítható, kivált ha a szemcsézett zinket ez eljárásnak még egyszer alávetjük. Magától érthető, hogy a tisztítást szabad levegőn végezzük.

A zink kékes-fehér színű fém; öntött állapotban többnyire durván kristályos szerkezetű. Meglehetősen merev, törékeny; de mérsékelt nyomás alkalmazásával, kivált 100—150° hőmérsékleten, akár papirosvékonyságú lemezekké hengerelhető, midőn kristályos szövetét elveszíti. 205°-on oly merev, hogy porrá lehet törni. Fajsúlya 7.1. 433°-on megolvad, 950° körül forr.

A levegőn olvadáspontján túl egész izzásig hevítve, meggyúlad és fényes, kékes-fehér lánggal elég zinkoxidá. Ellenben közönséges hőmérsékleten, száraz levegőn változatlan, nedves levegőn is csak a felületén oxidálódik és fehér hidroxid-réteggel vonódik be, mely szén-sav jelenlétében bázisos zinkcarbonattá változik át. A vizet jóformán csak az izzó zink bontja el; midőn hydrogen-t fejleszt abból és maga zinkoxidá lesz: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} = \text{ZnO} + \text{H}_2$. Különösen élénk a hatás, ha finom zinkport vízgőz-áramban erősebben hevítünk. Híg savakkal hydrogen-t fejleszt és azokban feloldódik (lásd hydrogen-gáz fejlesztésénél). Az egészen tiszta, más fémeknek nyomait sem tartalmazó zink alig hat a híg savakra; valószínűen azért, mert a felületén sűrített hydrogennel vonódik be, mely nem engedi a savval érintkezni. De ha más fémeket tartalmaz, gyorsan oldódik, mert ilyenkor a hydrogen nem magán a zinken, hanem a fertőző fémen válik ki, tehát a Zn a savval szabadon érintkezhet. Ugyanez történik, ha a tiszta zinket platinadarabbal érintjük, vagy 1—2 csepp platinachlorid-oldatot cseppentünk reá, melyből azonnal finomul eloszlott Pt-t választ ki. Erélyességre az előző fejezetekben ismertetett fémek után következik; az ezután tárgyalandókat oldataikból kiválasztani képes.

Sói általában színtelenek; vízben többnyire, hígított sósavban mindnyájan oldhatók. Fanyar, undorító ízűek, hánytató hatásúak. Ízzítva elbomlanak és zinkoxidá változnak át, mely kobalt-oldattal megnedvesítve és újból ízzítva, zöldre festődik.

A zink-vegyületek felismerhetők arról, hogy oldataik ecetsavval meg-savanyítva, kénhydrogen-gázzal vagy kénhydrogenes vízzel fehér csapadékot, ZnS-ot, választanak ki; a vizes oldatok kénammoniummal ugyanolyan csapadékot adnak.

A zink hivatalos vegyületei.

Zinkoxid (*zincum oxydatum*), ZnO . Régen úgy készítették, hogy a megolvasztott fém-zinket a gyulásig hevítették; az ilyenkor képződő fehér, pelyhes zinkoxid *flores zinci* (lana philosophica, nihilum album) néven volt ismeretes. Jelenleg úgy készítik, hogy zinksulfat vagy zinkchlorid oldatából alkali-carbonattal bázisos zinkcarbonatot csapnak ki, ezt a teljes megmosás és kisajtolás után megszáritják és aztán hevítik; CO_2 távozik el és zinkoxid képződik: $\text{ZnCO}_3 = \text{ZnO} + \text{CO}_2$). A hivatalos készítmény súlyos, fehér por, némi sárgás árnyalattal. Hevítve citromsárga színt ölt, kihűléskor ismét fehér lesz. Vízen oldhatatlan; híg savakban pezsgés nélkül teljesen oldható; az oldat felesleges ammoniával lúgossá téve, kénhydrogenes vízzel vagy kénammonium-oldattal tiszta fehér csapadékot (ZnS) ad, ha nem tartalmaz egyéb fémeket.

Zinkchlorid (*zincum chloratum, butyrum zinci*), ZnCl_2 . Legtisztább állapotban frissen kicsapott bázisos zinkcarbonatból készül, melyet a kimosás és kisajtolás után híg sósavban oldanak, miközben CO_2 fejlődik: $\text{ZnCO}_3 + \text{ZnO} + 4\text{HCl} = 2\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$; az oldatot még kevés sósav hozzáadása után, (hogy vízben nem oldható bázisos zinkchlorid ne képződjék benne), tágas porcelláncsészében, homokfürdőn teljesen kiszáritják (s hogy az esetleg belehulló szerves por által, melyet elszenesít, sötétebb színt ne öltjön, a bepárologatás vége felé csekélyke KClO_3 -at adnak hozzá, a mi mint oxidáló test, teljesen megfehériti, bár ettől csekély K-tartalmat kap.) A bepárologatáskor a víz utolsó részét oly magas hőmérsékleten veszíti el, melyen kevés sósav is mehet el belőle, mi által zinkoxychlorid (bázisos zinkchlorid) képződik, a mi a vízben való tisztára oldást akadályozza. Fehér vagy kissé szürkés-fehér, összetapadó por, a levegőn hamar megnedvesedik sőt szétfoly. Vízen nagyon könnyen oldható. Vízelvonó tulajdonsága olyanforma, mint a tömény kénsavnak s több esetben hasonló czélokra használható, pl. pergament-papiros készítésre is; a cellulosét a zinkchlorid tömény oldata enyhe melegben feloldja, később elszenesíti, tehát maró, etető hatású szer. Jól záró edényben tartandó.

Zinksulfat (*zincum sulfuricum crystallisatum, fehér vagy római gálicz*), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Készítése végett tiszta zinket (vagy ZnO -ot) híg kénsavban oldanak és az oldatot kristályosítják; ha a zink vasat tartalmazott, akkor az oldatot kristályosítás előtti ZnO -dal kell forralni és félre tenni, míg a vashydroxid leülepedett, mely azután szűréssel eltávolítható. Nem olyan tiszta az a készítmény, melyet a zinksulfidból (*zinkfény* nevű ásvány) pörkölés ($\text{ZnS} + 2\text{O}_2 = \text{ZnSO}_4$), vízzel való kivonás és kristályosítás útján kapnak; ebben más nehéz fémek lehetnek, melyek H_2S -es vízzel kimutathatók, mert jelenlétükben a képződő csapadék (ZnS) nem lesz tiszta fehér. A zinksulfat a keserű sóhoz teljesen hasonló, szintelen, túlalakú kristályokat képez, mert azzal izomorf. Még vízben való oldhatósága is ahhoz hasonló. Íze

savanykás, fanyar, undorító; hánytató hatású. Kissé mállik. Vizes oldata kénhydrogenes vízzel fehér csapadékot ad (ZnS); a keserű só nem.

Magnesium-csoport. A magnesium és zink, valamint az aránylag ritka beryllium és cadmium együtt egy természetes csoportot: a *magnesium-csoportot* képezik. A beryllium inkább a magnesiumhoz, a cadmium pedig a zinkhez hasonló, melylyel együtt szokott előfordulni. A beryllium pár fontos ásványnak, pl. a smaragdnak is alkatrésze.

E fémek mind elég erélyesek s így csak vegyületeikben találhatók fel. A vízből csak magasabb hőmérsékleteken, a híg savakból ellenben már közönséges hőmérsékleten hydrogen-gázt fejlesztenek. Vegyületeikben két-vegyértékűek.

Ólom. (Plumbum.)

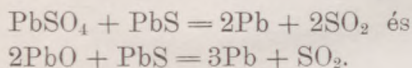
Pb = 206.91.

Igen régóta ismert fém. Szabadon, fémes állapotban földünk több pontján találták, de az ilyen lelet ritkaság számba megy.

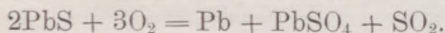
Legfontosabb vegyülete az *ólmfény* (*galenit*) nevezetű ásvány, mely ólomsulfidból áll: PbS. Ebből készítik az ólmot kohászati úton. Ezenkívül még a természetes ólomcarbonatot, a *cerussit* néven ismert ásványt is felhasználják az ólom készítésére.

E célból a cerussitot oxiddá változtatják, a mi könnyen elérhető hevítés útján, midőn széndioxidra és ólomoxidra bomlik szét: $\text{PbCO}_3 = \text{PbO} + \text{CO}_2$. Az ólomoxidot szénnel keverve megolvasztják; ekkor a szén elvonja az oxygent és így az ólmot színti: $\text{PbO} + \text{C} = \text{Pb} + \text{CO}$.

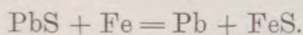
A galenitet pedig mindenekelőtt pörkölik, vagyis addig hevítik a levegő hozzájárulása mellett, míg egy része ólomsulfattá és ólomoxidná változott át; ekkor a keveréket levegő kizárása mellett hevítik. Ilyenkor az ólomsulfat és ólomsulfid, továbbá az ólomoxid és ólomsulfid kéndioxid-gáz fejlődése közben egymást fém-ólomná színtik, valószínűen a következő egyenletek értelmében:



E folyamatok a valóságban nem tökéletesen és talán nem is egészen így mennek végbe; sőt némelyek nézete szerint *legendő* levegő jelenlétében a színtési folyamatot a következő egyenlet fejezi ki:



Egy másik eljárás szerint a galenitet fém-vassal keverve hevítik, midőn a vas a kénnel egyesül és az ólom szabadabbá lesz:



Az ólom egy része mindegyik eljárásnál veszendőbe megy valamely illékony vegyülete alakjában.

A kohóból kikerülő fém-ólom rendszerint kis mennyiségű ezüstöt, rezet, arsent, antimont és csekély vasat is tartalmaz. Ha az ezüst mennyisége legalább néhány század-perczenre rúg, azt érdemes belőle leválasztani. E célból a megolvasztott ólmot lángkemenczében levegőáramban hevitik, mi által az ólom oxidálódik, az ezüst pedig nem; ha a megolvadt ólomoxidot (ólomglét, ezüstglét) időnként lebotsátják, utoljára az ezüst maga marad vissza. Az így keletkező ólomoxidot igen könnyű szénnel ismét fém-ólommá színteni.

Ha az ólomban az ezüst mennyisége felette kevés, akkor a megolvadt és lassan kihülő fémből eleinte jóformán ezüstmentes ólom kristályosodik ki, mely rostakanállal kimeríthető, míg az ezüstben gazdagabb rész tovább is folyékony marad. Ezt azután már érdemes ezüstre feldolgozni.

Még úgy is szokták az ólomból az ezüstöt kikapni, hogy 1—2%-nyi zinkkel olvasztják össze, midőn a zink a megolvadt ólomból az ezüsttel együtt válik ki.

Ha ólomsó oldatába asbestpapirossal körülcavart zinkrudat állítunk, vagy pedig elektromos árammal bontjuk el azt: igen szép fénylő kristályos ólom (ólomfa) képződik.

A tiszta ólom kékes-szürke fém, fajsúlya 11.3. Lágy, szívós; papiroson végighúzva nyomot hagy, késsel faragható. Jól lehet lemezekké kihengerelni vagy kikalapálni, csövekké sajtolni. Vékony drótokat húzni belőle nem igen lehet, mert szilárdsága aránylag csekély. Ha egyéb fémeket (Sn, Sb, As, Cu, Ag, Bi, Fe, Zn) tartalmaz, sokkal keményebb. Metszési felületén élénk fémfényű, de oxidáció folytán aránylag hamar meghomályosodik és fénytelen szürkévé lesz. Olvadáspontja 334°-ra tehető. Vörös izzáson párolog, fehér izzáson forr.

Az ólom közönséges oxidjában (PbO) és legtöbb vegyületében 2-vegyértékű, de a peroxidjában (PbO_2) és néhány más vegyületében [például az ólomtetraphenyl-ben: $\text{Pb}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$] 4-vegyértékűnek mutatkozik.

Az ólmot igen gyakran alkalmazzák vízvezető csövek készítésére. Eppen ez okból behatóan vizsgálták az ólom viselkedését a vízzel szemben. A vizsgálatokból kitűnt, hogy a levegőmentes víz — legyen az akár lepárolt akár természetes — jóformán hatástalan az ólomra. Ha azonban a víz levegőt tartalmaz feloldva, kis mennyiségű ólom oldatba megy. Ezt abból magyarázhatjuk ki, hogy az ólomból a víz és levegő (oxygen) együttes hatására aránylag könnyen képződik ólomhydroxid, mely különösen lepárolt vízben kissé oldódik is. De ha a víz sókat tartalmaz (főképp carbonatot és sulfatot), akkor az ólomhydroxid jóformán oldhatatlan sóvá változik át és így a víz nem igen válik ólomtartalmúvá. A sóoldatok közül még leginkább oldják az ólmot a nitrátok, de sulfatok és carbonatok jelenlétében ezek is kevésbbé. Leginkább oldódik az ólom lepárolt vízben, továbbá szabad szénsavban bővelkedő vízben. A vízvezető ólomcsövekben egész napon vagy éjen át

állott víz kevés ólmot mindenesetre oldhat fel, ezért czélszerű a vizet a vízcsapból használat előtt legalább reggelenként kis ideig csorgatni.

Sósav még melegítéskor sem igen hat az ólomra. A kénsav is csak tömény és meleg állapotában. A salétromsav azonban könnyen feloldja. Organikus savak (ecetsav, borkősav, almasav, citromsav), valamint a maró lúgok levegő jelenlétében szintén erősebben hatnak az ólomra, mint különben; a képződő ólomhydroxidot mindezek képesek feloldani.

Az ólom a növényi és főképpen az állati és emberi szervezetre mérgező hatású; annyival inkább, mert a szervezetben sokáig megmarad és ismétlődő felvétel után abban könnyen felszaporodhat.

Az ólomvegyületek — kivéve a színes savakat tartalmazókat — színtelenek. A nitrát és acetát vízben jól oldható; a chlorid rosszul oldható; a carbonat, phosphat és főképpen a sulfat jóformán oldhatatlan.

Az ólomvegyületek oldatai a következő viselkedésükről ismerhetők fel. Az oldat kénhydrogen-gázzal vagy ennek vizes oldatával (aqua hydrosulfurata) fekete csapadékot: ólomsulfidot, PbS , választ ki; ezt, a folyadékból leszűrve, híg salétromsavval nitrattá oldhatjuk fel, mely H_2SO_4 -val fehér oldhatatlan sulfatot, $PbSO_4$, választ ki. — KJ oldatával sárga csapadék, PbJ_2 , chromsavas kalium (K_2CrO_4) oldatával szintén sárga $PbCrO_4$ képződik.

Az ólomlemezeket főképpen a kénsav-gyárakban u. n. kénsav-kamarák bélelésére, az ólomcsöveket víz- és gázvezetésekre alkalmazzák. Ólomból öntik a vadász-srétet, a revolver s egyéb fegyverek golyóit. Ötvözetek közül az óntartalmúak a legfontosabbak; ilyen pl. a bádgosok forrasztó ónja, mely egyenlő súlyú ón és ólom összeolvasztása útján készül. A betüötözet ezeken kívül még antimont is tartalmaz.

(Az ólomhoz sok tekintetben hasonló fém a *thallium*, mely leginkább a *crookesit* nevű ásványnak alkotórésze. 290° -on megolvadó, nehéz fém ez [fs. 11'8], mely izzítva illékony s a levegőn oxidálódik. E tekintetben és egyéb chemiai viselkedésében az alkali-fémekhez is hasonlatos. Gyakorlati szempontból nem fontos.)

Az ólom hivatalos vegyületei.

Ólomoxid (*plumbum oxydatum*, *lithargyrum*, *ólm-glét*, *massicot*), PbO . Többféle módosulata van: halvány sárga, sárga-vörös, kristályos és alakatlan. Többnyire fém-ólomból készítik (l. az Ag-nál is), ha azt megolvastva hevítik és fölötte levegőt hajtának el; az ólom felületén képződő és fém-ólmot tartalmazó megolvadt oxidot időnként lebocsátják és újból hevítik. Ily módon, a hevítés foka és a kihülés gyorsabb vagy lassúbb volta szerint, sárga vagy vörös oxidot kapnak, melyet más fémek oxidjai és esetleg fém-ólm tisztátalaníthatnak. Ólomcarbonat (cerussa) óvatos hevítése folytán szintén kapni ólomoxidot, mely ha nem volt erősen hevítve, finom por marad (*massicot*); de ezt meg ólomcarbonat tisztátalanítja. A gyógyszer-

könyv szerint vöröses-sárga kristályos darabokból áll vagy ilyen színű port képez. Fajsúlya 9.3. Hevítve megolvad és kihüléskor vöröses-sárga kristályos tömeget képez. Vízben nem oldható; eczetsavban vagy híg salétromsavban — kivált melegítéskor — teljesen oldható. Sósavval fehér ólomchloriddá lesz, mely vízben rosszul oldható; kénsavval, vízben és savakban oldhatatlan fehér ólom-sulfattá változik át. A salétromsavas oldatnak ammóniával tiszta fehér csapadékot kell adnia $[PbO \cdot Pb(OH)_2]$, rozsdásszínű csapadék képződése Fe-, kékes oldat pedig Cu jelenlétére vall. Az ólomoxid az ólomeczet és ólomtapasz készítésére használatos.

Minium (*plumbum hyperoxydatum rubrum*), Pb_3O_4 . Fém-óloból vagy ólomoxidból készítik, melyeket lángkemenczékben állandó keverés közben és levegőáramban 24 órán át is hevitenek, míg a kívánt szint megkapta; az így kapott készítmény azonban — a PbO porának nem elég finom volta folytán — rendszerint tökéletlenül alakult át, úgy, hogy még tetemes mennyiségű ólomoxidot tartalmaz. Sokkal teljesebb az átváltozás, ha bázisos ólomcarbonat (*cerussa alba*) porát hevítik, bár ebben meg ólomcarbonat szokott maradni. Úgy az ólomoxidtól, valamint a carbonattól sőt az esetleg benne levő fém-ólotól megtisztul, ólomnitrát-oldattal való melegítés révén. Igen élénk vörös színű, súlyos por, melyet festék gyanánt — különösen vas-tárgyak alapozására — használnak; ezért esetleg téglaporról és más értéktelen anyagokkal is hamisítják. Vízben nem oldható; sósavval chlort fejleszt és fehér ólomchloriddá lesz; salétromsavban csak részben oldható, más része mint barna por oldatlanul marad. Ezért úgy tekintették, hogy salétromsavban oldható ólomoxidból és abban nem oldható barna ólomperoxidból (PbO_2) áll, tehát alkata: $2PbO \cdot PbO_2$. Jelenleg ólomorthoplumbatnak vagyis orthoólomsavas ólomnak tekintjük. $Pb_2^{II}Pb^{IV}O_4$ vagyis: $Pb \begin{smallmatrix} \diagup O \diagdown \end{smallmatrix} Pb \begin{smallmatrix} \diagup O \diagdown \end{smallmatrix} Pb$, melyből a salétromsav a két-vegyértékű ólom-atomokat egy-egy O-atommal kioldja nitrattá, míg a 4-v.-é. ólom és 2 O mint barnaszínű ólomhyperoxid kiválik; ez utóbbinak sósavas és salétromsav hozzáadására élénk CO_2 -fejlődés közben szintén teljesen oldódnia kell (kivált melegítéskor), mert a peroxid a sósavas CO_2 -dá és H_2O -zé változtatja s maga ólomoxiddá lesz, a mit a salétromsav tisztára felold: $H_2C_2O_4 + PbO_2 = H_2O + 2CO_2 + PbO$ és $PbO + 2HNO_3 = H_2O + Pb(NO_3)_2$; ha a minium hamisítás céljából savakban nem oldható anyagokkal (téglapor, vasoxid, vörös agyag, súlypát stb.) van keverve, ilyenkor oldhatatlan maradékot kapunk. A minium oxidáló hatású szer; az empl. minii adustum készítésére is használtatik.

Ólomcarbonat (*plumbum carbonicum*), $PbCO_3$. Mint ásvány: *cerussit* néven ismeretes.

A hivatalos *plumbum carbonicum* (*cerussa*, *ólmfehér*) bázisos carbonat: $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ vagyis $HO - Pb - CO_3 - Pb - CO_3 - Pb - OH$. Ennek készítésére többféle gyári eljárás fejlődött ki. A régiek mind bázisos ólom-acetat-oldattal és CO_2 -dal dolgoztak, melyek hatása folytán ólomcarbonat és

szab. eczetsavas ólom képződik, mely utóbbiból ólomoxiddal ismét bázisos acetat készíthető és a gyártásban újból és ismételten felhasználható: $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{PbO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)\text{OH}$; $2\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)\text{OH} + \text{CO}_2 = \text{PbCO}_3 + \text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ és így folyton ismétlődve. A hollandi eljárás szerint félig eczettel töltött, mázas agyagedényekbe ólomlemezről összecsavart tekercseket állítottak s aztán lótrágya vagy kilúgozott cserforgács közé állítva, ólomlemezekkel betakarták és az említett anyaggal lazán befődték. A behatoló levegő oxygenje és az eczetsav ólomoxidot, illetve bázisos eczetsavas ólmot képeznek $[2\text{PbO} + 2\text{H} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 = 2\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)\text{OH}]$, melyből a trágya vagy forgács korhadása folytán képződő CO_2 cerussát választ ki; 4–5 hét alatt az összes ólom átalakul ólomfehérré. A német módszer szerint az ólomlemezeket vagy huza-
lokat, eczetsavat tartalmazó edények felé, cserrel felhintett, fűtött helyiségben helyezik el; így az átalakulás gyorsabban megy végbe. Az újabb francia eljárás szerint eczetsavas ólom, ólomoxid és víz keverékét melegítik és a képződő bázisos ólomacetatot belévezetett CO_2 -gázzal bontják el; az angol módszer szerint pedig ólomoxidból és híg ólomacetat-oldatból készített pépes keverékbe vezetik a CO_2 -gázt, míg az átalakulás teljes lett. Legújabban eczetsav vagy acetat nélkül is dolgoznak, például NaNO_3 vagy $(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_3$ oldatán ólomelektrodokkal elektromos áramot vezetnek át, miközben CO_2 -gázt hajtának a folyadékba, mi által igen tiszta ólomcarbonat csapódik ki abból. A leírt módokon készült bázisos ólomcarbonat igen finom, tiszta fehér, súlyos, igen erősen tapadó, nem kristályos por, vagy gyakran ilyenből összesajtolt kúpidomu darabokat képez. Kitünően fedő festék, melyet súlypáttal, gipszszel, kréporral és efféle anyagokkal is szoktak hamisítás céljából keverni; hátránya, hogy levegőn idővel sárgul, mert a csekély nyomokban jelenlevő H_2S -dal PbS képződik. Eczetsavban vagy híg salétromsavban, CO_2 -fejlődés közben, teljesen oldódnia kell (súlypát, gipsz kizárása) és az oldatnak erős kálilúggal túltelítve, egy-két csepp kénsavval maradandó csapadékot adnia nem szabad (Ca-vegyület kizárása, mert ólom-sulfat nem válhat ki, minthogy az a maró lúgban oldható). Cerussával készül az emplastrum és unguentum cerussae.

Réz. (Cuprum.)

$\text{Cu} = 63.44.$

A fém-rezet már igen régi időkben ismerték. Szabad állapotban is található; hazánkban is, de leginkább Éjszak-Amerikában. Számos ásványnak alkatrésze; fontosabbak: a *vörösrézércz*, Cu_2O ; *malachit*, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; *rézlazur*, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; *rézfény* Cu_2S ; *rézkovand* $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$; *rézgálicz* $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Növényekben, sőt állati szervezetekben is található itt-ott nyomokban.

Készítése természetes oxidjaiból és carbonatjaiból úgy történik, hogy azokat magas hőmérsékleten szénnel színitik; e célból szénnel és salak-

képző anyagokkal olvasztják össze. Ilyenkor salakot és u. n. fekete rezet kapnak, melyet az alább ismertetendő módon dolgoznak fel tiszta rézzé. Minthogy azonban az említett oxidok és carbonatok rendszerint sulfidokat is tartalmaznak, azokat többnyire a kovandokkal együtt dolgozzák fel, midőn az eredmény is kielégítőbb lesz.

A kovandokban a rézsulfid mennyisége sokkal kisebb szokott lenni, mint a vassulfidé. Mindamellett érdemes azokból rezet készíteni, ha a réztartalom legalább két százalékot kitesz.

Az ilyen érczeket laza csomókba felhalmozva meggyújtják, miáltal az illékony arsen- és antimon-vegyületeket elűzik és a vassulfidból likacsos vasoxid (Fe_2O_3), kéndioxid (SO_2) és kén képződik. A könnyen olvadó rézsulfid (Cu_2S) nem igen tapadván a likacsos vasoxidhoz, fokozatosan behúzódik ennek belsejébe, úgy hogy a helyesen vezetett pörkölés után a külső rétegekben mondhatni semmi réz sem lesz, mert az a halom közepébe húzódott vissza és a külső rétegtől könnyen elkülöníthető. Az ily módon töményített rézsulfidot mészpáttal (CaCO_3), fluorittal (CaF_2) és salakkal olvasztják össze. Ekkor a vas és a földfémek kovasavas vegyületei (salak) és rézkő képződnek, mely utóbbi egyéb nehéz fémek kis mennyiségei mellett főképpen rézsulfidból és vassulfidból áll. Ezt az eljárást szükség esetén a rézkővel megismételik, midőn ismét salakot és tisztább rézkövet kapnak. Ha ezt teljes pörkölésnek vetik alá, a rézsulfid jóformán cuprooxidá (Cu_2O) és cuprioxidá (CuO) változik át és csak kis része oxidálódik rézsulfattá (CuSO_4). Az oxidokat szénnel redukálva, még csak tisztátalan fém-rezet (fekete rezet) kapnak, mely 5–8%-nyi idegen fémeket tartalmaz. Ezt most újból megolvasztják és levegőt fujtatnak bele; ekkor a S, As és Sb illékony oxidokká alakulva eltávoznak, míg a többi idegen fémek oxidjai a hozzáadott kvarccal (SiO_2) kovasavas sókká lesznek és mint salak a réztől különválnak. Ez eljárásnál azonban a réz egy része szintén oxidálódik és Cu_2O -dá lesz, mely a rézben feloldódik és azt törékenynyé teszi. Ezért a fujtatás befejezése és a salak eltávolítása után a megolvadt fém felületére apróra zúzott faszenet szórnak és a megolvadt rezet nyers farúddal kevergetik, hogy az abból képződő gázok a rézoxidot szinítsék. Ezt addig folytatják, míg egy kis kivett próba tisztának bizonyul.

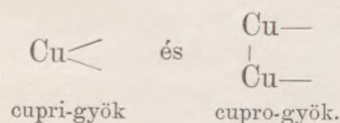
Oly helyeken, ahol nagy mennyiségű rézgálicz-oldat, u. n. *czementvíz* van, ebből is készítenek fém-rezet oly módon, hogy vashulladékot raknak az oldatba, melyből a vas a rezet leválasztja és maga oldódik fel mint vasgálicz: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$.

A természetes fém-réz kristályokat (oktaédereket) is képez, ilyenek mesterségesen is képződnek, ha pl. rézgálicz oldatában phosphor hónapon át áll.

A tiszta réz színe rózsavörös, a Cu_2O -tartalmú u. n. rézvörös; fémfényű. Kemény, rugalmas, szívós fém, jól nyújtható. Kevés Cu_2O - és Cu_2S -tartalom a nyújthatóságot nem igen befolyásolja, nagyobb mennyiség töré-

kennyé teszi. Idegen fémek hasonlóan hatnak. Fajsúlya 8.94. Olvadáspontja 1100° körül van, tehát az ezüst és arany olvadáspontjai közé esik. A meleget és elektromosságot majdnem olyan jól vezet mint az ezüst.

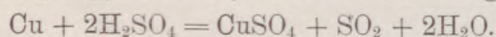
Két-vegyértékű, de vegyületei két sorozatot képeznek. A *cupri*-vegyületek molekuláiban egy atom réz 2-v.-é. gyök (cupri-gyök) szerepét játssza, míg a *cupro*-vegyületekben 2 atom réz képezi a két-vegyértékű *cupro*-gyököt:



A *cupro*-vegyületek oxidáció folytán könnyen *cupri*-vegyületekké változnak, miért is az utóbbiak sokkal állandóbbak.

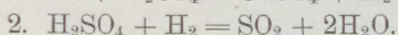
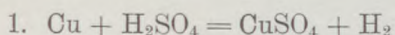
A fém-réz száraz vagy (vízgőzt tartalmazó) levegőben közönséges hőmérsékleten nem változik meg. Hevítve, eleinte sárgás, azután ibolyakékes futtatási színt kap, sőt később fekete réteggel vonódik be, mely a kihüléskor könnyen lepattan és kívül cupri-oxidból (CuO), belül *cupro*-oxidból (Cu₂O) áll. — Finomul eloszlott réz sokkal könnyebben oxidálódik.

Vízre a réz közönséges, sőt magasabb hőmérsékleten alig hat. Mindamellett a vízgőzt a fehér izzásig hevített réz lassacska bontja, miközben hydrogen-gáz és rézoxid képződik. Egyébként a víz, ha levegőt, széndioxidot vagy sókat tartalmaz feloldva, valamivel erélyesebben hat a rézre, melynek igen csekély mennyisége ilyenkor feloldódik. A sók között legjobban megtámadják a chloridok oldatai és az ammonium-vegyületek, tehát főképpen az ammoniumchlorid, (H₄N)Cl. Ez okokból a lepárló készülékek rézüstjeit belső oldalukon gondosan ónozzák, többi részeit pedig tiszta ónból készítik. Chlorral, brommal, joddal közönséges hőmérsékleten könnyen egyesül, sőt igen vékony rézlemez a chlor-gázban meg is gyúl; a hatás termékei CuCl₂ és Cu₂Cl₂. Kénnel a réz szívesebben egyesül mint bármelyik más nehéz fém. Az egyesülést magasabb hőmérsékleten tűztűnemény kíséri. Sósav nem egy könnyen támadja meg a rezet. Sósav-gáz 90—100° hőmérséklet körül igen lassú hydrogen-gáz-fejlődés közben Cu₂Cl₂-dá változtatja. Tömény sósav-oldat hidegen nem hat a rézre, de vele forralva lassú hatás folytán hydrogen-gázt fejleszt és Cu₂Cl₂-ot képez. Hígított sósav még sokkal gyengébben hat rá. Konyhasó-tartalmú víz és széndioxid-tartalmú levegő együttes hatása lassacska lúgos rézchloriddá (CuCl₂·3CuO·4H₂O) változtatja át; ez az a folyamat, mely a földben hosszú időn át eltemetett réztárgyakat fokozatosan elpusztítja. Hígított kénsav még forralva is hatástalan rá. Tömény kénsav sem igen hat hidegen; de minél melegebb, annál erélyesebben, úgy hogy 270° hőmérsékleten igen gyorsan oldja azt a következő egyenlet értelmében:

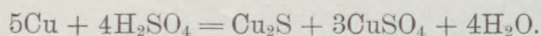


E hatás két szakaszban mehet végbe; az elsőben rézsulfat képződik és

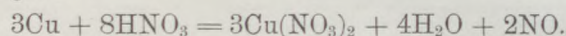
hydrogen szabadul ki, mely a 2-ikban a kénsavat redukálja SO_2 -dá, míg maga vízzé oxidálódik:



E mellett azonban egy másik folyamat szerint rézsulfat és cupro-sulfid is képződik, mely utóbbi a fém felületén fekete réteget képez és a további hatást hátráltatja:



Salétromsav igen erőlyesen hat a rézre és azt gyorsan feloldja; de ha a salétromsav semmi salétromossavat (HNO_2) sem tartalmaz és fajsúlya 1:1699, mondhatni hatástalan a rézre. Az oldást a melegítés még fokozza. Ha a sav hideg és nem felette tömény, a hatás leginkább a következő egyenlet szerint megy végbe:



E mellett azonban a nitrogennek rendszerint egyéb oxidjai is keletkeznek. Széndioxid és nedves levegő együttes hatására eleinte feketés-szürke, majd kékes-zöld *rézrozsda* képződik; ez jobbra bázisos rézcarbonatból áll (aerugo nobilis, patina). Az ecetsav és egyéb szerves sav szintén megtámadják a rezet, kivált levegő jelenlétében, midőn a réz oxidálódik és az oxid a savban feloldódik. Hasonlóan viselkednek a maró lúgok oldatai is.

A rézvegyületek általában mérgező hatásúak. Igen kis mennyiségek ugyan hosszabb időn át sem okoznak észrevehető káros hatást, legalább a gyomor útján, de nagyobb mennyiségek így is hányást idéznek elő. Mint-hogy pedig a vérkeringésbe juttatva, kis mennyiségek is rendkívül mérgezők, úgy látszik, hogy a gyomor útján nem egy könnyen szívódik az fel.

Az elmondottakból kitűnik, hogy tisztára súrolt rézedényekben még savanyú ételeket is lehet elkészíteni s növényi savakat tartalmazó anyagokat lehet hevíteni; de ha azokat abban kihűlni és állani hagyjuk, vagy pedig, ha az edény zöld rozsdával volt bevonódva: könnyen fordulhatnak elő mérgezési esetek.

A rézvegyületek az állati és növényi betegségeket, erjedési és rothadási folyamatokat előidéző mikroorganizmusokra pusztítólag hatnak, ez okból magvak páczolására, paraziták elölésére, a szőlőlevélpenész gombája (peronospora) terjedésének megakadályozására és különféle esetekben dezinfekciókra használatosak.

Ötvözetek között igen fontosak: a *sárgaréz*, mely rézből és zinkből áll és melynek színe az alkatrészek aránya szerint vöröstől egész fehérig változhat (a közönséges sárgaréz 73—66% Cu-ot tartalmaz); a *bronz*, mely réz és ón ötvözet (ágyúötvözet: 89—91% Cu; harangötvözet: 78—80% Cu).

A rezet vegyületeiben rendszerint mint cupri-gyököt ismerjük fel. A cupri-vegyületek oldatai kék színűek, kevés ammoniával halvány kékes-zöld csapadékot (bázisos rézvegyület) adnak, mely több ammoniában sötét kék

színnel oldódik fel. A savanyú oldat sárga vérlúgsóval barna csapadékot vagy színeződést (ferrocyanréz) ad. A rézvegyületek oldatába állított tiszta felületű vasra vörös színű réz rakódik le.

Cuprisulfat (*cuprum sulfuricum crystallisatum*, rézgálicz, kékgálicz, kékkő), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

A réz vegyületei közt egyedül hivatalos. Vizes oldata rézérczek közelében előfordul (cement-víz). Készíteni fém-rézből és tömény kénsavból melegítés folytán lehet (l. a réz tulajdonságainál), de még célszerűbb azt a réz kovácsolásánál lepattogó rézoxidból vagy pedig szénsavas rézből és hígított kénsavból készíteni. Nagyban úgy készül rézből, hogy azt híg kénsavval megpermetezve, levegő és vízgőz együttes hatásának teszik ki, a midőn a képződött oxidot a híg kénsav feloldja; vagy pedig a természetes rézsulfidot pörkölik és a képződött sulfatot vízzel vonják ki belőle. Ha azonban a rézsulfid vassulfidot tartalmazott, akkor vasgálicz is képződik, mely a rézgáliczt tisztátalaníthatja. Égszínű kék, átlátszó vagy áttetsző (háromhajlású rendszerű) ferde oszlopokban kristályosodik; mintegy felényi forró és 3 annyi közönséges hőmérsékletű vízben oldható szép kék színnel. Undorító ízű, hánytató hatású. Nem mállik. Hevítve kristályvizét elveszti, de teljesen csak 200° felett, a mikor fehér porrá lesz; ez vízzel erős melegedés közben újból egyesül, miközben ismét megkékül; e tulajdonsága alapján erős borszesznek teljes víztelenítésére használják. A vastartalmú készítmény vízben oldva és fölösleges ammoniával elegyítve, nem ad tiszta átlátszó sötét kék oldatot, hanem zavarosat, melyből vashydroxid ülepedik le.

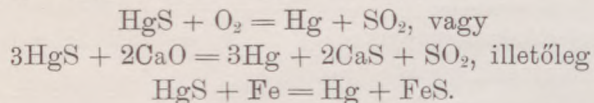
Higany.

$\text{Hg} = 200.4$.

(*Hydrargyrum. Mercurius vivus. Kénész.*)

A higany földünk több pontján fémes állapotban található agyagpalában és szenes homokkőben, így Idriában, Spanyolországban, Mexikóban stb.

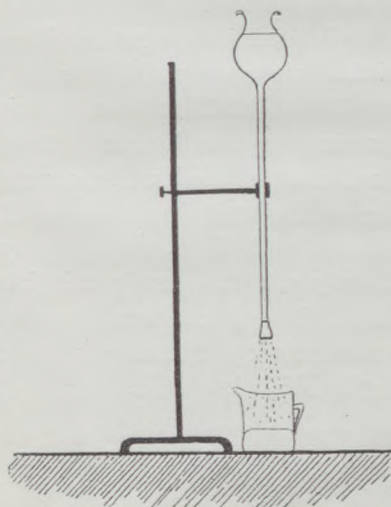
Legelterjedtebb vegyülete a *cinóber*, HgS , melyből készítik is. E célból a cinóbert alkalmas kemenczékben pörkölik, vagy pedig lepárló készülékben égetett mészszel, vassal együtt hevítik. A folyamatok:



A keletkezett higanygőz sűrítő kamarákba vagy egymásba tölt körtealakú agyagedényekbe jut, a hol lecsapódik. A kereskedésbe rendszeren borszákakba kötve vagy kovácsolt vasból készült palaczkokban kerül. Rendszerint nem egészen tiszta, de óvatos lepárlással, kivált ritkított levegőjű készülékben, tisztán kapható meg. Az idegen fémeket oxidáló szerekkel is eltávolíthatjuk belőle; e célra alkalmas a híg HNO_3 , a híg FeCl_3 -oldat

vagy a chromsav-oldat ($K_2Cr_2O_7$ és H_2SO_4), melyek valamelyikével elegendő ideig kell rázogatni vagy annak vastagabb rétegén finom permetegben áteresztetni. Ha az így megtisztított fémét vízzel jól megmossuk és szűrőpapirossal leszárítva átlukasztott szűrőpapiroson áteresztjük, tiszta higanyt kaphatunk. A hozzákeveredett, de nem oldott tisztátalanságok (por, piszok) eltávolítása végett átlukasztott szűrőpapiros finom nyílásán vagy még jobban, szarvasbőrön szűrjük át. E célra 3–4 decimeter hosszú szárral ellátott üvegtölcsér karimás szárát puha szarvasbőrrel lekötjük, melyen a felöntött higany saját súlya alatt átpermetezik (16. ábra). Ha tiszta, akkor porcellán- vagy üvegcsészére cseppentve, domború, fénylő cseppet képez, mely a mozgatásnál tapadás nélkül gurul tova; hevítve maradék nélkül illan el.

A tiszta higany közönséges hőmérsékleten folyékony, ezüstfehér, erős fényű fém, mely az üveghez nem tapad. Ha csekély mértékben is oxidálódott, vagy halogen-vegyületet tartalmaz, tapadóssá válik. A 0° hőmérsékletű higany fajsúlya 13.595. Fagyáspontja -39.4° . Közönséges hőmérsékleten párolog, 760 m. nyomás alatt 357° -on forr. Vízzel, aetherrel, terpentín olajjal, tömény eczetsavval, $(H_4N)Cl$ -oldattal stb. osszerázva, vagy kénnel, antimon-sulfiddal, czukorral, zsírral, lanolinnal stb. összedörzsölve, szürke porrá alakul (aethiops per se), a nélkül, hogy chemiai változást mutatna. A szürke higanykenőcsben (Ungv. hydrarg. ciner.) a higanygolyócskák átmérője 0.002–0.004 mm.

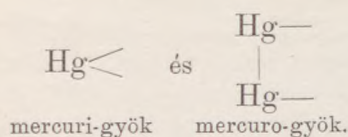


16. ábra.

Tiszta higany oxygen-gázzal vagy levegővel osszerázva, nem változik meg; de ha egyéb fémeket tartalmaz, szürke por képződik rajta, mely az idegen fémek oxidjaiból és finomul eloszlott fém-higanyból áll. Víz vagy vízgőz is hatástalan reá magában, de a nedves levegő lassan oxidálja. Forráspontjáig hevítve, a levegőn lassacskán szintén higanyoxid képződik. Chlor-gázzal közvetlenül képes egyesülni, úgyszintén brommal és joddal. Kénnel, hevítve, szintén egyesül.

Sósavgázzal, levegő jelenlétében, Hg_2Cl_2 képződik; HBr -dal vagy HJ -dal higanybromid vagy jodid. Conc. forró kénsav SO_2 -fejlődés mellett oldja mercurio- vagy mercurisulfattá. Salétromsavban NO -fejlődés közben feloldódik mercurio- vagy mercurinitrattá. Királyvíz (HCl és HNO_3 keveréke) $HgCl_2$ -dá oldja.

Vegyületei kétfélék; mercuri-vegyületek, melyekben egy higany-atom mint 2-v.-é. gyök szerepel és mercurio-vegyületek, melyekben két higany-atom képez 2-v.-é. gyököt:



A fém-higany és vegyületei mérgesek. Higanynyal dolgozó ipari munkások a higanygőzöktől sokat szenvednek. Egyébiránt a higanyvegyületek fontos gyógyszerek és a HgCl_2 igen hig oldatait antiszeptikus szer gyanánt is alkalmazzák.

A fém-higanyt leginkább tükrök készítésére, az ezüst és arany kivonására a közetekből, hőmérők és barometerek szerkesztésére, a gázelemzés módszereiben és egyéb chemiai meg fizikai műveletekben mint záró folyadékot alkalmazzák.

Felismerése végett a higanyvegyületeket víztelen szódával hevítjük, midőn higanycseppekből álló fémtükrök képződik. Egyébiránt az oldható vegyületei közül a mercuro-vegyületek KJ-dal zöldes-sárga Hg_2J_2 -ot, a mercuri-vegyületek skarlátvörös HgJ_2 -ot választanak ki; felesleges KJ-ban mindkettő feloldódik. A mercuro-vegyületek maró lúg-oldattal megnedvesítve (Hg és HgO -tartalmú) fekete Hg_2O -dá, a mercuri-vegyületek sárga HgO -dá változnak át. Fém-réz a higanyvegyületek oldataiból fém-higanyt választ ki, mely a rézzel amalgamot képez. Csekély mennyiségű mercuri-vegyületet (pl. HgCl_2 -ot) czélszerűen ammoniával vagy ammoniumcarbonat-oldattal mutathatunk ki, melyekkel fehér zavarosodás: merc. praecipit. albus ($\text{HgCl} \cdot \text{NH}_3$) képződik.

A higany hivatalos vegyületei.

Mercurioxid (*hydrargyrum oxydatum flavum et rubrum*, sárga és vörös higanyoxid), HgO . Kétféle módosulata van, u. m. a vörös és sárga. A vörös, melyet hevítés útján száraz úton készíthetni, élénk vörös, kristályosan szemcsés vagy lemezes darabkákból, vagy eldörzsölve, ugyanilyen színű porból áll; fajsúlya tetemes (11). Ilyen vörös higanyoxid fém-higanyból képződik; ha azt a levegőn forráspontjáig hevítjük huzamos ideig; rendszerint azonban higanynitrát hevítése folytán készítik azt [$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \text{HgO} + \text{O} + 2\text{NO}_2$, vagy $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 = 2\text{HgO} + 2\text{NO}_2$]; ha azonban nem hevítik eléggé, úgy maró higanynitrát marad benne, ha pedig erősen hevítik, a HgO is elbomlik $\text{Hg} + \text{O}$ -ra. Ezért a vörös higanyoxid nem hivatalos szer, sőt ha az orvos rendelné is, helyette mindig a sárga oxid szolgáltatandó ki. Ezt valamely mercuri-só oldatából maró lúg-oldattal lehet készíteni, mint igen finom sárga csapadékot; de mercurinitratból készítve, bázisos nitrattal lehet tisztátalanítva. Ez okból a gyógyszerkönyv mercurichlorid oldatából készítetteti főlöseges maró nátronlúg oldatával hidegen, melyhez folytonos keverés közben elegyítendő a higanychlorid oldata ($\text{HgCl}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaCl} + \text{HgO} + \text{H}_2\text{O}$); fordítva járva el, a csapadék mercurichloridot ragadhat

magával, illetve bázisos mercurichlorid is válhatik ki, mely aztán mosással el nem távolítható. Ha pedig az oldatok forrók, vörös színű és kristályos, tehát nem oly finom eloszlású csapadék képződne, mint hidegen. A sárga, kicsapás útján nedves úton készült mercurioxid nem kristályos, élénk sárga színű por. Vízen jóformán oldhatatlan, fém ízű. Híg sósavban, salétromsavban vagy kénsavban maradék nélkül oldható. A higanyoxid a világosságnak kitett részén lassacskán megszürkül sőt megfeketedik, mert a napfény hatására fém-higanyra és oxigénre bomlik. Erősebb hevítéskor sötét színt ölt és hasonló értelemben bomlik; ha tiszta, ilyenkor maradékot nem hagy hátra.

A készítmény tisztának tekintendő, ha 2·16 grja 20 kcm. szabályos sósav és 40 kcm. víz elegyében tökéletesen tiszta és átlátszó folyadékká oldódik fel és ha a száraz készítmény hevítésekor barna gáztól mentes és szagtalan (tehát NO_2 -ot nem tartalmazó) oxigén-gáz fejlődik.

Mercurichlorid (*hydrargyrum bichloratum corrosivum, mercurius sublimatus corrosivus, maró higanychlorid*), HgCl_2 .

Készíteni többnyire egyenlő súlyú és lehető száraz HgSO_4 és NaCl keverékéből szokták, üvegedényben történő szállítás útján: $\text{HgSO}_4 + 2\text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HgCl}_2$, a midőn a Na_2SO_4 visszamarad és a HgCl_2 felszállad; ilyenkor esetleg calomel (Hg_2Cl_2) is képződhet, mely azonban HCl -gázban történt szállításakor nem képződik, illetve HgCl_2 -dá változik át.

Rhombos rendszerű, színtelen kristályokban, vagy szállítás útján készítve, áttetsző, kristályosan szemcsés, fehér és súlyos (fs. 5. 4) darabokban kapható. Maró, fém ízű. Hevítve megolvad és bomlás nélkül szállasztható. Vízen nem könnyen oldódik (20°-on 16-szor annyi vízben és 2 súlyrész forró vízben). Oldható glicerinben, borszeszben sőt aetherben és illanó olajokban is. A vizes oldat savanyú kémhatású; NaCl -dal semleges lesz és oldhatósága is növekszik; az ilyen oldatban $\text{HgCl}_2 \cdot 2\text{NaCl}$ alkatú kettős só van, mely szerves anyagokkal szemben állandóbb mint a HgCl_2 magában és ennek némely kellemetlen hatásaitól mentes. Rendkívül erős mérég, melynek még igen híg oldatai is kitűnő konzerváló és fertőtlenítő hatásúak.

A Gykv-ben előírt tisztasági vizsgálatai részint arra vonatkoznak, hogy As-mentes legyen (ez a HgSO_4 készítésére használt kénsavból kerülhet bele), részint pedig általában tisztaságára; e célból 1·35 grm-ját 25 kcm. meleg vízben oldva és 3·31 grm KJ 5 kcm. vízzel készült oldatával elegyítve, oly átlátszó oldatnak kell képződnie, melyben 1 kcm. HgCl_2 -oldat hozzáadására maradandó vörös HgJ_2 -csapadéknak kell képződnie; ugyanis: $\text{HgCl}_2 + 2\text{KJ} = \text{HgJ}_2 + 2\text{KCl}$, de $\text{HgJ}_2 + 2\text{KJ} = \text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$, vagyis a HgCl_2 2 mol. KJ -dal vörös HgJ_2 -dá lesz, de az további 2 mol. KJ -dal oldható kettős sóvá lesz, melyből azonban kevés HgCl_2 HgJ_2 -ot választ ki: $\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ} + \text{HgCl}_2 = 2\text{KCl} + 2\text{HgJ}_2$.

Mercuriochlorid (*hydrargyrum chloratum mite, mercurius dulcis, calomel*), Hg_2Cl_2 .

Készítése végett corrosivust és higanyt borszeszszel vagy vízzel meglocsolva, összedörzsölnek és kiszáritva és ismét összedörzsölve, szállasztják. Az összedörzsölés alatt jobbára végbement egyesülés a szállasztás alatt befejeződik: $\text{HgCl}_2 + \text{Hg} = \text{Hg}_2\text{Cl}_2$. Így rostos darabokban kapják a készítményt, ellenben rendkívül finom poralakban akkor, ha a Hg_2Cl_2 gőzét sok levegővel vagy vízgőzzel keverve lehűtik. Ez azonban — hacsak külön nem rendeli az orvos mint »vapore paratum«-készítményt — nem használható, mert sokkal finomabb eloszlású lévén, jóval erősebb hatású mint a szublimált calomel. Ugyanez áll a mercuronitrat oldatából HCl-val vagy NaCl-dal kicsapott finom eloszlású calomelre is, melyet esetleg még higanynitrat vagy NaCl tisztátalaníthat. A hivatalos szállasztott calomel némiképp sárgás árnyalatú, fehér, súlyos port ($\text{fs} = 7$) vagy kristályosan rostos szerkezetű darabokat képez. Ízetlen, szagtalan. Melegítve sárgul, erősebben hevítve megolvadás nélkül szállad. Vízen, sőt sósavban, valamint borszeszben és aetherben mondhatni oldhatatlan; salétromsavban mint mercurichlorid és mercurinitrat oldódik fel. Napfényen megszürkül, miközben corrosivusra és higanyra bomlik: $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = \text{HgCl}_2 + \text{Hg}$; ezért sötét edényben tartandó. Távoiról sem oly erős mérge, mint a corrosivus. A Gykv arra való tekintettel, hogy rendszerint kevés változatlan corrosivust tartalmaz, elrendeli, hogy használat előtt hideg vízzel való mosással megtisztíttassék. A calomel maró lúgokkal vagy ammoniával megfeketedik (Hg_2O -képződés folytán), miről könnyen felismerhető. Vizzel összerázva, a leszűrt víz ammoniával ne tejesedjék meg, vagyis corrosivus ne legyen benne.

Mercurijodid (*hydrargyrum bijodatum rubrum, vörös higanyjodid*), HgJ_2 .

Képződik Hg-ból és J-ból, ha azokat Hg + J₂ arányban borszeszszel megnedvesítve dörzsöljük; de ez mindig Hg_2J_2 -ot tartalmaz, melytől nem tisztítható meg egykönnyen. Tisztán kapjuk corrosivus vizes oldatából, ha azt KJ oldatához keverjük: $\text{HgCl}_2 + 2\text{KJ} = 2\text{KCl} + \text{HgJ}_2$. A csapadékot a KCl-től vízzel megmossuk. Nem szabad azonban HgCl_2 -ot feleslegben venni, sem ehhez keverni a KJ-ot, mert ez esetben $\text{HgJ}_2 \cdot \text{HgCl}_2$ -alkatú kettős só képződése folytán a készítmény corrosivus tartalmúvá lenne. Viszont a KJ-ot sem szabad nagyobb fölöslegben alkalmazni, mert ez a HgJ_2 egy részét oldván ($\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$) veszteséget okozna.

A mercurijodid a leírt módon, hideg úton készítve, igen élénk színű súlyos por ($\text{fs. } 6\cdot3$), mely melegítve megsárgul, (253° -on) megolvad és sárga szálladékot ad; ez a sárga módosulat a kihűlés után dörzsölésre vagy nyomásra azonnal, de állás közben magától is megvörösödik. Vízen nem oldható, de forró borszeszben, valamint kissé aetherben, számos savakban, KJ-oldatban — utóbbiban kitűnően — oldható.

Mercurojodid (*hydrargyrum jodatum flavum, sárga higanyjodid*), Hg_2J_2 .

Készítése mercuronitrat-oldatból és KJ-ból cserebomlás útján nincs megengedve; ellenben fém-higany és megfelelő mennyiségű jod dörzsölgetése útján készítendő, miközben a tömeg borszeszszel nedvesen tartandó. A mellé-

kesen képződő HgJ_2 -ot forró borszeszszel kell belőle eltávolítani. Zölde-sárga, súlyos por (fs. 7·7); a fény hatására megsűrűl, sötét megfeketedik és fém-higanyra s mercurijodidra bomlik (sötét üvegben tartandó); hasonlóan részben elbomlik erősebb hevítéskor vagy szállasztáskor: $\text{Hg}_2\text{J}_2 = \text{Hg} + \text{HgJ}_2$. Vízben, borszeszben nem oldható.

Mercurisulfid (*hydrargyrum sulfuratum rubrum, cinnabaris factitia, mester-séges cinóber*), HgS .

Mint ásvány is elég gyakori, de mesterségesen készítve tisztább. Készítése végett 6 s. r. fém-higanyt 1 s. r. kénnel jól összedörzsölnek, a képződő fekete port vasedényben óvatosan a megolvadásig hevítik és aztán agyagedényben szállasztják. A vörös-barna kristályos tömeg porrá dörzsölve élénk vörös színt kap. Így készítve élénk skarlátpiros, súlyos por. Hevítve teljesen illanó. Festéknek használják; de a hivatalos Decoctum Zittmanni készítéséhez is. A nedves úton (pl. $\text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{HgS}$ szerint) készített HgS fekete, nem kristályos por.

Amidomercurichlorid (*hydrargyrum chloratum amidatum, mercurius praecipitatus albus, higanyammoniumchlorid*), $\text{H}_2\text{N} \cdot \text{HgCl}$. Némelyek szerint: $\text{Hg}_2\text{NCl} \cdot (\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$.

Készítése corrosivus hideg oldatából főlsleges ammoniával történik: $\text{HgCl}_2 + 2\text{H}_3\text{N} = \text{H}_2\text{NHgCl} + (\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$. Itt minden meleget vagy megmelegedést kerülni kell, mert a képződő chlorammonium forró oldata a készítménnyel egyesülven: $\text{Hg}_2\text{NCl} \cdot 3(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$ -alkatú, szintén fehér, de *hevítve megolvadó* praecipitatumot képez; ez lehetne aztán a készítményben mint tisztátalanság. Fehér, elég könnyű, nem kristályos por; vízben nem oldható. Hevítve, *a nélkül, hogy megolvadna*, (nem olvadó praecipitát-nak is mondják,) bomlani kezd, miközben ammonia-szagot terjeszt; erős hevítésre fehér szálladékot (calomel) képezve, teljesen elbomlik: $6\text{H}_2\text{NHgCl} = 3\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 4\text{H}_3\text{N} + \text{N}_2$ szerint. Maró lúgtól a készítmény megsárgul (mint mercuri-vegyület), miközben a nitrogen fele mint H_3N távozik el.

Mercuricyanid (*hydrargyrum cyanatum*), $\text{Hg}(\text{CN})_2$. Csak ez az egy higany-cyanid létezik, a mercurocyanid nem ismeretes.

Készítése legczélszerűbben HgO -ból és vizes HCN -ból történik ($\text{HgO} + 2\text{HCN} = \text{Hg}(\text{CN})_2 + \text{H}_2\text{O}$), úgy, hogy a cyanhydrogensav oldatát apránként HgO -dal rázogatják, míg a kéksav szaga teljesen eltűnik (melegíteni nem szabad, mert bár ekkor több HgO oldódik, de ezzel $\text{Hg}(\text{CN})_2 \cdot \text{HgO}$, vagyis bázisos higanycyanid képződik); ezután az oldatot csak kristályosítani kell. Szokták még berlini kékből és ugyanannyi HgO -ból vízzel való főzéssel készíteni, a midőn az oldatba ment Fe -ot HgO -dal főzve kicsapják és a főlslegben oldott HgO -t (illetve a bázisos cyanidot) HCN -dal telítik és végül kristályosítják. Színtelen, négyzetes oszlopokban kristályosodó vegyület (fs. 4.). Vízben elég jól, vízmentes borszeszben jóformán oldhatatlan. Hevítve elbomlik fém-higanyra, mérges cyan-gázra és fekete paracyanra, miközben

kis része változatlanul szállad $[x\text{Hg}(\text{CN})_2 = x\text{Hg} + y(\text{CN})_2 + (\text{CN})_{x-y/2}]$. Vizes oldatából a higanyt nem minden kémlelőszerével lehet kimutatni, de kénhydrogenes vízzel fekete HgS válik ki. *Igen hatalmas mérég.*

Ezüst. (Argentum.)

$\text{Ag} = 107.93$.

Igen régóta ismert fém, mely nevét szép fehér színének köszöni (*ἀργός* = fehér).

Fémes állapotban igen gyakorta található hazánkban is. Ezenkívül számos vegyülete képez becses ásványokat, melyekben az ezüst valamely halogen-elemmel, vagy ritkán selennel, tellurral, többnyire pedig kénnel van vegyülve. Ez idő szerint Éjszak-Amerika szolgáltatja a legtöbb ezüstöt. Készítése többféle eljárás szerint történik; 1. ezüsttartalmú ólomból; 2. ezüst-amalgamból; 3. nedves úton.

1. Az ezüsttartalmú galenitből (PbS) leválasztott ólom ezüstöt tartalmaz; ugyanilyen ezüsttartalmú ólom válik ki akkor is, ha az ezüstérczetet vaskovanddal (FeS_2) vagy egyéb sulfiddal összeolvastva ezüstsulfid-tartalmú sulfidokká változtatják és abból ismételt pörkölés után az ezüstöt megolvastott ólommal kivonják. Az ezüsttartalmú ólomot levegőáramban hevítve, az ólom lassanként PbO -dá (lithargyrum) változik s mint ilyen eltávolítatván, végül fém-ezüst marad vissza, mely nem oxidálódik.

2. Az amalgamos eljárás szerint az ezüstérczeteket (melyek réz- és vas-sulfidot is tartalmaznak) kősóval (NaCl) keverve pörkölik, midőn natrium-sulfat, vasoxid, rézoxid és *ezüstchlorid* képződik; ugyane célból Amerikában a nedves érczetet pörkölt (sulfat-tartalmú) vas- és rézkovanddal és kősóval keverik. A keletkező ezüstchloridot vagy fém-vassal vagy higánynyal bontják el, midőn FeCl_2 , illetőleg Hg_2Cl_2 és fém-ezüst képződik. Az ezüstöt most a tömegből higánynyal vonják ki, vagy forgó hordókban, vagy öszvérekkel való huzamosabb tapostatás útján. Ezután az idegen anyagot az amalgamtól vízzel történő iszapolás útján elválasztják és az amalgamból a higanyt lepárologatják, a visszamaradó ezüstöt pedig grafittégelyekben finomítják.

3. A nedves eljárás szerint a pörkölt ezüstérczeteket kősóval együtt újból pörkölik, midőn AgCl képződik, melyet NaCl -oldattal a tömegből kioldanak és az oldatból az ezüstöt fém-rézrel leválasztják.

4. Ez eljárásokat többféleképpen is módosítják és a nyers ezüstöt tisztítás céljából újra megolvastják és a képződő idegen fém-oxidokat ráhintett márgával, csonthamuval, boraxsal, szénporral stb. felitatják és eltávolítják. A tisztítás úgy is történhetik, hogy a nyers ezüstöt elektromos batteria tevőleges sarkával összekötve, HNO_3 -tartalmú fürdőbe merítik, midőn fokozatosan oldatba megy és az áram hatására a nemleges sarkon tiszta állapotban válik ki.

A közönséges ötvözött (főképpen réztartalmú) ezüstöt legegyszerűbben úgy lehet megtisztítani, ha azt salétromsavban oldjuk, a megszűrt oldatot szárazra párologtatjuk, a száraz sót óvatosan megolvasztjuk, kevés vízben oldjuk, ülepités után megszűrjük és az ezüstöt felesleges sósavval forrón kicsapjuk mint AgCl -ot. A chlorezüstöt eleintén sósavtartalmú, azután tiszta vízzel kimossuk, megszáritjuk, szétdőrsöljük és salétromsavat meg sósavat tartalmazó vízzel, majd tiszta vízzel újból kimossuk. A megszáritott ezüst-chloridot megolvasztjuk és a kihülés után kénsavtartalmú vízzel leöntve, tiszta fém-zinkkel érintkezésbe hozzuk. Ilyenkor a zink mint erélyesebb fém a chlorezüstöt az érintkezési pontokon színíti ($2\text{AgCl} + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{Ag}$), azután pedig tovább folyik a redukció a zink és ezüst közt meginduló gyenge elektromos áram hatására és a chlorezüst csakhamar egész tömegében színtve lesz. A színtett ezüstöt a folyadéktól elkülönítjük, előbb kénsavas majd tiszta vízzel mossuk, megszáritjuk és borax meg natriumnitrat hozzáadása után megolvasztjuk.

Kristályos szerkezetű fém, hengerezés után nem kristályos. Összefüggő darabokban igen szép fehér színű, csiszolás, sajtolás után vagy megolvasztva szép fémfényű. A színítés útján képződött ezüst szürke por, de dörzsölve fénylő fehér lesz. Fajsúlya 10.5 . Elég lágy, kitűnően nyújtható, csengő pengésű fém. Olv. p. 1000° körül van. A legjobb hő- és elektromosságevezető.

A fém-ezüst oxygennel közvetlenül még magas hőmérsékleten sem egyesül; a megolvasztott ezüst kevés oxygent ugyan felold, de a megmérédes pillanatában az is eltávozik belőle. A vízre vagy vízgőzre hatástalan. A halogen-elemekkel magasabb hőmérsékleten egyesül, épp úgy a kénnel. Sósavban, hig kénsavban nem oldható, de forró tömény kénsav SO_2 -fejlődés közben feloldja. Salétromsavban könnyen oldható. Kénhydrogen vagy fém-sulfidok oldatától megfeketedik (Ag_2S). A levegőn is megbarnul, sőt megfeketedik, főképpen a levegőben jelenlévő (s a kén tartalmú kőszén égése folytán képződő) SO_2 és korom hatására. Zink, réz, higany és egyéb erélyesebb fémek az ezüstöt oldataiból kiválasztják; hasonlóképpen a ferro-vegyületek és számos szerves vegyület. Vegyületeiben egy-vegyértékű (néha talán két-vegyértékű is).

A tiszta ezüstből chemiai célokra szolgáló edényeket készítenek; rézzel ötvözve különböző evőeszközök, dísz tárgyak, pénzek készítésére alkalmazzák. A mi koronás ezüstpénzeink 835 ezredrész ezüstöt és 165 ezredrész rezet tartalmaznak. Elektromos úton a kaliumargentumcyanid oldatából igen szépen válik le; ezen alapul a galvanikus ezüstözés (kinaezüst, ezüst-alpakka). Lúgos, ammoniás oldatából meg a tejcukor, invertcukor stb. választ ki ezüstöt, mely tiszta üvegfelületekre igen jól tapad (ezüstözött tükrök készítése).

Vegyületeinek oldataiból sósavval fehér, a rázásakor vagy melegítéskor összeálló csapadék (AgCl) alakjában válik ki, mely ammoniában könnyen oldható, de savakkal újból leválasztható; e reakció szolgálhat felismerésére.

Ezüstnitrát (*argentum nitricum*, salétromsavas ezüst), AgNO_3 .

Az egyedüli hivatalos ezüstvegyület.

Az ezüstnitrát készítése abban áll, hogy tiszta fém-ezüstöt híg salétromsavval melegítenek, mi által az vízképződés és NO-gáz-fejlődés közben mint ezüstnitrát feloldódik ($3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 = 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$) és a vízfürdőn sűrűre bepárologatott s szükség esetén aszbeszten átszűrt oldatból kikristályosodik.

Szintelen, rhombos kristálylemezeket képez. F. s. 4:3. Óvatosan melegítve, bomlás nélkül megolvad (198°-on) és kihűlve kristályosan megmered; erősebb hevítésre oxygen-vesztés közben bomlik, miközben salétromossavas ezüst képződik (AgNO_2); huzamosabb hevítésre NO_2 (barna gáz) távozik el belőle és a keletkező fém-ezüsttől megfeketedik, sőt teljesen ilyenné változik át. Az óvatosan megolvasztott és rúd alakú mintába öntött ezüstnitrát *pokolkő* (*lapis infernalis*, *arg. nitricum fusum*) név alatt hivatalos szer. Vízben rendkívül könnyen oldható, felényi súlyú víznél is kevesebben. Fény hatására nem változik, de ha szerves anyagokkal (akár csak a levegőből reaszálló porral is) érintkezik, fém-ezüst kiválása közben megfeketedik, miközben az illető szerves anyagot oxidálja. Hatalmas fertőtlenítő (antiszeptikus) szer még híg oldatokban is; innen van gyakorlati haszna a sebkezelésben. Ha fehérjenemű anyagokkal találkozik, azokkal fehéres pörköt alkot, mely nemsokára ezüstkiválás folytán megfeketedik (innen a pokolkő neve). A kézen esett efféle foltokat tömény natriumthiosulfat- ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) oldattal lehet eltávolítani; cyankáliummal is, de ez mérgező hatásánál fogva az esetleg megsérült bőrön veszedelmes lehet. Maró lúgok nem ezüst-hydroxidot — mert ez nem létezik — hanem fekete ezüstoxid-csapadékot (Ag_2O) választanak ki belőle (pl. $2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$); ammonia-oldat is, de az ezzel kiválasztott Ag_2O ($2\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} = 2(\text{H}_4\text{N})\text{NO}_3 + \text{Ag}_2\text{O}$) az H_3N feleslegében oldva, $(\text{H}_3\text{N} \cdot \text{Ag})_2\text{O}$ -alkatú ezüstoxidammonia-t képez; mások szerint pedig az Ag_2O -ot az ammoniumnitrát nagyobbbrészt feloldja és több ammonia $\text{AgNO}_3 \cdot 2\text{H}_3\text{N}$ -alkatú vegyületté változtatja át, mely az oldatból fénylő, rhombos, de fény hatására hamar megfeketedő s hevítve teljesen elbomló kristályokban kapható meg; e vegyület maró lúggal a robbanó ezüstté (valószínűleg Ag_3N vagy Ag_2HN) változik át, miért is maró lúggal és ammoniával kevert ezüstoldat mindig elbontandó felesleges savval, mert különben beszáradásakor a veszedelmes robbanó ezüst maradhat belőle vissza.

A gyógyszerkönyv megköveteli, hogy se ólom, se réz ne legyen benne; vagyis vízben oldva és főlöseges ammoniával elegyítve, átlátszó, szintelen oldatot képezzen; kék színeződés Cu, fehér csapadék Pb jelenlétét bizonyítja. Az öntött ezüstnitrát (pokolkő) fehér legyen és ne tartalmazzon se vízben oldhatatlan AgCl -ot (melyet azért olvaszthatnak hozzá, hogy szilárdabb legyen), sem ezüstnitritet, AgNO_2 , (mely erős hevítéskor képződik), sem pedig KNO_3 -ot, a mivel össze szokták olvasztani oly célból, hogy

enyhébb hatású legyen (arg. nitr. mitigatum fusum); ez utóbbi anyag könnyen felismerhető, ha az oldatból fölösleges sósavval az ezüstöt teljesen kicsapjuk és a kiváló fehér csapadékról (AgCl) leszűrt oldatot szárazra párologtatjuk, — tiszta készítmény szilárd maradékot nem hagy hátra, holott a K-só visszamarad.

Aluminium.

$\text{Al} = 27.08.$

Fémes állapotban nem található földünkön. Először biztosan *Wöhler* választotta le (1827) aluminiumchloridból fém-kalium hatására.

Legelterjedtebb vegyületei az aluminiumoxid, Al_2O_3 (*korund, zafir, rubin* stb.); az aluminiumhydroxid (*diaspor, bauxit*); aluminiumnatriumfluorid = *kryolith* ($\text{Al}_2\text{F}_6 \cdot 6\text{NaF}$); *topáz* ($5\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot \text{Al}_2\text{SiF}_{10}$); *alunit* [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Al}_2(\text{OH})_6$]; kovasavas aluminium-kalium (illetve natrium vagy calcium) a földpátokban, a *csillámban*; a kovasavas aluminium a *porcellánföldben (kaolin)*, az agyagban és a kéntartalmú *lapis lazuli-ban (ultramarin)*.

Készíthető aluminiumnatriumchlorid és kryolith (alum. natr. fluorid) keverékéből fém-natrium hatására magas hőmérsékleten. A fém-natriumot zinkkel is lehet helyettesíteni, mely az aluminiummal ugyan ötvöződik, de erősebb hevítésre abból elűzhető. Az említett kettős fluoridból és chloridból elektrolitikus úton is lehet Al-ot leválasztani. Mindezek az eljárások sokféleképpen módosultak, de általában igen drágák és körülményesek.

Ez idő szerint legtökéletesebb a *Hérault* módszere, mely szerint igen nagy mennyiségekben és aránylag olcsón kapják meg a fém-aluminiumot aluminiumoxidból. Az olvasztó tégely fenekét vaslap képezi, mely nemleges elektród gyanánt szolgál, míg a tevőleges elektródot szénrúd-köteg képezi. A szénnel kibélelt tégelyben először kevés kryolithot olvasztanak meg, azután aluminiumoxidot adogatnak bele. A tevőleges elektródon kiváló oxygen a szénnel CO-gázt képez, míg a fém-aluminium a tégely fenekén gyűlik meg.

Ónszínű fehér fém, mely színét és fényét a levegőn megtartja; jól nyújtható és meglehetősen szilárd. Olyanforma keménységű mint az ezüst. Fajsúlya 2.7. Olv. pontja $600-850^\circ$ között van.

Közönséges hőmérsékleten nem oxidálódik, magasan is elég nehezen. A vízből csak magas hőmérsékleten fejleszt lassacskán hydrogent. Salétromsav nem oldja, kénsav is nehezen; ellenben sósav és maró lúgoldatok igen hevesen oldják hydrogen-gáz fejlődése közben. A natrium és kalium számos vegyületével izzítva, képes azokból a K-ot vagy Na-ot kiűzni.

3-vegyértékű, bár némelyek hajlandók 4-vegyértékűnek tekinteni, úgy azonban, hogy 2 atom egy-egy vegyértékkel kapcsolódván, a két-atomú gyök 6-vegyértékű lesz: $\equiv\text{Al}-\text{Al}\equiv$.

Levegőn változatlansága, kis fajsúlya és egyéb tulajdonságai alapján újabban finomabb műszerek, súlyok, edények, dísz tárgyak készítésére alkalmazzák. Ötvözetei közt legértékesebb a rézzel képezett u. n. aluminiumbronz.

Vegyületeinek oldataiból kevés maró lúggal vagy ammoniával fehér csapadék (aluminiumhydroxid) válik ki, mely több maró lúgban könnyen, ammoniában nem oldható. Erről felismerhető.

(Az aluminiumhoz chemiai tekintetben hasonló fémek: a *scandium*, mely néhány ritkább skandináviai ásvány alkatrésze, továbbá a *gallium* és *indium*, melyek némely zinkérczekben találhatók igen csekély mennyiségben. Nehezen előállítható ritka elemek.)

Az aluminium hivatalos vegyületei.

Aluminiumhydroxid (*alumina hydrica*), $\text{Al}_2(\text{OH})_6$.

Készíteni legcélszerűbb aluminiumchloridból ammoniával történő kicsapással; ellenben a kénsavas aluminiumból (vagy timsóból) ammoniával bázisos aluminiumsulfat válik ki. Ezért a gyógyszerkönyv szerint a káli-timsó oldatából forralás közben szénsavas natriummal előbb bázisos aluminiumcarbonatot csapunk ki; ezt leszűrve és forró vízzel a timsóban levő kaliumsulfattól és a szódával keletkezett kénsavas natriumtól s a szóda feleslegétől jól megmosva és kisajtolva, úgy nedvesen híg sósavban oldjuk s a keletkező aluminiumchlorid-oldatot — minden melegítés mellőzésével — elegendő ammoniával elegyítjük: $\text{Al}_2\text{Cl}_6 + 6(\text{H}_4\text{N})\text{OH} = 6(\text{H}_4\text{N})\text{Cl} + \text{Al}_2(\text{OH})_6$. A képződő kocsonyás csapadékot szűrőn összegyűjtjük, hideg vízzel jól megmossuk és kisajtolás után szétteregetve, közönséges hőmérsékleten megszáritjuk. Aztán porrá dörzsölve, eltartjuk.

Könnyű fehér por, ízetlen; vízben nem oldható, híg savakban — ha nem régi — és maró lúgokban is oldható; ha azonban készítésekor erősebben melegítettük vagy vízzel huzamosabb ideig főztük, oldhatóságát elveszti. 300°-on felül vízvesztés folytán $\text{Al}_2\text{O}_2(\text{OH})_2$ -dá lesz, izzítva Al_2O_3 -dá.

Alumen (*alumen crudum*, káli-timsó, kaliumaluminiumsulfat, kalium-aluminium sulfuricum, kénsavas kalium-aluminium), $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$.

Timsó alatt eredetileg e kettős sót értették; manapság timsónak mondjuk a hozzá hasonló ama kettős sulfatokat is, melyek vele egyenlő kristályalakúak (izomorphok). Így a kaliumsulfatot pótolhatják benne a többi alkali-fémek, sőt a thallium és ammonium sulfatjai; az aluminiumsulfatot pótolhatják a chromi-, mangani-, vagy a ferri-sulfat. Az aluminium-timsók szintelenek a chrom-, mangan- és vas-timsók színesek; de valamennyien a szabályos rendszerű nyolczas (oktaéder) alakjában kristályosodnak, 24 molekula vízzel. A kristályok rendszeren nagyobb csoportokba nőnek össze és ez által eltorzulnak.

A káli-timsó könnyen képződik, ha kénsavas aluminium és kénsavas kalium oldatait elegyítjük és kristályosítjuk. A legtöbb káli-timsót azonban

a timsó-kőből (alunit) készítik; ez nem más, mint bázisos aluminiumsulfat és kaliumsulfat vízben nem oldható kettős vegyülete: $K_2SO_4 \cdot 3Al_2O_3 \cdot SO_4 \cdot 6H_2O$. Ezt pörkölik és vízzel megnedvesítve több hónapig mállani hagyják; azután forró vízzel kivonják és az oldatot kristályosítják.

A káli-timsó erősen összehúzó és némiképp édeskés ízű; mintegy 7 súlyrész közönséges hőmérsékletű és igen kevés meleg vízben oldható; oldata savanyú kémhatású. 92,5 fokon saját kristályvizében megolvad és azt már ekkor veszíteni kezdi. Eltartás közben nem igen mállik, de 100°-on felül — kivált száraz levegőáramban — összes kristályvizét elveszíti és átalakul könnyű fehér porrá, u. n. *égetett timsó-vá* (*alumen ustum*); ha ez 180°-on túl volt hevítve, kénsavvesztés folytán bázisos aluminiumsulfatot ($Al_2O_3 \cdot SO_4$) tartalmaz és ez esetben vízben nem lesz teljesen oldható, még hosszabb idő alatt sem; holott ha helyesen készítették, vízben lassacskán teljesen oldódnia kell.

Üveg. Az aluminium-vegyületekkel kapcsolatban állanak az üveg, porcellán és agyag.

Az üveg készítését már a régi egyiptomiak ismerték. Csak később terjedt innen el annak ismerete a görögökhöz. Még később Velenczébe és Csehországba, a mely helyeken a XV—XVI. századtól kezdve foglalkoztak nagy sikerrel az üveg készítésével. Ma az üvegipar igen magas fejlettségen áll a legtöbb művelt államban, így hazánkban is.

Az üveg kovasavas kaliumnak (vagy natriumnak) és kovasavas calciumnak kettős vegyülete. A kaliumot azonban nemcsak a natrium, hanem az ólom is pótolhatja, a calciumot pedig a strontium, baryum, magnesium, zink, ólom, aluminium, sőt egyéb fémek is. Kovasavon kívül bórsavat és fluort, sőt ként is tartalmazhat. Mindez alkatrészek minősége és viszonylagos mennyisége, valamint a készítés módja igen sokféle üveget eredményezhetnek.

Az üveg nem kristályosodó (amorph) anyag; vörös izzáson annyira meglágyul, hogy fuvással alakítható; magasabb hőmérsékleten sűrű-, erős izzáson hígfolyó, a midőn öntéssel, sajtolással alakítható. Többnyire átlátszó és színtelen, de bizonyos nehéz fémek oxidjaival összeolvasztva, a képződő nehéz fémek silicattjai által jellemző színekre festődik. A közönséges palaczk-üveg és legolcsóbb ablaküveg a ferrosilicattól zöld; némely palaczküveg a benne lévő nagyobb mennyiségű ferrisilicattól barna-sárga; zöldre színezi még a CuO vagy a Cr_2O_3 ; sárgára a Sb_2S_3 , $AgCl$ vagy az uranoxid sőt a szén is, mely az üvegben lévő alkali-sulfatot alkali-sulfiddá színtíti; barnára a Fe_2O_3 és MnO_2 , valamint a molybdaensulfid és a rézsulfid; kékre a CoO , violára a MnO_2 ; feketére a MnO_2 , Fe_2O_3 és CoO keveréke; vörösre az arany- vagy rézoxidul és a többi. Mind e színező anyagok nem minden üvegre egyenlően hatnak; így egyikhez ilyen, másikhoz amolyan üvegkeverék alkalmazandó előnyösebben.

Az üveg készítésére szolgáló főbb anyagok: a *kovasav*, SiO_2 , melyet

finomabb üvegekhez hegyikristály-por alakjában, közönségeshez kovapor vagy homok alakjában alkalmaznak; *natrium-vegyület*, mely lehet szóda (Na_2CO_3), vagy natriumsulfat (magában vagy szénnel együtt), sőt NaCl ; *kalium-vegyület*: hamuzsir (K_2CO_3), K_2SO_4 vagy káli-földpát; *mész*: mészkő vagy kréta; *ólomoxid*: rendesen minium alakjában; *zink-vegyület*: többnyire ZnCO_3 ; *mangan*, mint MnO_2 és *arsen* mint As_4O_6 , mely utóbbi kettő az üveg szintelenítésére alkalmaztatnak, részint mint oxidáló szerek, részint mint a kiegészítő szín előidézői; ezenkívül *üvegcserép*, mely a fenti anyagokból összeállított keverék könnyebb összeolvadását létesíti. Az olvasztást tűzálló agyagtégelyekben végzik, arról ismervén meg az üvegtépződés befejeződését, hogy a megolvadt tömeg többé nem habzik és abból gázbuborékok (CO_2) nem távoznak el. Ekkor vagy az öntéshez látnak, vagy némi hűtés után az u. n. fúváshoz, vagy további módosításához, pl. színezéséhez fognak az üvegnek.

Az üveg általában merev test, különösen akkor, ha igen gyorsan és egyenetlenül hűtötték le, midőn a felületén hamar megmeredvén, a belsejében a molekulák nem rendezkedhettek el szabadon (bolognai üveg, batáviai üvegcsapp); a nagyon lassan hűtött és egyenletes vastagságú üveg már nem oly merev, sőt rugalmas és gyors hőmérsékleti változásokat elbir. A gyors, de egyenletes lehűtés az üveget igen szilárdná teszi; az ilyen, ú. n. kemény üveg nagy ütéseket és gyors hőmérsékleti ingadozásokat elbir, de néha látható ok nélkül — magától is — szétrobban. Az üvegnek vízzel és savakkal, sőt lúgokkal szemben való viselkedése nagy mértékben függ annak alkatától; így a natriumcalciumsilicat-üvegek előnyösebbek chemiai czélokra mint a kaliumcalciumsilicat-üvegek. Viszont a káliüvegek (csehüveg, korona-üveg, kristályüveg) magasabb hőmérsékletet kibírnak megolvadás vagy lágyulás nélkül, ezért szerves elemzésekre szolgáló égető csöveknek alkalmasabbak. Az ólomüvegek (angol kristályüveg, flintüveg) a víznek és maró szereknek legkevésbé állanak ellen és legalacsonyabb olvadáspontúak, de erős fénytörőképességük folytán optikai czélokra alkalmasak. A káli-ólom-üvegek különösen erős fénytöréssel bírnak, miért is (esetleg színezve) drágakövek utánzására alkalmaztatnak. Az u. n. jénai normal-hőmérőüveg jelentékeny mennyiségű alumíniumot és bórt tartalmaz; ez hosszabb használat után se igen változtatja meg térfogatát és így a hőmérő beosztása állandóan helyes marad. Némely anyagok, pl. a SnO_2 vagy a csonthamu (calciumphosphat), valamint a BaSO_4 , CaF_2 , vagy a földpát, az üveggel összeolvasztva, azt átlátszatlanná és fehérré teszik; így készülnek a tejüveg és opálüveg.

Porcellán és agyag. Kovasavas alumíniumot tartalmazó ásványok mállása folytán, ha a kovasavas alkali-fémek és kovasavas mész a szénsav és víz együttes hatása folytán eltávolodnak: víztartalmú kovasavas alumínium keletkezik: $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$, mely tiszta állapotában a fehér *kaolin*-t vagyis porcellánföldet, más ásványi málladékkal és törmelékekkel keveredve pedig a változó színű agyagot szolgáltatja.

A porcellánföld zsíros, csuszamlós tapintású, földes anyag, mely vízzel gyúrható tömeget képez; kiszáradáskor összezsugorodik, kiégetve még kisebb térfogatra húzódik össze, megkeményedik és gyúrhatóságát elveszíti. Porcellán készítése végett iszapoltják és a szükséghez képest valamely ömlesztő anyag (földpát, kréta, vagy más mésztartalmú anyag) kis mennyiségével és a túlságos zsugorodás meggátlása végett kevés kvarccsal keverve összegyúrnak, kiformálják, kiszáritják és fokozatosan hevítve, mintegy 1000 fokon kiégetik. Ilyenkor fehér, kemény, likacsos porcellánt kapnak, melyet mázzal (glazura) való bevonás végett, vízben szuszpendált üvegpépő (alkális s esetleg meszes aluminiumüveg) keverékbe mártanak, melyet az mohón szi magába s a mely a kiszáritás után következő erősebb második égetéskor éppen olyan hőfokon olvad meg, melyen a porcellán zsugorodni kezd és áttetszővé válik. Ilyenkor kapja meg a porcellán jelentékeny szilárdságát.

Legrégibb a chinai és japáni porcellángyártás; újabb keletű az európai államoké. Itt nagyobb hírre emelkedtek a meissenai német, a sèvres-i és st.-cloudi francia gyártmányok, hazánkban a herendi, valamint a chemiai czélokra igen alkalmas berlini porcellán. A kész porcellánra még fémek festékekkel festeni is szoktak és ezt még egyszer gyengén kiégetik, hogy a festék a glazura által felvétessék.

A porcellánhoz igen hasonló, azonban kevésbé tiszta anyagból készül a *kőedény*, melyet ólmot tartalmazó s alkáliban gazdag üvegmázzal látnak el; a mészben gazdagabb *fayence* vagy *majolika*, melyet ónoxiddal átlátszatlanná tett és többnyire fém-oxidokkal színezett ólomtartalmú mázzal vonnak be (híres a *Zsolnay* pécsi gyártmányú majolikája).

Az agyagedények és tárgyak többnyire vasat tartalmazó s kevésbé tűzálló agyagból, gyengébb égetés útján készülnek és leginkább könnyen olvadó ólommal láttatnak el, mely a savak hatásának nem áll eléggé ellen. Közönséges épületéglák mérsékelt mésztartalmú és homokot tartalmazó vagy azzal kevert agyagból készülnek, míg a tűzálló téglát (chamotte) lehetőleg kevés vasat, meszet és alkálit tartalmazó, tehát magas kovásv-tartalmú aluminiumsilicátból égetik.

Mangan.

Mn = 55.09.

1807 óta ismeretes elem. Fém állapotban nem található; vegyületei gyakoriak, különösen állandó kísérője a vasnak. Nevezetesebb természetes mangan-vegyületek a következő ásványok: *pyrolusit* vagy *barnakő* (MnO_2); *braunit* (Mn_2O_3); *hausmannit* (Mn_3O_4), *manganpát* ($MnCO_3$) és egyebek.

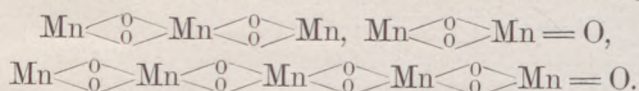
Készítése végett a MnO_2 -ot vagy egyéb oxidjait, finom eloszlású szénnel bensőleg keverve, fehér izzásig hevítik és a C- és Si-tartalmú nyers fémeket $MnCO_3$ -tal vagy csekély $KClO_3$ -tal kevert NaCl-dal tisztítás czéljából újra olvasztják.

Színe olyanforma mint az öntött vasé, azonban némi vöröses árnyalattal; meglehetősen merev, rosszul kalapálható. Fajsúlya 7.2. Nehezebben olvasható meg mint a vas.

Elég erőyes fém. A levegőn gyorsan oxidálódik és futtatási színeket kap. A vizet közönséges hőmérsékleten lassacskán, de melegítve gyorsabban bontja és abból hydrogen-gázt fejleszt. A halogen-elemekkel, kénnel, phosphorral, sőt a B-ral, Si-mal és C-nal is könnyen egyesül. Híg savakban könnyen oldható.

Vegyértékét tágas határok közt képes változtatni. Azokat a vegyületeit, melyekben 2-v. é., mangano-, melyekben 4-v. é., mangani-vegyületeknek nevezik. A 2-v. é. mangan az erőyes tevőleges (bázisképző) gyökök jellemét mutatja, míg a 4- és még inkább a 6- és 8-v.-é. mangan nemleges (savképző) gyököknek tekintendők.

Magával az oxygennel sokféle vegyületét ismerjük; ilyenek pl. a MnO , Mn_3O_4 , Mn_2O_3 , Mn_5O_8 , Mn_5O_9 , Mn_6O_{11} , MnO_2 , MnO_3 , Mn_2O_7 , sőt MnO_4 . A manganoxidban, MnO , a mangan 2-v.-é.; a manganperoxidban (mangandioxidban), $\text{Mn} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{O} \end{smallmatrix}$, 4-v.-é.; a többi ezek közé eső oxidok részben 2-v.-é. (mangano), részben 4-v.-é. (mangani) atomokat tartalmaznak, pl.:



A MnO_3 -ban 6-v.-é., a Mn_2O_7 -ben 7-v.-é. (?), sőt a MnO_4 -ben 8-v.-é. mangan-atomokat lehet feltételezni. A MnO_2 -t a manganossavak (H_2MnO_3 és H_4MnO_4) illetőleg a manganitek anhydridjének, a MnO_3 -t a mangansav (H_2MnO_4) illetőleg a manganatok, a Mn_2O_7 -et a felmangansav (HMnO_4) illetőleg a permanganatok anhydridjeinek lehet tekinteni.

A mangan-vegyületek szénsavas natriummal és salétrommal vagy chlor-savas kaliummal összeolvastva, sötét zöld tömeget képeznek, melyben mangansavas só foglaltatik. E próbával könnyen felismerhetők.

Ötvözetek közül a kitűnően nyújtható, nagy szilárdságú és szép fémfényű manganbronz és a ferromangan a fontosabbak; utóbbi a Bessemer-féle aczél gyártásában fontos.

A mangan hivatalos vegyületei.

A mangan-vegyületek közül a következők hivatalosak a gyógyszer-könyv szerint.

Manganperoxid (*manganum hyperoxydatum nativum*), MnO_2 . Szürkés-fekete, többnyire rostos szerkezetű ásvány, (pyrolusit, barnakő), mely alacsony keménysége folytán könnyen nyomokat hagy maga után és így szennyez. Többnyire tartalmaz alacsonyabb manganoxidokat is és ilyenkor porának (karcának) színe barna; ez nem olyan jó, mint a sötét szürke karczú. Oxidáló hatású szer, melyet sósavval melegítve chlor-fejlesztésre használunk, ezen-

kívül még a kaliumchlorathoz keverve oxygen-fejlesztésre is, — mely alkalommal maga nem bomlik, de jelenléte által az oxygen kiszabadulását megkönnyíti.

Kaliumpermanganat (*kalium hypermanganicum, fémangansavas kalium*), KMnO_4 . Készítése végett a mangan valamely oxidját — rendszerint a MnO_2 -ot — maró kaliumhydroxiddal és chlorsavas kaliummal keverve, összeolvasztják; ez által az összes Mn-ból mangansavas kalium (zöld színű) keletkezik: $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 = 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$. A zöld tömeget vízben oldják és vagy CO_2 -ot vezetnek bele, midőn a zöld szín fokozatosan ibolyába megy át és permanganat képződik, de a mangan $\frac{1}{3}$ -része manganperoxidból álló barna csapadék alakjában kiválik ($3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2$), melyet nitrocellulosen való szűréssel el kell távolítani; vagy pedig chlor-gázt vezetnek a zöld oldatba, midőn az összes mangan permanganattá lesz ($\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl} = \text{KCl} + \text{KMnO}_4$), melyet a kaliumchloridtól kristályosítással kell elválasztani. Aczélszínű kék és fémesfényű vékony oszlopokban kristályosodó vegyület. Erősebb hevítésre oxygen-gázt fejleszt. Vízrel sötét ibolyaszínű oldatot képez; a nagyon híg oldat szép piros. Erős napfény hatására a só vagy vizes oldata lassacskán bomlik; gyorsan, ha oxidálható anyagokkal érintkezik. Igen erélyes oxidáló test, mely szilárd állapotában kénnel, phosphorral, szénnel stb., valamint szerves vegyületekkel összedörzsölve vagy melegítve, könnyen robban. Oldata szintén igen hatásos oxidáló szer, mely számos testet azonnal oxidál; így a ferro-vegyületeket ferri-vegyületekké, a sósavasavat szénsavvá és vízzé stb. KJ oldatából jodot választ ki. Különösen savanyú oldatokban hat erélyesen, ilyenkor maga elszíntelenedik és mangano-sóvá (pl. MnCl_2 , MnSO_4) változik át. Semleges vagy alkalikus oldataiból ilyenkor barna csapadék, többnyire manganperoxid-hydrat, $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, válik ki. Erős, maró lúgok hatására megzöldül és mangansavas kaliummá, K_2MnO_4 , redukálódik. A gyógyszerkönyv szerint a chlorid-mentes készítménynek borszesszel melegítve és a kivált MnO_2 -ról leszűrve, oly színtelen oldatot kell adnia, mely AgNO_3 -oldattal nem ad fehér csapadékot vagy zavarodást (AgCl), tehát chlor-mentes. $\frac{1}{10}$ szabályos oldata, mint a térfogatos elemzés egyik fontos folyadéka, hivatalos; általa a ferro-vegyületek ferro-vastartalma és így tisztasága ellenőrizhető a következő egyenlet értelmében: $2\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KHSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$.

Általában oxidáló hatása a következő egyenleten alapul:
 $2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{X (oxidálható test)} = 2\text{KHSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{XO}_5$;
 vagyis 2 molekulásúlynyi KMnO_4 -ból oxidációra 5 atom-súlynyi oxygen fordítatik s ez nevezetük hatásképes oxygennek.

Oxidáló hatása folytán a permanganat oldatát fertőtlenítő szernek is használják.

Vas (Ferrum).

Fe = 56.0.

Igen régi idők óta alkalmazzák különféle eszközök készítésére. Eleinte a kovácsvasat és aczélat ismerték, de a XVI. évszázad óta az öntött vasat is.

Földi eredetű termés-fém-vas csak ritkaság számba megy; csekély mennyiségben a vasmeteoritekben kerül a földünkre, leginkább Ni és még más elemek társaságában.

Vegyületei rendkívül elterjedtek; jelesebb érczei a *magnetit*, Fe_3O_4 , a *haematit* és *vasfény*, Fe_2O_3 , a *limonit* vagy barna vasércz, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{OH})_6$, a *vaspát*, FeCO_3 , a *pyrit* vagy vaskovand, FeS_2 , vassilicat (kovasavas vas) stb. A kőzeteknek is alkatrésze és ezek elmállása révén a talajba kerül, hol többnyire mint oxid vagy hydroxid található meg. Innen felveszik a növények és ezek révén az állatok, melyek közül az előbbiek a zöld chlorophyll képzésére, utóbbiak pedig a vérképzésre használják fel. Egyes ásványos vizekben jelentékeny mennyiségű oldott vas van, mint savanyú szénsavas vas (ferrohydrocarbonat) vagy ritkábban vasgálicz (kénsavas vas).

Tiszta fém-vasat vagy a nyers vas tisztítása útján, vagy még egyszerűbben tiszta vasoxid, Fe_2O_3 , hevítése útján tiszta áramló szénoxid-gázban (CO) vagy hydrogen-gázban kaphatni. Utóbbi eljárás szerint készítik a gyógyszerkönyv szerint hivatalos ferrum reductum-ot vagy más néven *ferrum hydrogenio reductum-ot*, vagyis: hydrogennel színtett vasat.

E célból a ferrum sesquichlor. sol.-ot (Fe_2Cl_6 oldata) forralás közben annyi ammonia pura liquida-val elegyítjük, hogy az összes vas kiváljék mint rozsdabarna ferrihydroxid csapadék: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 6(\text{H}_4\text{N})\text{OH} = \text{Fe}_2(\text{OH})_6 + 6(\text{H}_4\text{N})\text{Cl}$. Rövid idei forralással a csapadékot tömörítjük, tiszta szűrő vászonzsákokban összegyűjtjük s az ammoniumchlorid-tartalmú oldat lecsepegése után, forró lepárolt vízzel, a hozzá tapadó ammoniumchloridtól teljesen kilúgozzuk; ez akkor történt meg, ha a lecsepegő mosóvíz chlorid-mentes, vagyis néhány cseppje tiszta kémlelő csőben felfogva, egy csepp ezüstnitrát-oldat hozzácseppentése után nem mutat többé fehér zavarodást (AgCl). Ekkor kisajtoljuk, enyhe melegben kiszárítjuk és tiszta tégelyben gyenge izzásig hevítjük. Ekkor a vashydroxidből vízvesztés folytán vasoxid képződik: $\text{Fe}_2(\text{OH})_6 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. A vasoxidot porrá dörzsöljük, tiszta pushtacső közepére helyezük, ezt egy szénkemenczén áttoljuk, végein pontosan illő dugókkal és gázvezető csövekkel ellátjuk és teljesen megtisztított és szárított hydrogen-gázzal a levegőt belőle kiszorítjuk s miközben lassú áramban halad rajta át a hydrogen-gáz, kezdődő vörös izzásig hevítjük fel. Ekkor a hydrogen az oxygennel vizet képez, mely a kivezető csövön át elillan és a vasoxid eleintén fekete színű Fe_3O_4 -dá és FeO -dá, majd szürke vasporrá változik át: 1. $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$; 2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 = 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$; 3. $\text{FeO} + \text{H}_2 = \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$. A színtetés véget ért, ha a cső végén vízgőz többé nem tódul ki. Ekkor a hevítést megszüntetjük, de a hydrogen-gázt a teljes

kihűlésig lassú áramban engedjük a csövön át, mert különben a meleg vaspor a levegővel érintkezve, igen gyorsan vasoxiddá lesz (meg is tüzesedik). Ha a művelet nem történt felette magas hőmérsékleten, a készítmény finom por lesz; ellenkező esetben tömörebb csomókba áll össze. Jól bedugózott üvegben tartandó, hogy ne oxidálódjék; ha fekete színű, akkor már oxidálódott s ez elvetendő vagy újra színtendő. Híg sósavban vagy kénsavban maradék nélkül kell feloldódnia s e közben *szagtalan* hydrogent kell fejlesztenie. A kereskedés útján kapható készítmény néha kéntartalmú és így nem felel meg az utóbbi próbának; az ilyen nem hydrogennel, hanem az olcsóbb világító gázzal színtették.

A tiszta fém-vas, ha lehetőleg alacsony hőmérsékleten színtették, igen finom fekete por, mely a levegőn langymelegben már meggyúl és vasoxiddá lesz; ha a színtésnél erősebben hevítették, szürke por, mely nem oxidálódik oly könnyen. Tömör darabokban kicsiszolva, fénylő ezüstfehér színű, meglehetősen lágy és igen vékony húzalokká alakítható, szívós nehéz fém tulajdonságaival bir; fajsúlya 7.85; olv. pontja 1800 fok körül van; vörös izzáson forrasztható. A mágneshez tapad, maga azonban csak múltán válik mágnessé.

A vas vegyületei többnyire két vegyületcsoport közt oszlanak meg. Az egyikbe sorozzuk az u. n. *ferro*-vegyületeket, melyekben a vas atomja 2-v.-é.; ezeket vasoxidul-vegyületeknek is szokás mondani; ilyen pl. a ferrooxid (ferr. oxydulatum), $\text{Fe}=\text{O}$, a ferrochlorid, $\text{Fe}=\text{Cl}_2$, a ferrosulfat (ferr. sulf. oxydulatum), $\text{Fe}=\text{SO}_4$ stb. A másik csoportba a *ferri*-vegyületek tartoznak, melyekben a vas atomja 3-v.-é.; ezeket vasoxid-vegyületeknek is nevezik; ilyen a ferrichlorid (ferr. sesquichl.), $\text{Fe}=\text{Cl}_3$, a ferrioxid, Fe_2O_3 , a ferrisulfat (ferr. sulf. oxydatum), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ és egyebek. Némelyek hajlandók a vasat 4-v.-é.-nek tekinteni és feltételezik, hogy úgy a ferro-, mint a ferri-vegyületekben kettős vas-atomok foglaltatnak, melyek az előbbieken 2 pár, az utóbbiakban 1 pár v.-é. révén kapcsolódnak és így az előbbi esetben a 4-v.-é. ferro-, az utóbbiakban a 6-v.-é. ferri-gyök jön létre: >Fe=Fe< ferro-gyök 4-v.-é. és >Fe—Fe< ferri-gyök 6-v.-é. E felfogás szerint a ferrooxid, ferrochlorid és ferrosulfat mol. képletei mint Fe_2O_2 , Fe_2Cl_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$ jelölendők; a ferrioxid, ferrichlorid és ferrisulfat stb. képletei pedig lesznek: Fe_2O_3 , Fe_2Cl_6 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ stb. A ferri-vegyületek állandóbbak, de redukáló hatásokra ferro-vegyületekké változnak át, különben igen hajlandók bázisos sók képzésére; a ferro-vegyületek kevésbé állandók, oxidáló hatásokra ferri-vegyületekké lesznek. A H_2FeO_4 képlet szerint alkotott, de szabad állapotában nem ismeretes vassavnak ismert, de bomlékony sóiból a vas-atom hat-vegyértékűsége következik: $\begin{smallmatrix} \text{H} & \text{O} \\ | & || \\ \text{H} & - & \text{O} & - & \text{Fe} & = & \text{O} \end{smallmatrix}$ szerint.

A tiszta vas meglehetősen reakció-képes fém, kivált finoman elosztott állapotában. Összefüggő darabokban száraz levegőn közönséges hőmérsékleten nem változik, nedves levegőn vagy levegőtartalmú vízben csak hosszabb idő alatt rozsdásodik, midőn $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2(\text{OH})_6$ tartalmú hydroxiddá

változik át (elegendő idő alatt egész tömegében is). Finomul elosztott állapotában, a milyen az alacsony hőmérsékleten hydrogennel színtett vas, a levegőn már köz. hőmérsékleten meggyúlad (pyrophor) és a forró vízből észrevehetően hydrogent fejleszt. Ízzó vas azonban tömör állapotában is erélyes; fehér izzás körül a levegőn tökéletlenül elég Fe_3O_4 -alkatú oxiddá (ferroferrioxid) (oxygen-gázban jóval alacsonyabb hőmérsékleten és tökéletebben), a vízgőzből vörös izzáson hydrogen-gázt fejleszt és Fe_3O_4 -dá változik át. Magas hőmérsékleten kénnel is könnyen egyesül, sőt P-ral, As-nel, B-ral, Si-mal, C-nal is; a halogen-elemekkel — kivált víz jelenlétében — egyesül már köz. hőmérsékleten is, a mint a syr. ferri jodati készítése is tanúsítja. Híg sósavban, kénsavban és más nem oxidáló savakban ferro-vegyületté oldódik, miközben H-t fejleszt.

A vasvegyületek felismerésére alkalmas próbákkal bőven rendelkezünk.

A ferro-vegyületek oldataiból (melyek színtelenek vagy többnyire halvány zöld színűek) maró lúg-oldatok vagy ammonia hatására zöldes színű csapadék: ferrohydroxid $\text{Fe}(\text{OH})_2$ válik ki, mely a levegővel érintkezve, csakhamar sötétebb színt ölt s végül oxidáció folytán rozsdaszínű ferrihydroxiddá, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, változik át. A ferri-sók (sárgás színű) oldataiból az említett lúgok azonnal rozsdaszínű ferrihydroxidot választanak ki. Csekély mennyiségű vasvegyületek (ferri-sók) könnyen felismerhetők az által, hogy a savanyúvá tett oldathoz sárga vérlúgsó (kaliumferrocyanat, $\text{K}_4\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cy}_6$) oldatát cseppentjük, miáltal kék színeződés közben az u. n. berlini kék, $\text{KFe}^{\text{III}}\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cy}_6$, keletkezik. Ferro-sók oldata vörös vérlúgsóval (kaliumferri-cyanat, $\text{K}_3\text{Fe}^{\text{III}}\text{Cy}_6$) hasonló módon viselkedik.

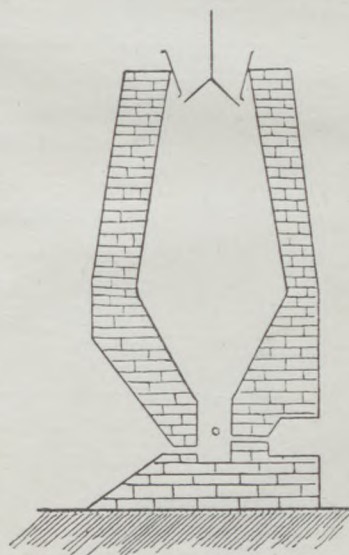
A vas kohászata. Az óriási méretekben kohászati úton készített vasfajták a tiszta fém-vastól úgy chemiai alkat mint viselkedés tekintetében sokban eltérnek. Ilyenek az *öntött vas*, *acél* és *kovácsolt vas* nagyszámú változatai. Ezek általában mind szenet tartalmaznak, sőt silíciumot (egész 5%-ig), mangant, ként, phosphort és egyéb elemeket (nem ritkán fémeket) is. Legtöbb szén (2—6%) van az öntött vagy nyers vasban, jóval kevesebb (0.6—1.5%) az acélban, legkevesebb (többnyire 0.1—0.2%) a kovácsvasban. A szén a vasban lehet azzal chemiailag egyesülve u. n. *vascarbid*-dá (ilyen a magas széntartalmú tükörvasban a FeC_4 -, a szürke öntött vasban a Fe_3C_2 -, a kovácsolható vasban a FeC_3 -alkatú *vascarbid*); de lehet abban kiválva is mint finoman elosztott grafit, sőt újabb vizsgálatok szerint a gyémánthoz igen hasonló, rendkívül apró, kemény kristálykákban is.

A vas kohászata főbb vonásaiban a következő eljárásokon alapul.

Legalkalmasabbak azok a vasérczek, melyek nagyobb mennyiségű vasat tartalmaznak oxidok, hydroxidok vagy carbonat alakjában; ilyenek a magnetit, haematit (vörös vasércz), limonit (barna vasércz), vaspát és az agyagos vasérczek; a vaskovand (FeS_2) csak pörkölt állapotában alkalmas, a mint a kénsavgyártásból kikerül, midőn oxiddá változott át; az arsen-tartalmú kovand értéktelen. Az alkalmas érczeket vagy a levegő huzamo-

sabb hatásának teszik ki, vagy czélszerűbben pörkölik, vagyis a levegő hozzájárulása mellett erősen hevítik. Előbbi esetben mállásnak indul és a benne lévő sulfid sulfattá oxidálódik; utóbbi esetben gyorsabban oxidálódik, kisebb darabokra hull szét és főtömegében ferrioxiddá, Fe_2O_3 , változik át.

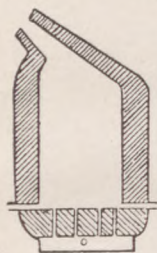
A pörkölt érczet az u. n. nagy olvasztókban dolgozzák fel (17. ábra). Ezek belülről tűzálló téglával burkolt erős téglapítmények, melyek 7—20 m. magasak, felső szűkebb szájuktól lefelé fokozatosan bővülnek, majd ismét erősen szűkülnek. Az alsó rész a kiolvadt vas összegyűjtésére szolgál. Az ilyen olvasztó folytonos üzemben marad s 15—20 évig is működik egyfolytában. Miután a kemenczét kellőképpen felfűtötték, felső nyílásán a pörkölt érczet, kokszzsal (kénmentes szén) és salakképző anyaggal rétegezve adagolják bele oly mértékben, a mint a tömeg lefelé süllyed. A salakképző anyagot úgy választják meg, hogy a kellő hőmérsékleten megolvadó silicat (salak) képződjék, mely a vasat az oxidációtól megoltalmazza; ha az ércz elegendő kovasavat és agyagot tartalmaz, meszet vagy fluoritot (CaF_2) adagolnak, míg mészkőtartalmú érczekhez kovasav- és agyagtartalmú salakképzőt adnak. A tüzet a kemencze megszűkülött részében (o) előre ($350-700^\circ$ -ra) felmelegített levegő befújtatásával élénkítik annyira, hogy a salak és a színitett vas itt megolvadva lecsorogjon a gyűjtőbe. A szén elégeése folytán CO_2 -gáz képződik, mely (a levegő másik alkatrészével, a nitrogen-gázzal együtt) az olvasztóban felfelé haladván, az útjában talált izzó szénnel CO -gázzá lesz: $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$; a CO azonban az izzó vasérczből ($600-900^\circ$ hőmérsékleten) elvonja az oxygent s ismét CO_2 -gázzá változik, míg a vasércz szivacsos fémmé redukálódik: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = \text{Fe}_2 + 3\text{CO}_2$. A széndioxid az izzó szén és vasércz rétegein áthaladtában az említett módokon újabb hatásokat végez, míg végre a hőmérséklet annyira csökken, hogy e folyamatok többé végbe nem mehetnek. A kemencze száján elillanó gázok néhány % CO_2 , methan (CH_4) és H_2 -gáz mellett főképpen CO -ból és N_2 -ből állanak; ezeket csöveken elvezetvén, elégetik és a fújtató levegő melegítésére hasznosítják. A szivacsos vas az érczekből már a színitési tájékban vesz fel kevés ként; innen lejjebb az olvasztó forróbb részeibe süppedve, $1000-1400^\circ$ körül nagy mennyiségű szenet vesz fel, részben a kokszból, részben a magas hőmérséklet következtében a CO_2 -ból kiváló finomul eloszlott szénből, sőt a képződő cyan-vegyületek gőzeiből. Ezzel egyidejűleg kevés phosphorral is egyesül s midőn a legforróbb tájékra jutván megolvad, még silíciumot, mangant, sőt egyéb fémeket is vesz



17. ábra.

magába. Ez alkalommal a salak megolvad és a vasat bevonva, azt az oxidációtól megtalmazza. A lecsorgó izzó vas és salak alant gyűlik meg és időnként (a fent úszó salak eltávolítása után) kibocsáttatván, formákba csurog vagy további feldolgozás alá kerül.

Az olvasztóból kikerült nyers vas általában igen magas széntartalmú ($3-6\%$ esetleg több is), de egyébként igen változó alkatú és tulajdonságú. Minél több benne a szén, annál könnyebben és alacsonyabb hőmérsékleten megolvasztható ($1050-1200^\circ$ között), annál merevebb, annál kevésbé nyújtható és forrasztható. A Mn-tartalmú vas több szenet, a S- és P-tartalmú kevesebb szenet képes felvenni. Egyik fajtája a *szürke öntött vas*; ez a szén egy részét a vassal egyesülve, más részét finomul kiválva mint grafitot tartalmazza (ettől szürke színű); ha sósavban feloldjuk, a vashoz kötött szén mint kellemetlen szagú szénhydrogen-gáz illan el, a grafitszerű szén azonban mint oldhatatlan fekete por visszamarad. Ezt a vasat öntött tárgyak készítésére használják. Egy másik fajtája a ($2-20\%$) Mn-tartalmú



18. ábra.

széndús *tűkőrvas* ($3.5-6\%$ C-tartalommal), mely szép ezüstfehér színű, lemezes kristályos szerkezetű s melyben az összes szén a vashoz van kötve; ezt a Bessemer-aczél készítésére alkalmazzák. Ha nagyon sok ($40-70\%$) benne a mangan, *ferromangan* névvel jelölik.

Egy harmadik fajtája a nyers vasnak a kevesebb Mn-t ($2-3\%$) és C-ot ($3-4\%$) tartalmazó likacsos szerkezetű (nehezebben olvasztható) *fehér sűgárvas*, melyből a kovácsolt vasat készítik. E főbb vasnemek mellett még igen számos szintén fontos változatokat különböztetnek meg, melyek alkata között éppen úgy, mint az öntött vas, aczél és kovácsolt vas között, éles határokat vonni lehetetlen.

Az aczél az öntött vasból a szén részleges elvonásával készítik, de ritkábban kovácsolt vasból is szén-hozzáadással vagy pedig szénben szegény kovácsolt vas és szénben bővelkedő tűkőrvas összeolvasztása útján. Egyike a legfontosabb aczélgyártási eljárásoknak a *Bessemer-féle*. Ez eljárás szerint agyaggal kibélelt hatalmas, több tonna tartalmú, retortaszerű vaskörtékben, az u. n. Bessemer-körtékben (18. ábra) vagy konverterekben, a megolvasztott nyers vason levegőt sajtolnak keresztül, melynek hatására a Si, Mn, sőt a vas egy része jelentékeny melegfejlődés közben oxidokká változnak át s a grafitszerű szén mindenekelőtt a vassal egyesül, miközben a konverter száján narancssárga, kékszegélyű láng jelenik meg. De a képződött vasoxid csakhamar oxidálja a szenet, miről a konverter nyílásán fellépő erősen világító, fel-felcsapó lángok és erős sziporkázás tanuskodnak. E folyamatnak (C oxidációjának) végét a láng kialvása jelzi, minek bekövetkeztével a kifűjtott (szénmentes) vashoz annyi megolvasztott tűkőrvasat adnak, hogy a kívánt széntartalom eléressék, ha a tökéletes keveredés céljából a tömeget még néhány másodperczig fűjtatják. Ily módon alig egy félóra alatt készen van

az öntött aczél. Az ekképpen készített aczél rendszerint tartalmaz kevés kén és phosphort, melyek közül az előbbi az aczélnek melegen, az utóbbi hidegen való törékenységet okozza. Ezért régebben az aczélgyártáshoz csak P-mentes vasat lehetett használni. Ez idő szerint azonban a P-tartalmú vasból is tudnak P-mentes aczélt készíteni a *Thomas* és *Gilchrist* eljárásával, mely szerint a konvertert CaO- és MgO-tartalmú bélléssel látják el. A fújtatásnál ez anyagok oxidálják és megkötik a P-t, mely a képződő salakban (Thomas-salak) phosphorsavas mész és magnesium alakjában távolodik el. Újabban a Thomas-salak-lisztet phosphat-tartalma folytán mint trágyaszert értékesítik. A *Martin*-féle eljárás szerint meg öntött vas és kovácsolt vas összeolvasztása útján készítenek aczélt.

A kardpengék készítésére használt híres *damaszt*-aczélt Indiában úgy készítik, hogy kisebb kovácsolt vasdarabokat a *Cassia auriculata* fájával téglékben hevítenek és a szén felvett külső részt (aczélt) a belső szén-szegény vassal jól összekovácsolják. Ez tehát kovácsvas és aczél benső keverékének tekintendő. Az utánozott damaszt azonban kovácsvas- és aczélhúzalok összekovácsolása útján készül.

Az aczél széntartalma 0,6—1,5%; minél több benne a szén, annál keményebb és finomabb szemcséjű. Olv. pontja 1350—1400°-on van; olvadt állapotában gázokat (N_2 , CO_2 , H_2) képes feloldani, de a megmeredéskor ezeket elbocsátván, hólyagos öntésű lesz. E hátrányos tulajdonságot *Krupp* eljárása szerint úgy lehet megszüntetni, ha az aczélra megmeredéseig folyékony CO_2 segítségével igen nagy nyomást gyakorolnak; ez esetben az öntés hólyagmentes és az aczél egyenletesebb, finomabb szemcséjű, szilárdabb és rugalmasabb lesz. Ha az izzó aczélt gyorsan hűtjük le, igen kemény és merev lesz; annál keményebb, minél gyorsabban történt a lehűtés. Ha a megkeményített aczélt újból felmelegítjük és kihűlni hagyjuk, merevségéből és keménységéből veszít és pedig annál többet, minél jobban fel volt melegítve; ilyenkor jellemző futtatási színeket is kap. A 220°-on lágyított aczél halvány sárga és sebészi eszközök készítésére szolgál; a 255°-on lágyított barna (olló, gyalú); a 277°-on lágyított bíborszínű (asztali kés); a 288°-os vil. kék (órarugó, kardpenge); a 293°-on lágyított sötét kék (fűrő, vívókard, tör); a 316°-os fekete-kék (fűrészek).

A kovácsolt vasat a nyers vasból a szén (és Si, Mn, P és S) lehető teljes eltávolítása útján készítik. E célból a megolvasztott nyers vasat levegőáramban hevítik, midőn vasoxid képződik és ennek hatására a Si-mal vassilicat (salak) képződik, a grafit-szerű szén pedig feloldódik; a nyers salak eltávolítása után következik a finomítás, melyben a képződött vasoxid (finom salak) a feloldott szén oxidálja (elégeti). Úgy is járnak el, hogy a nyers vasat előbbi műveletekből (finomításból) származó és vasoxidban gazdag salakkal fújtatják, illetőleg olvasztják össze; ez esetben a vasoxid a Si-ot, Mn-t, P-t savképző oxidokká alakítja és elsalakitja (nyers salak). A kén azonban ily módon eltávolítani nem lehetséges. A szén oxidációja-

nak végét a vas élénk világításáról és fehér szikrázásáról ismerik fel. Ekkor fehér izzásig hevítik a vasat, hogy a nehezen folyó (finomítási) salak kifolyhasson belőle, a mit végül erős kalapálással lehetőleg teljesen eltávolítani igyekeznek belőle.

A kovácsolt vas alig 0.1–0.2% szenet tartalmaz; igen nehezen olvasztható meg; elég lágy, kovácsolható, hengerelhető, izzó állapotban forrasztható. Ha ként tartalmaz, vagy $\frac{1}{2}\%$ -nál több rezet, a melegben törékeny; ha P van benne, hidegen törik, még pedig annál inkább, minél tökéletesebben el van belőle a finomítási salak (vasoxid) távolítva. A kovácsolt vas tulajdonságai legközelebb járnak a tiszta vas tulajdonságaihoz. Pora *ferr. pulveratum* név alatt hivatalos készítmény; ez sötét szürke, finom, nehéz por, mely a mágneshez tapad s melyről a gyógyszerkönyv azt kívánja, hogy hig savakban legfeljebb 2.5% oldhatatlan rész hátrahagyásával feloldódjék. Az oldásakor fejlődő hydrogen-gáz kénhydrogenmentes legyen és meggyújtva, a belé tartott porcellánlapon sötét foltot ne idézzon elő (arsen- és antimon-mentes legyen). Idegen nehéz fémek ne legyenek benne.

A vas fontosabb vegyületei.

A vas vegyületei közül a következők a fontosabbak.

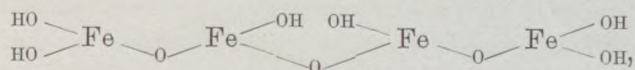
Ferrooxid (*vasmonoxid, vasoxidul*), FeO . A ferrum hydrogenio reductum készítésekor eleinte keletkezik, ha a vörös ferrioxidot alacsonyabb hőmérsékleten színtjük, mint a melyen a fém képződése bekövetkezik. Fekete finom por, a levegőn gyorsan oxidálódik, sőt ha egészen friss, meg is gyúladhat.

Ferrohydroxid (*vasoxidulhydrat*), $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Ferro-sók oldataiból maró lúgok vagy ammonia hatására keletkezik cserebomlás útján mint fehér foszlányos csapadék; de csak akkor fehér, ha a levegő (oxygen) teljesen ki van zárva. Máskülönb a csapadék zöldes és csakhamar sötétebb színű lesz, sőt megfeketedik, mert átváltozik ferroferrihydroxiddá (vashydroxiduloxiddá, $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); később teljesen ferrihydroxiddá $[\text{Fe}_2(\text{OH})_6]$ oxidálódik, miért is rozsdaszínűvé válik. A ferrohydroxid erősebb bázis mint a ferrihydroxid, de nem állandó vegyület. Savakban feloldva, nem nagyon állandó — oxidációra hajlandó — s halvány zöldes színű sókat alkot.

Ferroferrioxid (*vasoxiduloxid*), $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{O} = \text{Fe} - \text{O} - \text{Fe} - \text{O} - \text{Fe} = \text{O}$. Szabályos nyolczasokban (oktaéder) kristályodó fekete fémesfényű ásvány, melyet mágneses tulajdonsága folytán *magnetit*-nek vagy mágnesvaskőnek neveznek. A vas elégetésekor is képződik. Hydratja: $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a ferro- és ferri-vegyületek együttes oldatából válik ki lúgok hatására (l. ferrohydroxid alatt).

Ferrioxid (*vasoxid*), $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{O} = \text{Fe} \diagup \text{O} \diagdown \text{Fe} = \text{O}$ vagy $\text{O} = \text{Fe} - \text{O} - \text{Fe} = \text{O}$. Elterjedt ásvány (vörös vasércz = haematit). A vasnak vagy oxidjainak és hyroxidjainak, sulfidjának és carbonatjának tartós izzítása folytán keletkezik. Kristályos állapotában fémes fényű, vasfekete, de földes félesége és finom pora vörös színű.

Ferrihydroxid (*vashydroxid, vasoxidhydrat*), $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$. Ferri-sók oldataiból maró lúgok és ammonia hatására kiváló rozsdabarna csapadék; gyengébb lúg mint a ferrohydroxid, de savakban feloldva, azokkal állandó — rendszerint sárga színű — ferri-sókat képez. Megszáritva könnyen vizet veszít és ekkor kevesebb hydroxidot tartalmaz, mint a fenti képlet kívánja. Ilyenféle vegyület a vasrozsa is: $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, vagyis:



mely a barna vasércz (limonit) nevű ásvány alakjában a leggyakoribb az összes vasvegyületek közt.

Liquor ferri oxychlorati. A ferrihydroxid vízben rendes körülmények közt nem oldható, de frissen kicsapva és mosással megtisztítva, ferrichloridban sötét piros színnel bőségesen és könnyen feloldódik; ebből az oldatból dialysis (nedves állati hólyagon vagy hólyag-papíroson való átszívárogztatás) folytán a ferrichlorid csaknem teljesen eltávolítható, úgy hogy a dialysatorban maradó colloid (nem kristályosodó) ferrihydroxid oldata alig tartalmaz valamelyes chloridot, bár attól teljesen mentessé nem tehető. Ez a sötét piros színű oldat régebben: *ferrum oxydatum dialysatum* elnevezés alatt hivatalos készítmény volt; helyét jelenleg a házilag készítenő *ferrum oxydatum chloratum solutum* (liquor ferri oxychlorati) nevű készítmény foglalta el, mely szintén nem más, mint ferrichloridban oldott ferrihydroxid, vagyis nagyon bázisos vaschlorid-oldat. Ez dialysis nélkül úgy készül, hogy a ferrisulfat oldatát ammoniával kicsapjuk; a leszűrt és jól megmosott s kisajtolt nedves ferrihydroxidra annyi tiszta sósavat öntünk, a mennyi annak éppen $\frac{1}{9}$ részét változtatja Fe_2Cl_6 -dá; ez aztán állás közben lassanként a változatlan 8 molekulásúlynyi ferrihydroxidot feloldja: $8\text{Fe}_2(\text{OH})_6 \cdot \text{Fe}_2\text{Cl}_6$ -alkatú vegyületté, mely pirosas-barna színnel oldódik fel. Ha ehhez egy csepp kénsavat adunk, azonnal kiválik az összes $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ mint barna kocsonyás csapadék. Ugyanez idegen sók hatása folytán is bekövetkezhetik, miért is készítésekor a $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ teljes kimosására és általában a tisztaságra nagy gond fordítandó.

A ferrisulfat-oldatból $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -dal frissen kicsapott $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, az arsenessavval történt mérgezésnél mint ellenszer (*antidotum arsenici albi*) használtatik, mert azt nem oldható arsenessavas vassá lekötöni képes ($4\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

Ferrichlorid, Fe_2Cl_6 vagy FeCl_3 . E vegyület 12 molekula kristályvizzel: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, *ferrum sesquichloratum crystallisatum* néven hivatalos készítmény. Ez barnás-sárga, a levegőn meglucskosodó kristályos darabokból áll, melynek ugyanannyi súlyú vízzel készített oldata is hivatalos mint *ferrum sesquichloratum solutum*. Ez igen összehúzó, fanyar ízű, barna-sárga oldat; mint véralvasztó szer, híg oldatban vagy gyapottal felitatta, vérzés-csillapítónak használtatik.

Készítését a gyógyszerkönyv a következő értelemben rendeli el. Megmért súlyú vékony vashúztalt oldunk sósavban enyhe melegítés közben, úgy, hogy a vas feleslegben legyen. Hydrogen-fejlődés közben oldódik a vas és ferrochloriddá lesz: $\text{Fe}_2 + 4\text{HCl} = 2\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{Cl}_4$. Ha a vasban réz vagy más nehéz fém volna, az nem oldódik fel mindaddig, míg az erélyesebb fémvas teljesen fel nem oldódott. A hydrogen-fejlődés megszűntével az oldatot tisztára megszűrjük és a fel nem oldott fém-vas súlyát megmérve és az oldáshoz vett vashúztal súlyából levonva, megállapítjuk, hány gramm vas oldódott fel. Ekkor a feloldott vasnak minden 112 grammjára 290 gramm hivatalos tömény (25%-os) sósavat keverünk az oldathoz és apróbb részletekben 80 gr. tömény (50%-os) salétromsavat. Ez éppen elég arra, hogy az általa fejlesztett chlor-gáz a ferrochloridot ferrichloriddá változtassa; ugyanis: $3\text{Fe}_2\text{Cl}_4 + 6\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$. Helyesen végzett eljárásnál a salétromsavtól az oldat csakhamar megfeketedik, mert a képződő NO-gáz ily színnel oldódik a vasvegyület oldatában; de a melegítés folytán a folyadék felprezseg és a NO elillanván, a levegőn barna gázzá (NO_2) változik, mely ártalmas lévén, a művelet szabadban végzendő. Ezután a folyadékot annyira kell bepárologatni vízfürdőn, hogy a feloldott vasnak minden 112 grammjára 540 gramm oldat maradjon. (540 a $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ molekulasúlya); mire betakarva hűvös helyre állítjuk, hogy lassacskán megszilárduljon. Ennek megtörténtével darabokra vágva, jól záró üvegedénybe elhelyezzük, hogy a levegőből vizet ne szívhasson. Helyes készítés esetén nem fog az sem szabad chlort tartalmazni (szagáról megismerhető), sem salétromsavat, illetve nitrátot; utóbbit az ammoniával teljesen kicsapott és megszűrt oldatból tömény kénsavval és föléje rétegezett vasgáliczoldattal mutathatjuk ki, mint a vasgálicz érintkezési felületén mutatkozó barna színeződést (l. salétromsavnál).

Ferrojodid (*ferrum jodatum*, *vasjodür*), Fe_2J_4 . Másik jodidja a vasnak nem ismeretes; ha a ferrijodidot akarjuk készíteni, mindig a ferrojodid képződik. Például ha ferri-só oldatát KJ oldatával keverjük, ferrijodid helyett ferrojodid képződik és jod válik ki: $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 6\text{KJ} = 6\text{KCl} + \text{Fe}_2\text{J}_4 + \text{J}_2$. A ferrojodid meglehetősen bomlékony vegyület és csak czukorral készült oldata hivatalos mint *syrupus ferri jodati*. Ezenkívül még a *pilulae Blancardi*-nak alkatrésze. Készítése végett vasporra üvegpalczkban (lombikban) vizet töltünk és porrártört jodot apránként adunk hozzá, közbe-közbe rázogatva, míg a kezdetben barna színnel oldódó jod elszíntelenedik (a jodot egyszerre hozzáadva, igen heves hatás áll elő, úgy hogy a jod jelentékeny része elpárolog); az erősen megmelegedő oldatot az elszíntelenedés után papiroson azonnal átszűrjük, hogy a feleslegben vett vasat eltávolítsuk, a halvány zöld színű oldatban pedig az előírt czukorport rázással feloldjuk. Lehet egyébiránt (vasedényben, hogy az esetleg kiváló jod ismét vashoz köttessék) a czukorral föl is melegíteni s utána azonnal apróbb fekete (vagy sárga) palaczkokba tölteni és légzáróan bedugózni. A készítményből — ha levegő

éri — oxidáció folytán jod válik ki és vasoxidhydrat képződik: $2\text{Fe}_2\text{J}_4 + 3\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 8\text{J}$; az ilyen készítmény a jodtól sárgás színű és nem használható. A kivált jodot azonban a folyadékba rövid időre beleállított vashúzzal le lehet kötni, valamint fehér palaczkban a napfényre kitéve KJ-képződés folytán szintén el lehet szinteleníteni.

Ferrosulfid, FeS . Hevített fém-vas és kén egyesülése folytán keletkező fekete tömeg. Vasvegyületek oldataiból oldható sulfidok [H_2S , $(\text{H}_4\text{N})_2\text{S}$ stb.] hatására mint fekete csapadék válik ki. Nedves állapotában hamar oxidálódik vassulfattá. Sósavval vagy híg kénsavval H_2S -gázt fejleszt, ezért kénhydrogenes víz és ammonium sulfuratum készítésére használatos. A *pyrit* (vaskovand) és *markasit* nevű ásványok sárgarézszínű, fémes fényű kristályos vassulfid-ból, FeS_2 (vasdisulfid), állanak. Ezt részint vasgálicz-, részint kénsavgyártásra alkalmazzák.

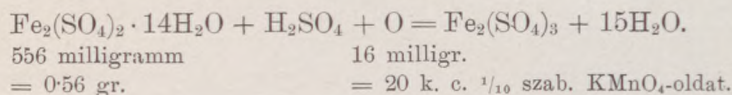
Ferrosulfat (*ferrum sulfuricum oxydulatum*, *vasgálicz*, *zöldgálicz*), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vagy $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$.

Készítésére nagyban többnyire vaskovandot használnak, melyet — rendszerint pörkölés után — a levegőn mállani hagynak, miközben időnként vízzel megpermetezik; ilyenkor egyszerű oxidáció folytán képződik a só; $\text{FeS} + 2\text{O}_2 = \text{FeSO}_4$. Ezután vízzel kivonják és abból kristályosítják. Midőn a csementvizből (CuSO_4 -oldat) vassal fém-rezet választanak le, szintén képződik e só: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$. Az ilyen eljárásokkal készített só nagyocská zöldes kristályokból áll; rezet és egyéb fémeket tartalmazhat, miért is gyógyszerári használatra alkalmatlan. A tiszta vasgálicz házilag készíthető. E célból vékony vashúzzal porcellán- vagy üvegedényben annyi híg kénsavval melegítünk, a mennyi a teljes feloldásra nem elegendő; ez által az esetleg jelenlevő Cu és egyéb — a vasnál kisebb erélyességű — fémek oldatlanok maradnak. A hydrogen-fejlődés megszűnte után az oldatot megsűrjük és a lúgos ferrisulfat kiválásának meggátlása végett kevés kénsavval megsavanyítjuk s gyorsan bepárologatjuk, míg a forró oldat felszínén kristályos hártya jelenik meg. Ekkor, folytonos keveréssel megakadályozván nagyobb kristályok képződését, teljesen lehűtjük; a kivált kristályos port szűrőre visszük és az anyalúg lecsepegése után előbb kevés vízzel az anyalúgtól — melyben kénsav és ferrisulfat is van —, majd borsszesszel a víztől leöblítjük és itatós papiros közt kisajtoljuk. A levegőn eltergetett készítmény igen gyorsan megszárad és jól záró dugójú edényben tartandó el.

Kékes-zöld, átlátszó vagy áttetsző kristályokat képez, vagy ugyanilyen kristályos por. A levegőn kristályvíz-vesztés folytán mállik; nedves levegőn, vagy ha a só maga volt nedves, oxidálódik és sárgás színű bázisos ferrisulfattá, $\text{Fe}_2\text{O}(\text{SO}_4)_2$, lesz, mely vízben nem oldható. Meleg helyen kristályvizét elveszíti és fehér porrá hull szét. Vízben jól oldható, 15° -on mintegy másfél súlyrész vízben; az oldat oxidáció folytán csakhamar zavarosodni kezd és hosszabb idő alatt a fent említett vagy más alkatú bázisos ferri-

sulfat ülepszik le belőle, az oldat pedig a benne maradó szabályos ferri-sulfattól sárga színt ölt. Híg savak a bázisos só képződését meggátolják, mert ez esetben oldható szabályos ferri-sók képződnek. Borszeszben nem oldható; ezért tömény vizes oldatából, ha azt borszesszel keverjük, nagyobb része kiválik halvány zöldes kristályos por alakjában. Oxidáló testek azonnal ferri-sókká változtatják; ilyenek pl. a salétromsav, a királyvíz, a kaliumpermanganat híg kénsavval.

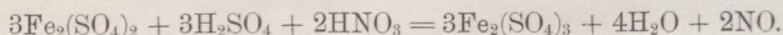
Tisztaságának a megítélése végett a solutio kalii permanganici decinormalis oldatával határozzuk meg ferro-vastartalmát, melyet a KMnO_4 mint oxidáló szer ferri-vassá változtat. E végett belőle pontosan 0.56 gr.-ot lemérünk és lepárolt vízben oldva, híg kénsavval megsavanyítjuk; ezután addig csepegtetünk hozzá folytonos keverés közben a KMnO_4 $\frac{1}{10}$ szab. oldatából, míg az oldat észrevehetően rózsaszínt ölt. Teljesen tiszta készítmény e célra éppen 20 köbcentimeter oldatot igényel a következő egyenlet szerint:



Ha a ferrosulfatot nem magunk készítettük, még azt is meg kell vizsgálnunk, vajjon nincs-e az összekeverve a hozzá hasonló színű vasammonium-sulfattal $[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{H}_4\text{N})_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$; utóbbi maró káli- vagy nátronlúggal melegítve, ammonia-szagot terjeszt.

A vasgáliczot a csersavas vasat tartalmazó gallusténta készítésére, fertőtlenítési célokra, a világító gáz kéntől való megtisztítására, az indigóval történő kékfestésre és egyéb ipari célokra alkalmazzák.

Ferrisulfat (*ferrum sulfuricum oxydatum*), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Igen rosszul kristályosítható só, melynek sárgás-barna színű vizes oldata hivatalos mint *ferrum sulfuricum oxydatum solutum*. Ezt ferrosulfatból kell házilag készíteni, úgy, hogy kevés vízben oldva, éppen annyi kénsavval és salétromsavval keverjük s aztán melegítjük, a mennyi a teljes oxidációra elegendő:

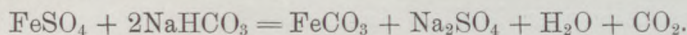


Tekintettel az NO , illetve a belőle a levegő hatása folytán képződő NO_2 -gáz ártalmas voltára, a műveletet jó légvonatú helyen vagy legcélszerűbben a szabadban kell végezni, legalább addig, míg a NO -tól kezdetben fekete színű oldat a melegítéskor sárgává nem válik. Ezután ismételten be kell párologtatni, vízzel felhigítani s ismét besűriteni, hogy az esetleg feleslegben lévő HNO_3 teljesen elűzessék; végül a kívánt súlyra kell bepárologtatni. Az antidotum arsenici albi készítésére használatos (l. ferrihydroxid alatt), miért is az előírt mennyiségben készletben tartandó.

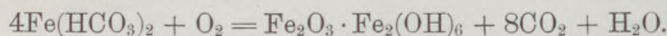
Ferrinatriumpyrophosphat (*pyrophosphas ferri et sodae*), $2\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$. Egyedül hivatalos a vasnak phosphortartalmú készítményei közt. Készítése végett vaschlorid-oldatot pyrophosphorsavas natriummal

kicsapnak és a kiváló ferripyrophosphatot vízzel megmosva, kevesebb natrium-pyrophosphat-oldattal melegítik, mint a mennyi a teljes feloldásra szükséges; azután megszűrik és a megszűrt oldatot borszesszel keverik, miáltal a készítmény kicsapódik és itatós papiros közt kisajtolva könnyen megszárítható. Szintelen kristályos por, mely vízben oldható, borszeszben nem. Oldata a ferri-vas reagenseivel a jellemző reakciókat nem adja.

Ferrocóronat (*szénsavas vasoxidul*), FeCO_3 . Kristályos állapotában (többszöire rhomboéderekben) a *vaspát* vagyis *syderit* nevű ásványt képezi. Ez kissé testszínű sárgás vegyület, mely a levegőn lassacskán CO_2 -ot veszít s helyette oxygent és vizet véve fel, vasrozsdává (limonit) változik át. A víztartalmú szénsavas vasat ($\text{FeCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ferro-sók oldatából cserebomlás útján alkali-carbonatokkal kaphatjuk meg, mint — a levegő teljes távoldtartása esetén — fehér, különben zöldes színű csapadékot, mely könnyen oxidálódik — kivált nedves állapotban — eleintén sötét zöld, majd fekete bázisos carbonattá, sőt később rozsdaszínű vashydroxiddá. Régebben hivatalos készítmény volt az oxidáció gátlása végett czukorral bensőleg kevert és kiszáritott: *ferrum carbonicum saccharatum*; jelenleg a ferrosulfatból K_2CO_3 -tal vagy Na_2CO_3 -tal kapott készítmény vasas labdacsoknak (pilulae Blaudii) képezi alkotórészét. A natriumhydrocarbonattal készített ferrocóronat képződésekor sok CO_2 -gáz távozik el:



A ferrocóronat szénsavas vízben kissé oldható mint vashydrocarbonat, $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$; ez foglaltatik a vasas savanyú vizekben, de belőlük — ha a levegővel érintkeznek, pl. ha a palaczkok rosszul vannak dugózva — oxidáció folytán vasrozda válik ki:



Vascyan-vegyületek.

Ezek közt legfontosabbak a ferrocyankalium (sárga vérlúgsó) és a ferricyankalium (vörös vérlúgsó). Előbbi a hydroferrocyan savnak, $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ utóbbi a hydroferricyan savnak, $\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, a kalium-sója.

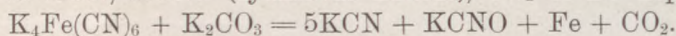
Ferrocyankalium (*kalium ferrocyanatum*), $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Készítése végett vért vagy más állati hulladékanyagot, hamuzsirt és vasport vasedényben összeolvasztanak, azután vízzel kivonják és kristályosítják; az összeolvasztásnál tulajdonképpen KCN képződik, mely azonban a vízzel való kivonáskor a finom eloszlású vassal és a képződött vassulfiddal sárga vérlúgsót alkot: $6\text{KCN} + \text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2\text{KOH} + \text{H}_2$, vagy $6\text{KCN} + \text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + \text{O} = \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2\text{KOH}$; továbbá: $6\text{KCN} + \text{FeS} = \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + \text{K}_2\text{S}$.

A sárga vérlúgsó maró lúg (alkali-hydroxid) jelenlétében könnyen képződik KCN-ből vagy HCN-ből ferró-sóval, illetve $\text{Fe}(\text{OH})_2$ -dal is:

$6\text{KCN} + \text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + 2\text{KOH}$ (l. aqua amygdal. amar.-nál a HCN felismerésére szolgáló u. n. berlini-kék-reakciót.)

A sárga vérlúgsó citromsárga, átlátszó vagy áttetsző, jól kiképződött kristályok halmazából áll. Vízen sárga színnel könnyen oldható; chlor vagy oxidáló testek hatására vörös vérlúgsóvá változik át. Hevítve megolvad és bomlás folytán KCN, Fe, Fe_3O_4 és C képződnek belőle. K_2CO_3 -tal összeolvasztva KCN, KCNO (cyansavas kalium), CO_2 és Fe képződnek:



A sárga vérlúgsóból cserebomlás útján képződnek egyéb ferrocyan-vegyületek, pl. a ferriferrocyanat [berlini kék, $(\text{Fe}_2)_2^{\text{VI}}\text{Fe}_3^{\text{II}}(\text{CN})_{18}$] vagy a cupriferrocyanat $(\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6)$ Hatchett-féle barna); ezért a vas és a réz érzékeny reagense gyanánt használatos.

Ferricyankalium, (*kalium ferricyanatum*, vörös vérlúgsó), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. A sárga vérlúgsó-oldatából chlor-gáz bevezetése folytán képződik: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + \text{Cl} = \text{KCl} + \text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. Sötét vörös kristályokban kapható meg, vízben jól oldható. Ferri-sók oldatával nem kékül meg, ellenben ferro-sókéval igen, miért is ezek kémszerűen szolgálnak; az ilyenkor képződő *Turnbull-kék* alkata: $(\text{Fe}_2)_2^{\text{VI}}\text{Fe}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]_2$.

Cobalt.

Co = 59.1.

Néhány ásványban Ni, Fe, Mn, As és S s egyéb elemek társaságában található; fémes állapotban csak vasmeteorokban.

Leválasztása végett a cobalt-érezekből cobaltoxidot készítenek, melyet magas hőmérsékleten hydrogen-gázzal, szénhydrogenekkel vagy szénnel színtenek. Elektromos árammal is leválasztható némely vegyületeiből, pl. a cobalt-ammoniumsulfatból.

Tömör darabokban színével és egyéb tulajdonságaival a vashoz igen hasonló nehéz fém; fajsúlya 8.7 körül van. Igen nehezen olvasható meg.

Két vegyületsorozatát ismerjük. Az állandóbb *cobalto*-vegyületekben 2-v.-é., a bomlékony *cobalti*-vegyületekben 3-v.-é. atomokat tételezünk fel. A cobalto-vegyületek (v. oldataik), ha kristályvizet tartalmaznak, rózsaszínűek, ha kristályvizüket melegítésre vagy vízelvonószerek stb. hatására elveszítik, kékek (időjárásmutató képek, cobaltchlorid-, CoCl_2 , oldattal itatva, annál kékebbek lesznek, minél szárazabb a levegő).

Oxygennel, vízzel, savakkal szemben a vashoz hasonlóan viselkedik.

A cobalt-vegyületek az üveget kékre festik (cobalt-üveg). Felismerhetők arról, hogy platinahuzal végén borax-xal összeolvasztva, azt kékre színezik.

Nikkel.

Ni = 58.5.

A XVIII-ik század közepe óta ismeretes.

Vassal ötvözve, vagy vassal és phosphorral vegyülve, vasmeteoritokban található. S, Fe, Co, As, Bi, Sb, stb. elemek társaságában számos ásvány-

nak alkatrésze, melyekből igen körülményes eljárásokkal kapható meg tiszta állapotban.

Oxidjából (NiO) vagy carbonatjából magas hőmérsékleten hydrogen-gázzal, CO-gázzal, szénnel színíthető. A nikkellammoniumsulfat oldatából elektromos árammal tömör, fénylő fém alakjában válik le; ezen alapszik a fémtárgyaknak (vas, sárgaréz stb.) nikkelezése.

Tömör darabokban fehér színű nehéz fém, kevés szürkés-sárga árnyalattal, szépen fényesíthető; fajsúlya 8·7 körül van. Mágneses. Olyanforma kemény mint a réz, kalapálható, nyújtható, forrasztható; de nehezen olvasztható meg (1500—1600° körül).

Atom-súlya megegyezik vagy igen közel jár a Co-éhoz; bár újabban némelyek kétségbe vonják azt is, hogy a nikkél valóban egységes elemi test volna és azt gyanítják, hogy abból sikerülni fog különböző sajátságú alkatrészeket leválasztani.

A nikkél a vashoz sok tekintetben hasonló viselkedést mutat, de nem olyan erélyes. A levegőn nem oxidálódik oly könnyen, legalább tömör darabokban közönséges hőmérsékleten még nedves levegőn sem változik meg. Vízre csak izzó állapotában hat bontólag. Híg sósav és kénsav nem nagyon támadják meg, híg salétromsav könnyebben oldja.

Levegőn való állandósága folytán vas- és sárgaréztárgyak galvanikus bevonására használják. Laboratoriumi sőt konyhai főzőedények készítésére is ajánlották, de e célokra kevésbé alkalmas.

Fontos ötvözeteket is készítenek vele. Ilyenek pl. a rézzel képezett fehér színű ötvöze, melyet kiváló keménysége folytán több államban használnak váltópénzek készítésére; nálunk 10 és 20 filléreseket készítenek belőle. Zn-kel és rézzel ötvözve az *új-ezüstöt* (argentán, packfong) szolgáltatja, melyet evőeszközök stb. készítésére alkalmaznak.

Chrom.

Cr = 52·15.

Mintegy 100 év óta ismeretes fém. Legfontosabb természetes chrom-vegyület a *chromvaskő* = *chromit* ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$), de vannak ólom-, réz- stb. tartalmú ásványai is.

Le lehet választani a chromoxidból, mely igen magas hőmérsékleten szénnel színíthető: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + \text{Cr}_2$. Tisztábban kaphatni chloridjából, ha azt fém-magnesium porával hevítjük vagy elektrolizáljuk.

Igen nehezen megolvasztható nehéz fém; fajsúlya 6·7—6·8. Pora világos szürke, némi fémfénnyel; összeolvasztva, ezüstfehér színű fém.

A levegőn lassanként oxidálódik; hevítve sokkal gyorsabban. Izzó állapotában a vízgőzből hydrogen-gázt fejleszt. Sósavban, kénsavban szintén hydrogen-fejlesztés közben oldódik, salétromsavban oldhatatlan.

Vegyértékét változtatja; a chromo-vegyületekben (p. CrCl_2) 2-v.-é.; a

chromi-vegyületekben (CrCl_3 , Cr_2O_3 stb.) 3-v.-é. lehet; a chromsavban, CrO_3 , és a chromatokban (pl. K_2CrO_4) 6-v.-é.; a felchromsavban (H_2CrO_5 ?) talán 8-v.-é.

Felismerhetők az összes chrom-vegyületek arról, hogy alkali-carbonattal és chlorsavas vagy salétromsavas kaliummal, illetve natriummal összeolvasztva, sárga tömeg képződik, melyben alkali-chromat foglaltatik; ennek vizes oldatát ólomperoxiddal és alkali-hydroxiddal hevítve, sárga oldatot kapunk, melyből eczetsavval történő megsavanyításra sárga színű csapadék: chromsavas ólom (PbCrO_4) válik ki, mely chrom-sárga elnevezés alatt ismert sárga festék.

A chrom hivatalos vegyületei.

Ilyenek a chromsav és ennek kalium-sója.

Chromsav (*acidum chromicum*, *chromtrioxid*, *chromsav-anhydrid*), CrO_3 .

Készíteni kaliumbichromatból szokták, úgy, hogy annak 1 súlyrészét 10 s. r. vízben oldják és 5 s. r. tömény kénsavval elegyítik: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CrO}_3$; a kiváló kristályokról a maró savas folyadékot likacsos horzsakőlapokon át leszívattják és a chromsav-kristályokat tömény salétromsavval mossák meg.

Élénk vörös vagy kissé barnás-vörös, túalakú kristályokból áll. Nagyon vízszívó; vízben könnyen oldható. A bőrön sárga foltot okoz; a gyapjút és selymet maradandóan sárgára festi. Igen erélyes oxidáló test, mely, ha száraz, a reácseppentett vízmentes borszeszt meggyújtja, a higabbat oxidálja aldehyddé. Sósavval chlort fejleszt. Hevítve elbomlik: oxygent fejleszt és zöld oxiddá lesz: $2\text{CrO}_3 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}$.

Kaliumchromat (*sárga chromsavas kalium*), K_2CrO_4 . $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ből és K_2CO_3 -ból készül: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{CO}_2$. Czitromsárga kristályokat képez; vízben sárga színnel könnyen oldható. Oxidáló test — kivált H_2SO_4 jelenlétében.

Kaliumdichromat (*kalium bichromicum*, *savanyú vagy ketted- vagy vörös chromsavas kalium*), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Készítése végett a chromvaskő porát alkalmas bázisokkal, pl. CaO -dal vagy CaCO_3 -tal, esetleg még K_2CO_3 -tal stb. keverve, húzamosabb ideig pörkölik. Ilyenkor chromsavas mész vagy chromsavas kalium képződik, melyekből kénsav hatására a dichromatok keletkeznek; a CaCr_2O_7 azután K_2SO_4 -tal szintén $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -tá változtatható át.

Hajnalvörös nagyobb kristályokból áll. Vízben elég jól oldható; az oldat vörös színű. Erélyes oxidáló test, kivált H_2SO_4 jelenlétében.

Vas-csoport fémek. Ilyen névvel szoktuk összefoglalni az előzőekben ismertetett mangant, vas, cobalt, nikkel és chrom fémeket, melyek chemiai viselkedésükben sok hasonlóságot mutatnak.

Arany. (Aurum.)

Au = 197.25.

Igen régóta ismert fém.

Fémes állapotban földünk számos vidékein található; különösen Éjszak-Amerikában, Ausztráliában, Afrikában, Európában (itt leginkább hazánkban) és az Ural-hegységben. — A természetes arany mindig tartalmaz ezüstöt is, melynek mennyisége szerint változik színe és fajsúlya. Egyéb elemekkel társulva is található; így pl. Erdélyben az ólom- és tellur-tartalmú *nagy-ágít*, az ezüst- és tellur-tartalmú *írásérc* és egyébek. A természetes arany tökéletlen apró kristályokban is fordul elő, de gyakrabban kristályos vulkáni kőzetekben hintve vagy a kőzetek málladékában (másodlagos fekvőhelyen) nagyobb darabokban, de igen apró szemecskékben is fellelhető. Számos folyó homokja tartalmaz csekély mennyiségű aranyport.

Az arany különválasztására igen különböző eljárások szolgálnak; mind ezek a főbb vonásokban a következő menetűek.

Az aranytartalmú homokból vagy elmállott kőzetekből az aranyat mosni szokták. E célra az illető anyagot erős nyomású vízszugár hatásának teszik ki, mely azt szétszítva, hosszú csatornákba és vízfogókba viszi, melyekben a nagyobb fajsúlyú aranszemecskék leülepednek. — A fém-aranyat tartalmazó kőzeteket pedig előbb megőrölik és aztán fém-higanyal bensőleg keverik, mely az aranyat feloldja; az aranytartalmú higanyt bőrön átsajtoltva, a kőzetportól elkülönítik, a higanyt elpárologtatják és megsűrűsítik, a visszamaradó aranyat összeolvasztják. A kéntartalmú érczeket rendszerint előbb pörkölik és azután vagy higanyval vonják ki az aranyat, vagy ólommal történő összeolvasztás útján; esetleg a pörkölés után az aranyat chlor hatásának teszik ki és a képződő aranychloridot vízzel kivonják.

A tiszta arany szép sárga színű igen nehéz fém, fajsúlya 19.3. Tömör állapotában igen jól fényezhető. Meglehetősen puha és rendkívül nagy mértékben nyújtható, az összes fémek közt a legjobban. Olyan vékony húzállá nyújtható, melyből 2000 m. nyom 1 grm-ot, és 0.0001 mm. vastagságú lemezekké kiverhető (10000 db együtt 1 mm.); ily vékony lemezek (aranyfüst) a fényt zöldes vagy kékes színnel bocsátják keresztül (az átlátszóság 0.004 mm. vastagságnál kezdődik). Olvadási hőmérséklete 1200° körül van. A levegőn magas hőmérsékleten sem változik, tehát az oxigénnel közvetlenül nem egyesül. A fémekkel ötvöződik, a higanyval igen könnyen amalgamálódik. A nemleges elemek iránt nagyon közönyös. Vízre, lúgokra, híg sőt tömény savakra hatástalan; de a sósav és salétromsav keveréke (királyvíz = aqua regia) és egyéb Cl-t fejlesztő keverékek feloldják, mert a Cl (ugyanígy a Br is) a kiválása pillanatában egyesül vele aranychloriddá (AuCl_3), mely vízben igen könnyen oldható.

Vegyületeiben lehet 1- és 3-vegyértékű; az 1-v.-é. aranyat tartalmazók az auro-vegyületek, a 3-v.-é. aranytartalmúak az auri-vegyületek.

Az aranyat ez idő szerint általánosan értékmérő gyanánt alkalmazzák s mint ilyenből aranypénzeket és érték- (dísz-) tárgyakat készítenek. E célra a tiszta arany — mert meglehetősen lágy — kevésbé alkalmas mint ötvözetei. Ötvözésére leginkább a rézet, ritkábban az ezüstöt, néha mind a kettőt, sőt egyéb fémeket is alkalmaznak. — Az aranypénzek finomságát ezredrészekben fejezik ki; a különböző államokban vert aranypénzek finomsága 900—986-ig változik: A mi 10- és 20-koronás aranyaink finomsága 900, vagyis 1000 részben 900 rész aranyat és 100 rész rézet tartalmaznak. Az aranytárgyak is rendszerint réztartalmú ötvözetből készülnek; ezek színe annál jobban hajlik a vörösbe, minél több rézet tartalmaznak. Régebben ezek finomságát karátokban fejezték ki; így 18 vagy 14 karátos arany alatt olyat értettek, melyek 24 karátban 18, illetve 14 karát aranyat és 6, illetve 10 karát rézet tartalmaztak. Az ezüsttel ötvözött arany annál halványabb színű, annál hasonlóbb az ezüsthöz, minél több ezüstöt tartalmaz.

Szokták az aranyat ezüst- és egyéb fém-tárgyak aranyozására is alkalmazni, a mi vagy galvanikus úton vagy arany-amalgammal való bevonással és hevítéssel történik. — Az üveg és porcellán diszítésében lényeges szerepe van.

Vegyületei közt a vízben könnyen oldható aranychlorid, AuCl_3 , a legbecsesebb; ezt különösen a fotografálásban alkalmazzák.

Platina.

Pt = 194.83.

Mintegy másfélszáz év óta ismeretes elem.

Fémes állapotban, de általában kis tömegekben, többnyire apró kopott szemcsék alakjában vagy némely folyók iszapjában található, leginkább az Ural-hegységben. Sohasem tiszta, mert vas, palladium, rhodium, iridium, osmium, ruthenium, sőt ólom, réz, arany változó mennyiségeit tartalmazza. Megtisztítása az idegen fémektől meglehetősen körülményes, mert különösen a hozzá sokban hasonló ritkább u. n. platina-fémektől nem könnyű azt megszabadítani. A nehézségeket nem csekély mértékben fokozza az a körülmény, hogy a platina csak igen magas hőmérsékleten olvasható meg, (2000° körül) kivált nagyobb tömegekben (az oxigénes hydrogen-lángban: az u. n. durranó gáz lángjában).

Szürkés-fehér fém, tömör csiszolt darabokban mérsékelt fémfényű; elég jól alakítható, kivált magasabb hőmérsékleten (olv. pontja közelében, a mikor forrasztható); ilyenkor igen vékony húzalokká, lemezekké, edényekké dolgozható fel. Fajsúlya 21.48. Szilárdsága elég tetemes.

A levegőn se alacsony se magas hőmérsékleten nem oxidálódik; vízre és savakra meglehetősen hatástalan, de vízmentes maró lúgok hatásának nem áll teljesen ellen; Cl-t fejlesztő folyadékok, pl. királyvíz hatására pedig chloriddá változik s mint ilyen oldatba megy. E körülmény tekintetbe vételével kiváló sikerrel alkalmazható chemiai bűvárlatokban, párologtató

csészék, izzító téglék, lángreakziós húzalok stb. anyagául. A platina vörös izzásig hevítve a hydrogen-gázt elnyelni sőt át bocsátani képes; finoman elosztott állapotában pedig nemcsak a hydrogen, hanem más gázokat is képes felületén megsűríteni, sőt ily módon meleget termelvén, chemiai folyamatokat is megindítani. Ezen alapul az, hogy a platinaszivacs vagy platinatapló a rááramló hydrogen-gázt (sőt egyéb gyúlékony gázokat is) meggyújtani képes (Döbereiner-féle gyújtószerző). Az ilyen és más hasonló esetekben a platina maga változatlan marad s csak jelenlétével vesz részt a hatásban (katalitikus hatás).

Vegyületeiben lehet 2-v.-é. (platino-) és 4-v.-é. (platini-vegyületek).

Alkalmazzák a laboratoriumi célokra szolgáló hevítő és elpárologtató edényeken kívül főképpen a kénsavgyárak savdesztilláló készülékeinek anyagául, sőt a múlt század közepéig az orosz érme-pénzek készítésére is használták.

Vegyületei közül a chlorid a legfontosabb, mely az analytikus chemiában és a fotografálásban jutott nagyobb jelentőségre.

Ón. (Stannum.)

Sn = 118.1.

Az ónnak alkalmazása a bronz-korszakba nyúlik vissza. Magának a tiszta fémnek az ismerete is minden esetre igen régi.

Leggyakrabban és legnagyobb tömegekben mint *ónkő* vagyis ónoxid (SnO_2) található; ebből készítik a fém szénnel való színtés és további tisztítás útján: $\text{SnO}_2 + 2\text{C} = 2\text{CO} + \text{Sn}$.

A kereskedelem útján kapható ónfajták közt igen tiszták némely kelet-indiai készítmények, továbbá az angol szemcsézett ón, melyekben legfeljebb nyomokban találhatók egyéb elemek, pl. Fe, Pb, Cu, S. stb.

A tiszta ón szép fehér, fénylő, meglehetősen lágy, kristályos szerkezetű nehéz fém, mely a hajlítgatásnál sajátos módon recseg. Fajsúlya 7.3. Olv.-pontja 233° . Igen alacsony hőmérsékleten, kivált huzamosabb idő alatt, vagy tartós rázkódásnak kitéve, hajlandó egy szürke színű, sokkal kisebb fajsúlyú s valószínűen más kristályrendszerű módosulatba átmenni, mely melegítés vagy megolvasztás után előbbi fajsúlyát újból visszakapja. — Az ónt elég jól lehet (kivált 100° körül) húzalokká nyújtani, lemezekké hengerelni (stanniol).

A levegőn — legyen az száraz vagy nedves — közönséges hőmérsékleten nem változik meg; megolvasztva oxidálódik. Chlorral, brommal, joddal, kénnel (kivált a stanniol) közvetlenül képes egyesülni. Híg sósavban lassan, töményben gyorsabban oldódik (kivált melegítve) s hydrogen-gázt fejleszt: $\text{Sn} + 2\text{HCl} = \text{H}_2 + \text{SnCl}_2$ (stannochlorid). Kénsavban nehezebben, de kénsav és salétromsav, illetőleg sósav és salétromsav keverékében könnyebben oldható. Maga a salétromsav alacsony hőmérsékleten részben oldja mint nitratot, melegítve nagyobb részt fehér metaónsavvá oxidálja.

Az ón egyes (állandóbb) vegyületeiben 4-v.-é.; ezeket *stanni*-vegyületeknek nevezzük. Az u. n. *stanno*-vegyületekben azonban 2-v.-é.-nek tekintjük.

Az ónt ipari tekintetben egyik fontos fémnek kell tekinteni.

Az a tulajdonsága, hogy nem oxidálódik és a növényi savaknak ellenáll, igen alkalmassá teszi szénsavtartalmú italok készítésére és eltartására szolgáló készülékeknek, víz és szeszpárológatóknak, főző edényeknek stb. szerkesztésére, — ugyancsak különféle fémekből (rézből, sárgaréz-ből, vasból) készült edényeknek, lemezeknek, húzaloknak és egyéb tárgyaknak bevonására.

Fontos ötvözeteket is képez. Ilyenek egyebek közt: a *bronz*, mely rendszerint rézből és ónból áll, de néha egyéb fémeket is tartalmaz (p. az egy- és kétfilléres váltópénzeinkben 95 r. rezet, 4 r. ónt és 1 r. zinket); az *argentán* vagy *új-ezüst*, mely réz, ón és nikkel ötvözete; a *bádogos*- vagy *forrasztó-ón*, ólom és ón ötvözete; a *brittannia-fém*, ón, antimon, esetleg még zink és réz ötvözete.

IV. RÉSZ.

A szerves vegyületek.

Szerves vegyületek fogalma.

Szerves vegyületek alatt régebben olyanokat értettek, melyek kizárólag az állati és növényi szervezetekben képződnek, ellenben a szervetlen testekben, vagyis az ásványokban és kőzetekben, nem lelhetők fel.

E feltevést akképpen igyekeztek megmagyarázni, hogy felvették, miszerint a szerves vegyületek képződésére az állati és növényi szervezetekben működő *életerő* nélkülözhetetlen; hogy tehát az élő szervezeteken kívül — az életerő hijában — szerves vegyületek nem képződhetnek. Ilyeneket készíteni nem vagyunk képesek s csupán a már kész ilyennemű vegyületeknek az illető szervezetekből való leválasztása, elkülönítése áll hatalmunkban.

E nézet 1828 óta tarthatatlanná lett; mert ez évben sikerült *Wöhler*-nek egy szerves vegyületet, a vizeletből leválasztható carbamid-ot, a szervetlen cyansavas ammoniumból készítenie. Az életerőre alapított feltevés tehát megdőlt, annál inkább, mert rövid időn belül több más szerves vegyületet is készítettek szervetlen testekből.

Ez időtől fogva a szerves vegyületek felől táplált nézetek lényegesen módosultak és manapság *szerves vegyületek alatt általában a szén vegyületeit értjük*, azon egyszerű okból, mert *valamennyi szerves vegyületnek soha nem hiányozható egyik alkatrésze: a szén*. Azonban némely egyszerűbb és az ásványországban is fellelhető szénvegyületeket — minők a szén oxidjai, a szénsavas sók, és még egyebek — többnyire a szervetlen vegyületek közé szokás sorozni, bár éppen oly joggal foglalhatnak ezek helyet a szerves vegyületek közt is.

A szerves vegyületek leggyakoribb alkatrészei a soha nem hiányzó szénen kívül a hydrogen, oxygen és nitrogen. Ez a négy elem képezi a természetes szerves vegyületek alkatrészeit s azért szerves (organogen) elemeknek is szokás azokat nevezni. Némelyekben mind a négy, másokban csak három vagy csak kettő foglaltatik ez elemek közül, de vannak kisebb számmal kén-tartalmúak is.

Bármily sokféle arány szerint egyesülhetnek is egymással ez elemek a szerves vegyületek képzése céljából s bármily nagy is a természetes

szerves vegyületek száma, — manapság többszörösen meghaladja ezeket azoknak a mesterséges szerves vegyületeknek a száma és sokfélesége, melyeket a szervezetekben fel nem találunk, melyeket azonban mesterséges úton szervesetlen anyagokból készíteni képesek vagyunk.

Ismerünk azonban a természetes szerves vegyületek közt olyanokat, melyeknek szervesetlen testekből mesterséges úton való készítése máig sem sikerült. Ezeknek száma naponként csökken; mert a mily mértékben sikerül ezeknek nemcsak alkatát, hanem egész belső szerkezetét vagyis az atomok elrendezkedési módját kikutatni, oly arányban tudunk ilyeneket mesterséges úton is készíteni.

A szerves vegyületek sokfélesége.

A szerves vegyületeknek említett óriási sokfélesége különösen azért lehetséges, mert az állandóan négy-vegyértékű szén-atomoknak valamennyi más elemnél sokkal inkább meg van az a képessége, hogy 2, 3, 4, sőt 10, 20—100 vagy ennél is több atom kapcsolódhat egymáshoz; még pedig számoss esetben a legegyszerűbb kapcsolódással, midőn a szomszédos szén-atomokat kölcsönösen egy-egy, tehát együttesen egy pár vegyérték fűzi össze, holott más esetekben bizonyos szomszédos szén-atomok közt két, sőt három pár vegyértékkel is történik a kapcsolódás. Az így alakuló szén-atom-sorozat valóságos vázát képezi a szerves vegyület molekulájának, melyben a szén-atomok kapcsolódása után még fentmaradó vegyértékek révén egyéb atomok csatolódnak a szénvázhoz. Így érthető meg, hogy a szén csak magával a hidrogennel, tehát egyetlen másik elemmel, ezekre menő vegyületeket képezhet, melyek tulajdonságaikban egymástól mind eltéréseket mutatnak, vagyis mindannyian más és más vegyületek.

Isomeria. — Polymeria.

A szerves vegyületek vizsgálata azzal a sajátságos eredménnyel járt, hogy vannak köztük olyanok, melyek bár teljesen ugyanazon arányban tartalmazzák ugyanazokat az elemi alkatrészeket, mégis eltérő sajátságúak.

Az ilyen *egyenlő alkatú, de eltérő sajátságú vegyületeket isomer vegyületeknek szokás nevezni.*

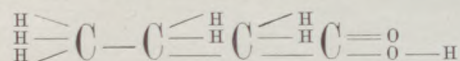
Létezésük magyarázatára az a feltevés szolgál, hogy ezekben az atomok elrendezkedése, vagyis — mint mondani szokás — a szerkezet más és más. Ez elrendezkedési különbségek minél kisebb eltéréseket mutatnak, annál közelebb állanak az illető isomer vegyületek sajátságai is; úgy hogy bizonyos közös atom-csoportok — összetett gyökök — jelenléte hasonló általános jellemét okozhatja az isomer vegyületeknek; ellenben a szerkezetben való feltűnő különbségek és közös összetett gyökök hiánya egészen elütővé tehetik az isomer vegyületek jellemét.

Míg a szorosabb értelemben vett isomer vegyületekben egyenlő a molekula-képlet tehát a molekula-súly is, addig némelyek molekula-képletei

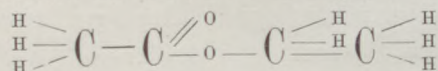
és molekula-súlyai másoknak éppen egész számú sokszorosai. — Az efféle vegyületeket *polymer*-eknek szoktuk mondani.

A fentebbiek magyarázatául szolgáljon a vajsav, eczetsavas aethyl-aether, hangyasavas propylaether és a propionsavas methylaether példája. Ezek mind isomer vegyületek lévén, teljesen egyenlő alkatúak; molekula-képletük is azonos: $C_4H_8O_2$. Különbözőségük azonban nemcsak a fajsúlyban, forráspontban és egyéb fizikai sajátságaikban tűnik fel, hanem chemiai viselkedésükben és jellemükben is. Míg például kálilúggal a vajsav cserebomlás útján vajsavas kaliumot és vizet eredményez: $C_4H_8O_2 + KOH = K \cdot C_4H_7O_2 + H_2O$, addig az eczetsavas aethylaether a kálilúggal eczetsavas kaliumot és borszeszt képez: $C_4H_8O_2 + KOH = KC_2H_3O_2 + C_2H_6O$, holott a hangyasavas propylaether és a kálilúg hangyasavas kaliumot és propyl-szeszt alkotnak: $C_4H_8O_2 + KOH = KCHO_2 + C_3H_8O$ s végül a propionsavas methylaetherből és kálilúgból propionsavas kalium és methyl-szesz jönnek létre: $C_4H_8O_2 + KOH = KC_3H_5O_2 + CH_4O$.

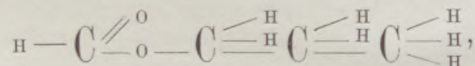
Ez eltérő viselkedésen legkevesebbé sem csodálkozunk, mihelyt ismerjük az egyenlő alkatú vegyületek szerkezeti különbségeit, a mikről az u. n. szerkezeti — structuralis — képletek legjobban képet nyújtanak. Ezek szerint a vajsav szerkezete a következő:



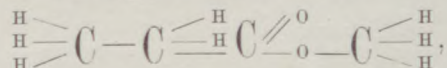
vagy egyszerűsítve: $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$; ebben az utolsó szén-atomhoz az oxygen révén kapcsolt hydrogen-atom a kálilúg hatására egyszerűen helyet cserél a kalium-atommal s vajsavas kalium, $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOK$ és víz, HOH , keletkeznek. Az eczetsavas aethylaether szerkezete már más:



vagy egyszerűsítve: $CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_3$; ebben a kálilúg hatására az oxygen-atomok után lévő kapcsolat megszakad és a molekula első töredéke a kaliummal eczetsavas kaliummá, $CH_3 \cdot COOK$, a második része a kálilúgból származó OH-lal borszeszszé, $HO \cdot CH_2 \cdot CH_3$, lesz. A hangyasavas propylaether szerkezete:



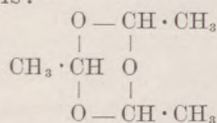
vagy egyszerűsítve: $HCOO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$; ebben a kálilúg hatására, szintén az oxygen-atomok után lévő kapcsolódás bomlik fel és az első töredék a kaliummal hangyasavas kaliummá, $HCOOK$, a második rész a lúgból származó OH-lal propyl-szeszszé, $HO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$, változik át. Az előbbiekel isomer propionsavas methylaether szerkezete:



vagy egyszerűsítve: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COO CH}_3$; a lúg hatására itt is az O-atom után szakad meg a kapcsolat és az első nagyobb töredék a K-atommal propionsavas kaliumot, $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOK}$, míg a hátsó kisebb rész a OH-lal methyl-szeszt, $\text{HO} \cdot \text{CH}_3$, képez.

A polymeriára álljon itt példaként az acetaldehyd, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, és a paraldehyd, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$, szerkezeti képlete.

Az előbbi: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array} - \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$, egyszerűsítve $\text{CH}_3 \cdot \text{CHO}$; az utóbbié ennek háromszorosa; vagyis:



Már e pár példából is megérthető, mennyire fontos a szerves vegyületek jellemzésére azoknak egyszerű (tapasztalati) molekula-képletei helyett a fentiekhez hasonló — habár egyszerűsített — szerkezeti képleteknek a használata, ilyenek nélkül számos esetben az egymással isomer vegyületeket jelölni képesek nem is volnánk, de a kémiai átváltozásokat is alig tudnók helyesen értelmezni. Éppen ezért rendkívül lényeges, habár nehéz feladat is, a szerves vegyületek szerkezetét minél nagyobb bizonyossággal megállapítani, a mi a legtöbb esetben csak azok lehetőleg számos kémiai átváltozásainak tanulmányozása révén lehetséges.

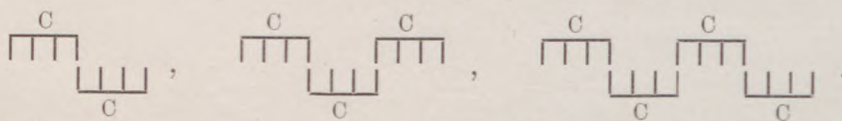
Szerkezeti különféleségek. Telített és telítetlen vegyületek.

A szén-atom négy-vegyértékűségéből következik, hogy az valamely egy-vegyértékű elemnek négy atomjával egyesülhet vagy két-vegyértékű elemnek két atomjával, valamint egyidejűleg egy három-vegyértékű és egy egy-vegyértékű atommal.

Ha azonban a molekula két vagy több szén-atomot tartalmaz, ezek együttes vegyértékei meglehetősen tág határok közt változhatnak; úgy azonban, hogy *mindig páros* vegyértékűek maradnak. E változhatóság okát a szén-atomok kapcsolódási módjában találjuk meg.

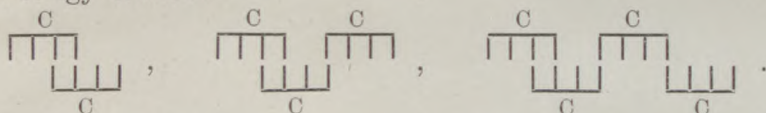
Két szén-atom kapcsolódására legegyszerűbb esetben egy-egy, tehát együtt egy pár vagyis két vegyérték lévén szükséges, az összekapcsolódott 2 atom 8 vegyértékéből még 6 marad szabadon, vagyis a két szén-atom mint hat-vegyértékű gyök viselkedik; hasonló kapcsolódások folytán 3-szén-atom nyolcz vegyértékű lesz; 4 szén-atom tíz-vegyértékű és így tovább; a mint azt a következő szerkesztésekből világosan láthatjuk, ha a négy-

vegyértékű szén atomot $\begin{array}{c} \text{C} \\ \text{[] [] [] []} \end{array}$ alakú négyágú fésűvel jelöljük:

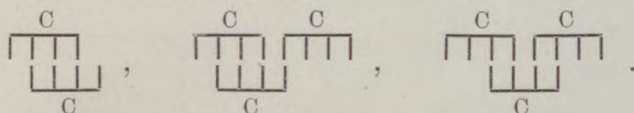


A szén-atomok *egyszerű* kapcsolódása esetén tehát a szélső két szén-atomnak 3—3, a közbensőknek 2—2 vegyértéke marad szabadon; ez esetben a szén-atomok számát (1, 2, 3, 4 stb) n betűvel jelölve, C_n gyök szabad vegyértékeinek száma $v = 2n + 2$ lesz, vagyis kettővel több, mint a szén-atomok számának kétszerese; p. ha $n = 1$ (vagyis C_1), vegyértéke lesz $2 \times 1 + 2 = 4$; éppen így ha $n = 2$ (vagyis C_2), a szabad vegyérték lesz $2 \times 2 + 2 = 6$; ha $n = 3$ (vagyis C_3), a szabad vegyérték $2 \times 3 + 2 = 8$; ha $n = 4$ (vagyis C_4), a szabadon maradó vegyértékek száma $2 \times 4 + 2 = 10$ és így tovább.

De ha már egyetlen helyen *kettős* kapcsolódás jön létre: 2 szomszédos szén-atom közt, akkor ugyanannyi szén-atomnak kettővel kevesebb vegyértéke marad, mint az egyszerű kapcsolódások esetén; tehát a szabad vegyértékek száma éppen kétszerese lesz a szén-atomok számának, vagyis C_n vegyértéke lesz $= 2n$; 2 szén-atomé tehát 4, 3 szén-atomé 6, négy szén-atomé 8 és így tovább:

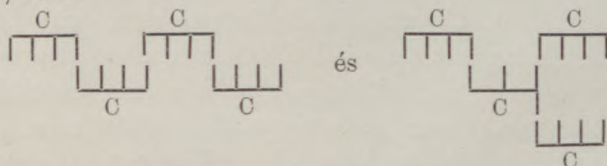


Ha aztán 2 helyen jön létre kettős kapcsolódás, vagy egy helyen *hármas* kapcsolódás, úgy ismét két vegyértékkal kevesebb marad szabadon; vagyis C_n vegyértéke lesz $= 2n - 2$, azaz kettővel kevesebb mint a szén-atomok számának kétszerese; tehát C_2 vegyértéke lesz $2 \times 2 - 2 = 2$, C_3 vegyértéke $2 \times 3 - 2 = 4$ és így tovább:

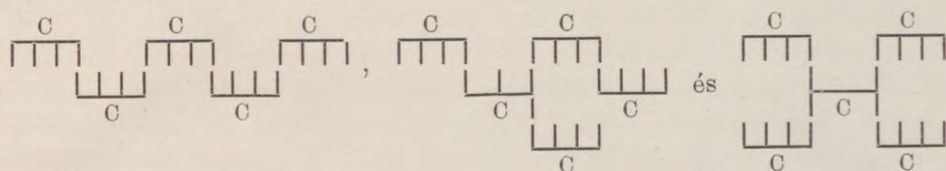


A mondottakból kitűnik, hogy ha még több kettős vagy hármas kapcsolódások létesülnek a szén-atomok közt, a szabad vegyértékek száma még jobban alászáll; úgy, hogy C_n szabad vegyértéke lehet $= 2n - 4$, $2n - 6$ sőt még kevesebb is.

A szerves vegyületek szerkezete azonban még attól is függ, vajjon mily sorrendben kapcsolódnak egymáshoz a szén-atomok. A most ismertetett *egyenes lánczolt* kapcsolódáson kívül lehetséges még *elágazó* kapcsolódás, a midőn valamely közbeneső szén-atom nemcsak 2 másikkal, hanem 3 sőt 4 szén-atommal kapcsolódik. Például 4 szén-atom egyszerű kapcsolódása kétféle lehet, u. m.:

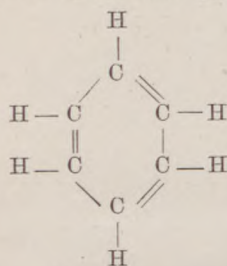


Hasonlóképpen 5 szén-atom egyszerű kapcsolódása 3-féle lehet:

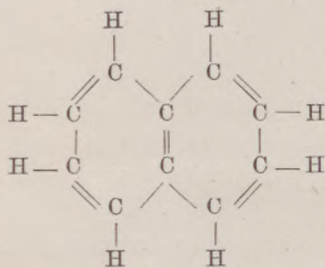


Több szén-atom kapcsolódása esetén még több ponton ismétlődhetik az, hogy közbeneső szén-atom 3 vagy 4 további szén-atommal egyesül, a mi az isomeria-esetek számát mind növelni képes.

Van azonban a szerves vegyületeknek olyan nagy csoportja is (nevezetesen a benzol és származékai vagyis az u. n. aromás vegyületek), melyekben a szénláncolat két szélső szén-atomja összekapcsolódván, *zárt szén-atom-gyűrű* képződik; így pl. a benzolban (C_6H_6) mindegyik szén-atom két



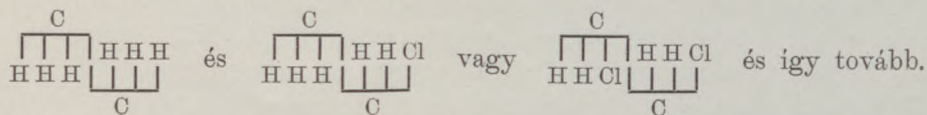
szomszédos szén-atomhoz kapcsolódik és pedig felváltva 1 és 2 vegyértékel, míg a negyedik vegyértéket egy-egy hydrogen-atom veszi igénybe. A naphtalinban meg ($C_{10}H_8$) *kettős szén-gyűrűt* tételünk fel:



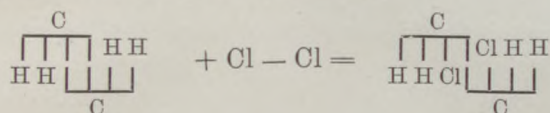
azonban vannak még komplikáltabb alakulások is.

Mekkora hatással van a szén-atomok egymás közt való kapcsolódási módja és rendje a vegyület egész jellemére, kitűnik abból is, hogy míg a kizárólag egyszerű kapcsolódással bíró szén-atomokat tartalmazó vegyületekbe újabb atomok csak a bentlévőknek *helyettesítése* árán léphetnek be, addig a kettős vagy hármas kapcsolódású szén-atomokat is tartalmazók *egyesülés* folytán is vehetnek fel újabb atomokat, a nélkül tehát, hogy a bentlévők közül valami kilépne. Éppen ezért az utóbbiakat *telítetlen*, az előbbieket *telített* vegyületeknek szokás mondani. A C_2H_6 -alkatú telített szénhydro-

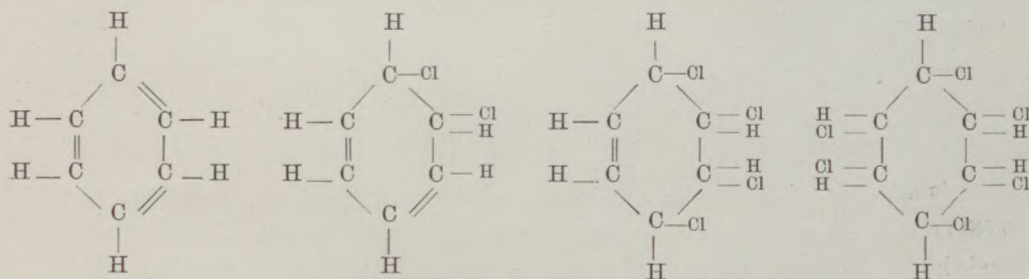
genbe tehát csak helyettesítés folytán léphet be pl. chlor, vagyis úgy, hogy minden belépő Cl helyett egy-egy H lép ki, mely egy másik Cl-atommal sósavat képez: $C_2H_6 + Cl_2 = C_2H_5Cl + HCl$, vagy: $C_2H_6 + 2Cl_2 = C_2H_4Cl_2 + 2HCl$; ezt a szerkezet mindjárt megmagyarázza:



Ellenben a C_2H_4 -alkatú telítetlen vegyület közvetetlenül egyesülhet 2 chlor-atommal, mert itt a kettős kapcsolódás egyszerűre válhatik és a felszabaduló két vegyérték révén 2 Cl felvételhetik:



Hasonló okból képes a benzol (C_6H_6), mint telítetlen vegyület, 2, 4, sőt 6 Cl-t egyesülés folytán felvenni, a szerint, a mint vagy 1 vagy 2 vagy mind a 3 helyen egyszerűre változik a kettős kapcsolódás:



Helyettesítések. (Substitutio.)

A szerves vegyületekből igen gyakran az által képezünk más vegyületeket, hogy azokban bizonyos gyököket vélők egyenlő vegyértékű egyszerű vagy összetett gyökökkel helyettesítünk. Az ilyen helyettesítő és egyenlő vegyértékű gyökök hasonló szerepűek lehetnek, úgy, hogy a képződött termék az eredeti testhez sokban hasonló viselkedésű lehet. Ha pl. az eczetsavban, $C_2H_4O_2$, egy, két vagy három H-atomot ugyanannyi Cl-atommal helyettesítünk, a származó termékek (mono-, di- és tri-chlorecezetsav) éppúgy egy-vegyértékű savak lesznek, mint maga az eczetsav. Számos esetben azonban a belépő új gyök — kivált ha több ilyen lép be — a keletkező termék jellemét meggyöngíti sőt meg is változtatja; pl. az anilin nevű vegyület ($C_6H_5 \cdot NH_2$) bázis, mely savakkal sókká egyesül; a chlor substituáló hatására belőle képződő chloranilin is ($C_6H_4Cl \cdot NH_2$) bázis, mely savakkal sókat képez; már a dichloranilin ($C_6H_3Cl_2 \cdot NH_2$) sói víz által könnyen elbomlanak, a

trichloranilin ($C_6H_2Cl_3 \cdot NH_2$) pedig savakkal többé nem egyesül. A C_2H_6 -alkatú semleges szénhydrogenből vagyis aethanból substituczió folytán képződő nitroaethan ($C_2H_5 \cdot NO_2$) és dinitroaethan, $C_2H_4(NO_2)_2$, határozottan savtermészetű vegyületek. A substituczió folytán belépő amid-gyök (NH_2) ellenben bázisos jellemet ad a substituczió termékének; pl. a benzol, C_6H_6 , semleges test, de az amidobenzol vagyis anilin ($C_6H_5 \cdot NH_2$) bázisos test.

Valamint az egy-vegyértékű H-t a szintén egy-vegyértékű Cl, Br, J, OH, NH_2 , NO_2 stb. gyökök helyettesíthetik, épp úgy lehet az O-t S-atommal, a N-t P-, As- vagy Sb-atomokkal helyettesíteni.

Hogy helyettesítő gyökök mekkora hatással vannak a keletkező vegyület egész viselkedésére, arra jellemző példaként szolgálhatnak az u. n. chromophor gyökök: az NO_2 vagy N_2 , O_2 , melyek valamely vegyület festőanyaggá való átalakulásának mintegy előfeltételeit képezik, a mennyiben az ily gyököket tartalmazó testek (chromogen-ek) maguk még ugyan nem festékek, de OH- vagy NH_2 -gyökök bevitelével folytán festékekké lesznek; a nitrobenzol ($C_6H_5 \cdot NO_2$) p. maga csak chromogen vegyület, de a belőle keletkező nitrophenol ($C_6H_4 \cdot NO_2 \cdot OH$) és nitranilin ($C_6H_4 \cdot NO_2 \cdot NH_2$) már festőanyagok. Több OH és NH_2 a festőképességet fokozza; p. az amidoazobenzol ($C_{12}H_9N_2 \cdot NH_2$) világos sárga, a diamidoazobenzol [$C_{12}H_8N_2(NH_2)_2$] narancsszínű, a triamidoazobenzol [$C_{12}H_7N_2(NH_2)_3$] barna színű vegyületek. A sók megint erősebb festékek, mint maguk a festő savak vagy bázisok.

Homolog vegyületek.

Ismerünk nagy számmal oly szerves vegyületeket, melyeket egymással olyképpen változtathatunk át, hogy egy C-atomhoz kötött H-atomot a CH_3 (methyl-) gyökkel helyettesítünk, a mi által a vegyület éppen CH_2 -vel fog gyarapodni. Így lehetséges például a CH_4 -alkatú methanból megkapni a C_2H_6 -alkatú aethant, ebből a C_3H_8 -összetételű propant, ebből megint a C_4H_{10} -alkotású buthant s így tovább a C_5H_{12} pentant, C_6H_{14} hexant és még egyebeket, melyek egymással mind homolog, vagyis hasonlatos szerkezetű vegyületek és mint ilyenek, egy homolog sort képeznek; ezek alkátát egy közös általános képlettel is jelölhetjük: C_nH_{2n+2} , a mi annyit tesz, hogy bennök a hydrogen-atomok száma kettővel több mint a szén-atomok kétszerese.

A C_2H_4 -alkatú szénhydrogen-vegyületből vagyis az aethylenből hasonlóan származtathatjuk a propylent: C_3H_6 , ebből a buthylent: C_4H_8 ..., vagyis a C_nH_{2n} -alkatú szénhydrogeneket, melyekben a hydrogen-atomok száma éppen annyi, mint a szén-atomoknak kettővel megszorozott száma. E vegyületek tehát egy másik homolog sort képeznek.

Egy harmadik homolog sorba tartoznak megint a C_2H_2 -alkatú acetylen homolog származékai: C_3H_4 , C_4H_6 ... vagy általános képlettel: C_nH_{2n-2} , melyekben a hydrogen-atomok száma kettővel kevesebb, mint a szén-atomok

kétszerese. További homolog sorok p. a C_nH_{2n-4} és a C_nH_{2n-6} -alkatú szénhydrogenek.

Szinte természetes, hogy ha ugyanabba a homolog sorba tartozó vegyületek egyenlő módon változnak meg, a belőlök keletkező termékek megint egymás homologjai lesznek. Például, ha a fentemlitett szénhydrogenekben egy-egy H-atomot az OH-gyökkel helyettesítünk, ez által oly vegyületek (alkoholok) képződnek, melyek újabb homolog sorokat képeznek; ezekben a C és H mennyisége ugyanannyi lesz, mint volt az illető szénhydrogenekben, mert a kilépő H atomot a belépő OH-gyök H-atomja pótolja s így a molekula gyarapodása minden esetben egy O lesz. A fentebb felsorolt homolog sorokból létrejövő újabb homolog sorok általános képletei e szerint csak annyiban módosulnak, hogy azokhoz egy-egy O-t függesztünk: $C_nH_{2n+2}O$, $C_nH_{2n}O$, $C_nH_{2n-2}O$... és így tovább. Ha ezekből az alkoholokból megint helyettesítés folytán 2H kilép és ezek helyére egy O lép be, ismét újabb homolog sorok (savak) keletkeznek; az előbbeni általános képletek ez által így módosulnak: $C_nH_{2n}O_2$, $C_nH_{2n-2}O_2$, $C_nH_{2n-4}O_2$... stb.

Hasonló jelenséget észlelünk akkor is, ha egyéb gyököket helyettesítünk; az eredmény az, hogy újabb homolog vegyületsorozatok keletkeznek.

E jelenség (homologia) annyiban is igen fontos, mert ily módon a legegyszerűbb vegyületektől (szénhydrogenektől) kiindulva, fokozatosan eljuthatunk a legbonyolultabb vegyületekig és az egyes homolog sorok közt mutatkozó összefüggést, illetőleg viszonyt megismerve, a tanulmányozást is felette megkönnyíthetjük; annál inkább, mert az összes szerves vegyületek mind csupa ilyen homolog sorokba oszthatók be.

A homologia fontosságát még inkább méltányoljuk, ha tudjuk azt, hogy az egyenlő általános képlet szerint alkotott, tehát ugyanabba a homolog sorba tartozó vegyületek egymáshoz a jellemző tulajdonságok tekintetében meglepő hasonlatosságot tanúsítanak. Ugyanis ugyanazon homolog sor tagjai egyenlő chemiai jelleműek; pl. ha az egyik tag szesz, úgy valamennyi az; ha az egyik sav vagy bázis, valamennyi sav, illetve bázis. Leghasonlóbbak mégis azok, melyek a sorozatban legközelebb állanak egymáshoz, tehát a melyek molekulái közt csak egyszer CH_2 a különbség; a távolabb állók a távolság arányában veszítenek hasonlóságaikból. Érdekes tudni azt, hogy a homolog sor legelső (legkisebb molekula-súlyú) tagja a legillékonyabb; ettől tovább haladva, az illékonyság fokozatosan csökken, tehát a forráspont emelkedik (még pedig többnyire minden CH_2 -nyi növekedésre 19–20°-nyi szabályszerű emelkedés észlelhető), a mi arra is képesít bennünket, hogy homolog vegyületek keverékéből ismételt lepárlás által a különböző forráspontú tagokat egymástól többé-kevésbé elkülöníthessük. Az olvadáspont a homolog vegyületek molekula-súly nagyobbodásával szintén arányos emelkedést mutat, sőt itt még az a szabályszerűség is mutatkozik, hogy a páratlan számú C-atomokat tartalmazó vegyületeknek aránylag alacsonyabb olvadáspontjuk van.

De a szabályszerűség nemcsak az illékonyság, hanem egyéb tulajdonságok pl. az oldékonyság tekintetében is mutatkozik. Vízen ugyan maguk a szénhidrogenek vagy éppen nem vagy csak alig oldhatók, de már az O-tartalmú vegyületek annál jobban, minél több bennök az oxygen. A zsírsavsorozatok (szesz, savak, aldehidek stb) homologjainál növekvő C-tartalommal a vízben oldhatóság fogy. — Vízen a benzol-származékok rosszaból oldhatók, mint az u. n. zsírsavsorozatok (zsirnemű vegyületek). Borszeszen a legtöbb szerves test oldható; aetherben is igen sok, de nem mind (pl. a glycerin sem).

Elnevezés. (Nomenclatura.)

Elnevezés tekintetében a szerves vegyületek birodalmában némi ingadozás uralkodik. A régi — nem egy esetben véletlenül nyert és így nem is jellemző — neveket a szerves vegyületek számának óriási szaporodásával szükségessé vált olyanokkal helyettesíteni, melyek az illető vegyület alkatát, sőt szerkezetét (kivált ha isomerjei vannak) lehető világosan megjelölik és félreértésekre alkalmat ne adjanak. Különösen kívánatos az, hogy az ugyanegy homolog sorozatba tartozó vegyületek nevei bizonyos hasonlóságot kapjanak, mely e vegyületek összetartozandóságát kifejezésre juttassa. Az elnevezésben azonban időnként egyes tekintélyes tudósok részéről különböző propozíciók tétetvén, elkerülhetetlenné vált az, hogy ugyanannak a vegyületnek több társneve (synonimája) is ne keletkezzék; másrésről pedig az egységes elvet szigorúan keresztül vinni annál kevésbé sikerült, mert számos vegyület szerkezetét kellőképpen még nem ismerjük, de meg az említett elv szerint képzett s gyakorta igen hosszú és nehezen emlékezetben tartható neveket a gyakorlati fontossággal bíró vegyületeknél egyszerűekkel és a közhasználatra alkalmasakkal volt szükséges helyettesíteni.

Az okszerű elnevezés főbb elvei egyébként a következők. A legegyszerűbb vegyületeket, a szénhidrogeneket, olyképpen nevezzük, hogy a szénatomok számára vonatkozó görög számnevek szótöveihez (a 4 első tagnál azonban már megszokott szótövekhez), a fokozatosan kisebbedő H-tartalom szerint az egyes homolog sorokban -an, -en, -in, -on, -un képzőket illesztünk. P. a C_nH_{2n+2} -alkatú telített szénhidrogenek (paraffinek) homolog sorának egyes tagjai lesznek: CH_4 methan, C_2H_6 aethan, C_3H_8 propan, C_4H_{10} buthan, C_5H_{12} pentan, C_6H_{14} hexan stb. A C_nH_{2n} -alkatú szénhidrogenek (olefinek) nevei lesznek: CH_2 methen, mások szerint methylen (ismeretlen vegyület), C_2H_4 aethen vagy aethylen, C_3H_6 propen vagy propylen és így tovább. A C_nH_{2n-2} sorozatban a C_2H_2 aethin (közönségesen acetylen); a C_nH_{2n-4} sorozatban az -on, a C_nH_{2n-6} -ban az -un képzők használatnak. Ugyanezen szénhidrogen-sorozatokból keletkező OH-tartalmú származékok (1-v.-é. alkoholok és savak) gyökeinek elnevezésében az -yl képző érvényesül (CH_3 methyl, C_2H_5 aethyl, C_3H_7 propyl s általában az alkoholokban alkyl, az eczetsavban a (C_2H_3O) acetyl-gyök); a többi soro-

conc. HJ-savval való hevítéssel (mikor jód fog kiválni) vagy natrium-amalgammal, mely víz jelenlétében H-t fejleszt s ez a képződése pillanatában az illető vegyülettel egyesül (pl. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + 2\text{H} = \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).

aldehyd

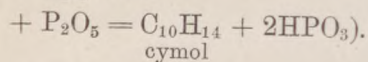
borszesz

Vízelvonás. Ez alatt nem a chemiailag kötött (p. kristályvíz) elvonását értjük, hanem a víz alkatrészeinek kiválását vízképződés közben. Ilyen hatást létesítenek: a conc. H_2SO_4 vagy KHSO_4 , a ZnCl_2 , a P_2O_5 stb. (pl. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ kaliumhydrosulfattal hevítve $= \text{C}_3\text{H}_4\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$, vagy $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O} +$

glycerin

acrolein

kámfor



cymol

A vízelvonás legkönnyebben oly vegyületeken végezhető, melyek OH-gyököt tartalmaznak; az ilyenekre jellemző, hogy fém-natriummal minden esetben H-t fejlesztenek (pl. $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{OH} + \text{Na} = \text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{ONa} + \text{H}$), phosphor-

borszesz

natr. aethylat

chlorid által pedig az OH Cl-ral helyettesíthető bennök (pl. $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{OH} + \text{PCl}_5 = \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$).

aethylchlorid

Vízbevitel. Ez néha csak közvetett úton sikerül, de gyakran közvetlen egyesülés folytán is [pl. $(\text{CH}_3 \cdot \text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}$].

eczetsav-anhydrid

eczetsav

Szénbevitel. E művelet fontos a szerves vegyületek felépítésére alacsonyabb széntartalmúakból. Egyike a legegyszerűbb eseteknek, a midőn a szerves vegyület széndioxiddal közvetlenül egyesül (pl. $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{ONa} +$

phenolnatrium

$+ \text{CO}_2 = \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$). Más esetekben a C-bevitel cyan-vegyülettel (pl. HCN ,

salicylsavas natrium

KCN), vagy COCl_2 által stb. történik (különösen kevés vízmentes AlCl_3 jelenlétében).

A szénbevitellel ellentétes művelet a szénelvonás, a mi gyakran CO_2 kiválasztás folytán megy végbe. Ilyen pl. ha az organikus sav Ca- vagy Ba-sóját BaO-dal, vagy natronmészszel (CaO és NaOH keveréke) hevítjük; a salicylsav pl. CaO-dal hevítve phenolt ad: $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 + \text{CaO} = \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OH} + \text{CaCO}_3$.

Kondenzáció. Azt értjük ez alatt, hogy két organikus vegyület egy komplikáltabbá egyesül, vagy egy vegyület több molekulája polymerizálódik. Ilyen folyamat pl. az, midőn az acetaldehyd paraldehyddé változik át: $3\text{C}_2\text{H}_4\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$; az ilyen folyamatnál kevés erős kénsav, zinkchlorid s efféle igen előnyösen hat és nem egyszer víz-kiválást is eredményez.

Zsírnemű (aliphatikus vagy alifás) vegyületek.

A szerves vegyületek két nagy csoportba sorozhatók.

Az egyikbe tartoznak a *zsírneműek* (alifás-ok), melyeket a metanból (CH_4) lehet leszármaztatni; ezért ezeket a metan származékainak is szoktuk mondani. Feltételezzük, hogy ezekben a szén-atomok nyílt láncz szemeinek a módjára kapcsolódnak egymáshoz; a láncz azonban lehet elágazó is.

A másik nagy csoportot az *illatos testek* (aromás vegyületek) képezik, melyeket a legegyszerűbb ide tartozó vegyület, a benzol (C_6H_6) után, a benzol származékainak is nevezhetünk; ezekben a szén-atomoknak zárt láncz szemeinek módjára történő kapcsolódását tételezzük fel.

Mindkét csoportba rendkívül sok vegyület tartozik, köztük számos orvosi szer.

A csoportok elnevezése arra vonatkozik, hogy az egyikbe tartoznak a zsirok, — de ezeken kívül igen sok oly vegyület is, melyek nem zsirok; a másikba pedig számos illatos test, de a mellett igen sok szagtalan vegyület is.

Vannak aztán oly szerves vegyületek, melyek e két csoport egyikébe sem sorozhatók, mert bonyolult alkatuk folytán még kellőképpen nincsenek tanulmányozva. Ezekkel külön fejezetben fogunk megismerkedni.

Az alifás vegyületek közt a következők érdekelnek bennünket leginkább.

Szénhydrogenek.

Ezek mind szénből és hydrogenből állanak s több homolog sorra oszthatók.

Fontosabbak és ismertebbek a $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, a C_nH_{2n} és $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ -alkatúak.

Telített szénhydrogenek.

A *telített szénhydrogenek* vagy *paraffin-szénhydrogenek* $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ -alkatúak. E sorozatból ismeretesek a következők:

CH_4 metan	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ hexadekan
C_2H_6 aethan	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ heptadekan
C_3H_8 propan	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ oktadekan
C_4H_{10} butan	$\text{C}_{19}\text{H}_{40}$ nonadekan
C_5H_{12} pentan	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ eikosan
C_6H_{14} hexan	$\text{C}_{21}\text{H}_{44}$ heneikosan
C_7H_{16} heptan	$\text{C}_{22}\text{H}_{46}$ dokosan
C_8H_{18} oktan	$\text{C}_{23}\text{H}_{48}$ trikosan
C_9H_{20} nonan	$\text{C}_{24}\text{H}_{50}$ tettrakosan
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ dekan	$\text{C}_{26}\text{H}_{54}$ hexakosan
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ undekan	$\text{C}_{27}\text{H}_{56}$ heptakosan
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ dodekan	$\text{C}_{31}\text{H}_{64}$ hentriakontan
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ tridekan	$\text{C}_{32}\text{H}_{66}$ dotriakontan
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ tetradekan	$\text{C}_{35}\text{H}_{72}$ pentatriakontan
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ pentadekan	$\text{C}_{60}\text{H}_{122}$ hexakontan

A 3 elsőnek nincs isomerje; butan van kettő; pentan három; hexan, heptan, oktan, nonan, dekan, valamint hexadekan több isomer módosulatban ismeretes. A 4 első tag gáz; az ötödiktől kezdve a többiek folyadékok, emelkedő forrásponttal; a 14-iktől (olv. p. + 5°) kezdve szilárdak, szintén emelkedő olvadásponttal.

Methan, CH₄. Szerves vegyületek felbomlásakor egyéb szénhydrogenekkel együtt gyakran képződik. Ez magyarázza meg, hogy a kőszén hevítése folytán kapott világító gáznak egyik fő elegyrésze (40% körül) s kőszénbányákban elég gyakorta fellép (bányalég, bányagáz), a hol veszedelmes robbanások okozójává válhatik. Mocsarak fenekén bomló növényi részekből is képződik (mocsárgáz), ez esetben sok CO₂-dal együtt. Hasonló ok folytán petroleumforrások közelében valóságos gázömléseket (gázforrásokat) képez, pl. a Káspi-tó mellett Bakuban és Éjszak-Amerikában is.

Készíteni egyebek közt eczetsavas natriumból lehet, ha azt szilárd maró lúggal vagy nátronlúg és oltott mész szilárd keverékével (u. n. nátron-mész) együtt hevítjük: $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4$.

Szintelen és szagtalan gáz. Meggyújtva, gyengén világító lánggal ég. Levegővel keveredve, a meggyújtáskor felrobban.

Petroleum-termékek. A többi paraffin-szénhydrogenek a nyers petroleumnak alkotórészei s valószínű, hogy ősvilági állatok hulláinak bomlási termékei; a mit valószínűvé tesz a nyers petroleumnak nagy hasonlatossága az állati anyagokból levegőkizárás mellett hevítés folytán (u. n. száraz lepárlás útján) keletkezett állati olajjal (oleum animale).

Petroleum legtömegesebben az éjszak-amerikai Egyesült-Államok területén Pennsylvániában, továbbá a Káspi-tó partvidékein Baku környékén, ezenkívül Galicziában, Romániában és egyéb helyeken található. Pennsylvániában mélyebb rétegekből szivattyúzzák, Bakuban önként is kiszivárog.

A petroleumból lepárlás útján különválasztják a különböző illékony-ságú (forráspontú) részleteket. A melegítés kezdetén az oldott szénhydrogen-gázok távoznak el belőle, aztán átdestillál az igen illékony és gyulékony *petroleum-aether* (hivatalos kémlelőszer), majd a *benzin* vagy *ligroin*, később a kevésbé illékony és nem annyira gyulékony *világító petroleum*, majd a kissé sűrűs *ásványi kenő olajok* s nem ritkán még a félsűrű *vaselin* sőt szilárd *paraffin* is.

A paraffint egyébiránt többnyire barnaszén vagy tőzeg (túrfa) száraz lepárlása folytán készítik, a midőn előbb olajszerű folyadék (solar-olaj) s később a paraffin megy át; itt is képződik azonban benzin és kenőolaj. — A Galicziában s Romániában található *ozokerit* csaknem tiszta paraffin; az egyszerűen megfehérített ozokeritet *ceresin* néven hozzák forgalomba; ez a szilárd paraffin mellett kevés ásványi olajat is tartalmaz, mely lepárlás útján elkülöníthető a paraffintól.

Mindezeket a petroleum-termékeket a hozzájuk tapadó kellemetlen szagú egyéb szerves vegyületektől (p. (C_nH_{2n+1})₂S-alkatú kénes vegyületektől)

maró kénsavval, maró lúggal, vízzel stb. történő mosással s egyéb eljárással igekeznek megszabadítani; így kapják belőle a szagtalanított (szalon-)petroleumot, a tisztított vaselint és paraffint. Ez azért lehetséges, mert e szénhydrogenek az említett erős szerek iránt igen közönyösek. [A paraffin név is innen származik: *parum affinis* = kevésbé rokon, kevésbé erőlyes.]

A mondottakból következik, hogy a felsorolt petroleum-termékek nem önálló vegyületek, hanem a különböző illékonyságú paraffin-szénhydrogenek keverékei s mint ilyeneknek sem határozott fajsúlyuk, sem állandó forrás- vagy olvadáspontjuk nincs.

A chemiai ható anyagok közt legerélyesebben hat rájuk a chlor, mely-lyel a H-atomokat közvetlenül lehet bennök helyettesíteni.

Telítetlen szénhydrogenek.

Aethylen. A C_nH_{2n} -alkatú u. n. *olefin-szénhydrogenek* (alkylenek) közt, vagyis az aethylen-sorozatban, első tag a C_2H_4 -alkatú *aethylen-gáz*, mint-hogy a CH_2 -alkatú methylen nem ismeretes. Az aethylen a világító gáznak egyik alárendelt alkotórésze (4–5%). Legolcsóbban készíthető borszeszből, ha azt nagyobb mennyiségű conc. kénsavval és kvarcshomokkal keverve, hevítjük; ilyenkor a kénsav mint vízelvonó hat: $C_2H_6O - H_2O = C_2H_4$.

Ez szintűgy, mint homologjai, telítetlen vegyület s így chlorral közvetlenül egyesülni képes. Éppen azért hívják az aethylen olajképző gáznak, mert az aethylenchlorid, $C_2H_4Cl_2$, olajszerű folyadék.

Acetylen. A C_nH_{2n-2} -alkatú szintén telítetlen szénhydrogen-sorozatból legfontosabb a legelső tag: az *acetylen*, C_2H_2 . Színtelen gáz ez, mely az elektromos fényívben izzó szénből H-atmosphaerában képződik. Ujabban calciumcarbiddből és vízből készítik világítási czélokra: $CaC_2 + 2HOH = Ca(OH)_2 + C_2H_2$. Sokkal szebben világít mint a világító gáz, de hátránya az, hogy már aránylag kis mennyiségben a levegőbe jutva, hevesen robbanó keveréket képez azzal. Fémekkel, pl. rézzel, igen hevesen robbanó vegyületeket alkot. Összenyomással folyadékká sűríthető, de ez magában is könnyen felrobbanhat és így rendkívül veszedelmes testnek tekintendő.

A szénhydrogenek haloid-származékai.

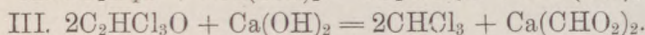
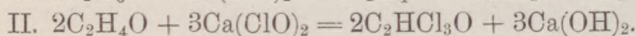
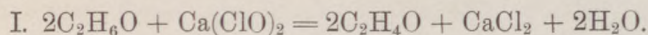
A szénhydrogenekben egy vagy több (sőt valamennyi) H-t lehetséges a halogen-elemekkel (F, Cl, Br, J) helyettesíteni. Az ilyennemű nagyszámú vegyületek közt van néhány hivatalos orvosi szer is; ilyenek a chloroform és jodoform.

Chloroform, $CHCl_3 = 119.5$.

Készíteni többnyire borszeszből szokták chlormésszel való főzéssel. (E végből 430 gr. chlormeszet $1\frac{1}{2}$ liter vízzel összedörzsölünk, 100 gramm égetett meszet és 100 köbcentimeter conc. borszeszt adunk hozzá és ezt üvegretortából desztilláljuk.

A chloroform-képződés itt a következő egyenlet értelmében folyik le:
 $4\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 16\text{CaOCl}_2 = 2\text{CHCl}_3 + 13\text{CaCl}_2 + 3\text{Ca}(\text{CHO}_2)_2 + 8\text{H}_2\text{O}.$

Valószínű, hogy a hatásnál előbb a borszeszből aldehid, ebből aztán trichloraldehid (chloral) keletkezik, melyből az oltott mész hatására chloroform és hangyasavas mész képződik a következő egyenletek szerint:



Az így készített chloroform nem tiszta, borszeszt és egyéb anyagokat tartalmaz; azért is a párlatot mésztejjel és calciumchloriddal rázzák jól össze, azután a különválasztott chloroformot ismételtén conc. kénsavval rázzák össze s végül újra desztillálják. Ujabban a chloroformot még meg is fagyasztják, hogy a meg nem fagyott tisztátalanságok eltávolítása után teljesen tiszta chloroformot kapjanak (Pictet-féle készítmény).

Könnyebb a chloral-ból (vagy ennek vízzel képezett vegyületéből: a chloralhydrat-ból) maró lúgokkal készíteni, a mikor igen tiszta chloroformot kapunk (*chloroformium e chloralo*): $\text{CCl}_3 \cdot \text{CHO} + \text{KOH} = \text{CHCl}_3 + \text{KCHO}_2$ (hangyasavas kalium).

A tiszta chloroform szintelen, sajátzerű, de nem kellemetlen szagú, édeses ízű folyadék. Vizben alig oldható; borszesszel, aetherrel keverhető. Fajsúlya 1·52; ezért a vízben fenékre száll. Könnyen párolog és 61·2°-on forr. Mintegy -70°-on megfagy. Ha platina-lemezen lángba tartjuk, nehezen ég; a lángból eltávolítva, mindjárt kialszik. Jól oldja a zsirokat, gyantákat, kaucsukot, jodot (bíboros-rózsaszínnel), alkaloidokat stb. Ezüstsókat oldatával nem ad csapadékot. Bedörzsölő-szerként alkalmazva mint fájdalomcsillapító és helyi érzéstelenítő hat; gőze tartósan belehelve, altató hatású. Borszeszben oldott kálilúggal hevítve elbomlik s jobbára hangyasav és sósav képződik belőle ($\text{CHCl}_3 + 4\text{KOH} = 3\text{KCl} + \text{KCHO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$).

A chloroformot igen könnyen felismerhetjük az által, hogy annak pár cseppjét anilin és borszeszben oldott maró kálilúg keverékével melegítjük; ilyenkor a rendkívül átható szagú isophenylcyanid keletkezik: $\text{CHCl}_3 + \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2 + 3\text{KOH} = 3\text{KCl} + \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NC} + 3\text{H}_2\text{O}.$

A nem teljesen tiszta chloroformban eltartás közben — kivált ha a napfény éri — oxidáció folytán a kellemetlen büzü s ártalmas carbonylchlorid és sósav keletkezik: $\text{CHCl}_3 + \text{O} = \text{COCl}_2 + \text{HCl}.$ Az ilyen módon megromlott chloroform igen híg ezüstnitrát-oldattal fehér zavarodást (AgCl) ad. Altató szerül ez semmiképpen sem használható. Megtisztítani az ilyen chloroformot úgy lehet, hogy azt magnesiumhydroxid-os vízzel alaposan összerázzuk; a víz ekkor a carbonylchloriddal CO_2 -t és sósavat képez ($\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$), a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ pedig a sósavat megköti. A víztől különválasztott chloroformot azután még a víz teljes elvonása végett megolvasztott calciumchloriddal vagy conc. kénsavval kell ismételtén rázogatva állni

hagyni s végül desztillálni. Az olyan chloroform, mely $\frac{1}{2}$ —1% borszeszt tartalmaz, sokkal állandóbb; ezért szoktak rendszeren igen kevés borszeszt hozzákeverni.

Aethylidenchlorid, $\text{CH}_3 \cdot \text{CHCl}_2$. Mint a szénhydrogenek egyéb chloros származékai, ez sem hivatalos, néha mégis orvosi szerként alkalmazzák. Ezt aethylchlorid ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) és chlor hevítése folytán vagy pedig a chloralgyártáskor kapják melléktermékkül. 59·9°-on forró szintelen folyadék; faj-súlya 1·2; érzéstelenítő hatású.

Jodoform, $\text{CHJ}_3 = 393\cdot5$.

Képződik borszeszből, jodból és maró lúgból, a midőn jodoformon kívül még hangyasavas só és alkali-jodid keletkezik: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{J}_8 + 6\text{KOH} = \text{CHJ}_3 + \text{KCHO}_2 + 5\text{KJ} + 5\text{H}_2\text{O}$. Készítése végett 32 gr. kaliumcarbonatot 80 gr. vízben feloldunk, 16 gr. 95%-os borszesszel elegyítjük, 70°-ra felmelegítjük és részletekben 32 gr. jodot adunk hozzá; a teljes elszíntelenedés után a képződött jodoformot szűrőn összegyűjtjük és vízzel megmossuk. A kaliumjodidot tartalmazó anyalúgból még tetemes mennyiségű jodoformot kaphatunk; e célból az anyalúgot 16—24 gr. sósavval és 2—3 gr. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -tal elegyítjük, hogy a jod kiváljék, minek megtörténtével a folyadékot kaliumcarbonattal közönbösítjük s még 32 gr. K_2CO_3 -ot, 16 gr. borszeszt és 6 gr. jodot adunk hozzá, miáltal megint ugyanannyi jodoform fog kiválni. A vízzel megmosott jodoformot borszeszből átkristályosítással teljesen megtisztíthatjuk.

Sárga hatszögű táblás kristálylemezekből álló, sajátos átható szagú vegyület. 119°-on megolvad; ha erősebben hevítjük, részben bomolva elillan; vízgőzzel desztillálható. Vízben nem, de borszeszben, aetherben könnyen oldható. A levegő és napfény együttes hatására lassacskán bomlik ($2\text{CHJ}_3 + 5\text{O} = 6\text{J} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Ezüstnitrát-oldat ezüstjodid képződése közben elbontja.

Ha tiszta a jodoform, hevítve maradék nélkül elillan; maradék, valamely só jelenlétét bizonyítja.

Szeszek. (Alkohol-ok.)

Ezek a szénhydrogenek OH-os származékai. Ha ugyanis a telített (paraffin-) szénhydrogenekben egy vagy több H-atomot ugyanannyi hydroxylgyökkel (OH) helyettesítünk, egy- vagy több-vegyértékű szeszek keletkeznek. A szeszt annyi vegyértékűnek mondjuk, a hány OH-t tartalmaz.

Az egy C-atomot tartalmazó szénhydrogenből azonban csak egy-vegyértékű szesz származhatik, mert egy C-atom csak egy OH-t képes magához kötni. A több C-atomot tartalmazó szénhydrogenből ellenben származhatik éppúgy egy-vegyértékű valamint több-vegyértékű szesz; legfeljebb azonban csak annyi vegyértékű, a hány C-atom van a molekulában. Két C-atommal tehát 1- és 2-vegyértékű, 3 C-atommal, 1-, 2- és 3-vegyértékű szeszek lehetségesek és így tovább.

A szeszek közt számos isomeria-eset lehetséges, de csak akkor, ha legalább is 3 C-atom van a molekulában. Az isomeria-eseteket az okozza, hogy az OH egyszer oly (szélső) C-atomhoz van kapcsolva, mely csak egyetlen másik C-atommal van közvetlen összeköttetésben, míg máskor az OH oly (közbülső) C-atomhoz kapcsolódik, mely két, sőt három további C-atommal áll közvetlen összeköttetésben. Az egy-vegyértékű szeszeket éppen a szerint nevezzük első-, másod- és harmadrendűeknek (primaer, secundaer és tertiaer), a mint az OH-val kapcsolt C-atom egy, két vagy három további C-atomhoz van kapcsolódva, vagy — a mi egyre megy — a mint az OH-t kapcsoló C-atom 2 vagy 1 atom H-val van vagy pedig éppen semmi H-atommal sincs kapcsolatban; például:

$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ elsőrendű (primaer) vagy normal-buthylalkohol,
 $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_3$ másodrendű (secundaer) buthylalkohol,
 $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{COH} \cdot \text{CH}_3$ harmadrendű (tertiaer) buthylalkohol.

Az elsőrendű szeszekben tehát a CH_2OH , a másodrendűekben a CHOH és a harmadrendűekben a COH atom-csoportnak kell bent foglaltatni.

Lehetséges azonban az is, hogy az isomer alkoholok mindegyike elsőrendű; ilyenkor az egyik a normal-szénhydrogentől, a másik az isomerjétől származik; például a normal-pentanból ($\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$) származik egy elsőrendű alkohol: a normal-amylalkohol $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$ vagy rövidített írással: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$, míg az iso-pentanból ($\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$) származó szintén elsőrendű alkohol az iso-amylalkohol (vagy társnevéen erjedési amylalkohol): $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix} > \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ vagy rövidített írással $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$.

Az első-, másod- és harmadrendű szeszek oxidáló szerekekkel szemben eltérően viselkednek. Ilyenkor az elsőrendű szeszből első sorban u. n. *aldehyd* keletkezik (azáltal, hogy a CH_2OH -csoportból 2 H kilép és vízzé lesz s a CH_2OH -csoport CHO -vá lesz, mely az aldehydre jellemző), a másodrendű szeszből ugyancsak 2 H vesztés folytán u. n. *keton* keletkezik (midőn a CHOH -csoport CO -csoporttá lesz, a mi a ketonra jellemző), a harmadrendű szesz oxidációra ketté szakad és kisebb molekulájú savakká változik át.

A szeszekben foglalt H-atomok közül azok, melyek a C-hoz vannak közvetlenül kapcsolva, nemleges gyökökkel (p. Cl-ral) helyettesíthetők; ellenben az OH-ban levő H-eket tevőleges gyökökkel vagy fémekkel (p. Na-mal) lehet helyettesíteni.

Egyébként a szeszek semleges kémhatású vegyületek; a kisebb molekula-súlyúak vízben oldhatók, de az oldhatóság növekedő molekula-súlylyal fokozatosan csökken s végül teljesen megszűnik; a több-vegyértékűek általában édes ízűek s nevüket is részben a görög glykos (= édes) szótól kapták, p. a két-vegyértékű glykol-ok és a három-vegyértékű glycerin-ek. Különben pedig neveikben a bennök foglalt szénhydrogen-gyökök nevei (p. az egy-vegyértékű methyl-, aethyl-, a 2-vegyértékű aethylen-, propylen-, a 3-vegyértékű propenyl- stb.) szerepelnek.

Egy-vegyértékű telített szeszek.

Az egy-vegyértékű alkoholok csoportjába több homolog sorozat tartozik, u. m. a $C_nH_{2n+1}OH$ vagyis $C_nH_{2n+2}O$ képlet szerint alkotott telített szeszek, melyekben a C-atomok kapcsolódása egyszerű (olyan mint a paraffin-szénhidrogénekben); a $C_nH_{2n}O$ -alkatúak, melyekben a C-atomok közt egy helyen kettős kapcsolódás van (mint az aethylen-ben láttuk) és a $C_nH_{2n-2}O$ -alkatúak, melyekben egy helyen hármas a kapocs (mint az acetylen-ben); ezek telítetlenek. Mindezek közt legfontosabbak a $C_nH_{2n+2}O$ vagyis $C_nH_{2n+1}OH$ -alkatú egy-vegyértékű szeszek. E sorozat főbb tagjai a következők.

Methylalkohol vagy faszesz. $CH_3 \cdot OH = 32$. A fa száraz lepárlásának egyik mellékterméke. Az üzemben képződő vizes folyadékot a kátránytól különválasztják, a benne lévő ecetsavat mésszel lekötik és a methyl-szeszt ledesztillálják. Tisztítás végett a destillatumot (u. n. nyers faszeszt) vízzel elegyítik s a kiváló olajos részekről elkülönítve, vízelvonás végett égetett mészről újból átpárolgatatják. Az így tisztított faszesz ipari céloknak megfelel, habár még nem tökéletesen tiszta is.

Tiszta állapotában szintelen folyadék; fajsúlya 0.79; forráspontja 66°. Számtalan — vízben nem oldható — testnek (zsírok, gyanták, organikus vegyületek) oldószere. E tekintetben és egyébként is sokban hasonlít a borszeszhez, mely helyett ipari célokra alkalmazzák. Meggyújtva halvány lánggal ég. Vízzel elegyítve és belsőleg véve megrészeget, tömény állapotában mérgező hatású.

Aethylalkohol vagy borszesz, $C_2H_6O = C_2H_5 \cdot OH = 46$. Készítése a szőlő-cukor (glykose) szeszes erjedésén alapul, ezért az erjesztett szeszes italoknak (bor, sör, gyümölcspálinkák stb.) alkotórésze.

A szeszgyárakban keményítőtartalmú anyagokból készítik, úgy, hogy előbb a keményítőt cukorra változtatják, azután ezt kierjesztik s végül a szeszt lepárlással elkülönítik.

E végből a burgonyát megfőzik és összezúzzák; vagy a kukoriczát, gabonát megdarálják és beáztatják. Azután csiráztatott árpa darájával (maláta) és vízzel összegyúróják s 60–65°-on cukrosítják, a mit a csirázott árpában lévő (s a sikérből keletkezett) *diastase* létesít a keményítő és víz egyesítése folytán ($C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$). Ennek megtörténtével a szilárd részekről elkülönített cukros folyadékot 18–20°-ra lehűtik és élesztőt adnak hozzá. Az élesztő igen apró (alig pár századrész millimeter átmérőjű) tojásdad sejtekből áll, melyek egy sajátos bomlasztó anyagot választanak ki magukból, a mi a glykose-cukrot szénsavvá és borszeszszé változtatja át: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$. E két főtermék mellett kevés glicerin, borostyánkősav és még a borszeszszel homolog szeszek: propyl-, isobuthyl- és főképpen iso-amyalkohol is képződnek. Az erjedés befejeztével a lepárlás következik,

midőn a borszeszszel együtt víz és a többi szeszek és egyéb illékony anyagok párolognak át s a nyers spiritus-t szolgáltatják. Ezt ismételt átpárologtatással erősítik és alkalmas készülékekkel a víztől s a kellemetlen szagú egyéb szeszekről lehetőleg megszabadítják, sőt a többi szeszek (u. n. pálinkaolaj) teljes eltávolítása céljából kiízzított faszénen átszűrik. Ez lesz az u. n. tisztázott szesz (spiritus vini rectificatus conc.), melyben legalább 90% szesz van, de lehet 94–96% is. Az utolsó néhány százalék víz eltávolítása csak vízelvonó szerekkel történhetik (vízmentes kénsavas réz, kihevített szénsavas kalium, égetett mész stb.), melyekkel a szeszt hosszabb ideig együtt állani hagyjuk, sőt melegítjük és végül lepároljuk; — így kapjuk a teljesen vízmentes szeszt (*alcohol absolutus*).

Szintelen, kellemes szagú, égető ízű folyadék ez. Fajsúlya 0.794. Forráspontja 78.4°. Csak –130.5° hőmérsékleten fagy meg. Meggyújtva alig világító kékcsalánggal ég. Számos testnek oldószere, olyanoknak is, melyek vízben nem vagy alig oldhatók (jód, zsírok, gyanták, alkaloidok és számos organikus vegyület). Ezért mint oldószert nemcsak az iparban, hanem gyógyszerek (tinktúrák, extractumok stb.) elkészítésére is számos esetben alkalmazzák. Vízrel minden arányban elegyíthető, de ilyenkor megmelegszik és térfogat-kisebbedés mutatkozik (leginkább akkor, ha 49.8 térf. vizet és 53.9 térf. alkoholt elegyítünk a $C_2H_6O + 3H_2O$ képlet szerint, miért is e hidrat képződése valószínű). Az aethylalkohol belsőleg alkalmazva mérgező, vízzel felhígítva részegséget okoz (szesz italok). Az elég erős borszesz a fehérjét megalvasztja, a mikroorganizmusokat elöli, ezért anatómiai készítmények eltartására gyakran alkalmazzák.

A gyógyszerkönyv *spir. vini concentratus*-a 90 térf.-% szeszt, a *spir. vini dilutus* 70%-ot tartalmaz.

Ezt szeszmérővel (úszó sűrűségmérő) mérhetni meg, azon hőmérsékletre hozva a szeszt, melyre a szeszmérő fokai érvényesek. Az ilyen fajsúlykülönbségen alapuló szeszmérő azonban csak akkor mutat helyesen, ha a szesz folyadék csupán szeszt és vizet tartalmaz; más esetben a folyadékot feléig átpárologtatjuk s a destillátumot lepárolt vízzel az eredeti térfogatra kiegészítjük s ebben mérjük a szeszt (így a bor, sör, édes pálinkák vizsgálatakor).

A hivatalos szesz ne legyen sárga (a hordóból származó festőanyagoktól); ne tartalmazzon csersavat (szintén a hordó fájából), mely a narcoticus növényi részek kivonásakor azok alkaloidjainak kicsapódását okozhatná; ne legyen benne bűzös pálinkaolaj (főképpen erjedési amylalkohol) s ezért elpárologtatáskor ne hagyjon hátra kellemetlen szagú maradékot, se pedig NaOH-dal gyengén lúgossá téve s 1–2 cm. vízzel csekély maradékra (a szesz elűzéseig) párologtatva s aztán híg kénsavval megsavanyítva, ne árasztson bűzös pálinkaolaj-szagot; végül töm. kénsav fölé rétegezve, az érintkező felületen ne képezzen vörös színeződést (ily szín a cukorgyártási maradékból: a melasse-ból készített szeszen mutatkozik).

Isoamylalkohol (erjedési amylalkohol, pálinka- vagy zaha-olaj), $(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH} = 88$. A szeszgyártáskor mellékesen képződik s a szesz rektifikálásakor az utolsó részletben párolog át. Ha nincs megtisztítva, propyl- s isobuthylalkohol, sőt furfurol és egyéb vegyületek is vannak benne.

Szintelen, átható, kellemetlen s köhögésre ingerlő szagú folyadék. Fajsúlya 0.82. Forráspontja 131° . Vízrel minden arány szerint nem elegyíthető; mintegy 50-szer annyi vízben oldható (13.5° -on). Vízrel hígítva még részegítőbb mint a borszesz; tiszta állapotában mérgező.

Mint kémszer hivatalos (*alcohol amylicus*).

Cetylalkohol, $\text{C}_{16}\text{H}_{33} \cdot \text{OH}$. Vízben oldhatatlan, de borszeszből jól kristályosítható fehér szilárd test; olvadáspontja 50° . Palmitinsavhoz kötve (cetyl-palmitinat) a cetaceum alkotórésze; a lúdak zsírmirigyében is megtalálható.

Cerylalkohol, $\text{C}_{27}\text{H}_{55} \cdot \text{OH}$. 79° -on olvadó vegyület; borszeszből kristályosítható. Palmitinsavhoz és cerotinsavhoz kötve a máktokok bevonataként, cerotinsavhoz kötve pedig a chinai viaszban foglaltatik.

Myricylalkohol, $\text{C}_{30}\text{H}_{61} \cdot \text{OH}$. 85° -on olvadó és aetherből kristályosítható vegyület. A palmitinsavas myricyl a méhviasznak borszeszben oldhatatlan részét képezi.

Egy-vegyértékű telítetlen szeszek.

Az előbbieken ismertetett és $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} \cdot \text{OH}$ -alkatú egy-vegyértékű szeszeken kívül ismerünk olyanokat is, melyekben bizonyos szomszédos szén-atomok többes kapcsolódása folytán aránylag kevesebb a H-tartalom. Ezek közül felemlítésre méltóbbak a következők:

Vinylalkohol, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} = \text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{OH}$. Ez az aethylaether oxidációja folytán keletkezik; akkor is, ha az aether a napfényen áll és levegővel érintkezik. Az aetherből vízzel kivonható; kálilúg elbontja.

Allylalkohol, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} = \text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$. A nyers faszeszben csekély mennyiségben található vegyület. A glicerinnél ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) keletkezik, ha azt sóska-savval együtt hevítjük.

Két-vegyértékű szeszek.

Ezekben két OH-gyök foglaltatik. Ilyen a többek közt az:

Aethylenglykol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2 = \text{OH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$. Édes ízű, 1.125 fajsúlyú, 197° -on forró s vízben oldható folyadék. 2-v.-é. szesz, melyből oxidáció folytán glykolsav és oxalsav képződik.

Három-vegyértékű szeszek.

Ezek három OH-gyököt tartalmazó, édes ízű, sűrűs folyadékok. Hivatalos köztük a glicerinnél.

Glycerin, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 = \text{CH}_2(\text{OH}) \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2(\text{OH}) = 92$. A glicerinnél a cukor szeszes erjedésekor képződik s így a nem desztillált szeszes italoknak (bor, sör) elegyrésze.

Készíteni a zsírok elszappanosítása folytán lehet; így a szappangyártásnál, ólomtapasz-főzésnél s különösen a stearin-készítésnél mellékterméskül kapják. A stearingyertya-gyárakban a fagygyut vízzel és kevés (mintegy 4%-nyi) mészszel autoklav-okban (nagy gőznyomás alatt) hevítik; ilyenkor a zsírsavas glycerylből, a mész és víz szappanosító hatására, zsírsavas calcium és zsírsav meg glycerin képződik, mely utóbbi a vízben oldódik. Ezt azután túlhevített vízgőzzel együtt átdestillálják. Az ólomtapasz gyártásakor kapott glycerines vízből előbb az ólmot H_2S -gázzal teljesen kicsapják (PbS) s a vizes glycerint aztán destillálják.

Sűrű, igen édes, szintelen folyadék. Hidegben megfagy, de $17-20^\circ$ -on megolvad. 290° -on forr s ilyenkor — ha nem teljesen tiszta — bomlik is (víz és a kellemetlen égett zsír szagával bíró akrolein képződése közben); kis nyomás alatt azonban alacsonyabb hőmérsékleten forr s ilyenkor bomlás nélkül destillálható. Vízgőzzel együtt párolog. 150° -ra hevítve és meggyújtva kékes, nem világító lánggal ég. Vízzel és borszeszszel bármely arányban elegyíthető; de aetherben és chloroformban oldhatatlan. A vízmentes glycerin fajsúlya 1.26, de ezt a víztartalom fokozatosan lejjebb szállítja.

A gyógyszerkönyv a glycerin azonossági próbájául azt írja elő, hogy pár csepp glycerin egy kémcsőben $KHSO_4$ -tal együtt hevítve, vízvesztés folytán bűzös akrolein-t fejleszt: $C_3H_8O_3 - 2H_2O = C_3H_4O$. A megengedettnél több víztartalom jelenléte az előírt fajsúly csökkenése által állapítható meg. Fémek jelenléte (Pb , Ca , alkáli) nincs megengedve, sem pedig a cukorszörppel lehetséges hamisítás.

Háromnál több-vegyértékű alkoholok.

A négy- és több-vegyértékű alkoholok édes ízű, kristályos testek, melyek némelyike a cukrokhoz közeli viszonyban áll.

Gyógyszerészi érdekű köztük a:

Mannit, $C_6H_{14}O_6 = CH_2(OH) \cdot (CH \cdot OH)_4 \cdot CH_2 \cdot OH$. Ez hat-vegyértékű alkohol, mely a *Fraxinus ornus* szárított nedvében: a manna-ban, valamint a zeller-növényben, az aconitum-gumókban és még számos növényben megtalálható.

Készíteni lehet az *Agaricus integer* nevű taplógomba borszeszszel való kivonása által (mintegy 20% mannit van benne) vagy a manna tojásfehérjével derített s állati szénnel szintelenített vizes kivonatából ismételt átkristályosítással.

Szintelen tűalakú vagy hasábos kristályokból áll. 166° -on olvad; fajsúlya 1.5. Vízben elég jól oldható, vizes borszeszben is; aetherben oldhatatlan. Édes ízű. Szublimálható, de ilyenkor egy része elbomlik. A cukrokhoz való rokonsága kitűnik abból, hogy a glykose-cukrok redukció (Na -amalgam) által $2H$ felvétele folytán mannittá lesznek.

A mannitnak több isomerje van; ilyenek pl. a madagaskar-i mannában foglalt *dulcit* vagy a némely gyümölcsben található *sorbit*.

Egyszerű és vegyes aether-ek.

A szénhydrogen-gyökök (alkohol-gyökök) oxygennel képezett vegyületeit vagyis oxidjaít *aether*-eknek nevezzük. Olyanféle vegyületek tehát ezek, mintha az alkoholok anhydridjei lennének, s ha az alkoholokat a fémhydroxidokkal analog vegyületeknek tekintjük, úgy az aetherek a fémoxidoknak felelnek meg; például:

$K-OH$ kaliumhydroxid, C_2H_5-OH aethylalkohol;

$K-O-K$ kaliumoxid, $C_2H_5-O-C_2H_5$ aethylaether.

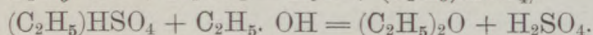
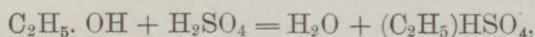
Ha az aetherben egyféle szénhydrogen-gyök foglaltatik, akkor az *egyszerű aether*, például: $(CH_3)_2O$ methylaether, $(C_2H_5)_2O$ aethylaether; ha azonban a két gyök kétféle, akkor az *vegyes aether*, például: $CH_3.O.C_2H_5$ methylaethylaether.

Az aetherek primaer és secundaer alkoholok gyökeit tartalmazhatják, de tertiaer alkoholokét soha.

Az aetherek a víznél kisebb fajsúlyú folyadékok s vízben alig vagy éppen nem oldhatók; szeszekkel elegyíthetők. Számos testnek, különösen organikus vegyületeknek, jó oldó szereit; például zsiroknak, alkaloidoknak.

Aethylaether, (*aether sulfuricus*, *kénaether*), $(C_2H_5)_2O = 74$.

Az aethylaether legczélszerűbben borszesz és kénsav keverékének forralása útján készíthető; (ezért kapta régebbi nevét: *aether sulfuricus*, bár kén nincs benne). Ilyenkor mindenek előtt víz és aethyl-kénsav képződik, mely utóbbi a borszesz újabb mennyiségeivel magasabb hőmérsékleten aethert és ismét kénsavat képez:



E műveletet legczélszerűbben úgy végezik, hogy 9 rész conc. kénsav és 5 rész (90%-os) borszesz keverékét hűtővel ellátott üvegkészülékben forrásig hevítik és lassacskán borszeszt csorgatnak a forró folyadékba. Az átpárolgó aether borszeszt és vizet víz magával sőt kénessavat is, mely a kénsav redukciója folytán keletkezik; e folyamatnak a kénsav egy idő múlva áldozatául esik, annál hamarabb, minél magasabb a hőmérséklet. Az aether-képződésre legalkalmasabb 135—145°; ezen túl a folyamat megakad s helyette más lép fel. A nyers aethert megmossák előbb mésvízzel való összerázással (a kénessavtól), majd ismételtén igen kevés vízzel (a borszesztől) s végül a teljes szárítás végett megolvasztott $CaCl_2$ -dal vagy P_2O_5 -dal állni hagyják s erről lepárolják. — A régi aethert vinylalkohol tisztátalaníthatja.

A tiszta aethylaether szintelen, igen híg, könnyen mozgó folyadék. Sajátságos, átható, de nem kellemetlen szaga van. Fajsúlya 0.72 (15°-on).

Rendkívül gyorsan párolog, miközben tetemesen lehül, miért is jéggépekben mesterséges jég készítésére használható. Forráspontja 34.6° . Rendkívül gyúlékony; gőze a levegőnél nehezebb, levegővel keveredve s meggyújtva, heves robbanással ég el; ezért igen tűzveszélyes s a vele való bánás a legnagyobb óvatosságot igényli. Csak -129° -on fagy meg. Vízrel bármely arányban nem elegyíthető; de 17.5° -on 12-szer annyi vízben feloldódik s viszont az aether is képes kevés vizet oldani. Borszesszel keveredik s 1 rész aether és 3 rész borszesz keveréke az u. n. Hoffmann-féle cseppek (*Spiritus Hoffmanni* vagy *spir. aethereus*). Belélegezve, altató hatású.

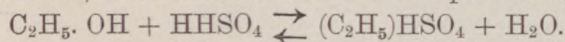
Vizsgálata a fajsúly és forráspont meghatározásán kívül a borszesztartalomra ejtendő meg, úgy, hogy osztályozott csőben (aether-próbacső) egyenlő térfogatú vízzel összerázzuk és kissé állni hagyjuk; ilyenkor az alul meggyűlő víznek legfeljebb $\frac{1}{10}$ résszel szabad térfogatban szaporodnia s ugyanannyival az aethernek megfogynia; ennél nagyobb oldhatóság borszesz jelenlétére mutat. A nem rektifikált szeszből készített aethert amyl-aether is tisztátalaníthatja; a nyers aethert (aether crudus) kénessav is, melytől savas kémhatású lehet.

A aether néhány extractum és tinctura készítésében mint oldószer (kivonószer) használatos.

Összetett aetherek (Ester-ek).

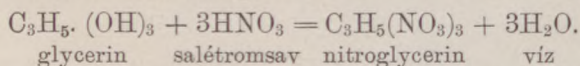
Ezek a szeszgyökök (alkohol-gyökök) vegyületei anorganikus vagy organikus savmaradékokkal.

Ilyen pl. az *aethylsulfat*, $(C_2H_5)_2SO_4$ vagy az: **Aethylhydrosulfat**, $(C_2H_5)HSO_4$, mely borszesz és kénsav keverése folytán (víz mellett) keletkezik s így az *Elixirium acidum Halleri*-nek elegyrésze, melyben a tökéletlen (megfordítható) átalakulás folytán mindig van nagyobb mennyiségű borszeszen kívül szabad kénsav is, a mint azt a következő képződési egyenlet feltünteti:



Ez átalakulás csak bizonyos idő elteltével jut el a körülményektől függő egyensúlyi helyzetig.

Ugyancsak az összetett aetherek közé tartozik a: **Glycerylnitrat** vagyis **nitroglycerin**, mely glycerinből conc. salétromsav és conc. kénsav elegyének hatására keletkezik s az utólagos vízhozzáadásra mint olajos folyadék válik le:



A kénsav jelenléte arra való, hogy a keletkező vizet — mely a hatást gyöngítene — lekösse.

A nitroglycerin mérgező hatású szer; ütésre, hevítésre borzasztó erővel felrobban. Kovafölddel (infusorium-föld) felitatva a *dynamit*-ot szolgáltatja, mely ütésre nem robban oly könnyen és így a vele való bánás kevesebb veszedelemmel jár; ezt gyutacs csál szokták felrobbantani.

Az organikus savaknak számos fontos összetett aethere van; ezekről az illető savaknál lesz szó.

Az alkoholok kénes származékai.

Az alkohol-gyökök, valamint OH-lal alkoholokat, O-nel pedig aethereket képeznek: úgy a SH-gyökkel u. n. *mercaptan*-okat és S-ral *sulfid*-okat alkotnak. A mercaptanok e szerint kénes alkoholoknak tekinthetők, pl. a $C_2H_5 \cdot SH$ -alkatú *aethylmercaptan* (roppant átható szagú vegyület); viszont a sulfidok kénes aethereknek felelnek meg, pl. a $(C_3H_5)_2S$ *allylsulfid* (a foghagyma-olajban). — Mindezek gyógyszerési szempontból nem igen fontos, erős szagú vegyületek.

Organikus savak.

Az organikus savakra jellemző a $CO \cdot OH$ egy-vegyértékű *carboxyl* atom-csoport, melyben a H-t fémekkel lehet helyettesíteni, a midőn az org. savak sói képződnek. A hány carboxyl van a savban, annyi vegyértékűnek mondjuk azt. Ez a carboxyl-csoport az org. savakban szénhydrogen-gyökökhöz (alkohol-gyökökhöz) van kapcsolva; a hangyasavban kivételesen hydrogenhez.

Az organikus savak az alkoholokból oxidáció folytán képződhetnek, midőn a szeszen lévő $CH_2 \cdot OH$ -gyökökből a H_2 kioxidálódik és vízzé lesz, a helyére lépő O pedig a $CH_2 \cdot OH$ -gyököt a carboxyl-gyökké ($CO \cdot OH$) változtatja, mi által a vegyület sav-karaktert nyer.

Egy-vegyértékű zsírsavak.

Ezek a $C_nH_{2n+1} \cdot OH$ -alkatú egy-vegyértékű szeszek oxidációja folytán képződven, 2H-nel kevesebbet és egy O-nel többet tartalmaznak mint azok; általános képletük tehát $C_nH_{2n}O_2$ vagy $R \cdot CO \cdot OH$, a hol az R valamely 1-v.-é. szeszgyököt (methyl, aethyl, propyl stb.) jelent és csak a hangyasavban H-t

E savak a szerves világban elég gyakorta fellelhetők és pedig úgy a növényi valamint az állati szervezetekben. Rendszerint ugyan nem szabadon, hanem alkoholokhoz kötve, tehát mint összetett aetherek. Különösen a homolog sor némely magasabb tagjai, glycerylhez kötve képezik a zsirokat s éppen innen kapták mind e savak *zsírsav* nevüket.

A zsírsav-sorozat kezdő tagjai (a kisebb molekula-súlyúak) igen erős savak, akár csak a szervetlen savak; vízben oldható folyadékok ezek szabályosan emelkedő forrásponttal. Az oldhatóság és az erélyesség azonban a magasabb tagoknál fokozatosan csökken. A legmagasabb tagok már vízben oldhatatlan szilárd testek, emelkedő olvadásponttal; ezek bomlás nélkül nem is desztillálhatók.

Hangyasav (*acidum formicicum*), $CH_2O_2 = H \cdot CO \cdot OH = 46$. A zsírsav-sorozat legelső tagja.

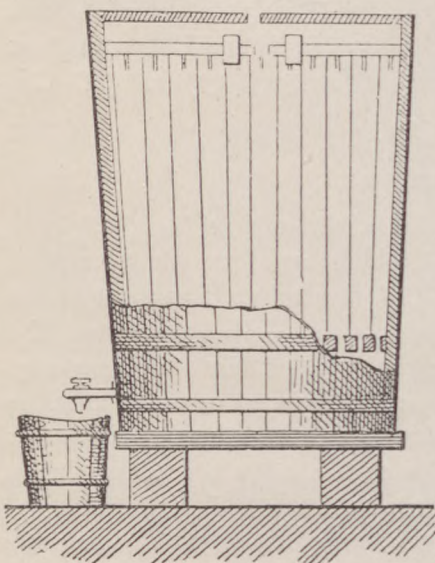
A vöröshangyák csipős nedvében meglehetősen mennyiségben foglaltatik, úgy hogy régebben ezeket híg borszesszel desztillálták s így kapták a *spiritus formicarum*-ot, melyet jelenleg már hangyasavnak borszeszben való oldásával készítünk. Hangyasav van még egyéb rovarok és állatok bizonyos váladékaiban is, továbbá a csalánban, a fenyőfák tűleveleiben stb.

A hangyasav ugyan a methylalkohol oxidációja folytán is készíthető, de rendszerint oxalsavból készítik úgy, hogy azt glicerinnel együtt hevítik s aztán ledesztillálják: $C_3H_5(OH)_3 + C_2H_2O_4 = C_3H_5(OH)_2(CHO_2) +$
glycerin oxalsav glycerylmonoformiat

$CO_2 + H_2O = CH_2O_2 + C_3H_5(OH)_3 + CO_2$; a glicerinnel itt tehát csak közvetítő szerepet játszik.

A tiszta hangyasav szintelen, rendkívül szúrós, átható szagú, maró folyadék; vízzel felhígítva igen savanyú ízű, erős egy-vegyértékű sav. Forráspontja 101° ; fajszálya 1.24; 0° -alatt megfagy s 85° -on ismét megolvad. Conc. kénsav vízelvonás folytán szénmonoxid-gázt fejleszt belőle: $CH_2O_2 - H_2O = CO$.

Eczetsav (*acidum aceticum*), $C_2H_4O_2 = CH_3 \cdot CO \cdot OH = 60$. A borszesz oxidációja folytán képződik: $C_2H_6O + O_2 = H_2O + C_2H_4O_2$ szerint. De a



19. ábra.

faszén készítésekor a cellulose bomlási termékeként keletkező s methylalkoholt tartalmazó faeczetben is foglaltatik, mely a benne lévő kozmás anyagoktól nagyjából megtisztítva az *acetum pyrolignosum rectificatum*-ot (tisztázott kozmás faeczet) szolgáltatja; ebben 6% eczetsavnak kell lenni.

Eczet-nek az eczetsav híg (néhány %-nyi savtartalmú) oldatát nevezzük. Ezt szeszes italok (bor, sör) eczetesítése folytán lehet készíteni, mi végből a gyengébb fajta bort vagy sört félig telt és a levegőtől szabadon járható hordóban vagy tágas palaczkokban langyos helyen állani hagyják; ilyenkor abban az eczetes erjedés lép fel, a midőn a folyadék felületén keletkező nyálkás hárttyában (mykoderma) az eczetes erjedés bakteriumai (bacterium

aceti) óriási számban lépnek fel s a levegő oxygenjét átviszik a borszeszre. — A kész eczetet zárt edényekben hűvös helyen kell tartani, mert különben a bakteriumok, tovább folyó oxidáció következtében, a már keletkezett eczetsavat szénsavvá és vízzé oxidálják: $C_2H_4O_2 + 2O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$, mi által az eczet meggyengül s végül minden savanyúságát elveszítheti.

Kevésbé finom eczetet spiritusos vízből a gyors eczetgyártás szerint készítenek. E végből mintegy 7% szeszt tartalmazó, tehát vízzel erősen feleresztett spiritust, már kész eczettel elegyítve, az eczetkészítő kádakon bocsátanak át. Ezek a kádak (19. ábra) a fenékük felett még egy másik átlíkgatott fenékkal vannak ellátva, mely alatt a kád oldalán köröskörül szellőző lyukak vannak; fölötte pedig eczetbe áztatott bükkfa-forgács tölti meg a kádat, egészen a felső perem alatt egy jó araszszal lejjebb elhelyezett s szintén sűrűn átlíkgatott felső fenéig, melyen át pár tágasabb cső nyílik a szabadba, míg az apró nyílások laza anyaggal vannak eldugdosva; legfelül még a kádra egy toló ajtóval ellátott tető illeszkedik, melynek segítségével az alsó nyílásokon betóduló levegő áramlását szabályozni lehet. Ha az ilyen kád az erjesztésre legkedvezőbb, 30° körül lévő, hőmérsékletű helyiségben áll, a felül belé öntött és a lazán eldugott nyílásokon cseppenként leszivárgó spiritusos vizet igen gyorsan eczetté változtatja; mert a forgácson elősködő bacterium aceti igen gyorsan elszaporodik (eczetágy) s a levegővel nagy felületen érintkező hig szeszt rohamosan oxidálja. Az oxidáció folytán keletkező melegtől a levegő felfelé tódul s helyére alulról mindig friss levegő áramlik. Mire a felöntött folyadék alulra leszivárog, az eczetképződés benne jól előre haladt; rendesen szükséges azt azonban még a kádon kétszer vagy háromszor át bocsátani. Ez eljárással csak aránylag gyenge eczetsavat lehet készíteni, mert erősebb szesz a bacteriumot előlven, nem eczetesedhetik meg.

A gyógyszerkönyv az ilyen eczetről (*acetum e spiritu vini*) azt kívánja, hogy 6% eczetsavat tartalmazzon s maró ásványi savakkal (kénsav, salétromsav, sósav) vagy csípős, égető ízű fűszerekkel (paprika-, borskivonat) ne legyen hamisítva; ne tartalmazzon tehát nitrátot, se nagyobb mennyiségű chloridot vagy sulfatot, a lúggal történő pontos közönbösítés után pedig ne legyen égető, csípős ízű.

Az *acidum aceticum concentratum* készítése végett az eczetet szódával vagy mésszel telítik, az oldatot szárazra párologtatják s a visszamaradó és vízmentessé tett eczetsavas natriumot vagy eczetsavas calciumot conc. kénsavval vagy sósavval elbontják s a szabaddá lett eczetsavat lepárolják:

$$\text{Na} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaHSO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2.$$

A tiszta eczetsav szintelen, igen átható, szúrós és savanyú szagú, maró folyadék. Vízzel felhígítva igen savanyú ízű (eczet). A teljesen vízmentes eczetsav 16°-on megfagy (*jégecet* = *acid. acetic. glaciale*); 118°-on forr; faj-súlya 1.6. Igen erőlyes egy-vegyértékű sav.

A hivatalos *conc. eczetsav* 96% savat tartalmazzon és meggyújtható legyen (gyengébb sav nem gyúl meg); ez utóbbi feltétel betöltése végett ne legyen azonban hamisítva borszesszel. Ne tisztátalanítsa azt kénessav (a kénsav redukciója folytán), sem kozmás anyagok (a faecetből).

A hivatalos *acid. acetic. dilutum* 20% savat tartalmaz.

Az eczetsav sói könnyen keletkeznek, ha azt carbonatokkal, fém-

oxidokkal vagy hydroxidokkal telítjük s a szükség szerint kristályosítjuk. Hivatalosak a következők:

Natriumacetat (*natrium aceticum crystallisatum*), $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Szintelen kristályos só ez, kissé vízszívó és vízben könnyen oldható; hevítve megolvad, majd kristályvizét elveszíti s ezután másodszor is megolvasztható.

Kaliumacetat (*kalium aceticum solutum*), $\text{K} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$. Hig eczetsavból szénsavas kaliummal való pontos telítés útján képződik, midőn sok szénsav-gáz illan el: $2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Semleges kémhatású folyadék legyen; fajsúlya megfelelően a gyógyszerkönyv kívánatának. A só maga rosszul kristályosítható.

Ammoniumacetat (*ammonium aceticum solutum*), $(\text{H}_4\text{N})\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$. Hig eczetsavból ammoniumcarbonattal való telítés útján készül a kaliumacetathoz hasonlóan: $2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + (\text{H}_4\text{N})_2\text{CO}_3 = 2(\text{H}_4\text{N})\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Ez is semleges kémhatású folyadék legyen; állás közben azonban ammonia-vesztesség folytán savanyúvá válhatik. Maga a só bajosan kristályosítható.

Zincumacetat (*zincum aceticum crystallisatum*), $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Lemezes kristályok; vízben könnyen oldható.

Plumbumacetat (*plumbum aceticum crystallisatum*), $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Szintelen, súlyos kristályos test; vízben könnyen oldható; édes ízű, miért ólomczukornak (*saccharum saturni*) is nevezik. — Belőle készül ólom-oxid porával és vízzel való melegítés folytán az *ólomeczet* (*plumbum acet. basic. solutum, acetum lithargyri*), mely nem más, mint a bázisos eczetsavas ólomnak vizes oldata ($\text{Pb}(\text{OH}) \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{aqua}$). Ez lúgos kémhatású folyadék, melyből CO_2 hatására PbCO_3 válik ki s ezért régi (tehát CO_2 -tartalmú) lepárolt vízzel feleresztve, gyengén megtejesedik, holott friss (CO_2 -mentes) lep. vízzel nem változik (*aqua plumbica*). Szénsavas és kén-savas sókat tartalmazó kútvízzel erős fehér csapadékot ad (PbCO_3 , PbSO_4), a mint azt az *aqua Goulardi* készítésekor tapasztalhatjuk.

Cupriacetat (*cuprum aceticum*), $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (társnevé: desztillált vagy *kristályos grünspon*). Sötét kékes-zöld színű s vízben oldható só ez. A közönséges vagy *zöld grünspon* pedig vízben nem oldható por. — A *schweinfurti* (vagy párizsi) *zöld*: eczetsavas réz vegyes sőt kettős sója [$\text{Cu}(\text{AsO}_2) \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$]; igen szép zöld színű, de arsen-tartalma folytán igen mérges festék.

Aethylacetat (*aether aceticus, eczetaether*), $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$. Aethyl-kénsav (borszesz és conc. kénsav keverése által) s natriumacetat együttes hevítése folytán készül (130·5 r. conc. H_2SO_4 , 65·5 r. 90%-os borszesz és 100 r. vízmentes natriumacetat): $(\text{C}_2\text{H}_5)\text{HSO}_4 + \text{Na} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 = \text{NaHSO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$. A vízfürdőből történő lepárláskor átmenő folyadékot szódás vízzel megmossák s aztán megolvasztott calciumchloriddal megszáritva, újból desztillálják.

Szintelen, kellemes és üdítő szagú folyadék. Fajsúlya 0·92; forráspontja 77°. Meggyújtható. — Vízben mérsékelten oldható.

Mint az összetett aetherek általában, lúgokkal könnyen elszappanosodik: $C_2H_5 \cdot C_2H_3O_2 + NaOH = C_2H_5 \cdot OH + NaC_2H_3O_2$, vagyis alkoholra és savra szétbomlik; e bomlás még víz hatására is végbemegy ($C_2H_5 \cdot C_2H_3O_2 + HOH = C_2H_5 \cdot OH + C_2H_4O_2$), miért is a vizes készítmény (vagy a nedves levegővel érintkező is) idővel mindig szabad savat tartalmaz és így savas kémhatású. — Ha egyenlő térfogatú vízzel összerázás után, a víz több mint $\frac{1}{10}$ résszel szaporodik, úgy a készítmény borszesztartalmú volt.

Propionsav, $C_3H_6O_2$. A propylalkohol oxidációja folytán (chromsav-oldat hatására) keletkező és vízzel elegyíthető savanyú folyadék.

Vajsav, (*acidum butyricum*), $C_4H_8O_2$. Glycerilhez kötve a tehénvajnak alkatrésze ($\frac{20}{100}$). A vaj avasodásakor a vajsav részben szabaddá lesz; ugyanígy a túlérett sajtban. Az izzadtságban is fellelhető. Legczélszerűbben a tejsavas mészből (vagy $CaCO_3$ jelenlétében keményítőpépből és borjómájából) u. n. vajsavas erjesztés folytán készíthető (a *bacillus subtilis* hatására).

Szintelen savanyú folyadék, 162° -on forr. Vízzel elegyíthető s az oldat kellemetlen szagú. Ismeretes egy *iso-vajsav* is, mely a szentjános-kenyérben és az *Arnica montana* gyökerében található.

Valerianasav, (*acid. valerianicum*), $C_5H_{10}O_2$. Több isomer valerianasav ismeretes. — Az *isovalerianasav*, $(CH_3)_2CH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot OH$, a *Valeriana officinalis* gyökerében foglaltatik s ennek a jellemző szagát kölcsönzi; fellelhető az *angelica*-gyökérben is. 176° -on forró s mintegy 24-szer annyi vízben oldódó folyadék, melyet az erjedési amylalkohol oxidációja folytán (chromsav-oldattal) lehet készíteni. — Hivatalos sója a:

Zincum valerianum, $Zn(C_5H_9O_2)_2$. Ez lemezes kristályokból áll és mintegy 100-szor annyi vízben oldható.

Capronsav, $C_6H_{12}O_2$, **oenanthsav**, $C_7H_{14}O_2$, **caprylsav**, $C_8H_{16}O_2$, **pelargonsav**, $C_9H_{18}O_2$, olajos folyadékok; **caprinsav**, $C_{10}H_{20}O_2$, már szilárd. Köztük a capron-, capryl- és caprinsav, glycerylhez kötve, a vajban találhatók. Különben átható, kellemetlen szagú vegyületek.

Laurinsav, $C_{12}H_{24}O_2$, glycerylhez kötve az *oleum lauri*-nak sőt a *cocus-dió* zsírsjának és a *cetaceum*-nak is egyik elegyrésze.

Myristinsav, $C_{14}H_{28}O_2$, glycerylrel vegyülve van a *butyrum nucis moschatae*-ban.

Palmitinsav, $C_{16}H_{32}O_2$ és **stearinsav**, $C_{18}H_{36}O_2$, glycerylhez kötve a növényi és állati zsírok legfőbb alkatrészeit képezik; különösen a szilárdabb zsírokat.

A palmitinsav 62° -on olvad, a stearinsav 69° -on. A palmitinsavat legczélszerűbben pálmaolajból vagy cetaceumból, a stearinsavat pedig a faggyúból lehet készíteni. Az u. n. stearin-t, mely palmitinsavat tartalmazó stearinsavból áll, gyertyagyártásra használják. E célra a faggyút rendesen mésszel és nagy nyomású vízgőzzel bontják el, a mikor glicerint kiválása közben a zsírsavak szabaddá lesznek s részben a méshöz kötődnek; ezeket kihűlés után a víz színéről leszedik, kénsavval a savakat szabaddá teszik s a folyé-

kony olajsavat belőle kisajtolván, kapják a palmitin- és stearinsav keverékét, melyet esetleg kevés paraffinnal összeolvasztva, gyertyává formálnak.

Arachinsav, $C_{20}H_{40}O_2$, a vajban található.

Cerotinsav, $C_{27}H_{54}O_2$, a viasznak alkatrésze; ebből forró borszesszel kivonható. 78° -on olvad.

Gyümölcs-aetherek.

Némely zsírsavaknak a szeszgyökökkel képezett összetett aetherei bizonyos gyümölcsök illatához felette hasonló s ez okból mint gyümölcs-eszenciák használatosak.

Az *alma-eszencia*: isovaleriansavas isoamylaether, 6—8 r. borszeszben oldva. *Ananász-eszencia*: vajsavas aethylaether, 8—10 r. borszeszben. *Barack-eszencia*: vajsavas amylaether és isoamylalkohol. *Cseresnye-eszencia*: ecetsavas és benzoësavas aethylaether. *Szamóca-eszencia*: ecetsavas és vajsavas aethylaether s ecetsavas isoamylaether. *Rum-eszencia*: hangyasavas aethylaether és egyéb összetett aetherek elegye, karamellel megfestve.

Egy-vegyértékű telítetlen savak.

A telítetlen szénhidrogenekből, illetve a H-ben szegényebb telítetlen 1-v.-é. szeszekből oly 1-v.-é. savak származtathatók le, melyek (bizonyos C-atomok többes kapcsolódása folytán) aránylag H-ben szegényebbek, mint a $C_nH_{2n-2}O_2$ -alkatú zsírsavak. Ezek közt fontosabbak:

A $C_nH_{2n-2}O_2$ sorozatból: az **angelicasav**, $C_5H_8O_2$, mely az *angelika*-gyökérben és az *Anthemis nobilis*-ből készíthető *oleum chamomillae romanae*-ban foglaltatik; az **olajsav** (*oleinsav*), $C_{18}H_{34}O_2$, egy 14° -on olvadó vegyület, mely glycerylhez kötve a legtöbb zsírnak és zsíros olajnak egyik főelegyrésze; ez salétromossav hatására átváltozik a vele isomer *elaidinsav*-vá s éppen így az olajsavas glyceryl (*trielaidin*); az **erucasav**, $C_{22}H_{42}O_2$, glycerylhez kötve a repceolajban.

A $C_nH_{2n-4}O_2$ sorozatból: a **linolsav**, $C_{18}H_{32}O_2$ és a $C_nH_{2n-6}O_2$ sorozatból: a **linolensav**, $C_{18}H_{30}O_2$, glycerylhez kötve a len- és kendermagolajban, de kis mennyiségben egyéb olajokban is.

Zsírok és zsíros olajok. Szappanok.

Az állati és növényi szervezetekben nagy mennyiségekben található zsírok és zsíros olajok tulnyomó részben bizonyos zsírsavaknak glycerylrel képezett összetett aether-nemű vegyületei. Különösen a palmitin-, stearin- és oleinsav glyceryl-vegyületei a legáltalánosabb zsírelegyrészek; u. m. a szilárd *tripalmitin*, $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3$ és *tristearin* $C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3$, melyek inkább a szilárdabb zsírookban, továbbá a folyékony *triolein*, $C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3$, mely inkább a folyékony zsírookban (olajokban) a fő elegyrész. E három főelegyrész mellett alárendelt mennyiségben egyéb zsírsavak (vajsav, capron-

capryl-, caprin- s még más savak) glyceryl- sőt egyéb alkyl-vegyületei is fellelhetők, kivált némely zsirokban. A legtöbb zsír semleges kémhatású vegyület, de egyesek szabad zsírsavakat is tartalmaznak s ezek savas kémhatásúak. A zsirok a papiroson maradandó zsírfoltot okoznak (az illanó olajok foltja hamar eltűnik). Erősebb hevítésnél a zsirok mind elbomlanak és kellemetlen szagot terjesztenek, a mit főképp a glicerín bomlása folytán keletkező akrolein okoz. A teljesen tiszta zsirok általában színtelenek, szagtalanok és enyhe ízűek. A levegőn azonban hosszabb állás folytán megavasodnak, annál könnyebben, minél több vizet és fehérje-félét tartalmaznak; az avas zsír szabad zsírsavakat is tartalmaz s ezekről savas kémhatású és némelyiktől kellemetlen szagú lesz. Magasnyomású vízgőz hamarabb elbontja glicerínre és szabad zsírsavakra (pl. $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3 + 3HOH = C_3H_5(OH)_3 + 3C_{16}H_{32}O_2$); lúgok pedig elszappanosítják, a midőn glicerín és zsírsavas fém-só (szappan) keletkezik [pl. $C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3 + 3NaOH = C_3H_5(OH)_3 + 3NaC_{16}H_{31}O_2$].

Nátron-szappan. A zsírsavak natrium-sóit *nátron-szappan*-nak nevezzük; ilyen pl. a faggyúból és más állati zsirokból főzött *sapo domesticus* = házi szappan (debreczeni, szegedi), vagy a faolajból készített *sapo venetus* és a mandulaolajból főzött *sapo medicinalis* (túlnyomó részben oleinsavas natrium), valamint a pálma-, cocus- és más olajokból készített és illatosított mosdó szappanok.

Káli-szappan (*sapo kalinus*). Ez lágy s ezért kenő szappannak is nevezik. Kálilúgból és olajból készíthető.

A többi fémek szappanszerű vegyületei vízben nem oldhatók; ilyen oldhatatlan mészs-zappan keletkezik akkor is, ha a nátron-szappan oldatát meszes (kemény) vízzel elegyítjük.

A nehéz fémek szappanszerű vegyületei közt az ólomé a fontos, mert ez nem más, mint az ólom-tapasz (*empl. diachyl. simplex*), mely hevített disznózsírból ólomoxid és víz ($PbO + H_2O = Pb(OH)_2$) szappanosító hatására keletkezik.

A növényi zsirokban *linolsav* is van, az állati zsirokban nincs.

Azok a zsirok, melyek telítetlen savat (pl. olajsavat vagy linolsavat) tartalmaznak, közvetlenül képesek jodot felvenni; e körülményt felhasználhatni a zsír felismerésére, mert különféle zsirok nem egyenlő mennyiségű jodot kötnek meg (jod-szám).

Némely olajok a levegőből oxygént vesznek fel és meggyantásodnak; ezek a száradó olajok. A beszáradó képességet emeli, ha az olajt huzamosabban főzzük (kivált PbO-dal, ZnO-dal stb); az így preparált olaj sötétebb színű s *firnisz* néven ismeretes.

Nem száradó olajok:

Babér-olaj (*Laurus nobilis*-ból), laurinsav van benne.

Cacao-vaj (*butyrum Cacao*) stearinsav-, kevesebb palmitin- és oleinsav, továbbá laurin- és arachinsav glycerydjeiből áll. 32°-on olvad.

Cocus-dió-zsír laurin-, myristin-, palmitin- s kevés caprin-, capryl- és capronsavat tartalmaz.

Mandula-olaj (édes és keserű mandulából) olein- és linolsavas glycerid-ből áll.

Napraforgó-olaj, a linolsav és kevés oleinsav glyceridjei vannak benne.

Olajbogyó-olaj, faolaj (*oleum olivarum*), az olein-, palmitin- talán arachin- és kevés linolsav glyceridjeiből áll.

Pálma-olaj, olein- és palmitinsav részben szabadon, részben glyceryl-hez kötve.

Repce- és répa-olaj, eruca-, rapin- és behensav glyceridjeit tartalmazza.

Ricinus-olaj, stearin- és ricinolsav ($C_{18}H_{34}O_2$) glyceridjeiből áll.

Sesam-olaj (*oleum sesami*) a *Sesamum orientale* magvaiból; csekélyebb értékű mint az oliva-olaj, melynek hamisítására felhasználják. Olein- és linolsav glyceridjeit tartalmazza.

Szerecsendió-vaj (*ol. nuc. mosch.*) egyebek közt myristinsavas glyceridet tartalmaz.

Szőlőmag-olaj főképpen erucasavas, továbbá csekély palmitin- és stearinsavas glycerid-ek s egy közelebből nem vizsgált sav foglaltatik benne.

Száradó olajok:

Ezekben oleinsav nincs, tehát salétromossavtól nem szilárdulnak meg; ellenben a levegőn CO_2 és H_2O képződése közben oxidálódnak és súlyban gyarapodnak. Ilyenek:

Dió-olaj, myristin- és laurinsav s linolsav a főalkatrészei.

Kendermag-olaj leginkább linolsavat tartalmaz.

Lenmag-olaj (*oleum lini seminum*), linolsav, palmitinsav s egyebek jelenléte van benne kimutatva. Ólomoxiddal vagy barnakővel főzve a festékek készítésére használt lenolaj-firniss-t szolgáltatja; ez korommal összemunkálva, a fekete nyomdafestéket, krétával összegyúrva, az üveges kitt-et képezi.

Mák-olaj (*ol. papaveris seminum*), linol-, palmitin- és stearinsav jelenléte van benne kimutatva.

Állati zsírok:

Cetaceum, palmitinsavas cetyl-aether a főalkotórésze; a vele együtt található spermacet-olaj physetoleinsavat ($C_{16}H_{30}O_2$) s valerianasavat tartalmaz.

Csukamáj-olaj, főalkatrésze az olajsavas és még palmitinsavas glycerid. Csekély eczet- és vajsav, sőt J és Br is van benne.

Disznó-zsír: palmitin-, stearin- és oleinsavas glycerid.

Ember-zsír: főképpen palmitin-, továbbá stearin- és oleinsavas glycerid.

Juh-faggyú: stearinsavas s kevesebb palmitin- és oleinsavas glyceridek. 46–47°-on olvad.

Liba-zsír: stearinsavas, palmitinsavas és oleinsavas glyceridek mellett azok az illékony savak, melyek a vajban is vannak.

Marha-faggyú: palmitin-, stearin- és oleinsav glyceridjei. 45—46°-on olvad.

Vaj: myristin-, palmitin-, stearinsavas glyceridek (együtt 93·50/0); vajsavas, capron-, capryl- és caprinsavas glyceridek (együtt 6·50/0).

Viaszok:

Méh-viasz: (*cera flava*), borszeszben oldható cerotinsav (50/0) és borszeszben nem oldható palmitinsavas myricylaether a főalkotórészei; egy ismeretlen alkatú sav összetett aethere is van benne, melytől jellemző szagát kapja. 63—64°-on olvad. — Napfényen vagy állati szénnel szintelenítve, megfehéredik (*cera alba*).

Japán viasz (*cera japonica*), főképpen palmitinsavas glyceridből áll; a *Rhus succedanea* magvaiból sajtolják.

Növényi viasz a száraz, levelek, gyümölcsök felületén vékony réteget képez. Sokban hasonló a méh-viaszhoz.

Oxy-savak. (Glykol-savak.)

A két-vegyértékű (2 OH-t tartalmazó) szeszek (glykok) oxidációja folytán oly savak képződhetnek, melyek csak egy carboxyl-, CO(OH), gyököt tartalmazván, egy-vegyértékűek ugyan, mind a mellett még egy másik OH is lévén bennük, egyidejűleg alkohol-jelleget is mutatnak. Sokan ezeket két-vegyértékű, de egy-bázisú savaknak mondják.

E savak közt legfontosabbak a $C_nH_{2n}O_3$ -alkatúak. Ezek első tagja (a hol az n értéke = 1), a szénsav.

Szénsav, CH_2O_3 (vagy H_2CO_3), = $HO \cdot CO(OH)$, mely maga tisztán nem kapható meg s vizes oldata is felette könnyen elbomlik $CO_2 + H_2O$ -ra. Sói és összetett aetherei azonban sokkal állandóbbak.

Glykolsav, $C_2H_4O_3 = HO \cdot CH_2 \cdot CO(OH)$, ez a sorozat második tagja. Kristályos test.

Oxypropionsav, $C_3H_6O_3$, vagy *tejsav*. Ez a sorozat harmadik tagja. Ennek több isomerje van. Ilyen pl. az *erjedési vagy közösleges tejsav* (*acidum lacticum*), $CH_3 \cdot CH(OH) \cdot CO(OH)$. A tejcukor, nádcukor és szőlőcukor tejsavas erjedése folytán keletkezik, pl. a tej megsavanyodásakor, a káposzta savanyításánál, a gyomornedvben stb. Készítésekor a tejsavas erjedést csak úgy tarthatni fent, ha a képződő tejsavat állandóan lekötik, pl. krétával. Ez szintelen, szörpsűrű, vízben és borszeszben oldható, igen savanyú folyadék; fajsúlya 1·24; desztillálva elbomlik. Hivatalos sója a:

Ferrolactat (*ferrum lacticum*), $Fe(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$. Ez halvány zöldes-sárga és 48 s. r. vízben oldható só. Készítése végett tejsavban vasreszeléket oldanak fel, vagy a tejsavas erjedésben lévő folyadékhoz vasport adnak s az erjedés befejezte után a forrón megsűrűt oldatot kristályosítják.

Három-, sőt több-vegyértékű szeszekből szintén keletkezhetnek egy carboxyl-t és több OH-t tartalmazó egy-bázisú savak (pl. a china-kérgekben levő *china-sav*, $C_7H_{12}O_6 = (OH)_4C_6H_7 \cdot CO(OH)$, vízben könnyen oldható sav, melynek Ca-sója is oldható); de vannak olyanok is, melyekben 2 vagy több carboxyl mellett még mindig van külön OH is. Ezen több-bázisú glykolsavak közül a főbbeket (borkősav, citromsav) a több-vegyértékű savak közé beosztva találjuk meg.

Több-vegyértékű savak.

Ezekben annyi carboxyl, $CO(OH)$ van, a hány vegyértékűek az illető savak. Ide tartoznak:

Sóska-sav (*acidum oxalicum*), $C_2H_2O_4 = CO(OH) \cdot CO(OH)$. A növényországban igen elterjedt sav, de többnyire sói alakjában; így savanyú kalium-sója a sóskában (*Oxalis acetosella*) s calcium-sója sok húsos gyökérben (pl. a rhebarbara-ban) megtalálható.

Készíteni fűrészporból szokás, melyet ugyanannyi maró kálival és nátronnal (KOH és NaOH) 240—250°-on összeolvasztanak; a kihűlés után vízzel kivonva, az oldatból natriumoxalat kristályosodik ki; ezt mézstejjel főzik s a kicsapódott sóska-savas mézből a sóska-savat híg kénsavval teszik szabaddá.

Szintelen vékony oszlopos kristályokból áll, a midőn még 2 mol. kristályvizet is tartalmaz, melyet 100°-on teljesen elveszít. Olvadáspontja 98°. 150—160°-on bomlatlanul szublimál, azon felül elbomlik (H_2O , CO , CO_2 , CH_2O_2 vagyis hangyasavra). Vízben jól oldódik. Oxidáló testek által vízzé és széndioxiddá lesz; tehát redukáló hatású.

Sói közül a *sóska-savas ammonium*-ot mint a calcium reagensét alkalmazzák, mert a calcium-vegyületek (ammonióval közönbösített) oldataiból a meszet mind kicsapja ($CaC_2O_4 + aqua$).

Borostyánkő-sav (*acid. succinicum*), $C_4H_6O_4$. Két-bázisú sav. A borostyánkőben, barnaszénben és több növényben stb. A cukor szeszes erjedésekor is képződik (borban, sörben). Chemiai rokonságban áll vele az:

Almasav (*oxy-borostyánkő-sav*), $C_4H_6O_5$, mely a két carboxyl-on kívül egy OH-t is tartalmaz; ez igen elterjedt növényi sav, különösen a gyümölcsökben, pl. az almában. Vassal képzett sója fekete színű, a mint az a *globuli martiales*-en látható. Az almasavnál egy O-nel többet tartalmaz a:

Borkősav (*acid. tartaricum*), $C_4H_6O_6 = CO(OH) \cdot CH(OH) \cdot CH(OH) \cdot CO(OH)$. Két-bázisú, de összesen négy hydroxyl-t tartalmazó sav, mely a növényekben s kivált a gyümölcsökben igen elterjedt (szőlőben, tamarindában, uborkában stb). Több isomerje van, de legismertebb a hivatalos jobbra térítő (közönséges) borkősav, mely a sarkított fény síkját jobbra hajlítja. (Ezen kívül van balra térítő és inaktív is).

Készíteni a bor kiforrásakor a seprőben és később a hordó falaira lerakódó borkőből lehet, melyet forró vízből ismételt kristályosítással elég

jól tisztíthatni meg. A borkövet (sav. borkősavas kalium) krétával főzik, miáltal a borkősav fele mint borkősavas calcium kicsapódik, másik fele mint szabályos kalium-só oldva marad: $2\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{CaCO}_3 = \text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Ekkor az oldatot calciumchlorid-oldattal elegyítik, midőn a borkősav másik fele is kicsapódik mint borkősavas calcium: $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{CaCl}_2 = \text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 2\text{KCl}$. A borkősavas calcium-ot jól kimosásák és híg kénsavval bontják el: $\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$; a borkősavat a gipsztől szűrőssel és utolsó nyomaitól átkristályosítással tisztítják meg.

Szintelen hasábokban szépen kristályosodik. Vízben igen könnyen oldható, kellemes, de erős savanyú ízű. Hevítve megolvad és égetett cukorra emlékeztető szagú bomlási termékeket fejleszt. Maradék nélkül elégethető.

Ha a borkősavban készítésekor kénsav is maradt, akkor a levegőn, a kénsav vízszívó hatása folytán, meglucskosodik; különben száraz marad.

Nevezetesebb borkősavas sók:

Kaliumhydrotartrat (sav. borkősavas kalium, tisztított borkő = *tartarus depuratus* vagy *cremor tartari*), $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Vízben igen rosszul, erős borszeszben éppen nem oldható, savanykás ízű só. Mindig képződik, ha tartrat eczetsavas töményebb oldatát kaliumacetat-tal rázzuk össze. (Erről felismerhető a borkősav).

Kaliumtartrat (szab. borkősavas kalium), $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Borkőből képződik, ha azt vízzel melegítve, K_2CO_3 -tal közönbösítjük: $2\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Vízben könnyen oldható só.

Kalium-natrio-tartrat (sal Seignetti), $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Készítése végett a borkövet szódával telítik: $2\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Vízben oldható nagy szintelen kristályokat képez; sós ízű.

Kalium-stibio-tartrat (*tartarus emeticus*, *tart. stibiatus*, hánytató borkő), $2\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Készítése végett 4-r. arsenmentes antimon-oxidot 5-r. tiszta borkővel és 50 r. vízzel pállítanak és a tisztára megszuított oldatot kristályosítják.

Vízben elég jól, borszeszben nem oldható kristályos, szintelen só. Igen csekély adagokban köptető, kissé nagyobb adagokban hánytató hatású szer.

Az orvosi czelokra használt készítmény teljesen arsen-mentes legyen. Mint minden antimon-vegyület, úgy ez is sósavval megsavanyított oldatban kénhydrogenes vízzel narancsszínű csapadékot (Sb_2S_3) választ ki. Azonossága végett SbO -tartalmát a $\frac{1}{10}$ szabályos jód-oldattal ellenőrizteti a gyógyszerkönyv.

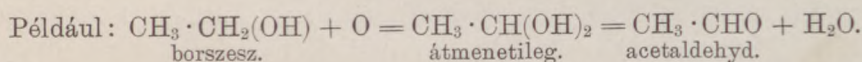
Czitromsav (*acid. citricum*), $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Egy molekula vízzel kristályosodik. 3-bázisú sav, melyben még egy negyedik OH is foglaltatik: $\text{CO}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{C}(\text{OH})(\text{COOH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}(\text{OH})$. A czitromsav számos gyümölcsnek alkotórésze (citrom, narancs, áfonya s egyéb vaccinium-ok, ribes-ek, rubus-ok stb). Készíteni a citromléből szokás, úgy, hogy azt erjesztik,

azután mésszszel közönbösítik és felforralják, majd megsűrűrik s a szűrőn maradt citromsavas meszet kénsavval elbontják; azután a gipszről leszűrt oldatot kristályosítják. Szintelen nagy kristályokat képez, melyek vízben, borszeszben igen könnyen oldhatók, sőt még aetherben is. Igen kellemes savanyú ízű. Hevítve megolvad, majd elbomlik és savanyú, de égetett czukorra nem emlékeztető szagot áraszt (különbség a borkósavtól).

Néha az olcsóbb borkósavval hamisítják. Ennek felismerése végett az oldatát kaliumacetattal elegyítjük; borkósav jelenlétében borkő válik ki, holott a citromsav sav. kalium-sói vízben oldhatók. Abban is különbözik a borkósavtól, hogy annak híg oldata mésvízzel *túltelítve*, (alkalikus kémhatásig), oldhatatlan borkósavas Ca-ot választ le, míg a tiszta citromsav csapadékot nem ad, csak a felforraláskor, mert Ca-sója meleg vízben rosszabbul oldódik mint hidegben.

Aldehyd-ek és keton-ok.

A primaer szeszek enyhébb oxidáció folytán (p. chromsav-oldattal), mielőtt savakká lennének, 2 H-atom elvesztés folytán *aldehyd*-ekké lesznek (*al*-kohol *dehyd*-rogenatus-ból rövidített név). Ilyenkor a primaer alkoholban lévő jellemző $\text{CH}_2(\text{OH})$ atom-csoportból O-felvétel folytán átmenetileg valószínűleg $\text{CH}(\text{OH})_2$ csoport lesz (vagyis a vegyület 2-v.-é. szesz-jellemet öltene), de mert egy C-atom általában csak egy OH-t képes kötve tartani, egy molekula víz képződik belőle s az aldehyd-et jellemző CHO csoport jő létre, melyben az O 2-v.-é. révén kapcsolódik a szénhez: $\text{—C} \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \diagup \\ \text{O} \end{smallmatrix}$.



Az aldehydek igen könnyen oxidálódnak, a midőn O-felvétel folytán savakká lesznek, pl. $\text{CH}_3 \cdot \text{CHO} + \text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{CO}(\text{OH})$. Ez okból erőyes redukáló s pl. az ammoniás ezüstoldatból fém-ezüstöt választanak ki ($\text{Ag}_2\text{O} - \text{O} = \text{Ag}_2$).

Viszont redukció folytán (pl. eczetsavval és zinkporral fejlesztett H által) 2H-t felvéve, visszaváltoznak alkoholokká: $\text{CH}_3 \cdot \text{CHO} + 2\text{H} = \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$.

Egyébként az aldehydeket a CHO-csoportban kettősen kapcsolt O ama törekvése, hogy egyszerű kapcsolódás jöjjön létre, igen reakció-képessé teszi. Így az aldehydek közvetlenül egyesülnek kristályos vegyületekké az ammonia-gázzal, továbbá az alkali-diszulfitokkal, alkohollal stb., sőt magukban is polymerizálódnak, pl. 3 mol. acetaldehydből 1 mol. paraldehyd képződik.

Néhány fontosabb aldehyd:

Formaldehyd (*hangyasav-aldehyd*), $\text{CH}_2\text{O} = \text{H} \cdot \text{CHO}$. Készíteni úgy szokták, hogy a 40—50°-ra felmelegített methyllalkoholon át hajtott levegőt 5 cm. hosszú, durva rézhálóból összegöngyölt s mérsékelten hevített hengeren

bocsátják át: $\text{CH}_4\text{O} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2\text{O}$. Gáz, -21° alatt folyadékká sűrűsödik; vizes oldata szúrós szagú folyadék. 40%-os vizes oldatát *formalin* néven árúsítják; 2%-os oldatát anatómiai készítmények konzerválására alkalmazzák.

Acetaldehyd (*eczetsav-aldehyd*), $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{CHO}$. A spiritus rektifikálásakor az eleinte átmenő illékonyabb részletben van; egyébiránt akkor is keletkezik, ha a borszeszt chromsav-oldattal vagy manganperoxiddal és mérsékelten hígított kénsavval keverve, desztillálják. Igen illékony (20.8° -on forró), kissé fulasztó aether-féle szagú folyadék. Vízrel bármely arányban elegyíthető. Maró lúggal hevítve, barna aldehyd-gyantává lesz. Könnyen oxidálódik eczetsavvá.

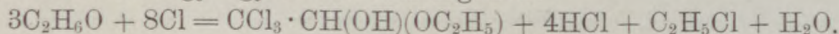
Idegen anyagok (HCl , SO_2 , H_2SO_4 stb.) csekély mennyiségei könnyen polymer módosulatait létesíthetik az aldehydnek; hidegben rendszeren a *metaldehyd* (szilárd), melegben a *paraldehyd* (folyékony) keletkezik.

Paraldehyd (*elaldehyd*), $(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_3$. Akkor keletkezik, ha az acetaldehydhez kevés HCl -t, ZnCl_2 -ot, SO_2 -ot egy csepp H_2SO_4 -at stb. adnak, a midőn az önként megmelegszi és átváltozik paraldehyddé. Ezt 0° -ra lehűtve, megfagyasztják, a folyékony résztől szűréssel és sajtolással megszabadítják s ledesztillálják. 0.99 fajsúlyú és 124° -on forró folyadék. 100 r. víz 13° -on 12 r. paraldehydet old, de a telített oldat melegítve megzavarsodik, mert a paraldehyd melegben rosszabbul oldódik. A vizes oldat az ammoniás és lúgos ezüst-oldatból ezüstöt választ ki.

Az acetaldehyd 1 mol. borszesszel *alkoholat*-tá, $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH})(\text{OC}_2\text{H}_5)$, 2 mol. borszesszel pedig víz kiválás közben az u. n. *acetal*-lá egyesül: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$, mely a borszész oxidációjakor is keletkezik.

Chloral és chloralhydrat. Az aldehydben (éppúgy, mint általában a szerves vegyületekben) a C-hoz kötött H-atomok részben vagy teljesen Cl-ral helyettesíthetők. Ilyen — 3Cl -t tartalmazó — származéka az acetaldehydnek a *chloral* (trichloraldehyd = aldehydum trichloratum), $\text{CCl}_3 \cdot \text{CHO}$; ennek vegyülete egy mol. vízzel a *chloralhydrat*, $\text{CCl}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH})_2$, mely alkata folytán 2-v.-é. szesznek (glykol) tekintendő. — A chloral 1.5 fajsúlyú és 97.7° -on forró folyadék.

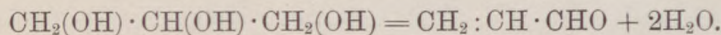
A *chloralhydrat*, $\text{CCl}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH})_2$, készítése végett vízmentes borszészbe hosszabb időn át chlor-gázt vezetnek; eleinte hidegben, később a hatás elősegítése végett melegítve, sőt végül forralás közben. Ilyenkor kezdetben a chlor oxidáló hatása folytán aldehyd képződik, mely 2 mol. alkohollal acetallá s ez a Cl substituáló hatására trichloracetallá lesz, melyből az egyidejűleg keletkezett sósav aethylchlorid-ot és chloralalkoholatot képez: I. $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH} + 2\text{Cl} = \text{CH}_3 \cdot \text{CHO} + 2\text{HCl}$; II. $\text{CH}_3 \cdot \text{CHO} + 2\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{OH} = \text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 + \text{H}_2\text{O}$; III. $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 + 6\text{Cl} = \text{CCl}_3 \cdot \text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 + 3\text{HCl}$; IV. $\text{CCl}_3 \cdot \text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2 + \text{HCl} = \text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{Cl} + \text{CCl}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH})(\text{OC}_2\text{H}_5)$, vagy mindezeket egy egyenletbe összefoglalva:



A chloralalkoholból, 2 térf. conc. kénsavval keverve azt, a chloral szabadbá lesz s a kénsavról leemelve, CaCO_3 -ról ledestillálva és aztán egy mol. vízzel keverve, azzal megmelegszik és kristályos *chloralhydrat*-tá változik át. Ez szintelen, fénylő, jellemző szagú, 57° -on olvadó, a levegőn meg nedvesedő s vízben és borszeszben könnyen oldható kristályokat képez. — A chloralhydrat conc. kénsavval összerázva, vizet veszít s chlorallá lesz, mely a kénsav felszínén gyűlik meg mint szintelen folyadék, de állás közben megszilárdul, a mennyiben egy polymerré, az u. n. *metachloral*-lá változik át. Maró lúgokkal elbomlik s ilyenkor chloroform és hangyasavas só keletkezik: $\text{CCl}_3 \cdot \text{CHO} + \text{NaOH} = \text{CHCl}_3 + \text{NaCHO}_2$. — Belsőleg alkalmazva, fájdalomcsillapító és altató; valószínű hogy a szervezetben is képződik chloroform belőle.

A telítetlen aldehyd-ek közé tartozik az:

Akrolein (*akrylaldehyd*), $\text{C}_3\text{H}_4\text{O} = \text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CHO}$, mely a glicerinnél vízelvonással (p. KHSO_4 -tal való hevítéssel) keletkezik:



A zsírok száraz lepárlásakor is képződik ez. Rendkívül kellemetlen szagú, könnyezésre ingerlő, illékony folyadék. (Elfújtt faggyúgyertya kanóczának, kifutott zsírnak a szaga).

Keton-ok. Míg a primaer alkoholok mérsékelt oxidáció (2H vesztés) folytán aldehideket adnak, addig a másodrendű (secundaer) alkoholokból hasonló módon *keton*-ok keletkeznek; pl. $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_3 + \text{O} = \text{H}_2\text{O} +$
isopropylszesz.

+ $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$. — A ketonok általában két szeszgyököt kapcsolnak össze dimethylketon (aceton).

a 2-v.-é. CO-gyök révén. Jellemző rájuk, hogy oxidáció folytán két savat eredményeznek, a midőn a CO mindig a kevesebb C-ot tartalmazó gyökkel marad együtt; pl. $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_5\text{H}_{11} + 3\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{COOH} + \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$. A leg-
methylylketon. eczetsav, valerianaszav.

egyszerűbb keton, vagyis a dimethylketon, vagy társnevén: az *aceton*, $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, a nyers faszesznek egyik elegyrésze.

Czukrok.

A czukrok a több-vegyértékű szeszek származékainak tekinthetők. Hasonlítanak azokhoz édes ízükkel is. Régebben a czukrokat — míg chemiai szerkezetük ismeretlen volt — egyéb velük rokon vegyületekkel együtt (keményítő, cellulose stb.) *szénhydrat*-oknak nevezték s úgy tekintették mint a szén vegyületeit bizonyos számú molekula vízzel. E feltevésre — mely ma már meg nem állhat — az a körülmény adott jogosultságot, hogy e vegyületek erős hevítésre vizet bocsátanak el és szenet hagynak hátra; továbbá bennük a H-atomok száma éppen kétannyi, mint az O-atomoké tehát a 2 elem aránya ugyanaz, mint a vízben. Ez okból a szénhydratok

ált. képleteit így is szokás írni: $C_mH_{2n}O_n$; a hol az m értéke legalább 6, de lehet ennek többszöröse is. (Ma már ismerünk cukrokat 5, sőt 4 C-atommal is.

A cukrokat a bennük levő H-atomok száma szerint szokás csoportosítani s ált. névvel ellátni: tetrose, pentose, hexose és így tovább.

A tetrose- és pentose-cukrok a természetben készen nem kaphatók s mind művi termékek.

Hexose- vagy glykose-cukrok. $C_6H_{12}O_6$.

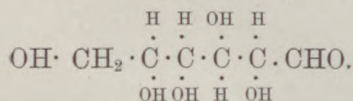
Ezek a 6-v.-é. alkoholnak: a *mannit*-nak, ($C_6H_{14}O_6$), aldehyd- és ketonszerű származékai, a mit az is bizonyít, hogy a szőlőcukorból natrium-amalgam hatására 2H felvétele folytán tényleg mannit képződik.

A glykose-cukrok készen képződve találhatók, különösen némely növényekben; azonkívül készíthetők a $C_{12}H_{22}O_{11}$ -alkatú cukorból, sőt a $(C_6H_{10}O_5)_n$ -alkatú szénhidratokból is.

A $C_6H_{12}O_6$ -alkatú cukrok közt legelterjedtebbek és legfontosabbak a *dextrose* (szőlőcukor), mely a poláros fény síkját jobbra s a *laevulose* (gyümölcscukor), mely azt balra téríti el.

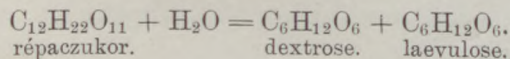
Mindkettő közös tulajdonsága az, hogy a lúgos cupri-oldatból (Fehling-féle oldat: $CuSO_4$ -oldat, Seignette-só és KOH oldatával elegyítve) már hidegen narancsvörös csapadékot (cuprooxid-ot) választanak ki redukció folytán; az ezüst- és bizmuth-vegyületeket is redukálják. Élesztővel mindkettő azonnal szeszes erjedésnek indul.

Dextrose (szőlő- vagy keményítő- vagy burgonyacukor), képlete:



Igen elterjedt a növényországban, főképpen a szőlőben és egyéb gyümölcsökben. A »diabetes mellitus« nevű betegségben (cukorbetegségben) szenvedők vizeletében 8–10% szőlőcukor lehet.

Könnyen képződik gyümölcscukorral együtt a nád- vagy répacukorból bizonyos erjesztők hatására vagy híg savakkal való főzéskor vízfelvétel folytán:

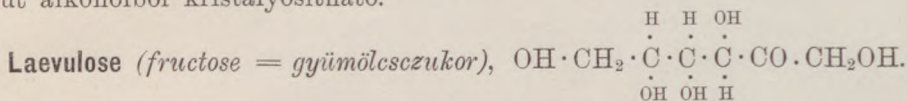


Keményítóből is keletkezik fermentumok (pl. a kicsirázott árpában lévő *diastase*) hatására, de híg ásványi savakkal való hevítés útján is: $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$. Kénsav segítségével a *cellulose* (gyapot, fa stb.) is átváltoztatható szőlőcukorra.

Nagyban a burgonyakeményítóből készül, melyet 1% kénsavat tartalmazó vízzel magas nyomás alatt 3–4 órán át hevítenek s aztán a kén-

savat szénsavas mészszel csapják ki belőle. Ilyenkor azonban nem teljes az átváltozás s a cukor közbeneső termékeket (dextrin-eket) is tartalmaz.

Nem könnyen kristályosítható készítmény, miért aztán többnyire csak kristályos szerkezetű darabokból áll; vízben és borszeszben jól oldható, abszolút alkoholból kristályosítható.



Ez is leginkább gyümölcsökben található (pl. szőlőben), mindig szőlőcukorral és gyakran nádcukorral együtt (pl. a mézben is). Vízben könnyen oldható és abból alig kristályosítható; abs. alkoholból inkább.

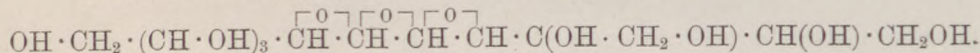
Saccharose-cukrok. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

E csoportba tartozó cukrok a $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ -alkatú cukrok kettős aethe-reinek tekintendők, a mennyiben egy mol. víz felvétele folytán azok 2 molekulájává átváltozni képesek.

E cukrok élesztővel nem indulnak azonnal szeszes erjedésnek, csak akkor, ha előbb az élesztő vagy hig ásv. savak hatására $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ -alkatú cukrokká változtak át. A Fehling-féle oldatot nem könnyen vagy éppen nem redukálják.

Fontosabbak e csoportban a nádcukor, tejcukor és malátacukor.

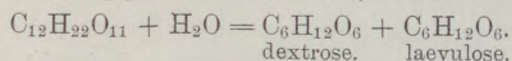
Saccharose (*saccharum album*), nád- vagy répacukor). Talán:



A saccharose számos gyümölcsnek (alma, körte, csonthéjasok) alkot-része. Még több van a cukornádban (16—18%) és a cukorrépában (14%-ig). Ezeknek levéből készítik. E végből a levet mésztejjel közönbösítik (hogy a savak invert-cukorrá ne változtathassák át) és felfőzik; aztán a meszet (mely a cukorral cukormész-szé egyesül) CO_2 -gázzal kicsapják, a csapadékot szűréssel eltávolítják, az oldatot vakuum-üstökben kis nyomás alatt sűrítik, szintelenítés végett csontszénen átsajtoltják s ha elég sűrű lett, formákba öntik, melyekben — ha a kristályosodást mozgatóssal zavarják — finoman kristályos tömeggé mered meg. A lecsepegő anyalúgot tovább dolgozzák fel, míg végre sötét barna, nem kristályosodó cukrot tartalmazó sűrű maradék (*melasse*) marad hátra (ebből pálinkát, rumot készítenek). A cukrot szükség esetén a leírt eljárások által még jobban megtisztítják (raffinálják). Hogy az esetleges sárgás színét elfödjük, nem ritkán csekély ultramarin-nal vagy más kék festékkel szintelenítik. Az ilyen kékített cukor nem ad tiszta szörpöt (*syrupus simplex*), hanem üledékest; a kén-tartalmú ultramarinból képződhető H_2S -től pedig kellemetlen szagot is kaphat.

Tiszta édes ízű, vízben és borszeszben oldható vegyület, mely kristályosítva nagyobb, szintelen kristályokat képez (candis-cukor). A Fehling-

féle oldatot hosszas főzés után is alig redukálja. Híg savakkal főzve (vagy élesztő hatására), 2 mol. glikose lesz belőle (u. n. *invert-cukor*):



160°-on megolvad s a kihülés után átlátszó amorph-tömeggé mered (u. n. árpacukor, czukormáz), mely később átlátszatlan kristályos lesz; 210—220°-on vizet veszít és barna színű s meglehetősen ízetlen *caramel*-lé lesz, mely kitűnő bor- és pálinkafestőszer (*couleur*); még tovább hevítve megkeseredik, végül elszenesedik s aztán a levegőn teljesen el is ég.

Lactose (*saccharum lactis*, *tejczukor*), $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Az emlősök tejében található és a sajtkészítéskor kapható, úgy, hogy a borju oltógyomrából készített oltóporral végzett casein- és zsír-kiválasztás után a savót megszűrik és sűrűre párologtatják; ebből állás közben a tejczukor kiválik, melyet átkristályosítással, sőt a vizes oldatból borszeszszel való kicsapással lehet megtisztítani. Többnyire azonban csak egyszerűen fapálczikákra vagy madzagra szokták rákristályosítani. A tisztátalan készítmény állás közben megsárgul és avas szagot kaphat.

A tejczukor kemény, fehér, kristályos anyag, rágva a fog alatt recseg, mert vízben nem oldódik oly könnyen, mint a nádcukor; nem is oly édes, mint emez. Viselkedésére a szőlőcukor és nádcukor közt áll, a Fehling-féle oldatot redukálja.

A tejczukorból tejsavas erjesztéssel tejsavat készíthetni; a tehéntejből pedig egy sajátzerű erjesztővel, szeszes erjedés folytán, szénsavval telített üdítő italt, a *kafir*-t készítenek (lőtejből némely vadnépek a *kumis*-t), mely üdülő betegek táplálására szolgál.

Maltose. Keményítőből maláta hatására dextrin-nel együtt képződő czukor.

Szénhydrat-ok. $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

E vegyületek szilárd halmazatúak, nem illékonyak, erős hevítéskor elbomlanak, meglehetősen közömbös viselkedésűek; képletük minden bizonynyal a $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ -nek többszöröse. Híg szervesetlen savak hatására czukrokká változnak át, leggyakrabban szőlőcukorra. Ide tartoznak:

Cellulose (sejttanyag). A legelterjedtebb növényi képződmények egyike, a mennyiben a sejtek fala tulnyomó részben ebből áll. Alakilag sokféle lehet (gyapot, kender, len, bodzabél stb.), de sohasem kristályos. Nem is egészen tiszta, mert több-kevesebb más organikus és inorganikus vegyület van közé telepedve. Talán még legtisztábban kaphatni meg a gyapottól, ha azt alkalmas kivonó szerekkel (aether, borszesz, víz, lúgok, savak) az idegen anyagoktól megtisztítjuk.

A tiszta cellulose szintelen, nem kristályosítható test, 200°-on felfű bomlik; maradék nélkül elégethető. Más igazi oldószere nincs, mint a réz-oxydammonia (Schweizer-féle reagens), mely legalább részben változatlanul

oldja a celluloset. Egyébiránt némely vízelvonó szer is feloldja, pl. erősebb kénsav ($\frac{1}{8}$ -rész vízzel elegyítve), conc. sósav, meleg és conc. ZnCl_2 -oldat, de ilyenkor a cellulose chemiai változáson megy át: *hydrocellulose* képződik belőle. Ha a kénsavas oldatot vízzel feleresztve forraljuk, előbb dextrin-né, majd glykose-vá változik át.

A cellulose ipari alkalmazása igen kiterjedt (vászonszövés, papiros-gyártás, nitrocellulose-készítés stb.). A sebészeti czélokra való cellulose zsírtalanítva van (vízbe dobva, rögtön átszívódik és elmerül); gyakran orvosi szerekekkel impregnálva is.

Nitrocellulose (lőgyapot). Ha a cellulose erős salétromsav és conc. kénsav elegyében különböző ideig ázik, akkor (a $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ képlet szerint) 1—3 H helyére az NO_2 (nitro-gyök) lép be, miáltal nitrocellulose-k keletkeznek. Rendesen kettős képlet szerint ($\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$) számítják a nitro-gyökök számát: di-, tri-, tetra-, penta- és hexanitrocellulose. Újabb nézet szerint ilyenkor a $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ -ben mindenesetre meglevő 3 OH helyére a salétromsav-maradékok (NO_3) lépnek be s így valóságos nitrátok keletkeznek; e fel fogás szerint a nitrocellulose-t *cellulosenitrát*-nak kell nevezni. Ismeretesekek a: cellulosedinitrat, $\text{C}_{12}\text{H}_{18}(\text{NO}_3)_2\text{O}_8$, a trinitrat, $\text{C}_{12}\text{H}_{17}(\text{NO}_3)_3\text{O}_7$, a tetranitrát, $\text{C}_{12}\text{H}_{16}(\text{NO}_3)_4\text{O}_6$, a pentanitrát, $\text{C}_{12}\text{H}_{15}(\text{NO}_3)_5\text{O}_5$ s végül a hexanitrát, $\text{C}_{12}\text{H}_{14}(\text{NO}_3)_6\text{O}_4$. Mind e vegyületek a savkeverék különböző tartamú hatására keletkeznek s csak akkor állandók, ha a savat teljesen kiáztatták belőlük. Külsőleg a cellulosehoz teljesen hasonlók.

A hexanitrát nem más mint a *robbanó lőgyapot* (pyroxylin); ez borszeszben és aetherben oldhatatlan; ütésre, gyutacstűzre, sőt hevítve is (kivált az összesajtott), hevesen felrobban.

Az alacsonyabb nitrátok aether és alkohol elegyében oldhatók (colloxylin = oldható lőgyapot), az oldat nem más mint a sűrűs *collodium*, mely főképpen a tetranitrátot tartalmazza. A collodium a levegőn gyorsan beszárad és a colloxylin átlátszó s erősen összehúzódó hártya alakjában marad belőle vissza, mely, ha a collodiumhoz kevés ricinusolajat kevertünk, hajlékonyabb marad (*collodium flexile*).

Hydrocellulose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Ha a cellulose-t ZnCl_2 vagy AlCl_3 tömény oldataival melegítjük vagy 50 Baumé-fokos kénsavban áztatjuk, kenhető áttetsző tömeggé válik, mely borszeszben oldhatatlan; ebből szokták az elektromos izzólámpák fonalát készíteni s utólag elszenesíteni; újabban mesterséges szivacsot is készítenek belőle. E szerek tartósabb hatása folytán azonban a cellulose teljesen feloldódik és sok vízzel kicsapható *amyloid*-dá lesz, mely a keményítőhöz igen hasonló (joddal megkékül) s talán a hydrocellulose-val azonos. Az amyloid képződésén alapul a *pergament-papiros* (hólyag-papiros) készítése is; mert midőn az enyvezetlen papirost mintegy 66%-os kénsavon lassan átvonják, az felületesen amyloiddá lesz, mely a papiros likacsait eltömi, ha utána sok vizen s majd szódaoldaton (a sav eltávolítása végett) s ismét vizen vonják át a papirost s végül a teljes

kiáztatás után meleg hengerek közt kiszárítják. A hólyag-papiros vízben hajlékony lesz, de szét nem ázik; alkalmas az állati hólyag helyettesítésére számos műveletben (dialysis).

A celluloid nem más, mint cellulosenitrat és kámfor összesajtolt keveréke. Szarunemű átlátszó anyag, mely a szaru helyett, vagy alkalmasan megfestve, a békateknő, elefántcsont stb. utánzására használatos.

Amylum (keményítő), talán $C_{24}H_{40}O_{20}$. A keményítő a legelterjedtebb növényi anyagok egyike. Eredetileg a zöld (chlorophyl-tartalmú) sejtekben keletkezik, de oldható módosulatban onnan elvándorol a növény tartalékos táplálékát tartalmazó s a továbbtenyésztésre hivatott részeibe: magvakba, gumókba, gyökerekbe, törzs bélsugaraiba stb. Ezekből könnyen leválasztható.

Nálunk a burgonyából és búzából, Dél-Európában rizsből, más világ-részekben bizonyos pálmákból stb. szokták készíteni egyszerű eljárásokkal. A burgonyát e célból megreszelik és vízzel szitán át mossák; a buzát liszté őrlik, vízzel téstává gyúrnak s aztán szitán át mossák. Ilyenkor a keményítő finom szemcséit a víz a szitán átviszi, holott a rostos részek, a buzából a siker, visszamaradnak (utóbbiból téstát készítenek). A leüle-pített keményítőt decantatio (iszapolás) útján tovább tisztítják s szükség szerint még savanyú erjedésnek vetik alá, a közte lévő siker teljesen oldhatóvá tétele végett. Végül a keményítőt pörgető készülékben víztelenítik és szellős helyen megszárazítják.

A különféle növényekből származó keményítők, chemiailag teljesen azonosak; mikroszkóp alatt azonban a szemecskék különböző alakúak és nagyságúak. A burgonya- és búzakereményítő szemecskéi tojásdadok; utóbbiak átmérői 0.014—0.039 mm.-re tehetők, a rizskereményítőé még sokkal kisebb: 0.002—0.015 mm.

Az Indiákon a *Maranta arundinacea* L. és *Curcuma angustifolia* s egyéb növényekből az *arrow-root* nevű keményítőt készítik. Dél-Amerikában a *Manihot*-gumókból a *tapioca*-t, mely a nedvesen rostán áteresztett s melegen szárított keményítő elcsirizesedett szemecskéiből áll; ezt a francziák levesben fogyasztják.

Nálunk a búzakereményítő (*amylum tritici*) a hivatalos.

Ez nem kristályos, igen finom szemcsékből álló fehér por. Hideg vízben nem oldható; vízzel melegítve felduzzad s áttetsző, kocsonyás tömeggé lesz (keményítő-pép, mely jó ragasztó szer). Sok vízzel forralva, zavaros oldatot ad, mely állás közben üledéket képez. A vízben oldható részét *granulose*, a nem oldhatót *keményítő-cellulose* (amylo-cellulose) névvel szokták megkülönböztetni. A keményítő jód-oldattal megkékül; a keletkező jód-keményítő $4C_{24}H_{40}O_{20}J + HJ$ alkatú; ebből megérthető, hogy a keményítő tiszta jódos vízzel nem kékül meg, ellenben jodidos (p. KJ-os) jód-oldattal igen. A jód-keményítő melegben vagy lúgok hatására elbomlik, hidegben vagy savak által újból képződik.

A keményítőnek oldható módosulata is van. Ilyen oldható keményítőt

többben többféle eljárás útján készítettek; pl. glycerinnel való hevítéssel és utána borszeszszel való kicsapás útján; továbbá kevés kénsavat tartalmazó vízzel való huzamosabb hevítéssel s a savnak BaCO_3 -tal történő telítése után borszeszszel való kicsapással. Jod-oldattal ez is megkékül.

A keményítőnek a cukrokhoz való viszonyáról és cukrokká való átváltozásáról a cukroknál volt bővebben szó.

Dextrin, valószínűen $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$. Vízben oldható és kevés vízzel gummioldathoz hasonló folyadékot képező nem kristályos por vagy áttetsző tömeg, mely a poláros fény síkját jobbra hajlítja el; abs. alkoholban nem oldható. Átmenetet képez a keményítő és cukrok közt. A Fehling-féle oldatot nem redukálja.

Keményítőből 200° -ra való hevítéssel, vagy diastase vagy híg savak hatása folytán képződik. Többféle vegyületet tartalmaz, u. m. *amylodextrin*, mely joddal még megkékül (némelyek szerint azonos ez az oldható keményítővel); *achroodextrin*, mely joddal nem színesedik meg; *erythrodextrin*, mely joddal vöröses színeződést mutat.

Gyógyszertári alkalmazása jóformán némely extractumok készítésére, illetve azok kiszáritására szorítkozik.

Inulin, $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$. Különböző gyökerekben, különösen az *Inula Helenium* és a *Dahlia* (Georgina) gumóiban, a *Taraxacum* és *Cichorium* húsos gyökereiben kivált őszzsel, oldott állapotban, foglaltatik.

Finom gömbkristályokból álló nedvszívó por, vízben jól oldható, borszeszben alig. Joddal nem kékül meg.

Lichenin. Az izlandi zuzmó tartalmazza. Ízetlen, nem kristályosítható vegyület, melynek forró oldata kihűléskor kocsonyát képez.

Bizonyos *növényi nyálkák* (pl. a Salep-gumóban) szintén a szénhidratokhoz sorolhatók.

A *növényi mézgák* is ilyenféle vegyületek; pl. az arab mézga főttömégét kitevő *arabin*, mely e mellett még különféle sajátos savakat is tartalmaz.

Az érett gyümölcsökben foglalt *pektin* is szénhidrat-féle vegyület; ennek besűrített oldata kocsonyásodni képes (gyümölcskocsonyák), de borszesz hatására kicsapódik.

Amin-ok, amid-ok, nitril-ek.

Az ammoniában, H_3N , egy, két vagy akár mind a három H-t lehet alkohol-gyökökkel helyettesíteni; ezek a származékok az *amin-ok*, például $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$ methylamin, $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ dimethylamin, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ trimethylamin. Ezek az ammoniára sokban emlékeztető bázikus testek, melyek savakkal sönemű vegyületekké egyesülni képesek.

Az ammoniában azonban H-t savgyökkel is lehet helyettesíteni (vagy a mi ugyanaz: a savban a OH-t NH_2 -gyökkel; az ilyen vegyület neve *sav-amid*, pl. az acetamid, $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$. Két-v.-é. savból egy NH_2 -vel u. n.

amin-sav keletkezik, pl. a borostyánkősavból a succinaminsav, $\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$, vagy ennek az amin-os származéka: az aminosuccinaminsav, $\text{H}_2\text{N} \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_2\text{H}_5(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$, melyet közönségesen *asparagin* néven ismerünk; ez számos növényben mint a fehérje származéka található fel (Asparagus off.-ban, radix liquiritiae-ben, r. altheae-ben, édes mandulában, a pillangósok fiatal csiranövénykéiben stb.). Vízből kristályosítható vegyület ez.

Az amidok vízvesztés folytán *nitril*-ekké változhatnak. A hangyasav nitril-je (formonitril) azonos a cyanhydrogen-nel ($\text{H} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2 - \text{H}_2\text{O} = \text{HCN}$). Az acetonitril azonos a methylcyanid-dal ($\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2 - \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{CN}$) és így tovább; ált. képlet szerint: $\text{R} \cdot \text{CN}$.

Vannak u. n. *isonitril*-ek is: RNC -alkattal; ezeket *carbylamin*-oknak is nevezik. Ilyen vegyület képződik a chloroformból, ha azt amin-nal és alkoholos kálival hevítjük, pl. chloroformból és anilinből alkoholos kálival a rendkívül bűzös szagú *phenylcarbylamin* = *isophenylcyanid* keletkezik, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NC}$; erről a chloroform felismerhető.

Az amin-oknak megfelelő phosphin-ok, arsin-ok, stibin-ek szintén ismeretesek.

Organometalla.

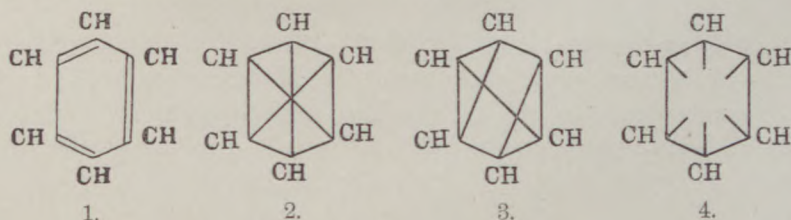
Így nevezhetjük a szénhydrogen- (alkyl-) gyökök vegyületeit fémekkel, melyek roppant reakció-képesek. Ilyen pl. a zinkmethyl, $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$, mely methyljodid és fém-zink együttes lepárlásakor mint a levegőn önként meggyúló illékony folyadék keletkezik. Vízrel metan lesz belőle: $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2 + 2\text{HOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{CH}_4$; a többi efféle vegyületekből más szénhydrogen-vegyületek.

Aromatikus vegyületek.

Az aromatikusan vegyületek közt a *benzol*, C_6H_6 , képezi a kiinduló pontot. Ebből az összes aromatikusan vegyületeket leszármaztathatjuk oly módon, hogy benne egy vagy több H-t megfelelő gyökökkel helyettesítünk. Ezért az aromatikusan vegyületeket a *benzol származékainak* is mondhatjuk.

A benzol alkatának magyarázatára felveszik, hogy az egyenként 4-v.-é. C-atomok mindegyike 3—3 vegyértékkel kapcsolódik a szomszédjaihoz s így mindegyik egy-egy vegyértékű maradván, 1—1 H-t képes lekötöni.

Ez a következő módokon lehetséges:



Az 1. mód szerint a szén-atomok között váltakozva egyszerű és kettős kapcsolódás volna; a 2. és 3. mód szerint mindegyik szén-atom 3 másikhoz kapcsolódnék 1—1 vegyérték révén; a 4. mód szerint végül mindegyik C-t egyszerű kapcsolódás köti a 2 szomszédjához, azonban mindegyiknek a centrum felé irányulván 1—1 vegyértéke, e vonzások egymást kölcsönösen telítik.

Rendszerint az 1. mód szerint szokás a 6 C-ből álló *benzol-gyűrű* vagy *benzol-mag* szerkezetét felvenni (*Kekulé* nyomán).

Helyettesítések.

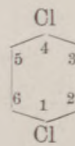
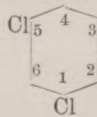
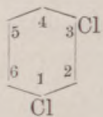
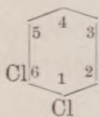
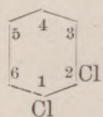
A benzol-gyűrűn kapcsolódó H-atomokat lehetséges halogen-elemek hatására Cl, Br vagy J által helyettesíteni; salétromsav hatására NO₂-gyökekkel (nitro-vegyületek), conc. vagy füstölő kénsav hatására pedig SO₃H-gyökekkel (sulfon-savak). Ezeket megint más gyökökkel, pl. OH-val (phenol-ok), NH₂-vel (amin-ok), sőt alkyl-gyökökkel (pl. CH₃, C₂H₅, C₃H₇ stb.).

Isomeria.

Ha csupán egy H-t helyettesítünk más gyökkel a benzolban, csak egyféle vegyület keletkezik, vagyis isomeria nem lehetséges; ha azonban 2, 3 vagy 4 H-t helyettesítünk, mindez esetekben több isomeria lehetséges. Tegyük fel például azt, hogy a helyettesítés Cl-ral történik. Ez esetben azt tapasztaljuk, hogy 2 Cl-atom belépésekor 3 isomeria lehetséges, a szerint, hogy minő viszonylagos helyzetet foglalnak el a belépő gyökök egymáshoz képest. Ennek megérthetése végett jelöljük meg 1—6 terjedő számokkal a benzol-gyűrűben lévő 6 C-atomot, illetőleg a 6 C-atomot képviselő hatszög egymásután következő sarkait ilyenformán:

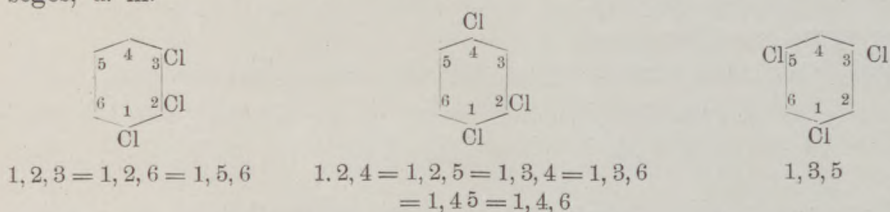


Most már a két Cl helyzete a következő lehet:



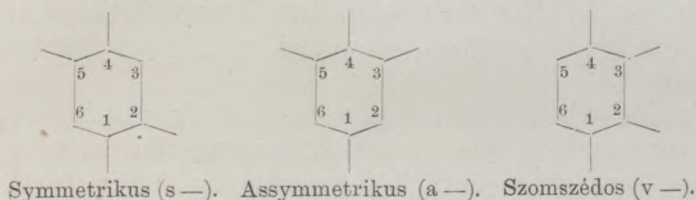
De ez öt eset csak háromféle; mert 1, 2 = 1, 6 t. i. szomszédos, ugyan-csak 1, 3 = 1, 5 mert egymáshoz harmadik. Marad tehát kettős helyettesítésnél 3 isomeria eset, u. m. 1, 2 (= 1, 6) *ortho*-vegyület (rövidítve o —) 1, 3 (= 1, 5) *meta*-vegyület (rövidítve m —) és 1, 4 *para*-vegyület (rövidítve p —). Ha a két gyök kétféle (pl. Cl és Br), akkor is csak e három isomeria lehetséges.

Ha 3 egyenlő gyök lép be a benzol-gyűrűbe, akkor is 3 isomeria lehetséges, u. m.



Az első eset (1, 2, 3 ...) szomszédos = *vicinalis* (rövidítve v —), a második (1, 2, 4 ...) *assymmetrikus* (rövidítve a —), a harmadik (1, 3, 5 ...) *symmetrikus* (s —). Ha azonban a helyettesítő 3 gyök kétféle, akkor hat isomeria lehetséges (egy para-, két ortho- és 3 meta-vegyület). 3 különböző gyökkel már 10 isomeria jöhet létre.

Négy egyenlő gyök belépése esetén szintén 3 isomeria lehetséges:

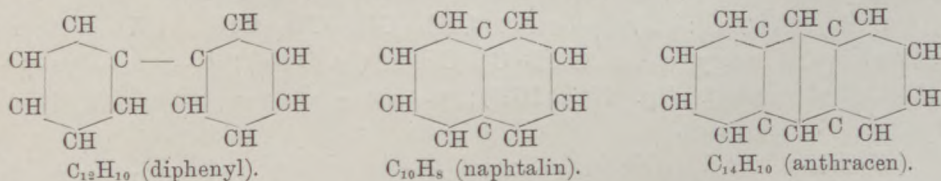


De már 3 egyenlő és egy különböző gyök megint 6 isomeriát tesz lehetővé és így tovább.

Ugyanazon körülmények között rendszerint ugyanaz az isomer vegyület keletkezik, ámbár egyidejűleg két, sőt több isomer is képződhetik.

Az aromás vegyületek isomeria-eseteit azonban még egyéb körülmények is gyarapítják. Például a dimethyl-benzollal, $C_6H_4 \cdot (CH_3)_2$, (mely már magában 3-féle: ortho-, meta- és para- lehet), isomer az aethylbenzol is, $C_6H_5 \cdot (C_2H_5)$; éppen így a propylbenzol-nak $C_6H_5 \cdot (C_3H_7)$, melynek már az isopropylbenzol úgyis isomerje, még a következő isomerjei lehetnek: 3-féle methylaethylbenzol, $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot C_2H_5$, (ortho-, meta- és para-), továbbá 3-féle trimethylbenzol, $C_6H_3 \cdot (CH_3)_3$ (és pedig vicinalis, symmetrikus és assymmetrikus. Az isomeria-esetek száma itt tehát óriási.

A benzol-származékok sokféleségének némi illusztrációja végett még csak arra szabadjon utalni, hogy ismeretesek vegyületek, melyekben két vagy több benzol-gyűrű, esetleg összeolvadva is, képezi az alapot, például:



Itt természetesen szintén temérdek isomeria-eset lehetséges.

Szénhydrogenek.

Az aromatikusan vegyületek közé tartozó szénhydrogeneket is több homolog sorba lehet beosztani.

Ezek közt kétségtelenül legfontosabbak a benzol és homologjai, melyek alkatát a következő általános képlet fejezi ki: C_nH_{2n-6} ; ezekben a H-atomok száma hattal kevesebb mint a szén-atomok kétszerese; az n értéke pedig legalább 6.

E sorozat tagjai némely petroleumban megtalálhatók, még inkább azonban — mint a kőszén bomlási termékei — a kőszénkátrányban, mely az aromatikusan vegyületek ipari készítésére valóssággal nélkülözhetetlen alapanyagának tekintendő.

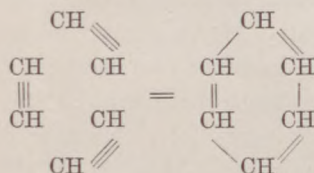
E szénhydrogenek általában bomlás nélkül desztillálható folyadékok; vízben oldhatatlanok, borszeszben, aetherben, szénulfidban stb. jól oldhatók.

A sorozat néhány fontosabb tagja a következő:

Benzol (phen), C_6H_6 . Színtelen, sajátos szagú folyadék; 0° alatt megfagy, 5.4° -on megolvad, 80.3° -on forr; fajsúlya (15° -on) 0.88. A zsíroknak jó oldószere.

Kőszénkátrányból készítik lepárlás útján, a párlatot lúggal (a phenoloktól) majd kénsavval (a bázisos testektől) megmossák, ismételt lepárlással tisztítják s kifagyasztás útján a folyékonyan maradó homologjaitól teljesen megtisztítják.

Képződik acetylen-gázból is, ha azt lágyulásig hevített üvegcsövön áthajtják ($3C_2H_2 = C_6H_6$):



A benzol homologjait részben szintén a kőszénkátrányból, részben pedig magából a benzolból készítik.

Toluol, C_7H_8 , vagy methylbenzol, $C_6H_5 \cdot CH_3$. A benzolhoz sokban hasonló, 110° -on forró folyadék.

C_8H_{10} -alkatúak: *Aethylbenzol*, $C_6H_5 \cdot C_2H_5$, továbbá három *xylol*, vagyis *dimethylbenzol* (ortho- fp. 142° , meta- fp. 139° , és para- fp. 138°), $C_6H_4 \cdot (CH_3)_2$ -alkattal. Isomerek ezek és mind a kőszénkátrány elegyrészei.

C_9H_{12} -alkatúak: *Propylbenzol*, $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ (157° -on forr); *isopropylbenzol* vagy *cumol* $C_6H_5 \cdot CH(CH_3)_2$ (fp. 153°); o—, m— és p— *methylaethylbenzol*-ok (fp. 158 – 162°); v—, a— és s— *trimethylbenzol*-ok (fp. 175 , 170 és 165°).

$C_{10}H_{14}$ -alkattal 4-féle *buthylbenzol*, 3-féle *diaethylbenzol*, 3-féle *methylpropylbenzol*, 2-féle *methylisopropylbenzol* (a para-vegyület neve *cymol*, 217° -on

forr), 5 *dimethylaethylbenzol* és 3 *tetramethylbenzol* (a szimmetrikus: *durol*, 79°-on olvadó kámforszagú vegyület) ismeretesek.

A homolog sor további tagjainak szintén nagyszámú isomerjei ismeretesek.

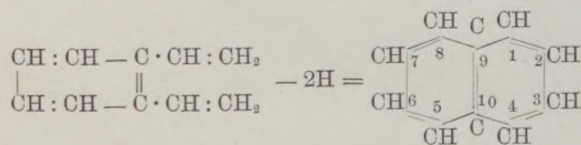
A benzolból és homologjaiból *H-ben gazdagabb sorozatok* keletkezhetnek, ha a benzol-gyűrűben lévő kettős kapcsolatok közül 1, 2 vagy mind a 3 egyszerűre változik és az így felszabaduló vegyértékek révén további 2, illetve 4, sőt 6 H vétetnek fel. E sorozatok általános képletei lesznek: C_nH_{2n-4} (például: C_6H_8 dihydrobenzol); C_nH_{2n-2} (például: C_7H_{12} tetrahydrotoluol); C_nH_{2n} (például: C_6H_{12} hexahydrobenzol, C_7H_{14} hexahydrotoluol stb.), mely utóbbiak különösen a kaukázusi (Baku) petroleumnak elegyrészei.

Vannak azonban a benzol-sorozatnál *H-ben szegényebb sorozatok* is. Ilyenek képződnek, ha a benzol-gyűrűn kapcsolódó oldallánczból (methyl-, aethyl- s általában alkyl-gyökökből), sőt magából a benzol-gyűrűből is Cl segélyével 2, 4, 6 vagy még több H-t vonunk el. Ilyenek például:

C_nH_{2n-8} alkat szerint a: *Styrol*, C_8H_8 , vagyis $C_6H_5 \cdot CH:CH_2$.

C_nH_{2n-10} szerint: *Phenylacetylen*, C_8H_6 , vagyis $C_6H_5 \cdot C:CH$.

C_nH_{2n-12} képlet szerint: Ha az utóbb említett sorozatba tartozó $C_{10}H_{10}$ -alkatú szénhydrogenből még két H-t elvonunk, a visszamaradó atomcsoportból egy összeolvadt kettős gyűrű keletkezik: $C_{10}H_{10} - 2H = C_{10}H_8$ vagyis:



Ez nem más mint a: *naphtalin*.

Naphtalin. Ezt a kőszénkátránynak 180—220° között forró részletéből készítik; előbb a kiváló szilárd részt sajtolják, aztán maró lúggal s utána híg kénsavval megmossák, vízgőzzel átpárologatják s tisztítás végett ismételtén kevés kénsavval 180°-ra hevítik, majd vízzel desztillálják, sőt kevés kénsavval és manganperoxiddal vízfürdőben egy negyedórán át hevítik, megint megmossák és átpárologatják (szállasztják).

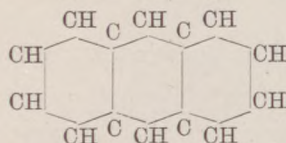
A naphtalin fénylő, táblás kristályokat alkot. 80°-on megolvad; 218°-on forr; vízgőzzel is illékony. Sajátszerű, nehéz szaga van. Fajsúlya 1.15. Vízen nem, de borszeszben, benzolban s kivált aetherben jól oldható.

C_nH_{2n-14} -alkatú szénhydrogenek közt legegyszerűbb a: *Biphenyl*, $(C_6H_5)_2$, mely a benzolból akkor keletkezik, ha azt izzó csövön hajtjuk át: $2C_6H_6 = (C_6H_5)_2 + H_2$.

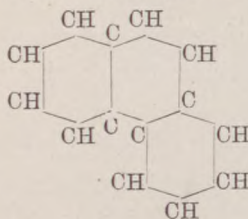
A C_nH_{2n-16} -alkatú sorozatba tartozik pl. a: *Stilben*, $C_6H_5 \cdot CH:CH \cdot C_6H_5$.

A C_nH_{2n-18} sorozatból fontos az:

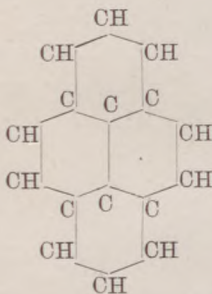
Anthracen, $C_6H_4 \begin{smallmatrix} \text{CH} \\ \text{CH} \end{smallmatrix} C_6H_4$; táblás kristályokat képező vegyület ez, mely 200° -on olvad és 351° -on forr. Ezt is a kőszénkátrányból lehet készíteni. Szerkezete hármaz benzolgyűrűnek felel meg:



Isomer vele a szintén kőszénkátrányban található *phenanthren*:



A C_nH_{2n-22} sorozatba tartozik a *pyren*, mely négyes benzolgyűrűből áll:



Ez is a kőszénkátrány elegyrésze.

Vannak azonban oly szénhydrogenek is, melyekben a H még ennél is kevesebb; a legalacsonyabb H-tartalmú ilyenmű vegyület a C_nH_{2n-54} képletnek felel meg.

Sulfon-savak.

Egész serege ismeretes e vegyületeknek, melyek az aromatikusszénhydrogenekből kéntrioxid (SO_3), füstölő kénsav (pyrokénsav), sőt a conc. H_2SO_4 hatása folytán is keletkeznek. Ezekben az 1-v.-é. SO_3H -csoport foglaltatik.

Az aromatikussulfonsavak igen állandó vegyületek; a bennük lévő SO_3H -csoport H-jét fémekkel, alkyl-gyökökkel lehet helyettesíteni; káli-lúggal összeolvasztva kaliumsulfit-ot és phenol-t eredményeznek.

Ilyen sulfonsav pl. a *benzolsulfonsav*, $C_6H_5 \cdot SO_3H$, (benzol-ból és füstölő kénsavból tartós hevítés útján); az o-, m- és p- *benzoldisulfonsav*-ak, $C_6H_4(SO_3H)_2$; a *benzoltrisulfonsav*-ak, $C_6H_3(SO_3H)_3$; a *naphtalinsulfonsav*-ak, $C_{10}H_7 \cdot SO_3H$, $C_{10}H_6(SO_3H)_2$ és így tovább.

Nitro-származékok.

Az aromatikusan szénhidrogének conc. salétromsavban feloldva (esetleg hevítve) nitro-vegyületekké változnak át; ugyanis a benzol-gyűrűhöz tartozó valamely H (esetleg több is) a salétromsavban levő OH-lal vizet alkot s a H helyére a benzol-gyűrűbe az NO_2 -gyök lép be.

Például: C_6H_6 (benzol) + $\text{NO}_2 \cdot \text{OH}$ (salétromsav) = $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NO}_2$ (nitrobenzol) + HOH (víz). Az így képződő *nitrobenzol* az illanó keserűmandulaolajra emlékeztető szagú folyadék (Mirban-olaj); illatosításra használják.

Ugyanígy képződik naphtalinból a *nitronaphtalin*: C_{10}H_8 (naphtalin) + $\text{NO}_2 \cdot \text{OH}$ = $\text{C}_{10}\text{H}_7 \cdot \text{NO}_2$ (nitronaphtalin) + H_2O .

Amino-származékok.

Ha az NH_2 -gyök az aromatikusan szénhidrogének oldalcsoportjaiba (alkyl-gyökökbe) lép be, akkor a zsírnemű vegyületek amin-jainak (aethylamin stb.) megfelelő bázisok keletkeznek, például a $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{NH}_2$, *benzylamin*. Ha ellenben magához a benzol-gyűrűhöz csatlakozik az NH_2 , akkor oly amin-ok keletkeznek, melyek sokban különböző magatartást tanúsítanak; ilyen például a fenti benzylamin-nal isomer *toluidin* $\text{NH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$.

Míg ugyanis a benzylamin s effélék a lakmuszt megkékitik, a levegőből CO_2 -ot vesznek fel s erős hűtés mellett a salétromossavra hatástalanok, — addig a toluidin s hasonlóak a lakmuszt nem kékitik meg, a levegőből CO_2 -ot nem vonnak, salétromossav hatására pedig az u. n. azo- és diazo-vegyületekké változnak át.

Anilin, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2$. Készíteni a nitrobenzoltól szokták, melyet vasforgács és sósav (vagy ecetsav) által, illetve az ezekből fejlődő H által (in statu nascendi) redukálnak: $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NO}_2 + 6\text{H} = \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; a redukció megtörténte után a savat mésszel semlegesítik s az anilint ledesztillálják.

Sajátos (gyengén aromatikusan) szagú, olajos folyadék. Erős hidegben megfagy (-8° -on olvad), 183° -on forr; fajsúlya 1.03. — 31 r. vízben oldódik, borszeszszel és aetherrel bármely arányban elegyedik; savakkal kristályos és vízben oldható sókká egyesül. A világosság tartós hatására megvörösödik.

Az anilin és homologjai, pl. a *toluidin*, az anilin-festékek készítésére szolgáló igen becses vegyületek.

Sói közül hivatalos kémszer a *sósavas anilin* ($\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2 + \text{HCl} = \text{C}_6\text{H}_7\text{N} \cdot \text{HCl}$), vízben és borszeszben könnyen oldható sönemű vegyület.

Diphenylamin, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}(\text{C}_6\text{H}_5)$. Sósavas anilin és anilin húzamos hevítése útján (210 – 240° -on) készül. Kristályos lemezekből áll; 54° -on olvad, 302° -on ferr. Conc. kénsavval készített oldata igen érzékeny kémlelő szer nitrat-ra, melynek rendkívül hig oldatából pár cseppel sötét indigószínű kékké lesz. (Ívóvíz, tej stb. vizsgálata salétromsavra, illetve nitrat-ra vagy nitrit-re.)

Az anilinban az NH_2 -gyök H-jét savgyökkel lehet helyettesíteni; így származnak az anilid-ek, melyek közt hiv. vegyület az:

Acetanilid (*antifebrin*), $C_2H_5O \cdot NH \cdot C_6H_5$. Ezt anilin és egészen conc. ecetsav 1—2 napig tartó hevítése által készítik s lepárlás és benzolból való kristályosítás útján tisztítják meg.

Vízben, borszeszben, aetherben oldható táblás kristályos test, mely 112° -on olvad, 303° -on forr.

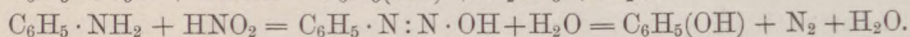
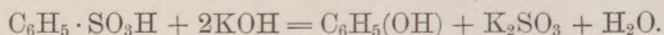
Mint lázellenes szert alkalmazzák.

Phenol-ok.

Phenoloknak nevezzük az aromatikusszénhydrogenek ama hydroxyl-származékait, melyekben az OH közvetlenül a benzol-gyűrűhöz van kapcsolódva.

A phenolok némi tekintetben az alkoholoknak megfelelő vegyületek ugyan, mégis azoktól lényeges tulajdonságaikban eltérnek. Az OH hydrogen-jét lehet bennük fémekkel helyettesíteni (phenolat-ok). Savak hatására összetett aether-szerű vegyületekké lesznek. Erős oxidáló hatású testek (pl. chlor-gáz, salétromsav) nem oxidálólak, hanem helyettesítőleg hatnak rájuk. Egyébként igen reakció-képes vegyületek, melyekből substituczió folytán könnyű különféle származékokat készíteni.

Némely phenolok (carbolsav, kresol) a szerves testek hevítési bomlás-termékei közt (kőszénkátrányban) fellelhetők; mások a szénhydrogenek sulfonsavjaiból maró kálival való összeolvasztás útján vagy az aminokból vizes salétromossav hatására könnyen keletkeznek, pl.:



átmenetileg diazobenzol.

Az egy OH-t tartalmazó (1-v.-é) phenolok közé tartoznak egyebek közt:

Phenol (*carbolsav*), $C_6H_6O = C_6H_5 \cdot OH$. Rendszerint kőszénkátrányból készítik, úgy, hogy annak $150-180^\circ$ -on desztilláló részletét maró lúggal, pl. NaOH-dal keverik, mi által a phenol és kresol kivonatik ($C_6H_5 \cdot OH + NaOH = C_6H_5 \cdot ONa$ phenolnatrium + H_2O), de naphtalin és egyéb szénhydrogenek is mennek az oldatba; ezután a lúgos oldatot vízzel feleeresztik, midőn a szénhydrogenek kicsapódnak; majd kevés sósavat ($\frac{1}{6}-\frac{1}{8}$ -át annak, a mi a phenol kiválasztására szükséges volna) elegyítenek hozzá, mire a gyantás anyagok kiválnak; másik kis részlet sósav a homolog phenolokat választja ki; még több sósavval aztán maga a phenol is kiválik ($C_6H_5 \cdot ONa + HCl = C_6H_5 \cdot OH + NaCl$). Ezt azután közel a forrásig hevítik s e közben száraz levegőt hajtának át rajta, hogy a benne levő vizet magával vigye s végül a phenolt ledesztillálják.

A tiszta phenol hosszú, színtelen kristálytűkből álló, sajátos szagú vegyület. $42.5-43^\circ$ -on megolvad, 180° -on forr. Fajsúlya 1.060 (33° -on.) Víz-szívó és ha nem absolut tiszta, a napfény hatására megvörösödik. Maró

tulajdonságú, a bőrön hólyagot (fehér pörkölést) okoz; oldatai fertőtlenítő hatásúak. $\frac{1}{10}$ résznyi vízzel folyékony lesz: *acid. carbol. liquidum*; ez a hidegben kristályosan megmered s $(C_6H_5 \cdot OH)_2 \cdot H_2O$ -alkatú hidratnak tekinthető. Több vízzel nem elegyedik, de mintegy 18-szor annyi vízben feloldódik (carbolos víz); borszeszszel, aetherrel, chloroformmal, glycerinnel elegyedik, olajokban is oldható.

A phenol fentemlített tulajdonságairól s kivált szagáról könnyen felismerhető. Ha igen híg oldatát ferrichlorid oldatával elegyítjük, attól ibolyaszínt ölt (a képződő vasphenolat-tól); e szín úgy lúgok, valamint savak hozzáadására eltűnik. Másik reakciója: a vizes oldat $\frac{1}{4}$ r. ammoniával és néhány csepp chlormész-oldattal keverve és gyengén melegítve megkékül. Harmadik reakciója: a phenol-oldatból elegendő bromos víz sárgás-fehér foszlányos csapadékot: tribromphenol-t, $C_6H_2Br_3 \cdot OH$, választ ki. E reakcióra van alapítva a phenol mennyiségi meghatározása s illetőleg a gyógyszer-könyv tisztasági próbája. E czélból az *acid. carb. liqu.*-ból 1.034 gr.-ot (0.94 gr. kristályos phenolt) annyi vízben oldunk, hogy az oldat egy liternyi (1000 cm.) legyen. Ez oldatból 102 köbcentimetert (vagyis valamivel többet mint $\frac{1}{10}$ -részét, tehát 0.094 gr. phenolt) kimérünk és ebben 1 gr. KBr-ot oldunk s aztán 60 cm $\frac{1}{10}$ szabályos kaliumbromat-oldatot és 10 cm. conc. sósavat elegyítünk hozzá. A dús fehér csapadékról leszűrt kémpróba a jodkaliumos keményítőoldatot ne kékitse meg. Ennek magyarázata az, hogy a 60 cm. kaliumbromat-oldat által a KBr-ból szabaddá tett brom éppen 0.094 gr. phenolt (vagyis a készített oldatból 100 cm.-t) változtat át tribromphenol-lá; minthogy pedig mi a próbához 102 cm. oldatot vettünk, így hát még valami kevés phenol marad az oldatban, vagyis nem marad ott szabad brom, tehát nincs a mi a KJ oldatából jodot tehetne szabaddá. Ha azonban a phenol tisztátalan volt (pl. a megengedettnél több víz volt benne), akkor szabad brom marad, illetve tribromphenolbrom, $C_6H_2Br_4O$, is képződik, mely a KJ-ból jodot fog szabaddá tenni s ez a keményítőt megkékíti ($C_6H_2Br_4O + 2KJ = C_6H_2Br_3OK + KBr + J_2$).

Trinitrophenol (*pikrinsav*), $C_6H_2(NO_2)_3 \cdot OH$. A phenolban nagyon könnyű a benzol-gyűrűhöz tartozó H-atomok közül egyet vagy többet NO_2 által helyettesíteni. Ezek közül a trinitrophenol (a $3NO_2$ helyzete: 2, 4, 6, az OH-é 1), vagyis a pikrinsav a legfontosabb. Ez vízből világos sárga kristálylemezekben, aetherből citromsárga oszlopokban kristályosodik; 122° -on olvad; igen keserű ízű, mérges. Óvatosan szublimálható, de gyors hevítésnél elpuffan. Selyem és gyapjú sárgára festésére alkalmas. Sói hevítésre vagy ütésre hevesen robbannak s robbantó szerül használatnak.

Kresol (*methylphenol*), $OH \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$. Mind a három isomer kresol (o—, m— és p—) a kőszénkátránynak, sőt a bükkfakátránynak is alkatrésze. A meta-vegyület folyékony, az ortho- és para-vegyületek kristályosak (olv. p. $30-36^\circ$, forráspont: $190-202^\circ$). Sokban hasonlók a phenolhoz. Fertőtlenítő hatásuk van.

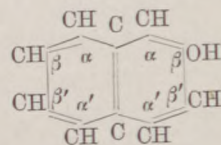
Carvol (kömény-olaj), $C_{10}H_{14}O = C_3H_7 \cdot C \begin{smallmatrix} \text{CH} : \text{CH} \\ \text{CH} : \text{CO} \end{smallmatrix} > CH \cdot CH_3$. Folyadék, mely 228° -on forr; fajsúlya 0.953 (15° -on). Az oleum carvi aethereum egyik fő elegyrésze; a másik a *carven*, $C_{10}H_{16}$ (173° -on forr).

Thymol, $C_{10}H_{14}O = (CH_3)_2CH \cdot C_6H_3(CH_3) \cdot OH$. Kristályos test, 51° -on olvad, 231° -on forr; fajsúlya 0.994 (0° -on). Jellemző erős illata van. Az oleum thymi-ben foglaltatik s ebből nátronlúggal kivonható, sósavval ismét szabaddá tehető; acid. acet. conc.-ból jól kristályosodik. Az oleum thymi-ben ezenkívül van: *thymen*, $C_{10}H_{16}$, *cymol*, $C_{10}H_{14}$, sőt *carvacrol*, mely a thymol-lal isomer.

[**Thiophenol**-ok. A phenolok P_2S_5 hatására *thiophenol*-okká változnak át; ezek OH helyett SH-t tartalmaznak. Oly vonatkozásban állanak ezek a phenolokhoz, mint a mercaptanok az alkoholokhoz.]

Anethol (anisstearopten), $C_{10}H_{12}O = C_3H_5 \cdot C_6H_4 \cdot OCH_3$. Az allylphenol methylaether-e. 21.6° -on olvadó, 232° -on forró, 0.989 fajsúlyú vegyület, mely az ánís-olaj szilárd alkatrésze (stearopten-je); a csillagos ánís illanó olaja $4/5$ -részben anethol-ból áll; az oleum foeniculi anethol mellett több terpent ($C_{10}H_{16}$) tartalmaz, mint az ánís-olaj.

β -Naphtol, $C_{10}H_8O = C_{10}H_7 \cdot OH$. A kőszénkátrány alkotórésze. A β -naphtalinsulfonsav-ból KOH-dal készíthető. Szintelen kristálylemezekből áll. Szaga gyenge, a phenolra emlékeztető; íze égető. 123° -on olvad, 286° -on forr. Rosszul oldódik forró vízben; jól borszeszben, aetherben, chloroformban, benzolban. Felismerhető arról, hogy vizes oldata ferri-chloridtól zöldes színt ölt; ammoniával pedig kékes-ibolyaszínűen fluoreszkál.



Több OH-t tartalmazó phenol-ok:

$C_6H_4(OH)_2$ -alkattal 3 isomer vegyület (phendiol) létezik, u. m. az ortho-vegyület: *brenzkatechin*, a meta-vegyület: *resorcin* és a para-vegyület: *hydrochinon*.

Brenzkatechin (ortho-dioxybenzol), $C_6H_4(OH)_2$ 1, 2. Maga nem hivatalos vegyület; de hivatalos a methylaether: **guajakol** néven ($C_7H_8O_2 = OH \cdot C_6H_4 \cdot OCH_3$). A guajakol a fa-kreosot alkatrésze, de a guajak-gyanta száraz lepárlásakor is keletkezik. A gyógyszerkönyv szerint: szintelen, erősen aromás szagú folyadék, 80 s. r. vízben, alkoholban és aetherben könnyen oldható; fajsúlya 1.117. $200-202^\circ$ -on forr. Borszeszes oldata ferrichloridtól szép kék színűvé lesz, többtől smaragdzölddé válik. Lúgokkal egyesül. Fénytől óvni kell. A kreosot másik alkatrésze a: **kreosol**, mely a homobrenzkatechin = methylphenol, $(3,4)CH_3 \cdot C_6H_3(OH)_2$, 3-methylaether-e: $CH_3O \cdot C_6H_3(CH_3) \cdot OH$; ez 222° -on forró, 1.111 fajsúlyú, gyengén aromás szagú folyadék, mely ferrichloridtól zöld színűvé lesz.

Resorcin (meta-dioxybenzol), $C_6H_4(OH)_2$ 1, 3. Készíteni m-benzoldisulfonsav-ból szokták, maró kálilúggal való összeolvasztás útján. Csaknem szín-

telen vagy sárgás, rövid oszlopos vagy lemezes kristályokból áll; sajátos gyenge szaga és karczoló édes íze van. 118° -on olvad, 276° -on forr. Vízben, borszeszben és aetherben könnyen oldható. Vizes oldata ferrichloridtól sötét ibolyaszínűvé lesz; ammoniás ezüstnitrát-oldattal megsötétedik, vele melegítve: szürkés-fekete csapadékot ad (ezüstöt választ ki).

Hydrochinon (para-dioxybenzol), $C_6H_4(OH)_2$ 1, 4. Meleg vízben, borszeszben és aetherben könnyen oldható édeskés ízű kristályos vegyület, melynek lúgos oldatát redukáló tulajdonsága folytán a fotografiában a negatív képek előidézésére használják.

A 3 OH-t tartalmazó phenolok közül megemlítendő a $C_6H_3(OH)_3$, melynek isomerjei: a *pyrogallol* (1, 2, 3-phentriol), az *oxyhydrochinon* (1, 2, 4-phentriol) és a *phloroglucin* (1, 3, 5-phentriol). Hivatalos a pyrogallol.

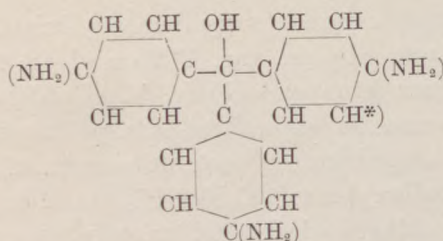
Pyrogallol (*pyrogallussav*). A gallussav, $COOH \cdot C_6H_2(OH)_3$, száraz lepárlása révén készül, a midőn abból CO_2 lép ki. Fehér, könnyű, fénylő tűalakú vagy lemezes kristályokból áll. 132° -on olvad; 300° körül forr és részben elbomolva szublimál. Vízben, borszeszben és aetherben igen könnyen oldható. Hig vizes oldata kevés maró lúggal elegyítve s a levegővel összerázva sötét barna színt ölt (oxygen-felvétel folytán). Ezüstoldatból fekete csapadékot választ ki redukezió folytán; e tulajdonsága alapján (K_2CO_3 -os oldatát) a fotografiában a negatív lemezen a kép előidézésére alkalmazzák. Kevés ferrosulfát-oldattól megkékül (tulajdonképpen a vasgáliczban lévő csekély ferri-sótól).

Aromás alkoholok.

Ezek a OH-t nem mint a phenolok a benzol-gyűrűhöz kötve, hanem a benzol-gyűrűhöz kapcsolódó oldallánczokban (alkyl-gyökökön) tartalmazzák. Ezek valódi alkoholok, melyek viselkedése a zsírneműek alkoholaival megegyezik. Legegyszerűbb 1-v.-é. alkohol a:

Benzylalkohol (*phenmethylo*l), $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot OH$. Készíteni a peru-balzsamból lehet, úgy, hogy azt 4 térf. kálilúggal (1:3 fajsúlyú) addig hevitik, míg tiszta oldat képződik; a kihűlés után a folyékony részt sajtolással különválasztják és vízgőzzel desztillálják. Gyenge aromás szagú folyadék; 204° -on forr; mintegy 25 r. vízben oldható. Hig salétromsav keserűmandula-olajjára (benzaldehyd), chromsav pedig benzoësavvá oxidálja. Fahéjsavas aethere a styrax-balzsamban, benzoë- és fahéjsavas aetherei pedig a peru- és tolu-balzsamokban foglaltatnak.

Rosanilin, $C_{20}H_{21}N_3O$, és **pararosanilin**, $C_{19}H_{19}N_3O$. A pararosanilin szintén egy alkoholnak: a triphenylcarbinol-nak, $(C_6H_5)_3C \cdot OH$, amino-származéka s ezért 4-triaminotriphenylcarbinol-nak is nevezik: $(NH_2 \cdot C_6H_4)_3 \cdot C \cdot OH$; az NH_2 -gyökök helyzete itt a para-állásnak felel meg:



Ha a szerk. képletben jelölt *) H helyét CH_3 foglalja el, akkor a vegyületet *rosanilin*-nak nevezik.

E fontos vegyületeket anilin és p-toluidin (a rosanilin-nál még o-toluidin is) oxidációja folytán lehet készíteni arsensavval; újabban az arsensavat mellőzik, hogy a rosanilinból készített fontos u. n. *anilin-festékek* arsenmentesek legyenek.

Fontos ezek közül pl. a *methyl-ibolya*, mely a pararosanilin-ban az NH_2 -gyökök összes H-jei helyén CH_3 -gyököt (összesen hatot) tartalmaz. Továbbá a *fuchsin*, mely nem más, mint a sósavas rosanilin; ez zöld színű és fémfényű kristályokból áll, vízben s kivált borszeszben gyönyörű piros színnel oldódik.

Vannak aztán *phenolalkohol*-ok is, melyek a phenolok és alkoholok tulajdonságait egyesítik; ezekben a benzol-gyűrűhöz és az oldallánczhoz is van kötve OH. Ilyen pl. az *ortho-oxibenzylalkohol* = *saligenin*, $\text{OH} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2(\text{OH})$ 1,2; ez a salicin-ből képződik az emulsin hatására.

Aromás savak.

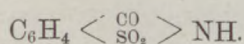
Ezek az aromás alkoholok oxidációi termékeinek tekinthetők s úgy keletkeznek, hogy az alkoholban foglalt $\text{CH}_2(\text{OH})$ -gyök átalakul a $\text{CO}(\text{OH})$ carboxyl-gyökké. A carboxylok számától függ az aromás sav vegyértékűsége. Fontosabb aromás savak:

Benzoësav, $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$. Készíteni a benzoë-gyantából szokás óvatos szublimáció útján, a midőn a siámi gyanta fahéjsavtól mentes benzoësavat szolgáltat; ez a hivatalos készítmény. A gyantában maradó savat még lúggal kivonják és a lúgos oldatból savval kicsapják (ez nem használandó). Növényevő állatok (ló, marha) vizelletében levő *hippursav*-ból sósavval való főzésnél szintén képződik benzoësav, de ezt orvosi célra alkalmazni nem szabad. (A hippursav = benzoylaminoecetsav sósavval főzve a víz által bontatik: $\text{NH}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}(\text{OH}) + \text{HOH} = (\text{C}_7\text{H}_5\text{O})\text{OH}$, benzoësav + $\text{NH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO}(\text{OH})$, aminoecetsav vagyis glykokol.)

Fénylő kristálylemezekből vagy tűkből áll. A gyantából szállasztás útján kapott a hozzátapadó illanó anyagtól benzoë-gyanta szagú. 121° -on olvad, 249° -on forr. Bomlás nélkül szublimálható (már 100° -on is). Vízben alig, borszeszben, aetherben jól oldható. Égetett mészszel együtt hevítve, CO_2 -ot veszít és benzol-lá lesz.

A benzoësavas natrium szintén hivatalos: $C_6H_5 \cdot COONa$. Ez fehér, alaktalan por; 1·5 s. r. vízben, borszeszben nehezebben oldható. Erős hevítésnél elszéneseedik és lúgos maradékot (Na_2CO_3) hagy hátra. Vizes oldatából sósav fehér csapadékot (benzoësavat) választ ki, mely aetherben oldható.

Saccharin (o-benzoësav-sulfimid), $C_7H_5NSO_3$. Az o-sulfamidobenzoësavnak ($NH_2 \cdot SO_2 \cdot C_6H_4 \cdot COOH$) anhydrid-je:



Kristályos anyag; hideg vízben rosszul, borszeszben és aetherben könnyen oldható, mintegy 300-szorta édesebb a cukornál; ezért bizonyos esetekben e helyett megkísérlették mint édesítőt alkalmazni.

Fahéjsav (phenpropenylsav), $C_6H_5 \cdot CH:CH \cdot COOH$. A styrax-, tolu- és peru-balzsamok elegyrésze; továbbá a sumatrai benzoë-gyantáé. Az ilyen gyantából készített benzoësavban tehát a fahéjsav mint tisztátalanság felfedezhető; ezt kimutathatjuk az által, hogy a fahéjsav oxidáló szerekekkel (pl. kal. permanganat-oldattal) való melegítésre benzaldehid képződése folytán keserűmandulaolaj-szagot áraszt, míg a tiszta benzoësav nem.

Abietinsav, $C_{19}H_{28}O_2$. A fenyőgyanták egyik lényeges alkotórésze; a colophonium főképpen abietinsavból áll. A colophonium alkoholos oldatából HCl-gáz az abietinsavat kiválasztja.

Phenol-savak.

Ezek egyidejűleg carboxylt, $COOH$, és a benzol-gyűrűhöz kötött OH -t tartalmaznak. Ilyenek:

Salicylsav = ortho-oxybenzoësav, $OH \cdot C_6H_4 \cdot COOH$. A salicylsavnak methylaethere több növényben fellelhető; a Gaultheria-olaj csaknem tisztán ebből áll. A fűzfa-hajtásokban foglalt *salicin* KOH-dal összeolvasztva, salicylsavat eredményez. A salicylsavat jelenleg leginkább phenolból készítik; e végett a phenolt natriumhydroxiddal átváltoztatják natriumphenolat-tá és ezt 180° -on CO_2 -áramban hevítik, vagy zárt autoklavban CO_2 -gázzal együtt több órán át 120 – 130° -on melegítik. Ilyenkor phenyl-szénsavas natrium keletkezik: $C_6H_5 \cdot ONa + CO_2 = C_6H_5O \cdot COONa$; ez átváltozik az isomer natriumsalicylat-tá ugyan: $OH \cdot C_6H_4 \cdot COONa$, de ebből a natriumphenolat-tal dinatriumsalicylat és phenol keletkezik: $OH \cdot C_6H_4 \cdot COONa + C_6H_5 \cdot ONa = NaO \cdot C_6H_4 \cdot COONa + C_6H_5 \cdot OH$; ez átalakulások szerint 2 molekula phenolból tehát csak egy mol. salicylsav keletkezik. A dinatriumsalicylat oldatát sósavval elbontva, a salicylsav kiválik és átkristályosítással megtisztítható ($NaO \cdot C_6H_4 \cdot COONa + 2HCl = 2NaCl + OH \cdot C_6H_4 \cdot COOH$).

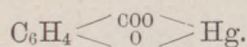
Finom túalakú, szintelen kristályokból áll. 156° -on olvad, vízgőzzel illékony, óvatos hevítéssel felszállasztható, maradék nélkül elégethető. Hideg vízben alig, forró vízben meglehetősen oldható (100 r. víz 15° -on 0·225 részt, 100° -on 7·925 részt old); borszesz, aether könnyen oldja. Vizes oldata

pár csepp ferrichlorid-oldattól szép ibolyaszínűvé lesz; a szín savak vagy lúgok hozzáadására eltűnik. CaO porával hevítve, CO₂-vesztés folytán phenol-gőzt fejleszt.

Hivatalos sói:

Natriumsalicylat, OH·C₆H₄·COONa. Salicylsavból és Na₂CO₃-ból készül. Fénylő kristálylemezekből áll, émelygős édeskés ízű, vízben jól oldható. Vizes oldata ferrichloridtól ibolyaszínt ölt; sósavval dús fehér csapadékot (salicylsav) választ ki, mely borszeszben oldható. Elégetve tiszta Na₂CO₃-ot hagy hátra; ennek súlya (tégelyben hevítve) egy grammból 0.30—0.32 gr. legyen.

Mercurisalicylat (*hydrarg. salicylicum*), bázisos só:

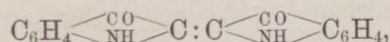


Fehér, nem kristályos por; vízben és borszeszben nem oldható. Tömény sósavval melegítve elbomlik, mercurichlorid és salicylsav képződése közben. Légvonatos helyen (mert gőze mérges) hevítve, maradékot ne hagyjon hátra.

Bismuthsalicylat, bázisos só: Bi(C₇H₅O₃)₃Bi₂O₃. Fehér kristályos por; vízben s borszeszben nem oldható; 1 gr.-ja az izzítás után 0.60—0.64 gr. sárga Bi₂O₃-ot hagy hátra. Ne legyen összekeverve a bismuthum subnitricum-mal; arsenet pedig ne tartalmazzon.

Phenylsalicylat (*salol*), a salicylsav phenylaethere: OH·C₆H₄·COO(C₆H₅). Készíteni phenol, salicylsav és phosphoroxychlorid (POCl₃) hevítése által 125°-on lehet; vagy magából a salicylsavból is képződik 200—220°-on. Fehér kristályos por; igen gyengén aromás ízű és szagú. Vízben nem, 10 s. r. borszeszben és 0.3 s. r. aetherben oldható. 42—43°-on megolvad. NaOH-oldattal melegítve elbomlik, salicylsavas natrium és phenol képződése közben. Maradék nélkül elégethető.

Indigo. Az o-aminobenzoyl-hangyasav, NH₂·C₆H₄·CO·COOH (isatin-sav), származékának tekinthető az *indigó-kék* vagy *indigotin*:



mely a legbecsesebb festővegyületek közé tartozik. Különféle Indigofera-félék, továbbá az *Isatis tinctoria*, *Polygonum tinctorium* és egyebek tartalmaznak egy szintelen glykosidot, névszerint *indican*-t, melyből e növények erjesztésekor a levegő oxidáló hatására indigó-kék képződik.

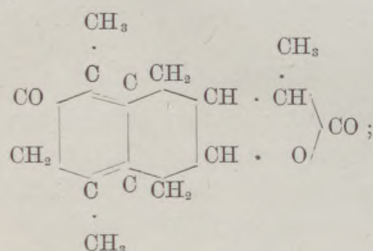
Az indigo sötét kék, rézszínűen csillámló por, mely szublimálva rézvörös oszlopos kristályokat képez; forró anilinból vagy paraffinból kristályosítható. Redukáló szerektől, pl. vasgálicztól és lúgtól vagy szőlőcukortól és lúgtól indigo-fehérré, C₁₆H₁₂N₂O₂, változik át (2 H felvétel folytán), mely lúgokban oldva a levegőből gyorsan oxygent vesz fel és ismét indigo-kékké oxidálódik (kék-festés).

Conc. vagy füstölő kénsav melegben feloldja az indigót, mely ilyenkor indigomono- és di-sulfonsavvá változik át; utóbbi [C₁₆H₈N₂O₂(SO₃H)₂] vízben

könnyen oldható (kékítő víz) s natrium-sója az úgynevezett *indigo-carmin*, mely mint sötét kék színű téasztaszerű tömeg kerül a kereskedésbe.

O-cumarsav (o-oxy-fahéjsav), $\text{OH} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH} : \text{CH} \cdot \text{COOH}$ és ennek anhydridje, a **cumarin**, $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{HC} : \text{CH} \end{smallmatrix} \cdot \text{CO}$, a Tonka-babban, *Melilotus officinalis*-ban, az *Anthoxanthum odoratum*-ban és egyéb növényekben találhatók. A cumarin igen fűszeres, kellemes illatú, forró vízben jól s borszeszben igen jól oldható kristályos vegyület, mely salicylaldehyd, natriumacetat és eczetsav-anhydrid főzése útján is készíthető. Conc. kálilúggal főzve cumarsavvá változik át.

Santoninsav, $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_4$, a santonin-ból (vízfelvétel folytán) keletkezik kalium- vagy natriumhydroxiddal való melegítésre. Maga a *santonin*, $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_3$, a santoninsav anhydridje:



ható anyaga ez a *flores* (semen) *cynae*-nek, melyből készítik is. Szintelen lemezes vagy oszlopos kristályokat képez, melyek a napfényen gyorsan megsárgulnak; éppen ezért sötét üvegben tartandó el. 170° -on megolvad. Hideg vízben úgyszólván nem oldható, forróban is rosszul; borszeszben, aetherben elég jól, chloroformban igen jól. Na_2CO_3 oldatával főzve, átmenetileg megvörösödik, aztán megsárgul s végre szintelen lesz. Alkoholban oldott KOH-tól is vörös lesz.

Gallussav, $(\text{OH})_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_2 \cdot \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$. Némely növény tartalmazza, pl. *Arctostaphylos uva ursi*, *Thea chinensis*. A csersavból is keletkezik híg H_2SO_4 -val való főzésekör, valamint penészedésekör (*Penicillium glaucum* és *Aspergillus niger* penészgombák hatására). A cseregubacsok vizes kivonatának penészedésekor kristályosan válik ki s forró vízből átkristályosítás folytán megtisztítható. A gallussav kevés ferrichlorid-oldattal kékes-fekete csapadékot ad, mely több FeCl_3 -ban zöld színnel feloldódik. Enyvoldattal nem ad csapadékot (különbség a csersavtól). A gallussav száraz desztilláció folytán CO_2 -ra és pyrogallolra bomlik el.

Gubacs-csersav (*tannin, acid. tannicum*), $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9$; valószínűleg azonos vegyület a digallussavval: $(\text{OH})_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_2 \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{COOH}$, mely H_2O híján két molekula gallussavnak felel meg. A cseregubacsokból vonható ki. Nem kristályos, sárgás por. Igen összehúzó ízű és hatású. Vízben, borszeszben oldható; vízmentes aetherben nem. Vizes oldata ferrichloriddal szürkés-fekete színeződést és csapadékot ad. Vaszgáliczczal fehéres csapadék képződik, mely a levegőn megkékül (gallus-tinta). A csersav lúgos oldata a levegőn

oxidáció folytán gyorsan megbarnul. Enyvoldat, friss állati bőr a cser-savval oldhatatlan vegyületeket képez; albuminatokkal, alkaloidokkal ugyan-csak oldhatatlan vegyületekké egyesül.

Filixsav, $C_{14}H_{16}O_5$. Az *Aspidium Filix mas* rhizomájában foglaltatik. Belőle vagy az extr. filicis-ből aetherrel kivonható és ebből kristályosítható. Vízben nem, borszeszben is alig oldható.

Mekonsav, $C_7H_4O_7 + 3H_2O = OH \cdot C_5HO_2(COOH)_2 + 3H_2O$. Az opium alkatrésze. Kristályosítható vegyület, mely hideg vízben kevésbé, forróban elég jól, borszeszben könnyen, aetherben kevésbé oldható. Ferrichloridtól jellemző, vérszínű vörösre színeződik. (Ez jellemző az opiumra.)

Kávé-csersav, $C_{15}H_{18}O_5$. Vízben és borszeszben oldható nem kristályos vegyület, melynek Ca- és Mg-sói a kávé-babban foglaltatnak. Oldata ferri-chloridtól sötét zöld színt ölt fel.

Aromás aldehyd-ek.

Az aromás primaer alkoholok oxidációi termékei ezek, melyek az alkoholt jellemző CH_2OH -csoport helyén CHO -t tartalmaznak.

Benzaldehyd, (illanó keserűmandula-olaj), $C_7H_6O = C_6H_5 \cdot CHO$. Készíteni a keserűmandulákból lehet, úgy, hogy előbb kes. mand. vizet készítenek azokból s ebből választják ki az illanó olajat (l. acid. hydrocyanicum-nál); minthogy azonban a magvakban foglalt amygdalinból HCN is képződik, ezért a kes. mand. olaj cyanhydrogensavat is tartalmaz, melytől ugyan meg-lehet tisztítani, de ekkor a levegőn igen gyorsan oxidálódik benzoësavvá. HCN -mentes olajat a toluolból is lehet készíteni; az ilyen HCN -mentes készítmény nem mérgező hatású.

Aromás szagú folyadék; 180° -on forr; fajsúlya 1.0504. Több mint 300 s. r. vízben oldható. Borszeszben oldott KOH hatására benzoësav (illetve benzoësavas kalium) és benzylalkohol keletkezik belőle ($2C_6H_5 \cdot CHO + KOH = C_6H_5 \cdot COOK + C_6H_5 \cdot CH_2OH$). Oxidáló testekkel benzoësavvá változik (lassacsán a levegő hatására is).

Fahéj-aldehyd, $C_9H_8O = C_6H_5 \cdot CH:CH \cdot CHO$. A fahéjolaj (ol. cinnam. cassiae) fő alkatrésze, mely mellett még egy szénhydrogen-vegyület is található (az ol. cinnam. ceyl. nem tartalmazza ezt az aldehyd-et). Jellemző szagú folyadék.

Vanillin (a dioxybenzaldehyd-nek methylaethere), $C_8H_8O_3 = CH_3O \cdot C_6H_3(OH) \cdot CHO$; a CHO , OH és OCH_3 gyökök helyzete 1:4:5. A *Vanilla planifolia* fűszerként alkalmazott hüvelyterméseinek kristályos bevonata; mesterségesen is készíthető. Túalakú kristályokból áll, vanilla-illatú és ízű; 81° -on megolvad, szublimálható; könnyen oldható borszeszben, aetherben.

Kámforok.

Számos illanó olaj tartalmaz egy alacsonyabb hőmérsékleten a folyékony résztől (elaeopten) kristályosan különváló (s egy atom O -t tartalmazó) szilárd anyagot (stearopten), melyet összefoglaló néven kámfor-nak nevezünk.

$C_{10}H_{20}O$ -alkatú kámforok:

Citronellol a rózsa-, pelargonium- és geraniumolajban van.

Menthol, (mentha - kámfor), $(CH_3)_2CH \cdot CH \begin{smallmatrix} CH_3 : CH_2 \\ CH_2 : CH(OH) \end{smallmatrix} > CH \cdot CH_3$.
A *Mentha piperita* illanó olajából választható le, mely menthol-t és egy $C_{10}H_{16}$ -alkatú terpen-t tartalmaz. A különféle országokból származó *ol. menthae piperitae*-k nem egyenlő értékűek; az angol becsesebb mint az amerikai vagy a német; a chinaiban alig van terpen és ezért köz. hőmérsékleten szilárd. A menthol 42° -on olvadó és 210° -on forró kristályos és sajátos illatú anyag, mely vízben alig, borszeszben, aetherben jól oldható. Chemiai jellemre — mint a fenti képlete is mutatja — a másodrendű szeszekhez tartozik.

$C_{10}H_{18}O$ -alkatú kámforok:

Borneol (borneói kámfor), a *Dryobalanops Camphora* nevű, Borneóban és Éjszak-Szumatra-ban tenyésző fa idős törzseinek üregeiben található, de a közönséges (japáni) kámforból is készíthető, úgy, hogy ennek borszeszes oldatához apránként fém-natriumot adunk s a $2H$ -felvétel folytán keletkezett borneói kámfort vízzel kicsapjuk. 203° -on megolvadó és 212° -on forró s bomlás nélkül szállasztható kristályos anyag.

Cyneol (cajeputol, eucalyptol etc.). Az *oleum cynae* főalkatrésze, de az *ol. cajeputi*-ban, *ol. eucalypti*-ban és egyéb illanó olajokban is foglaltatik. Folyékony.

Citronellol az *ol. citri*, *ol. melissae* és egyéb illanó olajok alkatrésze. Folyékony.

Coriandrol a *Coriandrum sativum* illanó olajában van.

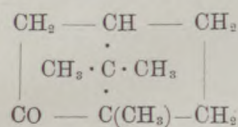
Lavendol az *ol. lavendulae*-ban lévő folyadék.

$C_{10}H_{16}O$ -alkatú kámforok:

Közönséges vagy japáni kámfor a *Cinnamomum Camphora* fának alkatrésze, de a rozmarin- és a salvia-olaj is tartalmazza. Chinában, Japánban és Formosa szigeten a *Laurus Camphora* nevű fa forgácsaiból vízgőzzel szállasztják s a hozzátapadó olajtól sajtolás és felszállasztás útján tisztítják meg. Mesterséges úton (synthesissel) is készíthető.

Sajátos szagú, szintelen kristályos vegyület; kis darabja a vízszínen élénken forogva úszik. 176° -on megolvad, 209° -on forr; köz. hőmérsékleten is meglehetősen élénken párolog. Jól oldható borszeszben, aetherben, olajokban stb. A poláros fény síkját jobbra téríti. Chloralhydrattal összedörzsölve, a molekula-súlyok arányában egyesül egy -20° -on is folyékony vegyületté, melyből azonban a víz a két vegyületet ismét különválasztja.

Az *oleum chamomillae* nevű kék színű illanó olaj (a *Matricaria Chamomilla* L. virágából) szintén tartalmaz $C_{10}H_{16}O$ -alkatú folyékony szintelen



vegyületet és $(C_{10}H_{16}O)_x$ -alkatú kék színű folyadékot, mely utóbbi a galbanum-gyanta desztillációjakor is keletkezik.

$C_{10}H_{16}O$ -alkatú vegyület a: *Myristicol* is, mely az *ol. myristicae*-nek alkatrésze.

A $C_{15}H_{26}O$ -alkatú kámforokhoz tartozik a:

Cubeba-camphor, mely a *Piper Cubeba* illanó olajának egyik része.

Terpen-ek.

Ezek $C_{10}H_{16}$ -alkatú szénhydrogen-vegyületek, melyek igen elterjedt növényi anyagok s az aromás szénhydrogen-vegyületekhez tartoznak.

Oxidáció folytán (joddal való hevítésre is) többnyire cymol-lá, $C_{10}H_{14}$, változnak át. Sósavval közvetlenül egyesülni képesek sőt vízzel is, mellyel hidratokat alkotnak. Könnyen átváltoznak isomer-vegyületekké és magasabb forráspontú polimerekké (kivált H_2SO_4 hatására).

A fenyőfélék illanó olajai csupa isomer terpenekből állanak, azonban egyéb illanó olajok is tartalmaznak azonos alkatú szénhydrogeneket; így különösen a Citrus-ok illanó olajai.

A tulajdonképpeni terpenek, $C_{10}H_{16}$, mellett (pinen, camphen, terpinolen, sylvestren, terpinen, phellandren, limonen, dipentin) vannak még sesquiterpen-ek, $C_{15}H_{24}$, diterpen-ek, $C_{20}H_{32}$ és polyterpen-ek, $(C_{10}H_{16})_x$ is, melyek mind illanó olajok alkatrészeiként ismeretesek.

Pinen, $C_{10}H_{16}$. 155—160°-on forró, 0.86 fajsúlyú folyadék, mely a terpentinolajoknak (terebenten) többféle isomer módosulatban alkotórésze. A *terpentinolaj* (ol. therebinthinae) különböző országokban különböző fenyőfák balzsamából (terpentin) készül, úgy, hogy azt vízzel desztillálják, midőn a terpentinolaj átpárolog és a gyanta (colophonium) visszamarad.

A terpentinolaj a levegőből — kivált napfényen — oxygent vesz fel és ez által részben meggyantásodik, részben savakká lesz. Füstölő salétromsav oly hevesen oxidálja a terpentinolajat, hogy ez meg is gyulad; híg salétromsav hatására különböző szerves savak keletkeznek belőle.

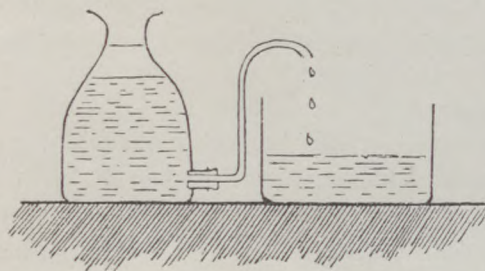
Illanó olajok.

Az illanó vagy aethericus olajok jellemző s többnyire kellemes illatú növényi agyagok, melyek már közönséges hőmérsékleten gyorsan elpárolognak s ezért papirosra cseppentve, azon nem képeznek (mint a zsiros olajok) maradandó, hanem egy idő múlva eltűnő áttetsző foltot.

Többnyire a virágokban és termésekben találhatók, azonban a levelekben, száракban s néha a gyökerekben is. Különösen sok illanó olajat tartalmaznak a Labiatae (ajakosak), Umbelliferae (ernyősök) és Cruciferae (keresztesek) növény családok tagjai, az utóbbiak kéntartalmú olajokat.

Az illanó olajok forráspontja általában magasan, 155—160° fölött van, mindamellett vízgőzzel együtt illékonyak; ezen alapul az illatos lepárolt vizek s részben az illanó olajok készítése is, mely utóbbi célra a lepárolt

illatos vizet az u. n. florenczi palaczkban gyűjtik meg (20. ábra), hol a kisebb fajsúlyú olaj a víz színén gyűlik meg (melyben csak kissé oldódik), a szagos víz pedig az oldalcsövön a desztillálás arányában távolodik el s újabb részletek lepárlására használható fel.



20. ábra.

Némely — tömegesebben képződő — illanó olajt sajtolni is lehet az illető növényrészekből, így pl. a citromhéjakból az ol. citri-t, a narancshéjakból az ol. aurantii-t vagy az ol. bergamotti-t. — Igen csekély mennyiségben képződő illanó olajat az illető növényrészekből megolvasztott zsírral vagy paraffinnal szokás kivonni, a midőn aztán a zsírból vagy paraffinból borszesszel történik az illanó olaj kioldása.

Az illanó olajok igen sokféle vegyületek. Kevés köztük az olyan, mely csak egyféle vegyületből áll, a legtöbb keverék. Igen sok tartalmaz valamely terpen-t, melyhez valamely phenol, aldehyd, keton, összetett aether stb. van elegyedve. Az ilyen terpen-tartalmú illanó olajok a levegőn oxygen-felvétel folytán mind gyantásodnak és sötétebb színt öltenek. — Némelyek hidegben egy folyékony (elaeopten) és egy kristályos részre (stearopten) különülnek szét (p. a rózsa-olaj).

Némely értékes illanó olajokat más, hozzájuk hasonló alkatú, olcsóbb olajok hozzákeverésével hamisítanak; az ily hamisítások felismerése egyszerű eljárásokkal néha alig vagy éppen nem lehetséges; úgy hogy sokszor jóformán csak szagolás útján próbálunk a valóság felől meggyőződést szerezni, mi végett nem magát a túlságos erős illatú olajat, hanem annak igen híg vizes oldatát vizsgáljuk illatának minőségére.

Kaucsuk és guttapercha.

A *kaucsuk* a tejnedvet tartalmazó növényekben (p. Euphorbiaceae) foglaltatik, de csak a forró égővi növényekben akkora mennyiségben, hogy azokból készíteni érdemes.

Braziliában a *Siphonia elastica*, Indiában a *Ficus elastica* a fő kaucsuk-növények. E fák bemetszett törzseiből kiszivárgó tejnedvet vékony rétegekben szárítják meg s vagy így vagy pedig magát az ammonia hozzáadásával konzervált s meg nem alvadt tejnedvet hozzák a kaucsuk-gyárakba, a hol

az idegen anyagokat vízzel, borszeszszel s aetherrel vonják ki belőle, a fel nem oldódott kaucsukot pedig chloroformban oldják s ebből borszeszszel csapják ki. Oldható a kaucsuk benzolban, szénsulfidban és terpentinolajban is.

A megtisztított kaucsuk alkata $C_{10}H_{16}$ képletnek felel meg; rugalmas, de a levegőből — kivált világosságon — oxygent véve, törékenynyé lesz; ezért a kaucsuktárgyakat czélszerű vízzel telt cserépedényekben tartani el. — Az u. n. *vulkanizált kaucsuk* nagyobb mennyiségű ként tartalmaz; ez meglehetősen kemény anyag.

A *guttapercha* nem oly elterjedt mint a kaucsuk; csak a Sapotaceae tejnedvében foglaltatik. Indiában és a Sunda-szigeteken az *Isonandra gutta* tejnedvéből készítik, mely megszárítva likacsos, szivacsszerű tömeget képez. Olyan formán tisztítják meg, mint a kaucsukot. Fehér, chloroformban, szénsulfidban, forró terpentinolajban és benzolban oldható anyag, mely a levegőn szintén oxygent vesz fel. — Viz alatt jól eltartható.

Gyanták és balzsamok.

A gyanták nem kristályosodó, üvegszerű törésű, szilárd növényi anyagok, melyek többnyire a kérgekben és fában keletkeznek, de a növény különféle részeiben halmozódhatnak fel. Vízben nem, de borszeszben oldhatók; az oldat savanyú kénhatású. Lúgokban többnyire oldódnak s azokkal gyantaszappant képeznek.

A gyanták gyakran illanó olajban oldva foglaltatnak a növényekben, a midőn balzsamoknak nevezzük. — Máskor meg mézga (gummi) s esetleg még illanó olaj kíséretében találhatók; az ilyeneket mézga-gyantáknak, gummiresina-knak mondjuk. — Bizonyos gyanták egyébiránt illanó olajok oxidációja folytán is keletkeznek, a növényi szervezetben azonban fordítva áll a dolog: ott gyantákból képződhetnek illanó olajok.

Egyes gyantákat és balzsamokat (benzoë-gyanta, perui balzsam stb.) illatszerek készítésére alkalmaznak, másokat (tömjén) füstölő anyagnak, ismét másokat politur vagy pecsétviasz készítésére; számosat pedig tapaszokban, tincturákban s egyéb összetett gyógyszerekben orvosi szerekül.

Ásatag gyanták az asphalt és borostyánkő. Az *asphalt* a palestinai Holt-tengeren és a trinidadai szuroktóban tömegesen található kén-tartalmú gyanta, mely némely mészkövekben és homokkövekben is foglaltatik. A *borostyánkő* (succinit), a Keleti-tenger porosz partjain található gyanta, ma már kiveszett fenyőféléből származik.

Glykosid-ok.

A glykosidok a növényországban meglehetősen nagy számban és elég gyakorta képződő vegyületek, melyek részben még ismeretlen szerkezetűek, de általában összetett aether-szerű vegyületek, melyek híg savakkal való főzés folytán, sőt lúgok hatására, valamint bizonyos növényi eredetű bom-

lasztó anyagok (fermentum-ok) oldataitól úgy bomlanak el, hogy bomlási termékeik közt *czukor* (rendszerint glykose) s még a glykosid természete szerint egyéb vegyületek keletkeznek. Egyesek köztük N-t is tartalmaznak.

Fontosabb glykosidok:

Amygdalin, $C_{20}H_{27}NO_{11} + 3H_2O$. A keserűmandula-magvakban, kisebb mennyiségben egyéb (főképpen csonthéjas) gyümölcsök magvaiban, sőt fiatal hajtásaiban foglaltatik. — Színtelen oszlopokban kristályosodó test; vízben és forró borszeszben jól oldható, aetherben oldhatatlan. A mandulában foglalt *emulsin* hatására, valamint híg sósavval főzve: glykose, cyanhydrogensav és keserűmandula-olaj (benzaldehyd) képződik belőle (l. aqua amygd. amar.).

Digitalin, **digitalein**, **digitonin** és **digitoxin** a *Digitalis purpurea* leveleiből leválasztható vegyületek, melyeknek még alkata sincs teljes bizonyossággal megállapítva.

Glycyrrhizin-sav, $C_{44}H_{63}NO_{18}$, az édes gyökérből (radix liquir.) leválasztható s vízben oldható édes ízű sav.

Myrionsav, $C_{10}H_{19}NS_2O_{10}$. Kalium-sója a fekete mustár-magvak alkatrésze, $K.C_{10}H_{18}NS_2O_{10}$; vízben könnyen oldható kristályos test ez, mely a szintén mustár-magvakban s kivált a fehér mustár magvaiban foglalt *myrosin* hatására: glykose, allylmustárolaj és kaliumhydrosulfat képződése közben elbomlik.

Salicin, $C_{13}H_{18}O_7$, a fűzfa- és nyárfa-héjban foglalt s vízben oldható keserű ízű anyag, mely az emberi szervezetbe juttatva, salicylsav-képződés közben elbomlik.

Sinalbin, $C_{30}H_{44}N_2S_2O_{16}$, a fehér mustár-magvakban foglalt s vízben oldható vegyület, melyből a — magvak összezúzásakor vízzel — myrosin hatására glykose, kénsavas sinapin és sinalbin-mustárolaj (C_8H_7NSO) keletkezik.

Solanin, $C_{52}H_{93}NO_{18} + 4\frac{1}{2}H_2O$, különböző *Solanum*-okban (Solanaceae), p. a burgonyacsirákban és hajtásokban is foglalt mérges anyag.

Tannin. Számos növényben foglaltatnak fanyarizű, összehúzó tulajdonságú, vízben oldható s enyvoldattal csapadékot képező, ferrichloridtól pedig sötét kék (feketés-kék) színt öltő *cseranyagok*, melyek bár nem azonos alkattúak, mégis sokban hasonlítanak egymáshoz. Ezen cseranyagok némelyek szerint a glykosidok közé tartozó vegyületek. — Ilyenek: a cserfák kérgéből (timár-cser) kivonható *csersav*, a china-kéregben foglalt *china-csersav*, az *Aspidium filix mas* rhizomáiban lévő *filix-csersav*, a gránátfában foglalt *gránát-csersav*, a rhebarbara-gyökérben lévő *rheum-csersav*, a kávéban és theában levő *kávéc-sersav*, a *Krameria triandra* gyökérkérgében a *ratanhia-csersav* és egyebek.

Keserű anyagok.

Növényi anyagok, melyek hideg vízben rendszerint kevésbé, forróban jobban oldhatók.

Absinthiin az *Artemisia Absinthium*-nak forró vízben oldható keserű anyaga.

Aloin az aloë-nevű tejnedv igen keserű ízű ható anyaga. Erős hatású szer.
Cannabinol a *Cannabis indica* gyantájában foglalt folyékony anyag.
 Mérges.

Cantharidin a kőrisbogár hólyaghúzó hatású anyaga. Mérges.

Columbin a radix Columbo-ban foglalt keserű anyag.

Erythrocentaurin, keserű ízű anyag az ezerjófűben.

Lactucerin és *lactucin*, a lactucarium-ban levő keserű anyag.

Pikrotoxin a *Menispermum cocculus* magvaiban foglalt igen keserű és erős hatású méreg.

Quassiin a quassia-fa-forgács keserű anyaga. Légyvesztő és rovarirtó szer.

Természetes festő anyagok.

Nagyobbára növényi s ritkábban állati eredetű festő anyagok ezek, melyek chemiai alkata és jelleme többnyire még bizonytalan. Némelyek köztük igen bomlékonyak.

Alkannin az *Anchusa tinctoria* gyökerében foglalt s vízben nem, de borszeszben oldható vörös színű anyag.

Bixin a *Bixa orellana* erjesztett gyümölcseiből készült orlean-nak alkatrésze. Vörös-sárga anyag.

Carthamin a *Carthamus tinctoria* L. megszárított virágszirmaiból (az u. n. safflor-ból) kivonható s borszeszben és lúgokban oldható vörös festék, mely mellett még egy vízben oldható sárga anyag is van.

Chlorophyll az assimiláló növények zöld részeinek festőanyaga. Borszeszben oldható s vöröses színben fluoreszkáló festék, melynek kíséretében a növények egy *xanthophyll* nevű sárga anyagot is tartalmaznak. A beteges sárgaságban (sárga-betegségben, chlorosisban) szenvedő vagy sötétben nevelt növények festőanyaga túlnyomóan az *etiolin*, mely talán a xanthophyll-el azonos.

Curcumin a *Curcuma longa* gyökereiben foglalt s borszeszben oldható sárga festő anyag; mely savaktól nem változik meg, de szabad bórsavtól (sósavas oldatban), valamint lúgoktól vöröses-barna színt ölt, miért is ezek kimutatására indikátor gyanánt használatos.

Haematoxylin a kék festőfában (lignum campechianum) foglalt festék, mely a napfény hatására vöröses lesz.

Lakmusz. Némely zuzmók bizonyos szintelen savakat tartalmaznak, melyekből a zuzmók erjesztésekor ammonia jelenlétében festőanyagok keletkeznek. Ilyenek foglaltatnak a *Rocella* és *Lecanora* zuzmókból készített *orseille*-ben (lúgokkal kivonható vörös *azoerythrin*), a *Lecanora*-kból készített *persio*-ban (vörös) és a *Rocella*-, *Lecanora*- s *Variolaria*-félékből (a norvégiai és középtengeri partokon) készített *lakmusz*-ban, mely gipszet s krétát tartalmazó kék szemecskékben kerül a kereskedelembe. A lakmuszból több festőanyagot választottak le. Ezek közül a sav- és lúgmérésben jelző gyanánt

legérzékenyebb az *azolitmin*, mely a borszeszszel kifőzött (s így egyéb festőanyagoktól megszabadított) lakmuszból forró vízzel kivonható barnás-vörös színű sav, mely lúgokkal kék színű sókat képez.

Alkaloid-ok.

A szervezetekben, különösen pedig a növényekben, számos N-tartalmú bázisos természetű vegyületek találhatók fel, melyek savakkal sónemű vegyületekké egyesülni képesek s ezért *N-tartalmú organikus bázisok*-nak nevezhetők.

Ezek némelyike *O-t nem tartalmaz*; az ilyenek folyékonyak s bomlás nélkül desztillálhatók, s az illető növényekből vízgőzzel való desztilláció folytán leválaszthatók (*nicotin, coniin* stb.).

A legtöbb azonban *O-t tartalmaz*; ezek szilárdak s bomlás nélkül nem desztillálhatók. Hevítésre képződő bomlási termékeik közt égett szörre emlékeztető szagúak vannak.

Az oxygen-tartalmú alkaloidok vízben általában alig oldhatók, sóik azonban többnyire jól oldhatók; ezért a növényekből savas vízzel kivonhatók, savanyú oldataikból azonban lúgok vagy szénsavas alkálík hatására ismét kicsapódnak s borszeszből, aetherből, chloroformból s egyéb oldó szereikből kristályosíthatók.

Az alkaloidok só-oldataikból több reagenssel kiválaszthatók oldhatatlan vegyületeik alakjában. Így például csersavval (mint vízben oldhatatlan csersavas alkaloid), KJ-ban oldott HgJ_2 -dal, phosphor-molybdaensavval, némelyek pikrinsavval stb.; sőt az állati szén is képes egyeseket oldataikból magába venni.

Az alkaloidok közt számos erős hatású szer van, sőt akárhány nagy méreg is, melyek azonban apró adagokban igen hatásos orvosi szereket képeznek. Ilyenek:

Aconitin, $\text{C}_{34}\text{H}_{47}\text{NO}_{11}$. Az *Aconitum napellus* gumóiból készíthető, vízben alig, de aetherben és borszeszben jól oldható kristályos vegyület. Erős méreg.

Atropin (daturin), $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NO}_3$. Az *Atropa Belladonna* idősebb gyökereiben, leveleiben és érett termésében, továbbá a *Datura Stramonium* magvaiban foglaltatik. Egyenlő alkatú (isomer) vele a **hyoscyamin**, mely a fiatal belladonna-gyökér s a *Datura*-magvak, de kivált a *Hyoscyamus niger* s *albus* magvainak alkatrésze. Erős méreg.

China-alkaloidok. A china-kérgekben csersavhoz és chinasavhoz kötve, vízben jóformán oldhatatlan állapotban, különféle alkaloidok foglaltatnak. Legbecsesebb ezek közt (mint lázellenes s kivált váltólázellenes szer a **chinin**, $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. Ez vízben mondhatni oldhatatlan szintelen kristályos test, de oldható borszeszben, aetherben sőt ammonia-oldatban is, továbbá hig ásványi savakban. Kénsavas oldata vízzel erősen feleresztve, kékes színben fluoreszkál; ez elegendő chloros vízzel s aztán pár csepp ammoniával elegyítve smaragd zöld színezést ölt (u. n. thalleochinin-reakció).

Hivatalos sói: a *sósavas chinin* (vízben könnyen oldható); két kénsavas só: *chininum sulfuricum* (vízben rosszul, de savakkal könnyen oldható) és *chin. bisulfuricum* (vízben oldható); a *cseersavas chinin* (vízben oldhatatlan). A chinin-sók oldatai igen keserű ízűek; de a Rozsnyay által feltalált *chininum sub-tannicum* nem keserű. A **chinidin** vagy **conchinin** isomer a chininnel, de nem oly hatásos gyógyszer. Híg kénsavas oldata ennek is fluoreszkál, a thalleo-chinin-reakciót is adja, de maga az alkaloid ammoniában rosszabbul oldható mint a chinin, melynek hamisítására esetleg használják. A **cinchonin**, $C_{19}H_{22}N_2O$, csekélyebb értékű china-alkaloid. Aetherben és ammoniában nem oldható, kénsavas oldata nem fluoreszkál. Isomer vegyület vele a **cinchonidin**. Mindezekon kívül még egyéb alkaloidokat is sikerült a china-kérgekből leválasztani.

Cocain, $C_{17}H_{21}NO_4$, a *Coca*-levelekből készíthető. — Vízben kevésbé oldható s érzéstelenítő hatású alkaloid.

Colchicin, $C_{22}H_{25}NO_6$, a *Colchicum autumnale* magvaiból választható le. Nagyon keserű ízű; igen erős mérég.

Curarin, $C_{18}H_{35}N$. Kénsavas sója a *Curare* nevű nyilmérégben van meg, melyet az indiánok különböző *Strychnos*-félékből vízzel való kifőzés útján készítenek.

Emetin, vitás alkatú alkaloid, a rad. *ipecacuanhae* ható alkatrésze. Igen keserű ízű; hideg vízben nehezen (1000 s. r.-ben) oldható.

Ergotinin, $C_{35}H_{40}N_4O_6$, az anyarozs (*secale cornutum*) alkatrésze. Vízben alig, borszeszben elég jól oldható; oldata a világosság hatására gyorsan megszínesedik s ibolyás színben fluoreszkál. Erős hatású szer.

Eserin vagy **Physostigmin**, $C_{15}H_{21}N_3O_2$. A *Physostigma venenosum* magvaiból (u. n. Calabar-bab) készíthető. Borszeszben jól s vízben is oldható. Igen mérges; a szembogarat erősen megszűkíti. Meglehetősen változékony, a mennyiben vizes oldata melegítésekor is oxidálódik.

Hullamérég vagy **Ptomain** néven ismeretesek azok az igen mérgező hatású állati alkaloidok (p. a *toxin*), melyeket a hullákból lehet izolálni.

Opium-alkaloidok. A *Papaver somniferum* éretlen tok-terméseiből készített s beszárított tejnedv, az opium, számos (mintegy 16) erős hatású alkaloidot tartalmaz. Ezek közül legnagyobb mennyiségben van benne a: *morphin*, azután a *narcotin*; sokkal kevesebb a *thebain*, *codein* és egyebek. Mindezek mekonsavhoz és kénsavhoz vannak kötve s vízzel kivonhatók. A jó opiumban legalább 10% morphinnak kell lenni. A **morphin**, $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot H_2O$, apró rhombos oszlopos kristályokat képez; vízben alig, borszeszben elég jól oldható; lúgos kémhatású. Igen jól oldódik lúgokban is (KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$), de ammoniában és alkalicarbonat-okban alig. Sói közül leghasználatosabb a sósavas morphin: $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot HCl \cdot 3H_2O$; ez finom, hajlékony tűnemű kristályokból áll, vízben jól oldható (15°-on 24 r. vízben); igen keserű ízű, erős narkotikus mérég; oldata ferrichloridtól megkékül. Ecetsavas sója bomlékony s ezért nem alkalmas orvosi célokra. Az **apomorphin**, $C_{17}H_{17}NO_2$, a morphinnak conc. sósavval 140°-on történő hevítése révén

vízvesztés folytán képződik (mint sósavas só); erős, hánytató hatású; nedves állapotban (péld. sósavas sójából NaHCO_3 -tal kicsapva), a levegőn gyorsan megzöldül. A **codein**, $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (methyl-morphin), vízben kissé, borszeszben jól oldható, narkotikus hatású méreg; vaschloridtól nem kékül meg.

Pilocarpin, $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2$, a *Pilocarpus pennatifolius* leveleiből (fólia jaborandi) készíthető alkaloid.

Strychnos-alkaloidok. A *Strychnos nux vomica* és *St. Ignatii* magvaiból készíthető alkaloidok: a **strychnin** és a **brucin**. A **strychnin**, $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$, szintelen kristályos oszlopokat képez, vízben alig, borszeszben meglehetősen oldható; rendkívül keserű és roppant mérges. Salétromsavas sója hivatalos. Conc. kénsavval készült oldata $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -kristálytól kék, majd ibolya, aztán vörös és végül sárga színt ölt. A **brucin**, $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a strychninnél gyengébb hatású méreg; conc. HNO_3 -tól vérvörös színűvé lesz.

Veratrin, $\text{C}_{37}\text{H}_{53}\text{NO}_{11}$, a *Sabadilla*-magvak egyik alkaloidja; nem kristályos; igen erős méreg; erős helyi izgató szer, mely az orrba jutva, igen heves tüsszögést okoz.

Xanthin, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$, a vizeletben található bázisos vegyület. A *dimethyl-xanthin* vagy **theobromin**, $\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2$, a Cacao-babok alkatrésze. A *trimethyl-xanthin* vagy *methyl-theobromin*, más néven: **coffein** vagy **thein**, $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a kávébabokban, cacao-babokban és thea-levelekben foglaltatik; ugyancsak a *Paullinia sorbilis* terméseiből készülő *pasta gvarana*-ban is. A coffein finom túalakú kristályokból álló, vízben s borszeszben oldható, kesernyész ízü s bomlékony sókat képező gyenge bázis.

Nitrogen-tartalmú aromás vegyületek.

A már idáig felsoroltakon kívül még nagy számmal vannak egyéb nitrogen-tartalmú vegyületek, a milyenek az 1—7, sőt több atom N-t tartalmazó bázisok, az azoxy-, azo-, hydrazo-, diazo-vegyületek és a máig sem eléggé ismert fehérjenemű testek.

Ismerjük azontúl az aromás vegyületeknek számos származékát egyéb nemleges elemekkel (P, As, Sb, B, Si stb.), sőt fémekkel is az u. n. organometallum-okat (p. $\text{Mg}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$ = magnesium-phenyl stb.), melyek azonban nem lévén különösebben fontosak, itt mellőzhetők.

Aromás bázisok.

Az egy atom N-t tartalmazó aromás bázisok a következő ált. képletek szerint vannak alkotva: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{N}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{N}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{N}$ és így tovább egész $\text{C}_n\text{H}_{2n-43}\text{N}$ -ig.

A két és több atom N-t tartalmazó bázisok ált. képletei: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{N}_2$, $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{N}_2$ és így tovább $\text{C}_n\text{H}_{2n-40}\text{N}_2$ -ig, továbbá $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}_3$ -tól állandóan 2—2 H-nel fogyva $\text{C}_n\text{H}_{2n-37}\text{N}_3$ -ig, $\text{C}_n\text{H}_{2n+4}\text{N}_4$ -tól hasonló H-csökkenéssel $\text{C}_n\text{H}_{2n-32}\text{N}_4$ -ig, $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}_5$ -tól $\text{C}_n\text{H}_{2n-7}\text{N}_5$ -ig stb.

Nevezetesebb ilyen bázisok a következők:

Piperidin, $C_5H_{11}N$, erősen lúgos kémhatású s vízben oldható folyadék, borsra és ammoniára emlékeztető szaggal; a bors borszeszes kivonatának KOH-dal való lepárlásakor keletkezik (mint a piperin terméke).

Pyrrolin, C_4H_7N , vízben oldható lúgos folyadék, mely pyrrol-ból képződik zink-por és eczetsav hatására.

Pyrrol, C_4H_5N , vízben nem, de borszeszben oldható s némileg a chloroformra emlékeztető szagú folyadék, mely a kőszénnek s kivált a csontoknak száraz lepárlási termékeiből választható ki.

Pyridin, C_5H_5N , erős szagú s gyengén lúgos folyadék, mely legcélyszerűbben a csontkátrányból készíthető.

Pikolin, C_6H_7N , nem más mint methylpyridin; a pyridinhez hasonlóan a csontkátránynak és kőszénkátránynak alkatrésze.

Chinolin, C_9H_7N , magas forráspontú folyadék, mely a kőszénkátrányból készíthető, de több alkaloidból (chinin, cinchonin, strychnin) is keletkezik KOH hatására.

E bázisok származékának tekinthető az *antipyrin*, $C_{11}H_{12}N_2O$, mely az acet-eczetester és methylphenylhydrazinból készíthető és vízben s borszeszben oldható s 113° -on olvadó fehér kristályos vegyület; igen fontos lázellenes szer.

A több N-atomot tartalmazó bázisok közül:

Phenylendiamin (o—, m— és p—), $C_6H_4(NH_2)_2$, a nitranilin-ok redukciója folytán keletkező kristályos vegyületek.

Phenylhydrazin, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$, sósavas anilimból natriumnitrit hatására s folytatólagosan véghezvitt redukcióra keletkező vegyület.

Azoxy-vegyületek.

Ezek a nitro-vegyületek redukciója folytán keletkeznek és az $\overset{-N}{\text{N}} > O$ két-vegyértékű gyök foglaltatik bennök.

Ilyen p. az *azoxybenzol*, $(C_6H_5)_2N_2O$, mely a nitrobenzoból methylalkoholban oldott fém-natrium, (vagyis natriummethylat) hatására képződő sárga, kristályos test.

Azo-vegyületek.

Szintén nitro- és nitroso-vegyületek redukciója folytán keletkeznek s a két-vegyértékű $-N=N-$ gyököt tartalmazzák.

Ide tartozik az *azobenzol*, $C_6H_5 \cdot N=N \cdot C_6H_5$, mely a nitrobenzoból alkoholban oldott KOH vagy pedig Na-amalgam hatására képződő narancsszínű sárga, kristályos vegyület.

Hydrazo-vegyületek.

Az azo-vegyületek redukciója folytán képződnek és a két-vegyértékű $-NH \cdot NH-$ gyököt tartalmazzák. Ilyen például a:

Hydrazobenzol, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH \cdot C_6H_5$, az azobenzol alkoholos forró oldatából Zn-por hatására jön létre; szintelen táblás kristályokból áll.

Diazo-vegyületek.

Ezen igen bomlékony vegyületek salétromossav hatására keletkeznek az aromás aminokból. Igen reakcióképes vegyületek. Ilyen a:

Diazobenzol, $C_6H_5 \cdot N(OH) : N$, mely legezálszerűbben a saját chloridjából Ag_2O hatására képződik s csak oldatban kapható meg, de még így is igen bomlékony. Sói kissé állandóbbak. Chloridja (sósavas sója), $C_6H_5 \cdot N_2 \cdot Cl$, úgy készíthető, hogy 5 gr. anilint 40 gr. abs. alkoholban oldunk s HCl -gázt vezetünk bele, azután pedig 5^o-on 8 gr. isoamylnitritet adunk hozzá; itt az anilin a sósavval egyesül, az amylnitritből szintén a sósav hatására salétromossav szabadul ki, mely a sósavas anilint vízkiválás közben diazobenzolchloriddá változtatja át: $C_6H_5 \cdot \overset{V}{NH_2} \cdot HCl + H \cdot \overset{V}{NO_2} = C_6H_5 \cdot \overset{V}{N(HCl)} : \overset{V}{NHO} + H_2O = C_6H_5 \cdot \overset{V}{NCl} : \overset{III}{N} + 2H_2O$.

Diazoamino-vegyületek.

Salétromossav és felesleges aromás aminok (p. anilin) egymásra való hatásának termékei. Így képződik a sósavas anilinnak + 5^o-ra lehűtött natriumnitrit oldatához való elegyítésekor a:

Diazoaminobenzol, $C_6H_5 \cdot N : \overset{V}{NH} : N \cdot C_6H_5$, egy vízben nem, de borszeszben jól oldható sárga, kristályos vegyület.

Fehérjék.

(Albuminat-ok. Protein-testek.)

A fehérjék a növényi és állati szervezetekben foglalt igen fontos vegyületek. Elemi alkatrészeikből csak a növényekben képződnek és a sejt-tartalomban a protoplasmában halmozódnak fel; innen azonban a táplálkozás alkalmával bejutnak az állati szervezetekbe s ott részben megváltozva, nagy tömegekben halmozódnak fel.

A fehérjék közel megegyező alkatúak, de alkatukat még nem ismerjük teljes bizonyossággal. Van bennük: C 52·7—54·5^o%, H 6·9—7·3^o%, N 15·4—16·5^o%, O 20·9—23·5^o%, S 0·8—2·0^o%, a mi mellett még hamu-alkatrészek is vannak bennük, ámbár valószínű, hogy ezek a teljesen tiszta fehérjékből hiányoznak. Némely fehérjéknek molekula-képleteként ez idő szerint a $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$ jelzés szerepel.

A fehérjék oldatai csekély kivétellel nem kristályosíthatók (colloid-ok) s a pergament-papiroson nem szivárognak át (nem diffundálnak); bizonyos körülmények közt oldhatatlan módosulatba mennek át vagyis megalvadnak (coagulálnak); így például melegítés folytán. A fehérjék kicsapódását okozzák még erős ásványi savak, nehéz fémek sói (ólomecset, mercurichlorid, rézgálicz), borszesz, csersav, eczetsav, kénsavas ammonium vagy kénsavas natrium és még egyéb vegyületek. A fehérjék savakkal és lúgok-

kal egyesülni képesek, ú. n. acid-albuminat-okká s illetve alkali-albuminat-okká.

A fehérjék könnyen változó vegyületek. Manganperoxid és híg kénsav hatására például könnyen oxidálódnak s egész serege a vegyületeknek keletkezik belőlök (aldehidek, savak, ammonia stb.). Nedvesség jelenlétében pedig baktériumok és egyéb gombák hatása folytán könnyen rothadásnak indulnak s ilyenkor is egész sora a vegyületeknek képződik (pepton-ok, leucin, tyrosin, később ammonia, kénhydrogen, szénsav, kénsav, vajsav és egyéb savak, indol, phenol, kresol stb.); ez alkalommal lépnek fel a ptomain-ok vagyis hulla-alkaloidok, melyek közt erős mérgek (hulla-méreg = toxin) is vannak.

Jellemző reakció a fehérjékre az, hogy salétromsav hatására xanthoprotein-sav képződése folytán megsárgulnak s a sárga szín lúgtól narancsszínű pirosba megy át.

A fehérjéket több csoportra osztjuk; ilyenek az *albuminat*-ok, a *proteid*-ok s a módosult fehérjék: *albuminoid*-ok.

Albuminatok.

E csoportba tartoznak:

Albumin-ok vagy tulajdonképpeni fehérjék. Ilyen a tojásfehérjében lévő *tojás-albumin*, a vérsavóban és egyéb állati tápláló nedvben foglalt *serum-albumin* és a *növényi albumin* (phytoalbumin). Mindezek vízben oldhatók és chlornatrium által ki nem csaphatók; 70–75°-ra melegítve megalvadnak. 50°-nál nem magasabb hőmérsékleten megszárítva, oldhatóságukat megtartják.

Globulin-ok. Vízben nem oldhatók, de híg NaCl- vagy Na₂SO₄-oldatban feloldódnak, azonban sok víz vagy sok alkali-só által ismét kiválaszthatnak. Ide sorolhatók a tojás sárgájában lévő *vitellin*, a szemlencsében foglalt *cristallin*, a vérsavóban és chylus-ban lévő *serumglobulin* (paraglobulin), a húsban lévő *myosin*, valamint különféle növényi globulinok, a melynek a magvakban lévő ú. n. protein-szemecskékben is foglaltatnak albuminatok mellett.

Fibrin-ek. Ilyen a vérben foglalt *fibrinogen*, mely azonnal megalvad, mihelyt kijön a vér az erekből; híg kősóoldatban azonban oldódik. Ide tartozik a növényi fibrin vagy *sikér*, mely a gabonaszemeknek igen fontos alkotórésze.

Proteidok.

Ezek *összetett fehérjék*; ilyenek:

Casein (sajt-anyag), az emlősök tejének *phosphor*-t is (0.85%) tartalmazó alkatrésze. Ez melegítésre csak igen tökéletlenül válik ki (a forralt tej felületén képződő pille), azonban híg sósav vagy ecetsav hatására oldhatatlanná lesz (példa: a tejsavas erjedés folytán megsavanyodott tej meg-

alvása); ugyancsak megalvad a borju oltó-gyomrában foglalt fermentum hatására (turó-, sajtkészítés); 130—150°-ra melegítve is teljesen megalvad.

Legumin, nem más, mint növényi casein, mely azonban vízben nem oldható; oldódik híg lúgokban, lúgos alkali-sóoldatokban és igen híg savakban; de ismét kiválik erős savak vagy az oltó hatására. Nevét onnan kapta, hogy a *Leguminosae* (hüvelyes termésűek) magvaiban található leg-tömegesebben.

Mucin leginkább a puhatestű állatok (Mollusca) szervezetében és az emlősök nyálában található.

Haemoglobin a vértestecskének csekély Fe-ot is tartalmazó színező alkatrésze. Könnyen egyesül az oxgyennel oxyhaemoglobin-ná s mint ilyen a levegő oxygenjét széthordja a szervezetben, de meglehetősen állandó vegyületet alkot a szénoxid-gázzal (CO) is, a mi a szén-gáz-mérgezéseket igen veszedelmessé teszi.

Nuclein. Ez megint phosphor-tartalmú vegyület, mely a gennyben, az agyvelőben s a madarak és hüllők vértestecskéinek sejtmagvaiban foglaltatik; az élesztősejtekben, penészgombákban stb. — Borszeszben és igen híg savakban nem, vízben rosszul, lúgokban oldható.

Albuminoidok.

Ezek a fehérjékhez sokban hasonló vegyületek, de szorosan véve nem fehérjék, hanem valószínűen *fehérje-módosulatok*. Ilyenek:

Collagen (ossein), az emlősök csontjainak és a vizahal úszóhólyagjának (ichthiocola, colla piscium) szerves alkotórésze (a csontokban közel $\frac{1}{3}$ -rész). Ez vízben, lúgban és híg savban egyaránt oldhatatlan vegyület; enyvképző anyagnak is nevezhetjük, mert vízzel való forralásra vagy nagynyomású (túlhevített) vízgőz hatására enyvvé (glutin) változik át s mint ilyen meleg vízben oldhatóvá lesz. A tisztított enyv (*gelatina alba*, zselatin) gyógyszer-alakok készítésére is szolgál. — Hasonlít a fehérjékhez nemcsak alkatával, hanem annyiban is, hogy oldatából csersav hatására (azzal egyesülve) mint oldhatatlan csapadék kiválik. — Vízzel való hosszas főzés folytán az enyv-oldat kocsonyásodó képességét elveszti.

Chondrogen, a porczogóknak enyvképző alkatrésze, melyből szintén készíthető enyv (chondrin), a mi némelyek szerint nem más, mint glutin és mucin keveréke.

Elastin, vízben nem oldható szívós anyag, mely az inszálágok alkatrésze.

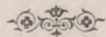
Keratin, a bőr felhámjának és függelékeinek (köröm, pata, szarv, szőr, haj, toll, békateknő, halháj) fő anyaga. Vízben és híg eczetsavban nem, de meleg lúgban oldható.

Chitin, az izelttestű állatok külső vázának fő anyaga. Lúgban sem oldódik.

Fibroin; a selyem $\frac{2}{3}$ része ebből áll, a többi enyv. Erős lúgban és conc. savakban oldható.

Pepton-ok. Így nevezzük a fehérjéket a gyomornedvben foglalt *pepsin* hatása folytán bekövetkezett oldható elváltozásaikban. Ezek oldata kerül a vérbe mint N-tartalmú táplálék. Maga a:

Pepsin a gyomor nyálkás hártájának az emésztést elvégző s vízben és hig savakban oldható alkatrésze, mely hivatalos készítményül is szolgál. E vegyület az ú. n. nem organizált, oldható fermentumok (*enzym-ek*) közé tartozik. Ugyanilyen természetű vegyület az **invertin** is, melyet az élesztő-sejtek választanak ki s mely a saccharoset invert-czukorra (dextrose és laevulose) átváltoztatni képes.



FÜGGELÉK.

Példák a chemiai számítások köréből.

Százalékos alkat kiszámítása.

1. A vízben, H_2O , hány százalék a hydrogen és hány százalék az oxygen?

Megoldás: A víz százalékos alkatát a molekula-képlet alapján az atom-súlyokból és a molekula-súlyból számíthatjuk ki. Ugyanis a víz molekula-ját, H_2O , két atom-súlynyi ($H_2 = 2 \times 1$ súlyrész) hydrogen, tehát 2 súlyrészt és egy atom-súlynyi ($O = 1 \times 16$ súlyrész) oxygent tartalmaz; ezek együttevége ($2 + 16 =$) 18 súlyrész vízben (ez a molekula-súly) foglaltatnak. Már most a hármas szabály szerint kérdezhettük és számíthatjuk, hogy 100 súlyrész vízben hány súlyrész lesz a hydrogen és hány súlyrész az oxygen. A számítás a következő arány szerint végzendő:

Egy molekula-súlynyi vízben (18 s. r.-ben) van két atom-súlynyi (2 s. r.) hydrogen, tehát 100 s. r. vízben van arányosan x s. r. hydrogen; vagyis:

$$\begin{array}{ccccc} \text{víz} & & \text{hydrogen} & & \text{víz} & & \text{hydrogen} \\ 18 & : & 2 & = & 100 & : & x. \end{array}$$

Az x értéke (ha kültag) egyenlő a beltagek szorzatával s osztva a másik kültaggal, tehát $x = \frac{2 \times 100}{18} = 200:18 = 11.11 \dots$, vagyis 11.11 s. r. hydrogen van 100 s. r. vízben, a mi azonos a százalékkal: 11.11% H.

Éppen így számíthatjuk az oxygen mennyiségét:

$$\begin{array}{ccccc} \text{víz} & & \text{oxygen} & & \text{víz} & & \text{oxygen} \\ 18 & : & 16 & = & 100 & : & x. \end{array}$$

Innen $x = \frac{16 \times 100}{18} = 1600:18 = 88.888 \dots$ (kiegészítve 88.89), a mi annyit tesz, hogy 100 s. r. vízben van 88.89 s. r. oxygen, a mi megint azonos a százalékkal: 88.89% O.

Teljesen e minta szerint oldandók meg a következő feladatok:

2. A jodkaliumban, KJ, hány százalék a kalium- s hány százalék a jod-tartalom? (Tudni kell e végből, hogy a kalium atom-súlya 39, a jodé 127 s így a jodkalium molekula-súlya a KJ képlet szerint $39 + 127 = 166$.)

3. A sárga higanyoxidban, HgO , hány százalék a higany- és hány százalék az oxygen-tartalom? (A higany atom-súlya 200, az oxygené 16; a higanyoxid molekula-súlya HgO képlet szerint $200 + 16 = 216$.)

4. A borszeszben, C_2H_6O , hány százalék a szén-, hány százalék a hydrogen- és hány százalék az oxygen-tartalom? (A szén atom-súlya 12, a hydrogené 1, az oxygené 16; a borszesz molekula-súlya C_2H_6O képlet szerint 2×12 szén + 6×1 hydrogen + 1×16 oxygen = 46.)

5. A vasgáliczban, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, hány százalék a vas-tartalom (Fe), hány százalék a sulfat-tartalom (SO_4) s hány százalék a kristályvíz ($7H_2O$)? (Tudni kell, hogy a Fe atom-súlya 56, a S-é 32, az O-é 16, a H-é 1.)

6. A hivatalos sósav, acidum hydrochloricum concentratum, vízben oldva 25%-nyi hydrogenchlorid-gázt (HCl-t) tartalmaz, mely utóbbi vegyület a fém-zink hatására összes hydrogen-tartalmát elbocsátja mint hydrogen-gázt; az a kérdés, a hivatalos (25%-os) sósavból hány százalék hydrogen-gáz fejleszthető, ha elegendő fém-zinkkel hozzuk érintkezésbe? (Tudni kell, hogy a 25%-os sósav 100 súlyrésze csak 25 s. r. HCl-t tartalmaz, tehát az számítandó, hogy ebből a 25 s. r. HCl-ből hány s. r. H fejlődhet. A H atom-súlya 1, a Cl-é 35.5, a HCl molekula-súlya 36.5.)

Oldatok százalékos alkatának szabályozása.

7. 25%-os savból (az mindegy, hogy milyen sav, sőt az is, ha nem is sav, csak 25% legyen benne a kérdéses anyagból!), tehát 25%-osból készitendő 10%-os; és pedig a kérdés az, mennyi víz elegyítessék 5 kilónyi 25%-os folyadékhoz, hogy belőle 10%-os legyen?

Megoldás. A folyadék 25%-os, tehát 100 súlyrésze tartalmaz 25 súlyrész savat és $(100 - 25) = 75$ súlyrész vizet (együtt $25 + 75 = 100$); 100 kilóban van e szerint 25 kiló sav és 75 kiló víz, vagyis a higitandó 5 kilóban lesz x:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{folyadék} & & \text{savtartalom} & & \text{folyadék} & & \text{savtartalom} \\ 100 & : & 25 & = & 5 & : & x. \end{array}$$

$$x = \frac{25 \times 5}{100} = 125 : 100 = 1.25 \text{ kiló sav van az 5 kiló folyadékban, a többi}$$

pedig $(5 - 1.25) = 3.75$ kiló víz. De mi 10%-osat akarunk készíteni, tehát a melynek 100 kilójában 10 kiló sav legyen, vagy pedig arányos (x) mennyiségében legyen a mi 5 kilónyi folyadékunkban a fenti számítás szerint lévő 1.25 kilónyi sav. Tehát a 10%-os savban:

$$\begin{array}{ccccccc} 10 & \text{kiló sav legyen} & 100 & \text{kilóban, és} & & & \\ 1.25 & \text{»} & \text{»} & \text{»} & x & \text{»} & , \text{ vagyis} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{sav} & & \text{folyadék} & & \text{sav} & & \text{folyadék} \\ 10 & : & 100 & = & 1.25 & : & x, \end{array}$$

$$\text{innen } x = \frac{100 \times 1.25}{10} = 125 : 10 = 12.5 \text{ kilóra egészitendő ki az 1.25 kiló}$$

tiszta-savtartalom, hogy 10%-os legyen; úgy de az 1.25 kiló sav-tartalom 5 kilónyi (25%-os) folyadékban van s így ez az 5 kiló lesz 12.5 kilónyira pótlendő $(12.5 - 5) = 7$ kilónyi vízzel, hogy 10%-ossá legyen.

Rövidebb megoldás. E példa sokkal egyszerűbben és gyorsabban így is megoldható: 10%-os folyadékot akarunk 5 kilónyi 25%-osból készíteni vízzel való felelesztéssel; nos, a hányszor erősebb a meglévő (ez esetben 25%-os) folyadék, mint a készítendő (ez esetben 10%-os), annyszorosan kell vízzel felelesztetni; tehát a hogyan aránylik 25 a 10-höz, úgy aránylik a készítendő folyadékmennyiség a meglévő (5 kilónyi) mennyiséghez, vagyis $25:10 = x:5$; innen $x = \frac{25 \times 5}{10} = 125:10 = 12.5$ kilóra hígítandó fel az 5 kiló, tehát $12.5 - 5 = 7$ kiló víz kell még hozzá.

8. 25%-os savból készítendő 10%-os 6 kiló; kérdés e 6 kilónyi 10%-os savhoz mennyi mérendő le a 25%-osból?

Megoldás. A készítendő 10%-os sav 100 kilója (súlyrésze) 10 kiló tiszta savat tartalmaz s így a készítendő 6 kiló arányos x mennyiséget:

folyadék	savtartalom	folyadék	savtartalom
100	10	6	x

$$x = \frac{10 \times 6}{100} = 60:100 = 0.6 \text{ kiló tiszta savnak kell lenni a készítendő 6 kiló}$$

10%-osban. Tiszta savunk azonban nincs, hanem 25%-os; azt kell hát tudni, hogy e savnak hány kilójában van a szükséges 0.6 kiló savtartalom? 100 kilóban van 25 kiló sav, tehát x -ben lesz a 0.6 kiló sav; vagyis:

$$100:25 = x:0.6; \text{ innen } x = \frac{100 \times 0.6}{25} = 60:25 = 2.4 \text{ kiló } 25\% \text{-os sav-}$$

ban van tehát 0.6 kiló savtartalom. Ezt a 2.4 kiló 25%-os savat mérjük le e szerint és a még hiányzó vízzel ($6 - 2.4 =$), vagyis 3.6 kiló vízzel elegyítjük, hogy megkapjuk a 6 kilónyi 10%-os savat.

Rövidebb megoldás. A hányszor erősebb a meglévő 25%-os sav, mint a készítendő 10%-os, annyszorosa kevesebb kell abból; vagyis fordított az arány:

$$25:10 = 6:x; x = \frac{10 \times 6}{25} = 60:25 = 2.4 \text{ kiló veendő a } 25\% \text{-osból és}$$

kiegészítendő (3.6 kiló) vízzel 6 kilóra.

9. 8 kilónyi 94%-os kénsavból készítendő 15%-os; kérdés, hány kiló víz kell a 8 kiló (94%-os) savhoz, hogy 15%-ossá legyen? (Megoldandó a 7. példa szerint.)

10. 12 kilónyi 40%-os sósavból készítendő 25%-os; kérdés, hány kiló víz elegyítendő a 12 kiló (40%-os) savhoz, hogy 25%-ossá legyen? (Megoldandó a 7. példa szerint.)

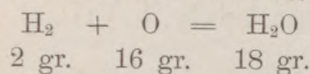
11. 21%-os ammonia-oldatból készítendő 10%-os ammonia és pedig 7 kilónyi; kérdés, hány kiló (21%-os) erős ammonia mérendő le és hány kiló víz kell hozzá, hogy 7 kilónyi 10%-os ammoniánk legyen? (Megoldás a 8. példa szerint.)

12. 45%-os nátronlúgból készítendő 32%-os 5 kiló; kérdés, hány kiló (45%-os) nátronlúg mérendő le és hány kiló víz kell hozzá, hogy 5 kilónyi 32%-os lúgot kapjunk? (Megoldás a 8. példa szerint.)

Chemiai változásokban egymásra ható mennyiségek kiszámítása.

13. Egyesülésre. A hydrogen-gáz meggyújtván, elég és egyesül a levegőben lévő oxygen-gázzal vízzé. Kérdés, 1,5 gramm hydrogen az elégés-kor hány gramm oxygennel egyesül és hány gramm víz képződik belőle?

Megoldás. A víz képződését a következő egyenlet fejezi ki:



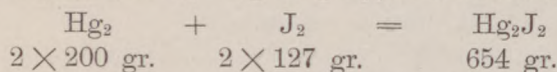
Vagyis 2 gr. hydrogen-gáz egyesül 16 gr. oxygen-gázzal, tehát 1,5 gr. hydrogen arányos mennyiségű oxygennel:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{hydrogen} & & \text{oxygen} & & \text{hydrogen} & & \text{oxygen} \\ 2 & : & 16 & = & 1,5 & : & x. \\ x = \frac{16 \times 1,5}{2} = 24,0 : 2 = 12 \text{ gramm oxygennel egyesül } 1,5 \text{ gramm hydro-} \\ \text{gen-gáz.} \end{array}$$

Úgyde 2 gr. hydrogenből 18 gr. víz képződik s így 1,5 gr. hydrogenből arányos mennyiségű víz:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{hydrogen} & & \text{víz} & & \text{hydrogen} & & \text{víz} \\ 2 & : & 18 & = & 1,5 & : & x. \\ x = \frac{18 \times 1,5}{2} = 27,0 : 2 = 13,5 \text{ gramm víz képződik } 1,5 \text{ gramm hydrogen} \\ \text{elégésekor.} \end{array}$$

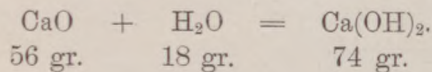
14. Fém-higany és jód huzamosabb ideig összedörzsöltetvén (bor-szeszszel meg-megnedvesítve), sárga higanyjodid keletkezik:



egyenlet szerint. Kérdés, 10 gramm fém-higanyt hány gramm joddal kell összedörzsölni? (Megoldás 13. példa első része szerint.)

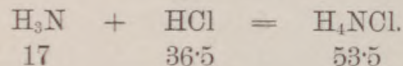
15. Fenti 14. példa alapján az is számíttassék ki, hogy a 10 gramm fém-higanyból hány gramm sárga higanyjodid keletkezik? (Megoldás 13. példa második része szerint.)

16. Égetett mész, CaO , vízzel meglocsoltatván, oltott mészsze, Ca(OH)_2 , változik át:



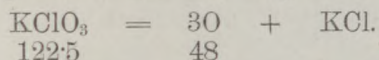
Kérdés, 100 gramm víz hány gramm égetett mész megoltására elegendő. (Megoldás 13. példa szerint.)

17. Ammonia-gáz, H_3N , és sósav-gáz, HCl , ammoniumchloridot, H_4NCl , képeznek:



Kérdés, egy kiló 10%-os ammonia-oldat telítésére hány kiló 25%-os sósav-oldat szükséges?

18. Bomlásra. A kalium chloricum hevítéskor megolvad s elég ideig hevítettén, összes oxygen-tartalmát elbocsátja:



Kérdés, 10 gramm kalium chloricum-ból hány gramm oxygen-gáz fejleszthető s hány liter ez, ha 1 liter oxygen-gáz súlya 1.42 gramm?

Megoldás. A kérdés 2 részre osztható:

Első rész megoldása: Ha 122.5 gr. KClO_3 48 gr. O-t fejleszt, úgy 10 gr. KClO_3 arányos súlyú O-t fejleszt; tehát:

kalium chloricum	oxygen	kalium chloricum	oxygen
122.5	: 48	= 10	: x.

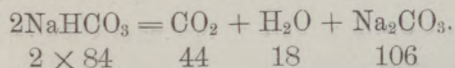
$x = \frac{48 \times 10}{122.5} = 480 : 122.5 = 4800 : 1225 = 3.98$ gramm oxygen fejleszthető 10 gramm kalium chloricum-ból.

Második rész megoldása: 1 liter oxygen-gáz súlya 1.42 gramm, tehát x liter lesz a 3.98 gramm oxygen-gáz térfogata; vagyis:

liter	gramm	liter	gramm
1	: 1.42	= x	: 3.98,

$x = \frac{1 \times 3.98}{1.42} = 3.98 : 1.42 = 39.8 : 14.2 = 2.79$ liter (vagyis 2 liter és 279 köbcentimeter) lesz a fejlesztett oxygen térfogata.

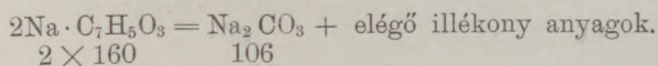
19. A natrium bicarbonicum, NaHCO_3 , hevítésre szénsav-gázt és vizet veszít s natrium carbonicum marad belőle vissza:



Kérdés, 3 gramm natrium bicarbonicum-ból hány gramm natrium carbonicum marad vissza? (Megoldás 18. példa első része szerint.)

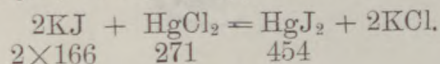
20. Az előbbi példában felvett 3 gramm natrium bicarbonicum-ból hány gramm szénsav-gáz (CO_2) távozik el és hány liter ez, ha egy liter szénsav-gáz súlya 1.96 gramm? (Megoldás 18. példa második része szerint.)

21. A salicylsavas natrium hevítve részben elég s az el nem illanó maradéka szénsavas natrium lesz:



Kérdés, 1 gramm salicylsavas natriumból mennyi el nem égő maradék (szénsavas natrium) marad vissza?

22. Cserebomlásra. Ha jodkalium, KJ, oldatához elegendő corrosivus, HgCl_2 , oldatát keverjük, vörös higanyjodidból álló csapadék válik ki:



Kérdés: 1. 10 gramm jodkalium oldatához mennyi corrosivus keverendő? 2. A 10 gr. jodkaliumból hány gramm vörös higanyjodid képződik?

Megoldás. 1. $2 \times 166 = 332$ gr. jodkaliumra a fenti egyenlet szerint 271 gr. corrosivus hat; tehát 10 gr. jodkaliumra arányos mennyiségű corrosivus:

jodkalium		corros.		jodkalium		corros.
332	:	271	=	10	:	x,

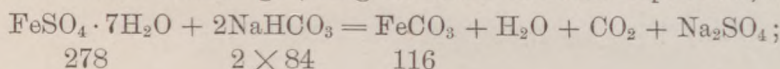
$$x = \frac{271 \times 10}{332} = 2710:332 = 8.1 \text{ gramm corrosivus kell tehát a 10 gramm jodkalium elbontására.}$$

2. Az egyenlet szerint $2 \times 166 = 332$ gr. jodkaliumból 454 gr. higanyjodid képződik, tehát 10 gr. jodkaliumból arányos mennyiség:

jodkalium		higanyjodid		jodkalium		higanyjodid
332	:	454	=	10	:	x.

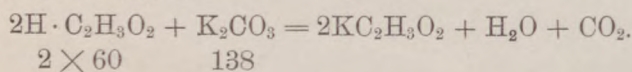
$$x = \frac{454 \times 10}{332} = 4540:332 = 13.6 \text{ gramm vörös higanyjodid képződik 10 gr jodkaliumból.}$$

23. Ferrum sulfuricum oxydulatum crystallisatum oldata (vagy szárazon is összedörzsölve) natrium bicarbonicummal ferrum carbonicumot eredményez (mellékesen víz és szén-sav-gáz, meg kénsavas natrium képződnek):



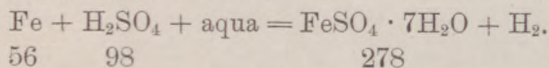
kérdés: 1. 1 gramm ferrum sulfur. oxyd. cryst. elbontására mennyi natrium bicarbonicum kell? 2. mennyi szén-savas vas keletkezik belőle? (Megoldás 22. példa 1. és 2. része szerint.)

24. Eczetsav és szén-savas kalium egymást kölcsönösen telítik és belőlök kalium aceticum keletkezik:



Kérdés, 100 gramm 10%-os eczetsav-oldat telítésére hány gramm szén-savas kalium kell?

25. Fém-vasat (vashúzalt) hígított meleg kénsavban feloldva, oly oldatot kapunk, melyből vasgálicz (ferr. sulf. oxydul. cryst.) kristályosítható ki:



Kérdés: 1. 10 gramm vashúzal feloldására hány gramm 20%-os kén-sav-oldat kell? 2. A 10 gr. vashúzalból hány gramm vasgálicz készíthető?



BETŰRENDES TÁRGYMUTATÓ.

(A számok a lapok számait jelölik.)

Abietinsav 261.
Absinthiin 269.
Acetal 241.
Acetaldehyd 241.
Acetanilid 256.
Aceton 242.
Acetum e spiritu vini 231.
Acetum lithargyri 232.
Acetylen 219.
Acidum aceticum 231.
Acidum boracicum 116.
Acidum chromicum 200.
Acidum citricum 239.
Acidum formicicum 229.
Acidum Halleri 228.
Acidum hydrochloricum conc. és dil. 70.
Acidum hydrocyanicum 128.
Acidum lacticum (Oxypropionsav) 237.
Acidum nitricum concentratum 98.
Acidum nitricum dilutum 99.
Acidum oxalicum 238.
Acidum phosphoricum 107.
Acidum silicicum dialysatum 119.
Acidum sulfuricum conc. és dil. 87.
Acidum tannicum 263.
Acidum tartaricum 238.
Aconitin 271.
Aczélgyártás 190.
Aether aceticus 232.
Aetherek (egyszerű és vegyes) 227.
Aetherek (összetett) 228.
Aether petrolei 218.
Aether sulfuricus 227.
Aethylacetat 232.
Aethylaether 227.
Aethylalkohol 223.
Aethylen 219.
Aethylenglykol 225.
Aethylhydrosulfat 228.
Aethylidenchlorid 221.
Aethylmercaptan 229.
Agyag 182.

Akrolein 242.
Albromossav 74.
Albuminatók 276.
Albuminoidok 276.
Albuminok 276.
Alechlorsav 72.
Alechlorsav 72.
Alchymia korszaka 6.
Alcohol sulfuris 127.
Aldehydekek 240, 264.
Algarot-por 114.
Aliphatikus (alifás) vegyületek 217.
Alkali-fémek 147.
Alkali-fémek felismerése 147.
Alkali-földfémek 155.
Alkali-földfémek felismerése 155.
Alkaloidok 271.
Alkannin 270.
Alkatra vonatkozó nézetek 5.
Alkatrészek (egyszerű és összetett) 16.
Alkatrész megmaradása 3.
Alkohol amylicus 225.
Alkoholat 241.
Alkoholok 221, 259.
Alkénessavas natrium 136.
Alkyl-sulfidok 229.
Allotrop módosulat 29.
Allylalkohol 225.
Allylsulfid 229.
Aloin 270.
Alumen 180.
Alumina hydrica 180.
Aluminium 179.
Aluminiumhydroxid 180.
Aluminium-vegyületek felismerése 180.
Amalgamok 130.
Amidok 248.
Amidomercurichlorid 175.
Amidosulfonsav 100.
Aminok 248, 255.
Amin-savak 249.
Ammonia-gáz 92.
Ammonia pura liquida 93.
Ammonium 148.

Ammoniumacetat 232.
Ammoniumbromid 149.
Ammoniumcarbonat 150.
Ammoniumchlorid 149.
Ammoniumhydrocarbonat 150.
Ammoniumhydroxid (l. Ammonia pura liquida) 148.
Ammoniumjodid 149.
Ammoniumsulfid 149.
Ammonium-vegyületek felismerése 93.
Amphid-elemek 41.
Amphid-savak 42.
Amygdalin 269.
Amylalkohol 225.
Amylum 247.
Anethol 258.
Angelica-sav 234.
Anilin 255.
Anilin-festékek 260.
Anthracen 254.
Antidotum arsenici albi 158, 193.
Antifebrin 256.
Antimon (stibium) 112.
Antimonhydrogen 113.
Antimonium crudum 115.
Antimonos savak 114.
Antimonpentoxid 114.
Antimonsavak 114.
Antimontetroxid 114.
Antimontrioxid 114.
Antimonylchlorid 114.
Antipyrin 274.
Anyag megmaradása 2.
Apomorphin 272.
Aqua amygdalarum amararum 128.
Aqua calcis 151.
Aqua calcis saccharata 152.
Aqua chlori 67.
Aqua chlori készítésére szolgáló készülék (9. ábra) 66.
Aqua destillata 61.
Aqua Goulardi 232.
Aqua hydrosulfurata 83.
Aqua laurocerasi 129.

- Aqua plumbica 232.
 Arachinsav 234.
 Arany (Aurum) 201.
 Aranychlorid 202.
 Aranycsinálás korszaka 6.
 Arany-ötvezetek 202.
 Arcanum duplicatum 144.
 Argentán 199, 204.
 Argentum. (Ezüst.) 176.
 Argentum nitricum cryst. és fusum 178.
 Argon 91.
 Aristoteles elemei 5.
 Aromás bázisok 273.
 Aromás savak 260.
 Aromás szénhydrogenek 252.
 Aromatikus vegyületek 249.
 Arsen 109.
 Arsen felismerése 110.
 Arsen felismerésére szolgáló próbacső (14. ábra) 111.
 Arsenbisulfid 112.
 Arsenbromidok 112.
 Arsenchlorid 112.
 Arsensavak 110.
 Arsenfluorid 112.
 Arsenhydrogen-gáz 109.
 Arsenhydrogen, szilárd 109.
 Arsenicum album 110.
 Arsenjodidok 112.
 Arsenpentasulfid 112.
 Arsenpentoxid 111.
 Arsen-próba, *Haager-Gutzeit*-féle 71.
 Arsensavak 111.
 Arsensuboxid 109.
 Arsentrioxid 110.
 Arsentrisulfid 112.
 Arsenylchlorid 112.
 Asparagin 249.
 Asphalt 268.
 Atom-elmélet 11.
 Atom-jegyek 12.
 Atom-súlyok 12.
 Atropin 271.
 Auripigment 112.
 Aurum. (Arany.) 201.
 Avogadro törvénye 15.
 Azobenzol 274.
 Azoimid 94.
 Azolitmin 271.
 Azoxybenzol 274.
 Állandó súlyarányok törvénye 3.
 Állati szén 123.
 Balzsamok 268.
 Barnakő 184.
 Baryum 155.
 Baryumchlorid 155.
 Baryumnitrat 155.
 Baryum-vegyületek felismerése 156.
Basilius Valentinus nézetei 7.
 Bázis fogalma 41.
 Bázisos sók 43.
 Belső érintkezés szerepe a kémiai változásokban 35.
 Benzaldehid 264.
 Benzin 218.
 Benzoësav 260.
 Benzol 252.
 Benzol-gyűrű 249.
 Benzolsulfonsavak 254.
 Benzylalkohol 259.
 Beryllium 162.
 Bessemer-féle körte (18. ábra) 190.
 Brenzkatechin 258.
 Bicarbons sodae 139.
 Biphenyl 253.
 Bismuthsalicylat 262.
 Bixin 270.
 Bomlás 26.
 Borax 137.
 Borkősav 238.
 Borneol 265.
 Borostyánkősav 238.
 Borszesz 223.
 Boyle Róbert nézetei 8.
 Bór 116.
 Bóroxid 116.
 Bórsavak 116.
 Bölcsek köve 6.
 Brom 73.
 Bromcyan 129.
 Bromhydrogen-sav 74.
 Bromidok felismerése 74.
 Bromsav 74.
 Bronz 169.
 Brucin 273.
 Bunsen-lámpa (6. ábra) 57.
 Burgonyacukor 243.
 Butyrum antimonii 114.
 Butyrum zinci 161.
 Cadmium 162.
 Caesium 147.
 Calcaria caustica 151.
 Calcaria chlorata 152.
 Calcium 150.
 Calciumcarbid 154.
 Calciumcarbonat 154.
 Calcium carbonicum purum (praecipit.) 154.
 Calciumchlorid 152.
 Calciumhydroxid 151.
 Calciumhypochlorit 152.
 Calciumhypophosphit 153.
 Calciumorthophosphat 153.
 Calciumoxid 151.
 Calcium phosphoricum 153.
 Calciumsulfat 153.
 Calciumsulfid 153.
 Calcium-vegyületek felismerése 156.
 Calomel 173.
 Caloria (hőegység) 55.
 Calx viva 151.
 Camphora 265.
 Cannabinol 270.
 Cantharidin 270.
 Caprinsav 233.
 Capronsav 233.
 Caprylsav 233.
 Caramel 245.
 Carbolsav 256.
 Carbonium. (Szén.) 120.
 Carbonylchlorid 127.
 Carbonylsulfid 127.
 Carborundum 118.
 Carbylaminok 249.
 Carthamin 270.
 Carvol 258.
 Casein 276.
 Celluloid 247.
 Cellulose 245.
 Cera flava, japonica 237.
 Ceresin 218.
 Cerotinsav 234.
 Cerussa 165.
 Cerylalkohol 225.
 Cetylalkohol 225.
 Chemia fejlődése (története) 5.
 Kémiai változás 1.
 Kémiai változások esetei 25.
 Chili-salétrom 136.
 Chinasav 238.
 Chinidin 272.
 Chinin 271.
 Chinolin 274.
 Chitin 277.
 Chlor 65.
 Chloral, chloralhydrat 241.
 Chlorbrom 74.
 Chlorcyan 129.
 Chlorhydrogen-sav 69.
 Chloridok felismerése 68.
 Chlormész 152.
 Chlormonoxid 72.
 Chlornitrogen 99.
 Chloroform 219.
 Chlorophyll 270.
 Chlorossav 72.
 Chloros víz 67.
 Chlorperoxid 72.
 Chlorsav 72.
 Chondrogen 277.
 Chrom 199.
 Chromsav 200.
 Cinchonidin 272.
 Cinchonin 272.
 Cinnabaris (czinóber) 175.
 Citronellol 265.
 Coaks (koks) 122.
 Cobalt 198.
 Cobalt-vegyületek felismerése 198.
 Cocain 272.
 Codein 273.
 Coffein 273.

Colchicin 272.
 Collagen 277.
 Colloodium 246.
 Colophonium 266.
 Columbin 270.
 Coniin 271.
 Coriandrol 265.
 Cremor tartari 239.
 Cserebomlás 27.
 Csersav (gubacsersav) 263.
 Csersavak (Tannin) 269.
 Csontszén 123.
 Cubeba-camphor 266.
 Cumarin 263.
 Cumarsav 263.
 Cupriacetat 232.
 Cuprisulfat 170.
 Cupri-vegyületek 167.
 Cupro-vegyületek 167.
 Curarin 272.
 Curcumin 270.
 Cyamelid 129.
 Cyan-gáz 128.
 Cyanhydrogen-sav 128.
 Cyanhydrogen-sav felismerése 129.
 Cyansavak 129.
 Cyanursav 129.
 Cyneol 265.
 Czitromsav 239.
 Czukrok 242.

Dalton nézetei 10.
Davy-féle bányáslámpa (5. ábra) 56.
 Dextrin 248.
 Dextrose 243.
 Diamid 94.
 Diammonium 148.
 Diazoaminobenzol 275.
 Diazobenzol 275.
 Digitalin, digitalein, digitonin, digitoxin 269.
 Diphenylamin 255.
 Dissociatio 148.
 Dithionsav 89.
Döbereiner gyújtó szerszáma 52.
Drummond-fény 52.
 Dynamit 228.

Eczetgyártás (19. ábra) 230.
 Ecetsav 230.
 Egyenértéksúly 29.
 Egyesülés 26.
 Egnemű összetett test 4.
 Egyszer szabályos kálilug 31.
 Egyszer szabályos sósav-oldat 30.
 Egyszerű test (elem) 3.
 Elaidinsav 234.
 Elastin 277.
 Elektromosság szerepe a kémiai változásokban 36.

Elem (egyszerű test) 3.
 Elemek állandósága 3.
 Elemek átváltozhatatlansága 3.
 Elemek rendszerbe foglalása 37.
 Elemek táblázata 13.
 Elixiriium acidum Halleri 228.
 Elnevezés (szerves vegyületek) 214.
 Emetin 272.
 Emplastrum diachylon 235.
 Enzyme 278.
 Ergotin 272.
 Erucasav 234.
 Erythrocentaurin 270.
 Eserin 272.
 Esterek 228.
 Ezüst. (Argentum.) 176.
 Ezüstnitrat 178.
 Ezüstözés 177.
 Ezüstvegyületek felismerése 177.

Égetett mész 151.
 Egés 55.
 Egési meleg 55.
 Elet-elixir 7.

Fahéj-aldehyd 264.
 Fahéjsav 261.
 Faszész 223.
 Faszén 122.
 Fayence 183.
 Fehér gáliz 161.
 Fehérjék 275.
 Felbromsav 74.
 Felchlorsav (perchlorsav) 73.
 Ferrichlorid 193.
 Ferrieyankalium 198.
 Ferrihydroxid 193.
 Ferrinatriumpyrophosphat 196.
 Ferrioxid 192.
 Ferrisulfat 196.
 Ferri-vegyületek 187.
 Ferrocbonat 197.
 Ferrocyanalium 197.
 Ferroferrioxid 192.
 Ferrohydroxid 192.
 Ferrojodid 194.
 Ferromangan 184.
 Ferrooxid 192.
 Ferrosulfat 195.
 Ferrosulfid 195.
 Ferro-vegyületek 187.
 Ferrum. (Vas.) 186.
 Ferrum carbonicum saccharatum 197.
 Ferrum hydrogenio reductum 186.
 Ferrum lacticum 237.

Ferrum oxydatum chloratum solutum 193.
 Ferrum oxydatum dialysatum 193.
 Ferrum pulveratum 192.
 Ferrum sesquichloratum 193.
 Ferrum sulfuricum oxydatum solutum 196.
 Festőanyagok (természetszek) 270.
 Fémek 130.
 Fémes elemek (metalla) 37.
 Fény szerepe a kémiai változásokban 35.
 Fibrinek 276.
 Fibroin 278.
 Filixsav 264.
 Fizikai változás 1.
 Florenczi palaczk (20. ábra) 267.
 Flores sulfuris 80.
 Flores zinci 161.
 Fluor 78.
 Fluorhydrogen-sav 78.
 Formaldehyd (formalin) 240.
 Forrasztó-őn 204.
 Fructose 244.
 Fuchsin 260.

Gallium 180.
 Gallussav 263.
Gay-Lussac törvénye 15.
 Gázfejlesztő készülék (állandó, *Deville*-féle). (2. ábra) 50.
 Gázfejlesztő készülék (egyszerű). (1. ábra) 49.
 Gázfejlesztő készülék (*Kipp*-féle). (3. ábra) 50.
 Gázfejlesztő készülék (melegítéssel). (9. ábra) 66.
Geber nézetei 6.
 Gipsz 153.
 Glauber-só 135.
 Globulinok 276.
 Glycerylnitrat 228.
 Glycerin 225.
 Glycyrrhizin-sav 269.
 Glykol-savak (Oxy-savak) 237.
 Glykose-czukrok 243.
 Glykosidok 268.
 Grafit 120.
 Grünspan 232.
 Guttapercha 267.
 Gvajakol 258.
 Gyanták 268.
 Gyémánt 120.
 Gyors égés 55.
 Gyökök (egyszerű és összetett) 16.
 Gyökök jelleme 23.
 Gyújtó (gyufa) 103.
 Gyulási hőmérséklet 55.

Gyümölcs-aetherek 234.
Gyümölescukor 244.

Haager-Gutzeit-féle arsen-próba 71.
Haematoxylin 270.
Haemoglobin 277.
Halogen- vagy haloid-elemek 79.
Haloid-savak 41.
Hamuzsír 146.
Hangyasav 229.
Helium 91.
Helyettesítések 211, 250.
Hepar sulfuris 143.
Hexose-cukrok 243.
Higany. (Hydrargyrum.) 170.
Higany-szűrő (16. ábra) 171.
Higany-vegyületek felismerése 172.
Homogen összetett test 4.
Homologia 212.
Hőegység (caloria) 55.
Hőfogyasztás a kémiai változásokban 36.
Hő szerepe a kémiai változásokban 35.
Hőtermelés a kémiai változásokban 36.
Hydrargyrum bichloratum corrosivum 173.
Hydrargyrum bijodatum rubrum 174.
Hydrargyrum chloratum amidatum 175.
Hydrargyrum chloratum mite 173.
Hydrargyrum cyanatum 175.
Hydrargyrum jodatum flavum 174.
Hydrargyrum oxydatum 172.
Hydrazin 94.
Hydrazobenzol 274.
Hydrocellulose 246.
Hydrochinon 259.
Hydrogen 47.
Hydrogenbromid 74.
Hydrogenchlorid 69.
Hydrogencyanid 128.
Hydrogen felismerése 53.
Hydrogenfluorid 78.
Hydrogenjodid 77.
Hydrogenperoxid (hydrogenhyperoxid) 64.
Hydrogenpersulfid 83.
Hydrogenphosphid 103.
Hydrogensulfid 82.
Hydrokénessav 89.
Hydroxylamin 94.
Hyoscyamin 271.

Iatrochemia korszaka 7.
Illanó olajok 266.
Indigo 262.

Indium 180.
Inulin 248.
Invert-cukor 245.
Invertin 278.
Isoamylalkohol 225.
Isoeyansav 129.
Isomer átváltozás 28.
Isomorph vegyületek 45.
Isomeria 206, 250.

Japáni kámfor 265.
Javelle-víz 134.
Jod 75.
Jodbromid 78.
Jodchlorid 78.
Jodeyan 129.
Jodhydrogen-sav 77.
Jodidok felismerése 76.
Jodnitrogen 100.
Jodoform 221.
Jodpentoxid 77.
Jodsav 77.
Jodtrichlorid 78.

Kalium 139.
Kaliumacetat 232.
Kalium bijodicum 143.
Kaliumbromat 142.
Kaliumbromid 141.
Kaliumcarbonat 145.
Kalium causticum 140.
Kaliumchlorat 141.
Kaliumchlorid 141.
Kaliumchromat 200.
Kaliumdichromat 200.
Kalium ferricyanat 198.
Kalium ferrocyanat 197.
Kaliumhydrojodat 143.
Kaliumhydrotartrat 239.
Kaliumhydroxid 140.
Kaliumjodat 143.
Kaliumjodid 142.
Kaliummetaarsenit 145.
Kalium-natrio-tartrat 239.
Kaliumnitrat 144.
Kaliumoxid 140.
Kaliumpermanganat 185.
Kalium-stibio-tartrat 239.
Kaliumsulfat 144.
Kaliumsulfidok 143.
Kalium sulfuratum pro balneo 143.
Kaliumsuperoxid 140.
Kaliumtartrat 239.
Kalium-vegyületek felismerése 140.
Katalitikus hatás 36.
Kaucuk 267.
Kálilúg 140.
Káli-salétrom 144.
Káli-szappan 235.
Kámforok 264.
Kávé-csersav 264.
Kelp (varec) 75.

Keményítő 247.
Keratin 277.
Kermes minerale 115.
Keserű anyagok 269.
Keserűmandula-víz 128.
Keserű só 158.
Ketonok 240.
Kettős sók 44.
Keverék 3.
Kék gálicz 170.
Kéksav 128.
Kén (sulfur) 79.
Kénbromid 90.
Kéndichlorid 90.
Kéndioxid 83.
Kénész 170.
Kénessav 83.
Kénheptoxid 88.
Kénhydrogenes víz 83.
Kénhydrogen-gáz 82.
Kénjodidok 90.
Kémmáj 143.
Kénmonochlorid 90.
Kénoxychloridok 90.
Kénsav 85.
Kénsav-kamara (11. ábra) 86.
Kénsequioxid 83.
Kénszállasztás (10. ábra) 80.
Kéntej 80.
Kéntetrachlorid 90.
Kéntrioxid 85.
Kénvirág 80.
Kiválás pillanata (status nascendi) 52.
Koksz (coaks) 122.
Kondenzáció 216.
Kovasavak 118.
Korom 123.
Kovácsvas 191.
Kősz 133.
Kőszén 121.
Kőszénkátrány 252.
Kreosol 258.
Kreosot 258.
Kresol 257.
Kristályvíz 45.
Krypton 91.
Lac sulfuris 80.
Lactose 245.
Lactucerin, lactucin 270.
Laevulose 243.
Lakmusz 270.
Lana philosophica 161.
Lapis infernalis 178.
Lassú égés 58.
Laurinsav 233.
Lavendol 265.
Lavoisier nézetei 9.
Lángok 56.
Láng szerkezete (7. ábra) 57.
Lecsapott kén 80.
Legumin 277.
Lepárolt víz 61.

- Levegő 91.
 Lichenin 248.
 Lignit 121.
 Linolensav 234.
 Linolsav 234.
 Lithargyrum 164.
 Lithium 146.
 Lithiumcarbonat 146.
 Liquor ammonii causticus 93.
 Liquor ferri oxychlorati 193.
 Lúg fogalma 41.
 Lúgmérés 30.
 Lúgmérő folyadék 30.

Magnesia alba 158.
Magnesia usta 157.
Magnesia usta in aqua 157.
Magnesium 156.
Magnesiumcarbonat 158.
Magnesium carbonicum hydroxydatum 158.
Magnesium-csoport 162.
Magnesiumhydroxid 157.
Magnesiumoxid 157.
Magnesiumsulfat 158.
Magnesium-vegyületek felismerése 157.
Majolika 183.
Maltose 245.
Mangan 183.
Manganbronz 184.
Manganperoxid 184.
Mangan-vegyületek felismerése 184.
Mannit 226.
Mechanikai hatások szerepe a kémiai változásokban 36.
Megfordítható (reciprok) folyamatok 32.
Mekonsav 264.
Melasse 244.
Melegség szerepe a kémiai változásokban 35.
Mendelejeff rendszere 38.
Menthol 265.
Mercaptanok 229.
Mercurichlorid 173.
Mercuricyanid 175.
Mercurijodid 174.
Mercurioxid (sárga és vörös) 172.
Mercurisalicilat 262.
Mercurisulfid 175.
Mercurius praecipitatus albus 175.
Mercuri-vegyületek 172.
Mercurochlorid 173.
Mercurojodid 174.
Mercuro-vegyületek 172.
Metaarsenessav 110.
Metaarsensav 111.
Metabórsav 116.
Metakovasav 119.
Metaldehyd 241.

Metallóid-elemek 37.
Metaphosphorsav 106.
Metargon 91.
Methan 218.
Methylalkohol 223.
Methyl-ibolya 260.
Meyer L. rendszere 38.
Mészvíz 151.
Mézgák 248.
Minium 165.
Mirban-olaj 255.
Molekula-képletek 14.
Molekula-képletek jelentése 16.
Molekula-súlyok 14.
Molekula-súly megállapításának módszerei 15.
Morphin 272.
Mucin 277.
Myricylalkohol 225.
Myristicol 266.
Myristinsav 233.
Myronsav 269.

Nagy olvasztó (vaskohó), (17. ábra) 189.
Naphtalin 253.
Naphtol 258.
Natrium 131.
Natriumacetat 232.
Natrium benzoicum 261.
Natrium bicarbonicum 139.
Natriumbromid 134.
Natriumcarbonat 138.
Natrium carbonicum crystallatum 139.
Natrium carbonicum dilapsum vagy siccum 139.
Natrium causticum 132.
Natriumchlorid 133.
Natriumhydrocarbonat 139.
Natriumhydroxid 132.
Natrium hydroxydatum solutum 133.
Natriumhypochlorit 134.
Natriumhyposulfit 136.
Natriumjodid 135.
Natrium-lepárló kemencze (15. ábra) 131.
Natriumnitrat 136.
Natriumoxid 132.
Natriumphosphat 137.
Natriumpyroborat 137.
Natriumsalicilat 262.
Natriumsesquicarbonat 139.
Natriumsilicat 137.
Natriumsulfat 135.
Natrium sulfuricum dilapsum vagy siccum 136.
Natriumsuperoxid 132.
Natriumtetraborat 137.
Natriumthiosulfat 136.
Natrium-vegyületek felismerése 132.

Nádcukor 244.
Nátronlúg 132.
Nátron-szappan 235.
Negatív jellem 23.
Nemfémek elemek (ametalla) 37.
Nemfémek elemek és vegyületeik 47.
Nemleges jellem 23.
Neon 91.
Nicotin 271.
Nihilum album 161.
Nikkel 198.
Nitratok felismerése 99.
Nitrilek 248.
Nitritek felismerése 96.
Nitrobenzol 255.
Nitrocellulose 246.
Nitrogen 91.
Nitrogenchlorid 99.
Nitrogenhydrogen-sav 94.
Nitrogenjodid 100.
Nitrogenoxid (nitrogendioxid) 95.
Nitrogenoxidul (nitrogenmonoxid) 95.
Nitrogenpentoxid 97.
Nitrogensulfid 100.
Nitrogentetroxid 97.
Nitrogentrioxid 96.
Nitroglycerin 228.
Nitrokénsav 86.
Nitrosulfonsav 100.
Nitrosylchlorid 100.
Nitrosylsav 95.
Nitro-származékok 255.
Nitroxylchlorid 100.
Nitrum 144.
Nomenclatura (szerves vegyületeké) 214.
Nordhauseni kénsav 88.
Normalis (szabályos) oldatok 29.
Növényi szén 122.
Nuclein 277.
Nyálkák (növényi) 248.

Oenanthsav 233.
Okszerű képletek 23.
Olajok, nem száradók 235.
Olajok, száradók 236.
Olefin-szénhydrogenek 219.
Oleinsav (olajsav) 234.
Oleum terebinthinæ 266.
Oltott mész 151.
Organikus savak 229, 260.
Organometalla 249.
Orthoarsenessav 110.
Orthoarsenatok felismerése 111.
Orthoarsensav 111.
Orthobórsav 117.
Orthokovasav 119.
Orthophosphorsav 107.

- Orvosi chemia korszaka 7.
 Oxidáció (szerves vegyületek) 215.
 Oxidok 58.
 Oxy-bázis 41.
 Oxygen 53.
 Oxygen-gáz-fejlesztő készülék (4. ábra) 53.
 Ozon 59.
 Ozonizátor (Werner-Siemens-féle), (8. ábra) 59.
- Ólom. (Plumbum.) 162.
 Ólomcarbonat 165.
 Ólomfehér 165.
 Ólomoxid 164.
 Ólomtapasz 235.
 Ólomvegyületek felismerése 164.
 Ón. (Stannum.) 203.
- Öntött vas 190.
 Összetett test 3.
 Ötvözetek 130.
- Packfong 199.
 Palmitinsav 233.
 Paracelsus nézetei 7.
 Paracyan 128.
 Paraffin 218.
 Paraffin-sorozat 217.
 Paraldehyd 241.
 Pararosanilin 259.
 Párizsi zöld 232.
 Pektin 248.
 Pelargonsav 233.
 Pentathionsav 90.
 Pepsin 278.
 Peptonok 278.
 Perchloraethan 126.
 Perchloraethylen 127.
 Perchlormethan 126.
 Perchlorsav (felchlorsav) 73.
 Periodusos rendszer 38.
 Perkénsav 89.
 Petroleum-termékek 218.
 Phenanthren 254.
 Phenol 256.
 Phenol-savak 261.
 Phenylacetylen 253.
 Phenylcarbylamin 249.
 Phenylendiamin 274.
 Phenylhydrazin 274.
 Phenylsalicylat 262.
 Phlogiston-elmélet 8.
 Phosphatok felismerése 107.
 Phosphor 100.
 Phosphor, vörös 103.
 Phosphorfluoridok 108.
 Phosphorhydrogen, folyékony 103.
 Phosphorhydrogen, gáz 103.
 Phosphorhydrogen, szilárd 103.
- Phosphorjodidok 108.
 Phosphorossav 105.
 Phosphoroxybromid 108.
 Phosphoroxychlorid 108.
 Phosphorpentabromid 108.
 Phosphorpentachlorid 108.
 Phosphorpentoxid 105.
 Phosphorpentoxid készítésére szolgáló készülék (13. ábra) 106.
 Phosphorsavak 105.
 Phosphorsuboxid 104.
 Phosphorsulfidok 108.
 Phosphortetroxid 104.
 Phosphortribromid 108.
 Phosphortrichlorid 108.
 Phosphortrioxid 104.
 Physostigmin 272.
 Picrotoxin 270.
 Pikolin 274.
 Pikrinsav 257.
 Pilocarpin 273.
 Pilulae Blancardi 194.
 Pinen 266.
 Piperidin 274.
 Platina 202.
 Plumbago 120.
 Plumbum. (Ólom.) 162.
 Plumbumacetat 232.
 Plumbumcarbonat 165.
 Plumbumhyperoxid 165.
 Plumbum oxydatum 164.
 Pokolkő 178.
 Poly-kovasavak 119.
 Polymer átváltozás 29.
 Polymeria 206.
 Porcellán 182.
 Positiv jellem 23.
 Potassa 146.
 Propionsav 233.
 Proteidok 276.
 Ptomain 272.
 Pyren 254.
 Pyridin 274.
 Pyroarsenessav 110.
 Pyroarsensav 111.
 Pyrobórsav 116.
 Pyrogallol 259.
 Pyrokénsav 88.
 Pyrophor testek 55.
 Pyrophosphas ferri et sodae 196.
 Pyrophosphorsav 106.
 Pyrrol 274.
 Pyrrolin 274.
- Quassiin 270.
- Raoult törvénye 15.
 Realgar 112.
 Reciprok (megfordítható) folyamatok 32.
 Reductio (szinités) 52, 215.
 Resorcin 258.
- Retortaszén 122.
 Répacukor 244.
 Réz. (Cuprum.) 166.
 Rézgálicz 170.
 Rézvegyületek felismerése 169.
 Rhodanhydrogensav 129.
 Richter törvénye 15.
 Robbanó gyapot 246.
 Rosanilin 259.
 Római gálicz 161.
 Rubidium 147.
 Rum-eszencia 234.
- Saccharin 261.
 Saccharose (Saccharum) 244.
 Safflor (Carthamin) 270.
 Sal alkali volatile 150.
 Sal amarus 158.
 Salétromossav 96.
 Salétromsav 97.
 Salétromsavas natrium 136.
 Salétromsav-desztilláló készülék (12. ábra) 98.
 Salicin 269.
 Salicylsav 261.
 Sal mirab. Glauberi 135.
 Salol 262.
 Sal tartari 145.
 Santonin 263.
 Santoninsav 263.
 Sapo domesticus, kalinus venetus 235.
 Savanyú sók 43.
 Sav fogalma 41.
 Savmérés 31.
 Savmérő folyadék 31.
 Sárgaréz 169.
 Sárga vérlúgsó 197.
 Scandium 180.
 Schlippe-féle só 115.
 Schweinfurtti zöld 232.
 Seignette-só 239.
 Selen 90.
 Silicium 117.
 Siliciumbromidok 118.
 Siliciumcarbid 118.
 Siliciumchloridok 118.
 Siliciumdioxid 118.
 Siliciumfluorsav 118.
 Siliciumhydrogen 118.
 Siliciumjodid 118.
 Sinalbin 269.
 Sokszoros súlyarányok törvénye 16.
 Solanin 269.
 Solutio arsenicalis Fowleri 145.
 Solutio belgica (sen Vleminxi) 81, 153.
 Só fogalma 43.
 Sók képződési módjai 44.
 Sósav 69.
 Sósavasav 238.

Spiritus vini 224.
 Spodium 123.
Stahl Ernő nézetei 8.
 Stannum. (Ón.) 203.
 Stearinsav 233.
 Stibium (antimon) 112.
 Stibiumpentachlorid 114.
 Stibiumpentasulfid 115.
 Stibium sulfuratum aurantiacum 115.
 Stibium sulfuratum nigrum 115.
 Stibium sulfuratum rubrum 115.
 Stibiumtrichlorid 114.
 Stibiumtrisulfid 115.
 Stilben 253.
 Strontium 155.
 Strontium-vegyületek felismerése 156.
 Strychnin 273.
 Styrol 253.
 Substitutio 211.
 Succinit 268.
 Sulfatok felismerése 88.
 Sulfitok 84.
 Sulfitok felismerése 84.
 Sulfoarsenitek 112.
 Sulfo-bázis 41.
 Sulfoeyansav 129.
 Sulfon-savak 100, 254.
 Sulfoszén-savas sók 127.
 Sulfur (kén) 79.
 Sulfur auratum antimonii 115.
 Sulfur praecipitatum 80.
 Sulfur sublimatum 80.
 Sulfurylchlorid 90.
 Sulfurylhydroxylchlorid 90.
 Syrupus ferri jodati 194.

Szabályos (normalis) oldatok 29.
Szabályos (normalis) sók 43.
 Szappanok 234.
 Szállasztó (sublimáló) kész-lék (10. ábra) 80.
 Szerkezeti képletek 22.
 Szerves vegyületek fogalma 205.
 Szerves vegyületek sokfé-lése 206.
 Szerves vegyületek szerke-zete 208.

Szeszek 221, 259.
 Szén. (Carbonium.) 120.
 Szén-atomok kapcsolódása 208.
 Szén-bevitel és elvonás (szer-ves vegyületekben) 216.
 Széndioxid 125.
 Széndisulfid 127.
 Szénhidratok 245.
 Szénoxid (szénmonoxid) 124.
 Szénsav 126, 237.
 Széntetrachlorid 126.
 Sziksó 138.
 Szinités (reductio) 52.
 Szódagyártás 138.
 Szőlőcukor 243.
 Szuperfoszfát-trágya 154.

Tannin 263, 269.
 Tapasztalati képletek 22.
 Tartarus depuratus 239.
 Tartarus emeticus 239.
 Tejzú 245.
 Tejsav (Oxypropionsav) 237.
 Telített és telítetlen vegyü-lek 208.
 Tellur 90.
 Természetes rendszer 38.
 Terpenek 266.
 Tetrathionsav 90.
 Tévőleges jellem 23.
 Thallium 164.
 Theobromin 273.
 Thio-bázis 41.
 Thiokénsav 89.
 Thionsavak 89.
 Thionylchlorid 90.
 Thiophenolok 258.
 Thomas-salak-liszt 191.
 Thymol 258.
 Timsók 180.
 Tinkal 137.
 Toluol 252.
 Toxin 272.
 Tökéletes és tökéletlen át-változások 32.
 Tömeghatás 32.
 Tőzeg (túrfa) 121.
 Tricarbondisulfid 127.
 Trinitrophenol 257.
 Trithionsav 89.
 Trona-só 139.
 Urao-só 139.

Üveg 181.
 Üvegmaratás 79.

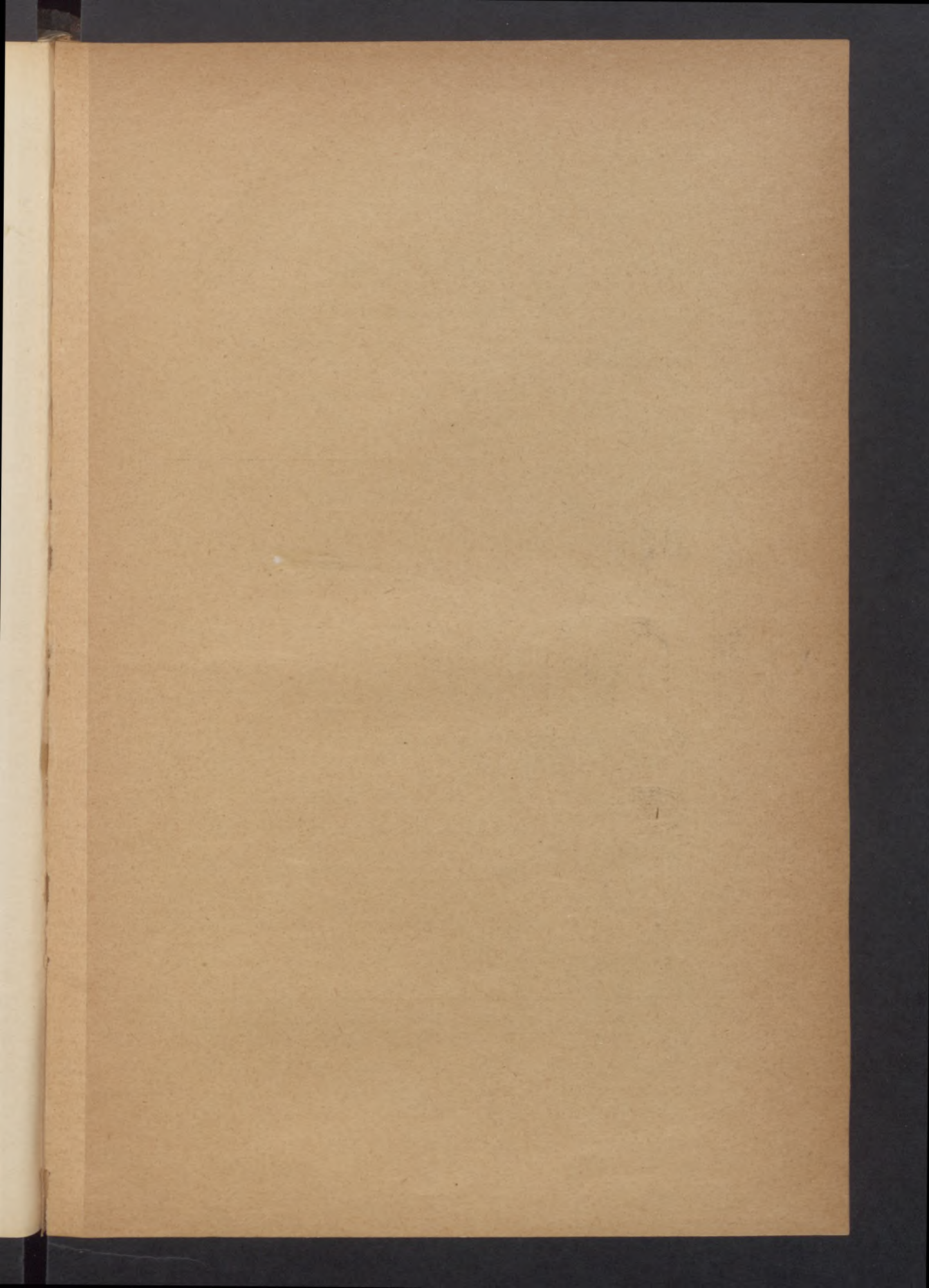
Vajsav 233.
 Valerianasav 233.
Van Helmont nézetei 7.
 Vas. (Ferrum.) 186.
 Vanillin 264.
 Varec (kelp) 75.
Van't Hoff törvénye 15.
 Vaseline 218.
 Vas-csoport fémek 200.
 Vasgálicz 195.
 Vas kohászata 188.
 Vasrozsda 193.
 Vasvegyületek felismerése 188.
 Változások (fizikai és che-miai) 1.
 Vegyes sók 44.
 Vegyérték 17.
 Vegyület 3.
 Vegyületek elnevezése 25.
 Vegyületek rendszere 40.
 Veratrin 273.
 Viaszok 237.
 Vinylalkohol 225.
 Víz 60.
 Víz-bevitel és elvonás (szer-ves vegyületekben) 216.
 Vízgáz 51.
 Vízüveg 137.
 Vörös vérlúg 198.

Xanthin 273.
 Xenon 91.

Zincumacetat 232.
 Zincum granulum 159.
 Zincum valerianicum 233.
 Zink 159.
 Zinkchlorid 161.
 Zinkoxid 161.
 Zinksulfat 161.
 Zink-vegyületek felismerése 160.
 Zöld gálicz 195.

Zsírnemű vegyületek 217.
 Zsírok, állatiak 236.
 Zsírok, zsíros olajok 234.
 Zsírsavak 229.





Aranyérem az 1883. évi nemzetközi gyógyszerészeti kiállításon Bécsben.

Carl Franke, Wien,

I., Stadiongasse 10.

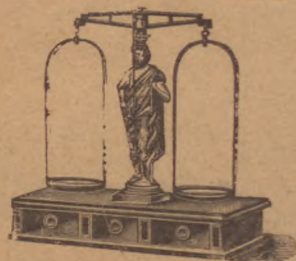


Teljes gyógyszerári és laboratóriumi felszerelések.
Saját üveg- és porcellán-festéset, emaille-olvasztás Bécsben.
Állványedények és azok pótlása minden kivitelben.
Fiókokra való legtartósabb emaillezott jelzők vasból.
Méreg-állványedények és méreg-jelzők.



Duscher-féle differential emelő prések.

Kémszer-felszerelések vegytiszta kém-
szerekkel, valamint minden segédeszközzel.
Górcsővek, analitikai mérlegek.



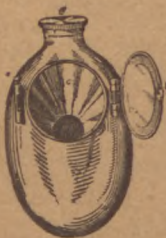
Pontossági mérlegek és súlyok.

Ugyanazok javítása és újra hitelesítése.
Legújabb szerkezetű gőz- és lepároló készülékek.

Kenőcs-tégelyek porcellánból, nik-
kelezett fedőkkel. Olcsó tégelyek préselt
üvegből, sima széllel, nikkelez. fedőkkel.



A **HELFENBERGI** gyár összes készítményei,
főleg tömény illatos vizek, collempastrumok, fel-
kent tapaszok, labdacok, mustárpapírok, hydrarg.
extinct. — „DISCRÉT” néven, fémből, könnyű, lég-
mentesen záró **ZSEB KÖPŐ-EDÉNY**.



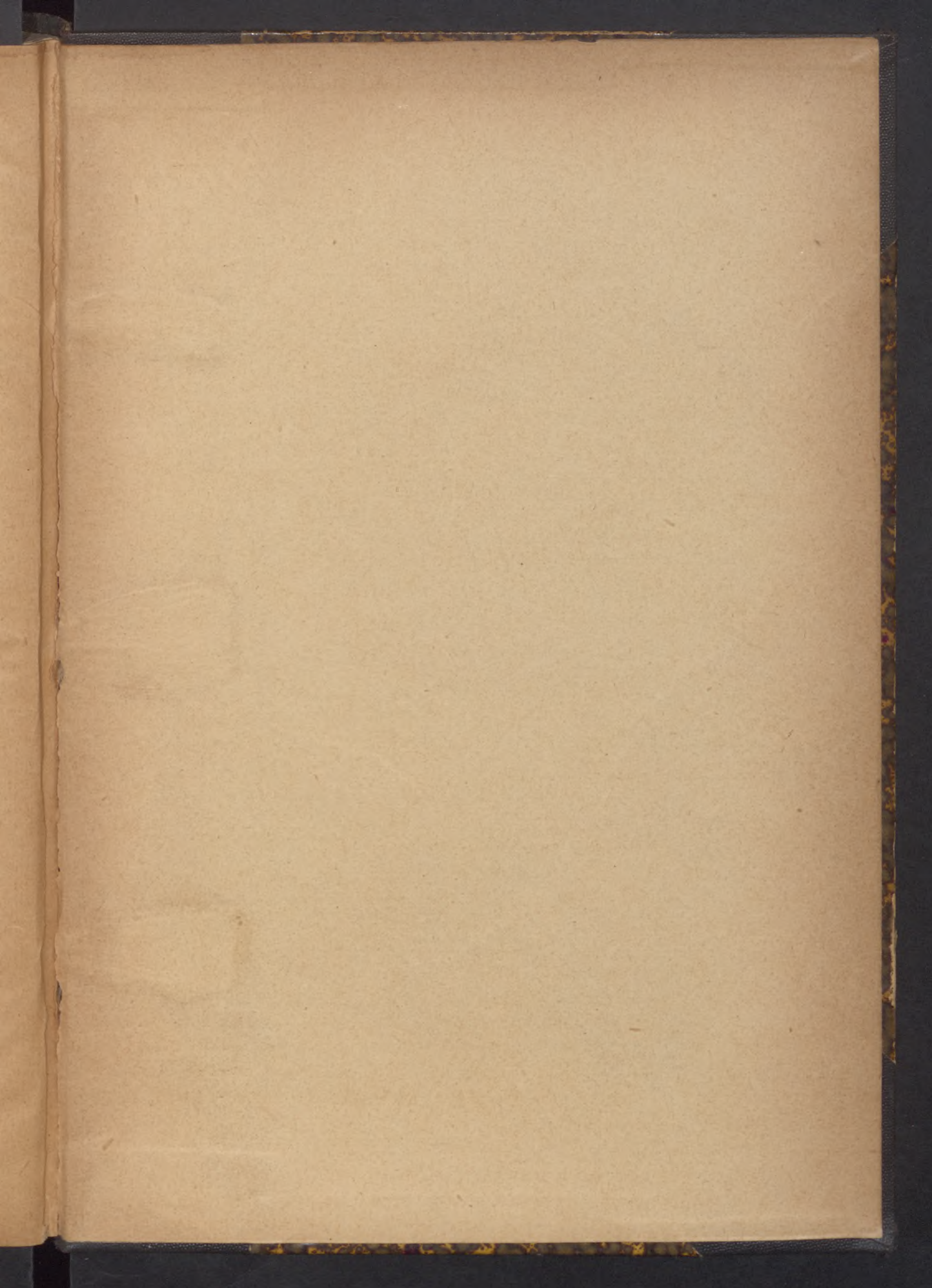
Tejsterilizáló készülék csecsemők táplá-
lásához, a legjobb önműködő zárral.

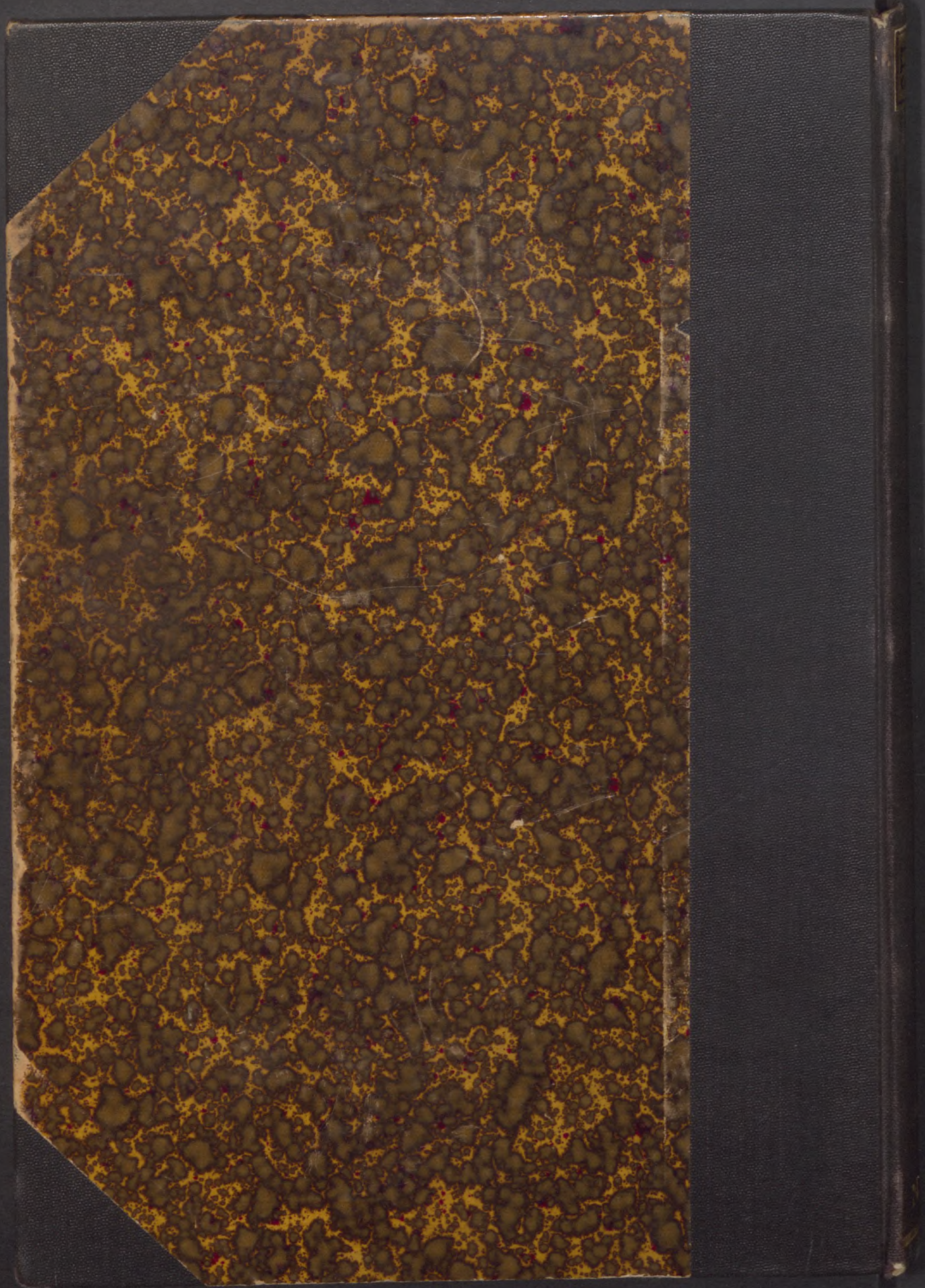
Az összes gyógyszerészeti újdonságok.

Képes árjegyzék bérmentesen rendelkezésre áll.



0





51.731

DR. GYÖRÝ, GYÓGYSZERÉSZ-GYAKORNOKI TANKÖNYV 3.

N. M.