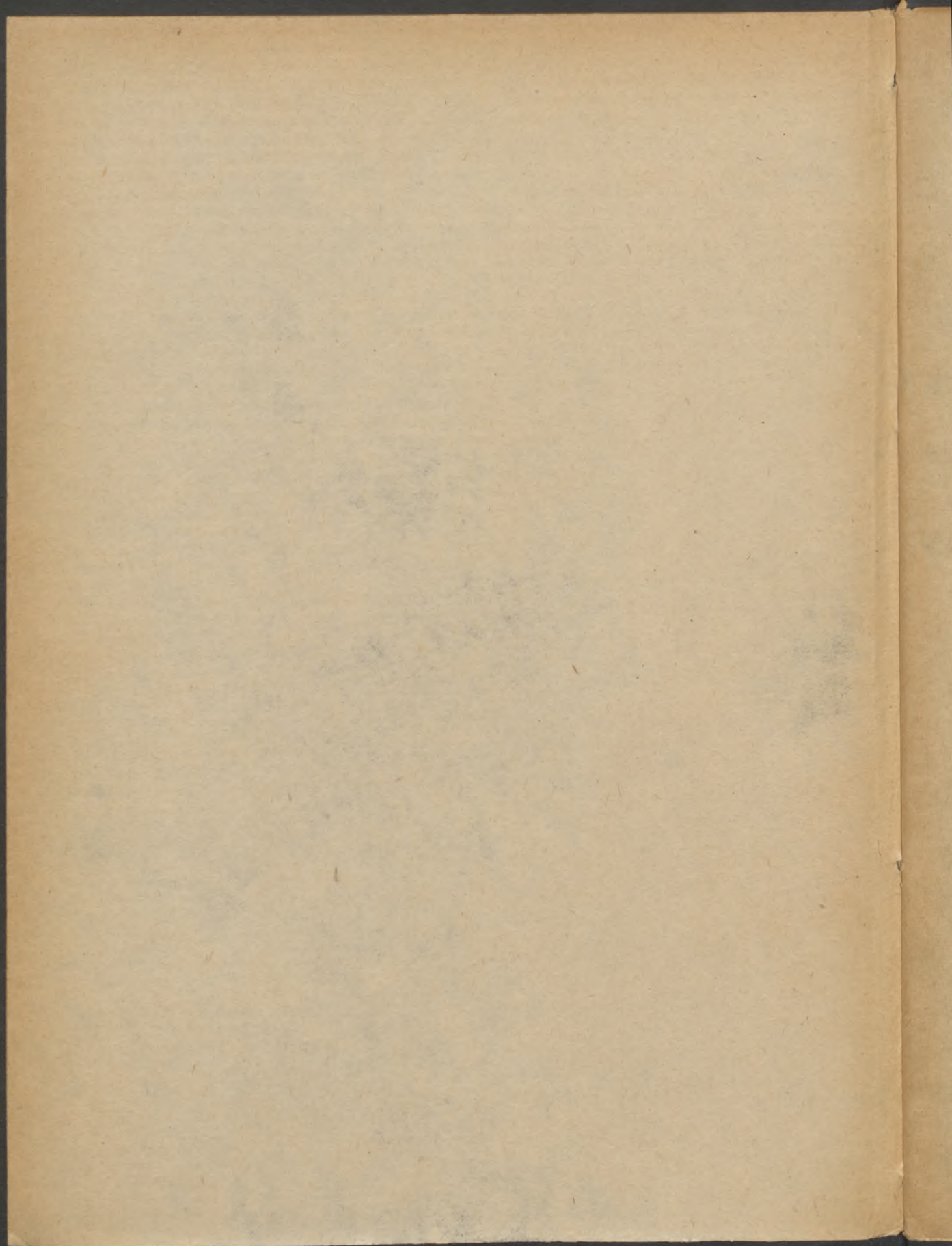
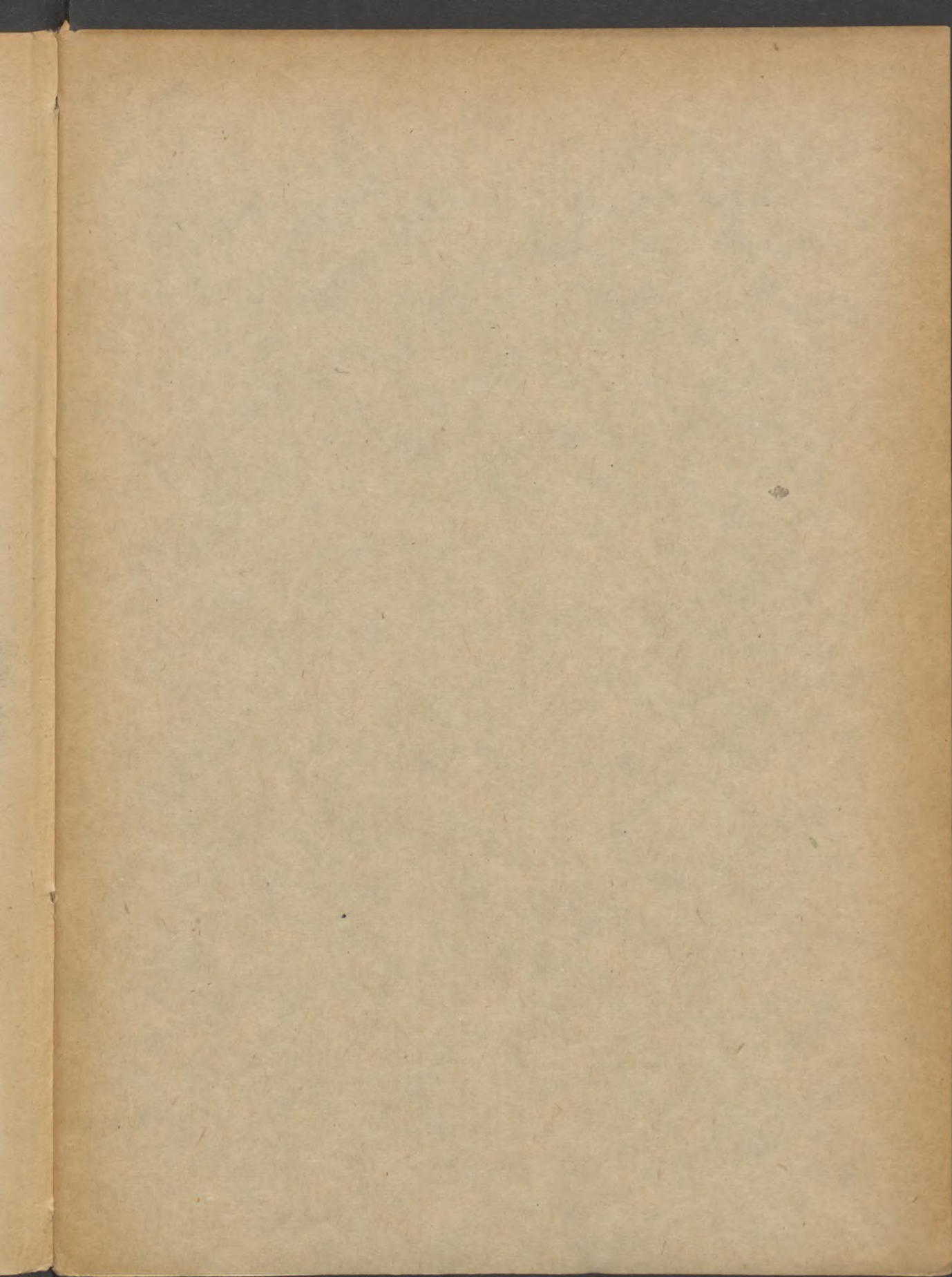
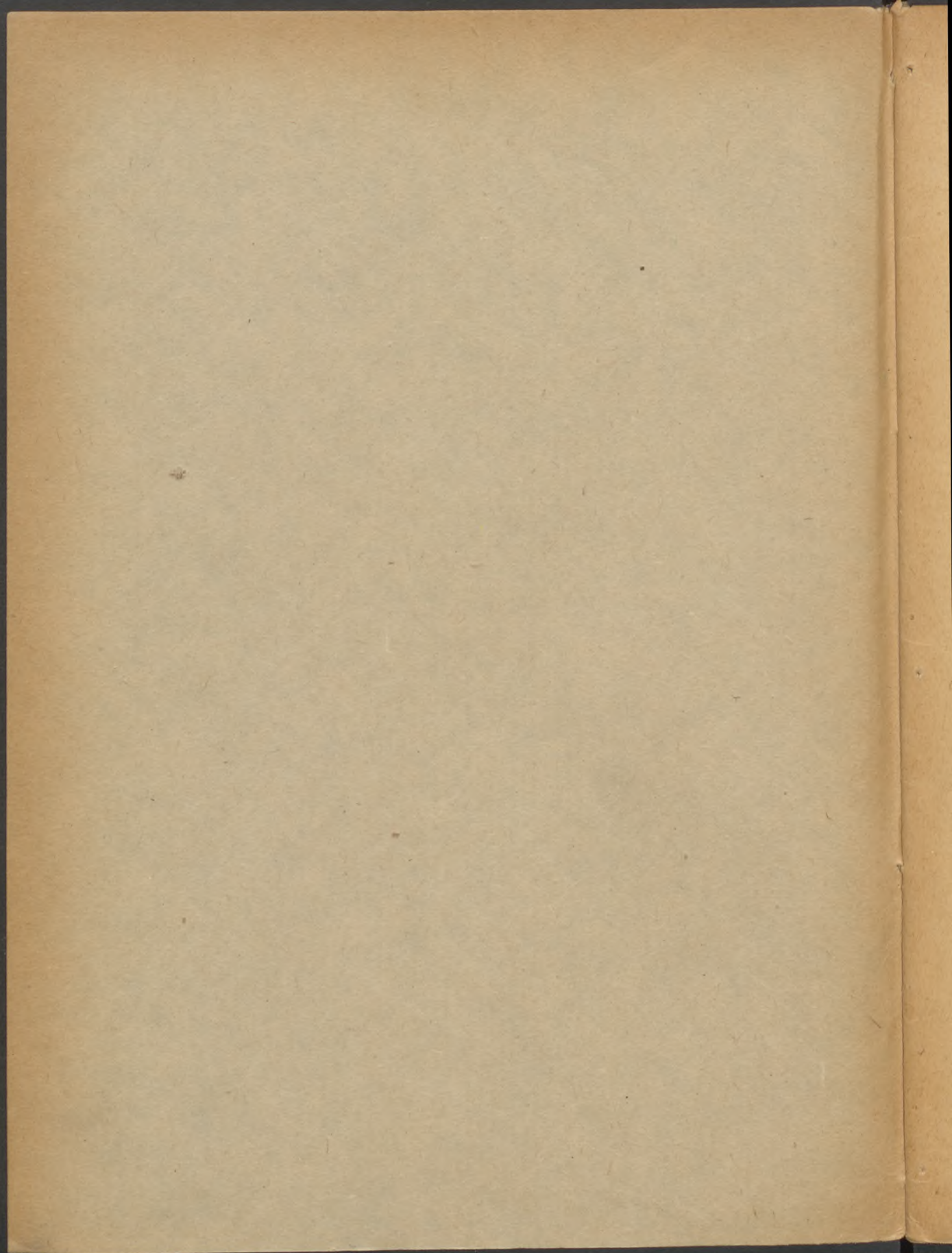


11463/55







PANNONIA KÖNYVTÁR

SZERKESZTI:
DR. GORKA SÁNDOR

55.

AZ
ELEKTRONMIKROSKÓP

(8 KÉPPEL ÉS 1 MŰMELLÉKLETTEL)

IRTA:
DR. CSÁSZÁR ELEMÉR



P É C S, 1 9 4 2.

KÜLÖNLENYOMAT A PANNONIA FOLYÓIRAT VII. KÖTETÉBŐL
(51—67. oldal.)

PANNONIA KÖNYVTÁR

SZERKESZTI:
DR. GORKA SÁNDOR

55.

AZ
ELEKTRONMIKROSKÓP

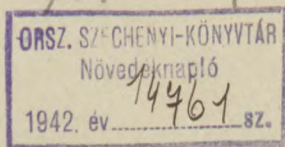
(8 KÉPPEL ÉS 1 MÚMELLÉKLETTEL)

IRTA :
DR. CSÁSZÁR ELEMÉR

P É C S, 1 9 4 2.



11463/55



A SZERZŐ KIADÁSA.

DUNÁNTÚL PÉCSI EGYETEMI KÖNYVKIADÓ ÉS NYOMDA R.-T. PÉCSETT
A nyomdáért felelős: Mészáros József.

Régi vágya volt az embernek, hogy bepillanthasson a végtelen kicsinyek és a végtelen nagyok birodalmába, melynek kapui a közönséges emberi szem előtt zárva vannak. Amit a természet megtagadott érzékszervünktől, kárpótolta az emberi elme. Felfegyverezte a szemet olyan készülékekkel, melyek feltárták előtte a zárt kapukat. A teleszkóp és a mikroszkóp ez a két fegyver. Minket most az utóbbi érdekel, mert épen arról akarunk beszámolni, hogyan és mi módon lehet láthatóvá tenni olyan kicsiny tárgyakat, amelyek sok ezerszer kisebbek a szabad szemmel látható tárgyaknál.

Mi a feltétele annak, hogy szabad szemmel jól lássunk egy kicsiny tárgyat? Erre a tapasztalat ad választ. Ismeretes, hogy egy hajszálát 25—30 cm távolságban (a tisztalátás távolságában) még jól látunk, pedig a hajszál vastagsága csak 0.05—0.06 mm, vagyis 50—60 mikron (μ). (A milliméter ezredrészét mikronnak nevezik és a görög mü betűvel jelölik). Ha a hajszál átmérőjének két végpontjából szemünk középpontjához gondolatban két egyenest húzunk, az általuk közbezárt szög kb 1 szögperc. Ez a látószög. Tehát azt mondhatjuk, hogy a tisztalátás távolságában olyan kis tárgyakat látunk jól, melyeknek látószöge legalább 1 szögperc. Sőt a valóságban 3—4 szögperces látószög is szükséges, hogy a tárgy részleteit tisztán lássuk.

Az orvosi tudományban, a biológiai, kémiai, technikai vizsgálatokban azonban igen sokszor szerepelnek olyan parányi testecskék, amelyeknek méretei sokkal kisebbek a hajszál átmérőjénél. Ezek a kis testecskék a mikrokozmosz lakói. Lássuk csak, mekkorák ezek. Az emberi test sejtjeinek méretei 10—30 mikron között vannak, a vörös vértestecskék legnagyobb átmérője 8 mikron körül van, az öröklés szempontjából fontos emberi kromoszómák hossza 1—8 mikron, a baktériumok mérete általában néhány mikron-rendű, de sok baktérium még az 1 mikront sem éri el. Még kisebbek a vírusok (0.1—0.01 mikron rendűek), a kolloid-szemecskék (0.1—0.001 mikron rendűek), a molekulák (pl. a ló

haemoglobin-molekulája néhány ezred mikronos). — Parányiak az atomok: az ólomatom elfér kb. két tízmilliomod mm sugarú gömbben, a szénatom valamivel kisebb; az atommag és az elektron egy billiomod mm sugarú gömbben helyezhető el.

Nyilvánvaló, hogy e kicsiny tárgyak látószöge, ha a tisztalátás távolságában nézzük őket, sokkal kisebb az 1 szögpercnél, tehát a legtöbb esetben láthatatlanok. A szem közelében a látószög esetleg elég nagy, de akkor meg szemlencsénk nem tud alkalmazkodni a kis távolsághoz, tehát azért nem látjuk a kis tárgyakat. A mikroszkóp feladata a tárgy pontjaiból kiinduló fénysugarakat úgy terelni, hogy a látószög elérje a kívánt értéket. A mikroszkóp ennek a kívánságnak sok esetben megfelel. Hogy hol van a határ, azt megállapíthatjuk, ha a mikroszkóp működését áttekintjük.

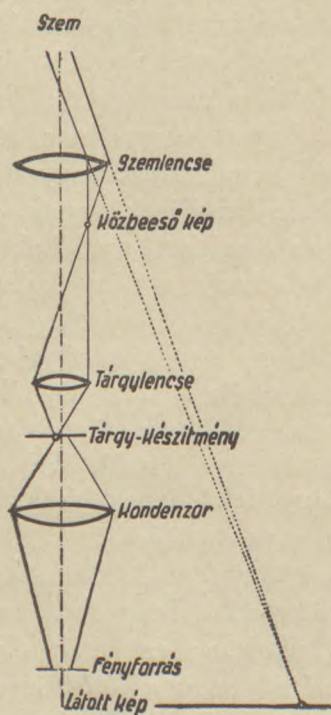
A közönséges mikroszkóp. Ennek a szerkezete általánosan ismert. Legfontosabb része a tárgylencse (objektív) és a szemlencse (okulár); az előbbi egy fémcső alsó részében, az utóbbi meg felső részében van elhelyezve. A harmadik lencse a fényforrás fényét gyűjti össze a megvilágítandó készítményre, azért neve kondenzor; ezt néha csak homorú tükör helyettesíti. A kondenzor és a tárgylencse között asztalka van, melyre a vizsgálandó készítményt teszik. Mindezek az alkatrészek alkalmas állványon vannak elhelyezve (1. kép).

A mikroszkópban látott kép a következőképen alakul ki. A kondenzor a fényforrás fényét a készítményre vetíti. A tárgylencse ennek nagyított és homályos üvegen is látható (valódi) képét állítja elő a cső belsejében. Ez a kép a tárgyhoz képest fordított állású. Ezt a fordított képet, mely már nagyított készítmény gyanánt szerepel, nézzük a szemlencsén, mint közönséges nagyítón keresztül, tehát még nagyobbnak látjuk. Vagyis a mikroszkóp megnagyítja a szemlélt tárgy látószögét. Éppen ez a cél.

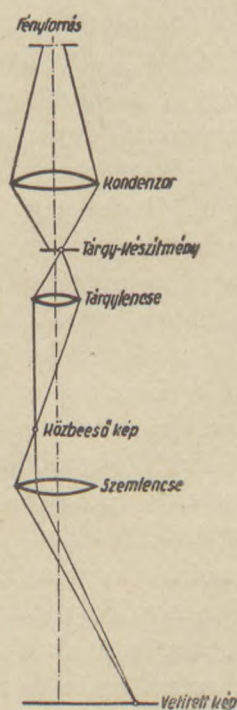
Lehetséges, hogy a készítménynek a tárgylencse által vetített és nagyobbított képét nem szemléljük közvetlenül a szemlencsén keresztül, hanem ezt a képet a szemlencsével még egyszer kivetítjük fehér papírra, vagy homályos üvegre, természetesen még tovább nagyítva. Ez a kivetített kép szabad szemmel jól látható és fényképezőlemezeken meg is rögzíthető. Ebben áll az ú. n. mikrofotográfia (2. kép).

A *nagyítást* a mikroszkópban látott kép szabja meg. Mégpedig a nagyítás az a szám, mely megmondja, hogy a tárgyat a mikroszkópban hányszor nagyobbak látjuk, mintha a tiszta lá-

tás távolságában szabad szemmel néznénk. Pl. a százszoros nagyítás jelentése a következő: a mikroszkópban 1 mm-es távolságot olyan nagynak látunk, mintha a tiszta látás távolságában 100 mm-es távolságot szabad szemmel néznénk. (Másik meghatározás szerint a nagyítás számértéke megmondja, hogy a mikroszkópi kép látószöge hányszor akkora, mint a tisztalátás távolságában lévő tárgyé.) Ugyanannak a mikroszkópnak a nagyítását kényelmesen változtathatjuk okulárcserével, vagy mindkét lencserendszer kicserélésével. A nagyítás 3000-szeresnél nagyobb nem szokott lenni.



1. kép. A közönséges mikroszkópban látott kép keletkezése.



2. kép. A mikroszkópi kép kivetítése. (Összehasonlítandó a 6. és 7. képpel.)

A jó mikroszkóptól nemcsak azt kívánjuk, hogy nagyítson, hanem azt is, hogy a tárgy részleteit, szerkezetét (struktúráját) is lássuk. Mesterszóval kifejezve azt óhajtjuk, hogy „nagy feloldóképessége”, vagy röviden „nagy feloldása” legyen. Első pillanatra azt lehetne gondolni, hogy a feloldás a nagyítással arányosan növekszik. Ez bizonyos határig valóban így van. Ha pl. tízszeres

nagyítással meg tudunk különböztetni a készítményen két olyan pontot, melyeknek távolsága 0.02 mm, akkor másik szemlencsét használva húszszoros nagyítással külön látunk két olyan pontot, melyeknek távolsága már csak 0.01 mm. De ezen az úton nem sokáig mehetünk tovább. Ugyanis csakhamar észrevevesszük, hogy a további okulárcserével együttjáró nagyításfokozás nem segít semmit: csak nagyobbbnak látjuk a képet, de újabb részleteket nem látunk rajta.

Ennek a fizikai oka abban rejlik, hogy a fény a készítményen keresztül már nem a közönséges fénytani szabályok szerint terjed, hanem a beesés irányától oldalra is elhajlik. Nagyon könnyen előfordulhat, hogy az oldalra eltérített fénynyalábok már nem jutnak be a tárgylencsébe. Ennek az lesz a következménye, hogy a készítmény finom részleteit nem is látjuk. Pedig a jó mikroszkóptól éppen azt kívánjuk, hogy a tárgy finom részleteiről is tájékoztasson. Tehát meg kell mondanunk, hogy ha a készítményen finom részletek, igen kicsiny nyílások vannak, milyen feltételeknek kell teljesülni, hogy az elhajlított nyalábok bejussanak a tárgylencsébe. Az első feltétel, hogy a fény hullámhosszúsága lehetőleg rövid legyen (pl. az ibolyáé rövidebb, mint a vörösé); a második feltétel pedig az, hogy a mikroszkóp élesre állításakor a készítmény nagyon közel essék a tárgylencséhez, melynek átmérője lehetőleg nagy legyen. Az ilyen tárgylencsét „nagy nyílású” (nagy apertúrájú) lencsének nevezzük. Tehát a finom részletek láthatóságának, a nagy feloldásnak szükséges kelléke: a rövid hullámhosszúság és a nagy apertúra.

A jó mikroszkópban nagy feloldású tárgylencsét használnak. Ez a készítményről olyan képet vetít a mikroszkóp belsejébe, amelyben már benne vannak a tárgy finom részletei; ezt csak olyan nagyítású szemlencsén keresztül kell nézni, hogy a látószög elég nagy legyen. A szemlencse nagyításának túlságos fokozása csak további nagyításra vezet, de újabb részleteket nem hoz felszínre. Tehát csak úgynevezett „üres nagyítás” lesz az eredmény. Azt is megérthetjük mármost, hogy minden mikroszkóp tárgylencséje egyúttal megszabja a feloldás határát. Ha egy szemlencsével elég nagyra és tisztán látjuk a képet, hiába veszünk erősebb nagyítású másikat, semmiféle újabb eredményre nem jutunk. A legnagyobb felbontás esetében is elég 2–3000-szeres összes nagyítás, hogy a képet jól lássuk.

Képletben is megmondhatjuk, hogy mekkora egy mikroszkóp feloldása, vagyis mekkora az a legkisebb távolság, melynek két végpontját még külön látjuk:

$$\text{feloldási távolság} = \frac{\text{a fény hullámhosszúsága}}{\text{az apertúra számértéke}}$$

Ez a képlet arra is használható, hogy előre tájékozódjunk, vajjon mikroszkópunkkal mekkora tárgyakat vizsgálhatunk. De egyúttal megmutatja a mikroszkóp tökéletesítésének útját is: rövid hullámhosszúságú fény és nagy apertúra! Minthogy a mai mikroszkópgyártásban az apertúra elérhető legnagyobb értékét már nagyon megközelítették (a további növeléstől sok nem várható), célszerűnek látszott rövid hullámú fényt használni. Ez vezetett tulajdonképpen az „*immerziós mikroszkóphoz*“, melynek tárgylencséje és a készítményt fedő üveglemez között levegő helyett folyadék, pl. víz, vagy cédrusolaj van. Ebben a megvilágításhoz használt fény hullámhossza megrövidül, tehát a feloldás nő.

Még inkább sikerül a feloldást fokozni, ha látható fény helyett *ibolyántúli fényt* használunk, mert ennek hullámhossza kisebb, mint a látható fényé. Persze ekkor a lencséket is kvarcból, vagy fluoritból kell készíteni, mert az üveg nem engedi jól keresztül az ibolyántúli sugarakat. Minthogy szemünk az ibolyántúli fény iránt érzéketlen, az ilyen mikroszkópba hiába nézünk bele, semmit sem látunk. Ellenben az okulárt vetítőlencséjének használva, kivetíthetjük a közbeeső képet fényképezőlemezre és megörögzíthetjük rajta. A képen természetesen csak olyan részleteket látunk, melyeket már a tárgylencse felold. A kivetített kép túlságos nagyítása üres nagyítás lesz (2. kép).

A mai mikroszkóp feloldásának határa sárgászöld (550 ezred mikronos) fényt használva kb. 0.2 mikron, vagyis 200 ezredmikron (millimikron), ibolyántúli (275 ezredmikronos) fényben kb. 0.1 mikron, vagyis 100 millimikron. Ez azt jelenti, hogy a mikroszkópban két olyan pontot még külön látunk, melyeknek távolsága a hajszál vastagságának kb. ezredrésze.

Orvosi szempontból megemlíthetjük, hogy a diftéria-bacillussok, melyeknek nagyságrendje valamivel kisebb 1 mikronnál, még jól láthatók; úgyszintén a genykeltő baktériumok is, melyeknek hossza néhány tizedmikron körül van; látható még pl. a papagálybetegség (psittakosis) vírusa (3 tizedmikron), az influenza vírusa (kb. 1 tizedmikron) már a határon van, úgyszintén itt vannak

a kolloidszemecskék is. A sárgaláz vírusa (2 századmikron), a száj- és körömfájás vírusa (kb. 1 századmikron) mikroszkóp alatt már nem látható; még kevésbbé láthatók az óriási molekulák, pl. a haemoglobin-molekula. Az ember legközelebbi vágya volt: ezeket láthatóvá tenni.

A feloldás törvényét vizsgálva közeleső dolog a *Röntgen-sugarakra* gondolni, hiszen ezeknek hullámhossza átlagosan tízezerszer rövidebb, mint a fényé; tehát szédítően nagy felbontás várható, ha a feloldás törvénye ezekre a sugarakra is érvényes. Sajnos, nincsenek olyan szerkezeteink, amelyekkel a Röntgen-sugarakat terelni, összegyűjteni tudnánk, tehát ez az út ma járhatatlan. Legfeljebb tökéletesített árnyékmikroszkópiáról lehet szó. Hasonlóan használhatatlanok a rádium gamma-sugarai is. Tehát első pillanatra reménytelennek látszik a továbbhaladás útja. Váratlan oldalról jött segítség: az *elektronok* segítettek.

Az elektronok tulajdonságai. Föltevésünk szerint az elektronok a negatív elektromosság atomjai. Az atom elnevezés már sejtetni engedi, hogy az elektron rendkívül kicsiny elektromos töltés. Valóban egy elektron egy másikat, mely tőle egy cm távolságban van, a milligramm súlynak kb. $2/10^{10}$ részével taszít, tömege pedig $1/10^{27}$ gramm körül van. Átmérője kb. 1 billiomod mm. Mindenféle negatív elektromos töltés az elektron töltésének egészszámú többszöröse; viszont egy elektronnál kisebb negatív töltése egyetlen testnek sem lehet.

Föltevésünk szerint minden testben vannak elektronok, de hatásukat rendszerint közömbösíti a testben lévő pozitív töltés. Az elektronok nem nagyon ragaszkodnak otthonukhoz. Mi sem könnyebb, mint rábírnunk őket az otthon elhagyására. Nem kell mást tenni, mint a testeket dörzsölni, megvilágítani, melegíteni, vagy izzítani, s az elektronok esetleg már nagy számban repülnek ki belőlük. Ha wolfram-drótot vakító fehérén izzítunk, bőségesen távoznak belőle az elektronok; számuk rohamosan növekszik a hőmérséklet emelésével. Az anyagból kiváló elektronok sebességét úgy lehet nagyon fokozni, hogy az izzó drótot elektromos áramforrás (pl. akkumulátortelep) negatív sarkával kapcsoljuk össze és szembe állítunk vele egy fémlemezt, melyet meg a pozitív sarokhoz kötünk. Ekkor az elektronok az elektromos feszültségtől függő nagy sebességgel rohannak az ellenkező töltésű fémlemez felé. Különösen fokozódik ez a sebesség, ha az izzó drótot is, meg a fémlemezt is légüres edénybe tesszük, mert ekkor az elektronok útközben nem ütköznek bele a gázatomokba; ekkor

pályájuk is sokkal inkább meg van határozva. Az egyenes vonal mentén száguldó elektront nevezhetjük *elektronsugárnak*, vagy *katódsugárnak* is, mert a katódról (a negatív sarokról) indul ki.

Az elektronsugarak láthatatlanok, de látható *hatásaik* vannak. Régen ismert jelenség, hogy sokféle test világítani kezd, ha elektronsugarak esnek rá; mégpedig a megfelelően összeválogatott anyagok valóságos színpompában tündökölnék. Mi most különösen a cinkszulfidréteggel bevont fémlemezt említjük, melyet később használni fogunk, s melyet világító (fluoreszkáló) ernyőnek nevezünk. — Sőt a fényképezőlemezre is hatnak ezek az elektronsugarak: a beesés helyén megfeketedik a fényképezőlemez, ha előhívjuk. — A nagy sebességű elektronok a testből, melyre ráesnek, elektronokat is löknek ki; ezt megteszik a gázatomokkal is, a gázt ionosítják, elektromos vezetővé teszik. — Az elektronok kicsiny lövedékek, melyek a testbe ütközve melegedést, sőt izzást is okozhatnak.

Első pillanatra meglepőnek látszik, hogy mi az elektronokat akarjuk felhasználni mikroszkópi célra, hiszen az elektron *részecske* (testecske), a fény pedig, mely a mikroszkóp lelke, *hullám*, elektromos és mágneses erőknek hullámszerű tovaterjedése. A két fogalom — első pillanatra — merőben különbözik egymástól: olyan a viszony közöttük, mint a repülő puskagolyó és a lövés hangja között. Szerencsére ez csak első pillanatra van így. Már a világító és fényképező hatás is sejteni engedte, hogy az elektronsugarak és a fénysugarak között van valami benső kapcsolat; csak fokozta ezt a sejtelmet az a tapasztalat, hogy az elektronok légüres térben majdnem a fény sebességével, vagyis másodpercenként majdnem 300.000 kilométeres sebességgel tudnak száguldani, ha az elektromos feszültség elég nagy. A sejtés valósággá vált, mikor kiderült, hogy az elektronsugarakkal, a részecske-sugarakkal is lehet olyan kísérleteket végezni, mint a fénnel, a hullámszerű sugárzással. Ezek a fényelhajlási (diffrakció) és a sugárszövődési (interferencia) kísérletek. Éppen ezek szerepeltek a fényelmélet történetében a hullámszerűség döntő bizonyítékai gyanánt. Szóval tehát a tapasztalat azt igazolja, hogy az elektron, a testecske kétszínűen viselkedik, mert néha hullámjellegűt ölt. Az elektron kettős (dualisztikus) természetű.

A kísérletek alapján azt is ki lehet számítani, hogy mekkora az elektronnak megfelelő *hullámhosszúság*. Kiderült, hogy ez nem állandó, hanem az elektron sebességétől függ. Mégpedig minél nagyobb az elektron sebessége, annál rövidebb a neki megfelelő

hullámhosszúság. A lassú elektron hosszú hullámú fénynek, a gyors pedig rövid hullámú fénynek felel meg. Minthogy pedig az elektron sebessége annál nagyobb, minél nagyobb az elektromos feszültség, az elektronforrás és a pozitív sarok között (az anód-feszültség), mondhatjuk, hogy az elektron által képviselt hullámhosszúság annál kisebb, minél nagyobb feszültséget használunk az elektron gyorsítására. Képletben is kifejezhetjük az elmondottakat:

$$\text{hullámhosszúság} = \frac{1.23}{a \text{ feszültség négyzetgyöke}} \text{ ezredmikron.}$$

A képlet azt mondja, hogyha a hullámhosszat felére akarjuk csökkenteni, a feszültséget négyszeresére kell növelni. Így pl. 40.000 volttnak (40 kilovolttnak) megfelel 0.006 ezredmikron hullámhosszúság, 160 kilovolttnak pedig ennek a fele, vagyis 0.003 ezredmikron. Ezek a hullámhosszúságok tulajdonképpen az igen kemény Röntgen-sugarakéval egyeznek meg.

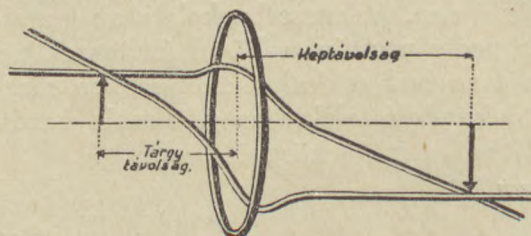
Ez a rövid hullámhosszúság a mikroszkópi feloldás szempontjából rendkívül előnyös, csak az a kérdés, hogy az elektronsugaraknak is nincs-e az a nagy hátrányuk, hogy nem terelhetők, nem gyűjthetők össze egy pontba. Szerencsére nincs; ezek különleges lencsékkel, ú. n. *elektromos és mágneses lencsékkel* majdnem úgy irányíthatók, mint a fénysugarak üveglencsékkel. Éppen ezért felhasználhatók mikroszkópi célra. Az olyan mikroszkópot, melyben a fénysugarak helyett elektronsugarak haladnak, *elektronmikroszkópnak* nevezzük.

Az elektronmikroszkópok. Az elektronmikroszkópban a fényforrást helyettesíti az elektronforrás. A belőle kilépő elektronok sebességét előbb megnöveli az elektromos tér, majd a mikroszkóp kondenzorának megfelelő elektron-gyűjtő lencse összegyűjti a készítményre (a tárgyra); erről az elektron-objektív vetít egy nagyított, közbelső képet. Ez utóbbiról pedig az elektron-okulár vetít egy méginkább nagyított képet, mely a világítóernyőre, vagy fényképezőlemezre esik. Az előbbi esetben a kép közvetlenül látható, az utóbbi esetben csak előhívás után válik megfigyelhetővé.

Amint a mikroszkópnak leglényegesebb alkotórészei az üveglencsék, éppen úgy az elektronmikroszkópnak leglényegesebb részei az elektronlencsék, melyek az elektronsugarakat irányítják. Két csoportba oszlanak: az *elektromos lencsék* elektromos erőkkel irányítják az elektronsugarakat, a *mágneses lencsék* meg mágneses erőkkel.

a) *Az elektromos elektronmikroszkóp.* Foglalkozzunk előbb

az elektromos lencsékkel. Célunk az, hogy a tárgynak egy pontjából jövő elektronsugarakat elektromos úton a képnek is egy pontjába gyűjtsük össze; ha a képpontok távolabb esnek egymástól, mint a tárgy pontjai, akkor nagyított kép áll előttünk. A sugarakat a legegyszerűbben egy fémből készült körgyűrűvel gyűjthetjük össze, melynek előzetesen elektromos töltést adunk. A 3. képen látjuk



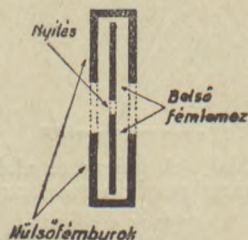
3. kép. A legegyszerűbb elektromos lencse.

A nyíl hegyéből kiinduló vonalak az elektronsugarak pályáját jelentik.

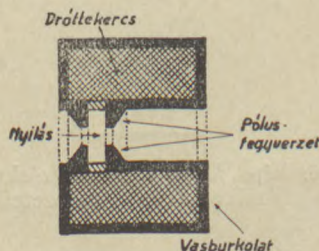
az elektronok pályáját. A sugarak útja is mutatja, hogy ez az elektromos körgyűrű éppen úgy viselkedik az elektronsugarakkal szemben, mint egy gyűjtő üveglencse a fénysugarakkal szemben. Sőt a tárgy és kép távolsága között is egészen hasonló összefüggés áll fenn:

$$\frac{1}{\text{tárgytávolság}} + \frac{1}{\text{képtávolság}} = \frac{1}{\text{gyűjtőtávolság}}$$

Szóval a gyűjtőtávolság a tárgy- és képtávolságból kiszámítható. Ez milliméter rendű, vagy még kisebb.



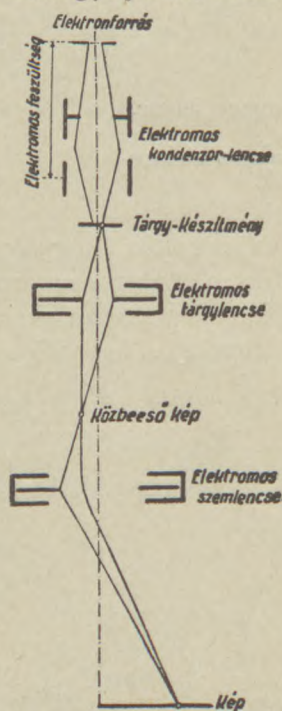
4. kép. Az elektronmikroszkópban használt elektromos lencse.



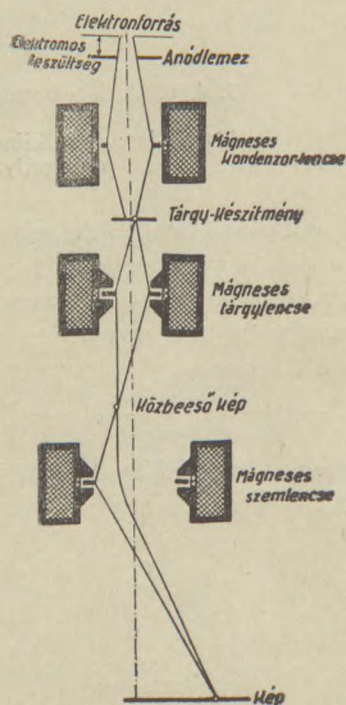
5. kép. Az elektronmikroszkópban használt mágneses lencse.

A körgyűrűnél sokkal jobban megfelel a célnak a 4. képen látható elektromos lencse. Mint metszete mutatja, átfúrt fém-

korong, melynek belsejében köralakú és ugyancsak átfúrt fémlemez van elhelyezve; de ez utóbbi el van szigetelve a külső buroktól. A nyílás átmérője milliméter rendű, vagy még annál is sokkal kisebb. Tehát várhatjuk, hogy egy ilyen elektromos lencse apertúrája is kisebb lesz, mint a mikroszkópé; ezért igen keskeny, alig széttartó elektronnyaláb juthat bele. Míg a mikroszkóp apertúrájának számértéke a 2-t megközelíti, addig most százszor kisebb, 0.02 körül van. A lencse burkolata az áramforrás pozitív, a belső lemeze pedig negatív sarkával áll összeköttetésben. Ezzel az elektromos lencsével sokkal tökéletesebben meg lehet oldani az egy pontból kiinduló elektronsugaraknak ismét egy pontba való összegyűjtését, mint a körgyűrűvel.



6. kép. Az elektromos elektronmikroszkóp szerkezete. (1. a 2. képet).



7. kép. A mágneses elektronmikroszkóp szerkezete. (1. a 2. képet).

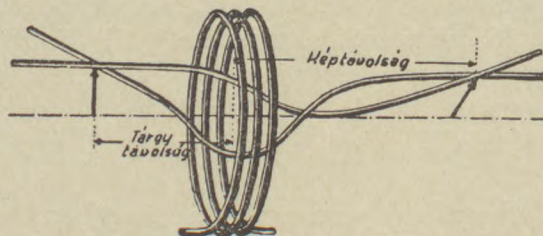
Minthogy már megvan az elektronforrás, az elektronlencse, a képfelfogó lemez, összeállíthatjuk az elektronmikroszkópot. A pontszerű elektronforrásból kiinduló elektronnyalábot először a 6. képen látható elektromos gyűjtőlencsébe ejtjük; ez anynyiban különbözik az előbb leírt elektromos lencsétől, hogy két üres hengerből áll, melyek közül az alsónak elektromos foka na-

gyobb, mint a felsőé; az alsó henger egyúttal az áramforrás pozitív sarkával van összekapcsolva, tehát az elektronokat gyorsítja. Minthogy a feszültség 40—80 kilovolt között van, nagyon kis hullámhosszúságú elektronsugarak esnek a tárgyra. A tárgy egyes részecskéin szétszóródó elektronokat összegyűjti az előbb leírt elektromos tárgylencse, s keletkezik a tárgynak nagyított, közbenső képe. Ennek a képnek minden részecskéjéből ugyancsak keskeny elektronnyalábok indulnak ki, melyeket az alsó, a tárgylencséhez hasonló szerkezetű szemlencse gyűjt össze a fluoreszkáló ernyőn, vagy a fényképezőlemezen; ezeken a közbenső kép méginkább nagyítva jelenik meg. Minthogy a szemlencse tulajdonképpen kivetíti a közbenső képet, azért vetítőlencsének is nevezik.

Az egyes alkatrészek persze nem a levegőben, hanem légüres fémhengerben vannak elhelyezve, hiszen az elektronok csak ebben tudnak akadálytalanul haladni. A mellékelt I. táblán közölt képen látható egy elektromos lencsékkel felszerelt elektronmikroszkóp; kb. egy méter magas, tetszésszerűen szétszedhető és kiszivattyúzható, a szükséges légüres tér ezred, vagy tízezred mm higany nyomású. Ebben a légritkított térben van a készítmény, a tárgy is. Igen fontos, hogy az elektromos áramforrások nagyon állandók legyenek, mert minden ingadozás zavarja a kép éles-ségét. A képet a feszültségek változtatásával állítjuk élesre, mert ezáltal az elektromos lencsék gyújtótávolságát változtathatjuk. De készítettek olyan elektromos mikroszkópot is, melyben a tárgy helyzetét változtatják az élesre állítás végett.

b) *A mágneses elektronmikroszkóp.* Régóta ismeretes dolog, hogy az elektronsugarakat mágnessel is lehet irányítani. Közel-eső volt hát a *mágneses lencsék* szerkesztésének gondolata: vagyis olyan mágnesek szerkesztése, melyek az egy pontból kiinduló elektronsugarakat ismét egy pontba gyűjtik össze. E célra nem állandó acélmágneseket használtak, hanem az elektromos áramnak mágneses hatását használták fel. Régóta ismeretes dolog, hogy egy drótgyűrű, melybe elektromos áramot vezetünk, úgy viselkedik, mint egy mágnesrúd. Ugyanígy viselkedik egy több gyűrűből (menetből) álló dróttekeres is, melybe állandó elektromos áramot vezetünk, csak hogy a mágneses hatások fokozódnak. Ezeknek a mágneses tekercseknek nagy előnyük a rudakkal szemben, hogy keresztüljárhatók. Az erővonalak, melyeknek érintője a mágneses erő irányát mutatja, a tekercs belsejében nagyjában a tengellyel párhuzamosan haladnak, de kívül elhajlanak.

A legegyszerűbb mágneses lencse egy ilyen lapos tekercs, melybe elektromos áramot vezetünk. Igen érdekes dolog, hogy egy elektron úgy halad keresztül a mágneses lencsén, hogy az erővonalakra kígyómódjára rácsavarodik. Ha egy pontból több elektron indul ki, mindegyik ilyen kígyóvonalban halad, de a görbe vonalak egy közös pontban össztalálkoznak. Ez lesz a képpont.



8. kép. A legegyszerűbb mágneses lencse.

A nyíl hegyéből kiinduló elektronsugarak ismét egy pontba futnak össze.

Ha vonalszerű tárgy képét állítjuk elő egy ilyen mágneses lencsével, akkor jól látjuk, hogy a kép a tengely körül el van fordítva. Általában igaz az, hogy a mágneses lencse a képet a tárgyhöz képest a lencse tengelye körül elfordítja, mégpedig annál nagyobb szöggel, minél erősebb a mágneses tér (8. kép).

A kép- és tárgytávolság között ugyanaz az összefüggés áll fenn, mint az elektromos lencsék körében. Tehát a mágneses lencse gyújtótávolsága is kiszámítható a kép- és tárgy távolságból. Ez a gyújtótávolság annál kisebb, minél kisebb a tekercs átmérője és az elektronokat gyorsító feszültség, továbbá minél több menetű a tekercs és minél erősebb áram folyik benne.

A valóságban használt mágneses lencsék nem ilyen egyszerűek. A sokmenetű tekercs vasburkolatban van, melynek középső furatán keskeny rés látható; e rés két oldalán van a gyűrűszerű pólusfegyverzet, melynek nyílása nagyon kicsiny, gyújtótávolsága is csak néhány mm, ha 50—70 kilovoltos anódfeszültséget használunk (5. kép).

A mágneses lencsékkel is összeállíthatjuk a mágneses elektronmikroszkópot (7. kép). Az elektronforrásból kiinduló elektronok az anód felé tartva elérik a szükséges sebességet. Az anódlemez nyílásán keresztül széttartóan haladó nyalábot összegyűjti a mágneses kondenzor. Ez az összegyűjtött nyaláb ráesik a készí-

ményre. Ennek pontjai úgy szerepelnek, mintha elektronforrások volnának. A belőlük kiinduló elektronokat a mágneses objektív úgy irányítja, hogy a másik oldalon egy nagyított elektronkép keletkezik (ez világítóernyőn látható is). A közönséges mikroszkóphoz hasonlóan ezt a közbeeső képet a mágneses okulár, vagy helyesebben a mágneses vetítő lencse megnagyítva kivetíti az alul lévő fluoreszkáló ernyőre vagy fényképezőlemezre. Természetesen a mágneses okulár nyílásán keresztül hiába tekintünk a mikroszkóp belsejébe, nem látunk semmit. Amint látjuk, az egész elrendezés nagyon hasonlít a közönséges mikroszkópéhoz és az elektromos mikroszkópéhoz is.

Az alkatrészek nem a levegőben vannak elhelyezve, hanem kb. 1 méter hosszú fémcsőben, melyből a levegő kiszivattyúzható. Természetesen légüres térben van a vizsgálandó készítmény is. Több oldalnyíláson keresztül, melyek üveglemezzel vagy lencsével vannak elzárva, látni lehet a világítóernyőn megjelenő képet. A fényképfelvétel alkalmával a világítóernyőt el kell mozdítani az elektronsugarak útjából. A teljes mágneses mikroszkópperendezés látható az I. táblán.

A készítmények előállítása és a képek keletkezése. A készítményt külön tárgytartón, fémkorongon helyezik el, melynek keskeny 0.05—0.1 mm. átmérőjű fúrata egyik oldalon kúpszerűen kiszélesedik. A tárgytartó kis nyílására előbb nagyon vékony, de igen tartós kollodium- vagy caponlakk hárttyát készítenek, melynek vastagsága 0.005—0.05 mikron között változik; az elektronok majdnem akadálytalanul mennek keresztül rajta. Majd a tárgy-részecskéket tartalmazó, rendszerint gyorsan párolgó oldatból egy keveset a hárttyára óvatosan rávisznek és megvárják, míg a folyadék elpárolog. Ha lehetséges, finom met-szeteket is készítenek.

A készítmény képe az elektronmikroszkópban a következő módon keletkezik. A reá összpontosított elektronok a készítményen szétszóródnak, eredeti irányuktól oldalra eltérnek. Mégpedig egy-egy ponton annál nagyobb a szétszóródás, minél nagyobb tömeg van ott jelen, röviden: minél vastagabb valamely pontban a készítmény. A szétszóródó nyaláboknak csak kis része tud bejutni a tárgylencse kicsiny nyílásába, mégpedig egymáshoz viszonyítva annál csekélyebb része, minél jobban eltértek az elektronok az eredeti mozgási iránytól, minél jobban szétszóródtak. Ebből következik, hogy a készítmény egy pontjának képe annál sötétebb lesz a világító ernyőn, minél nagyobb tö-

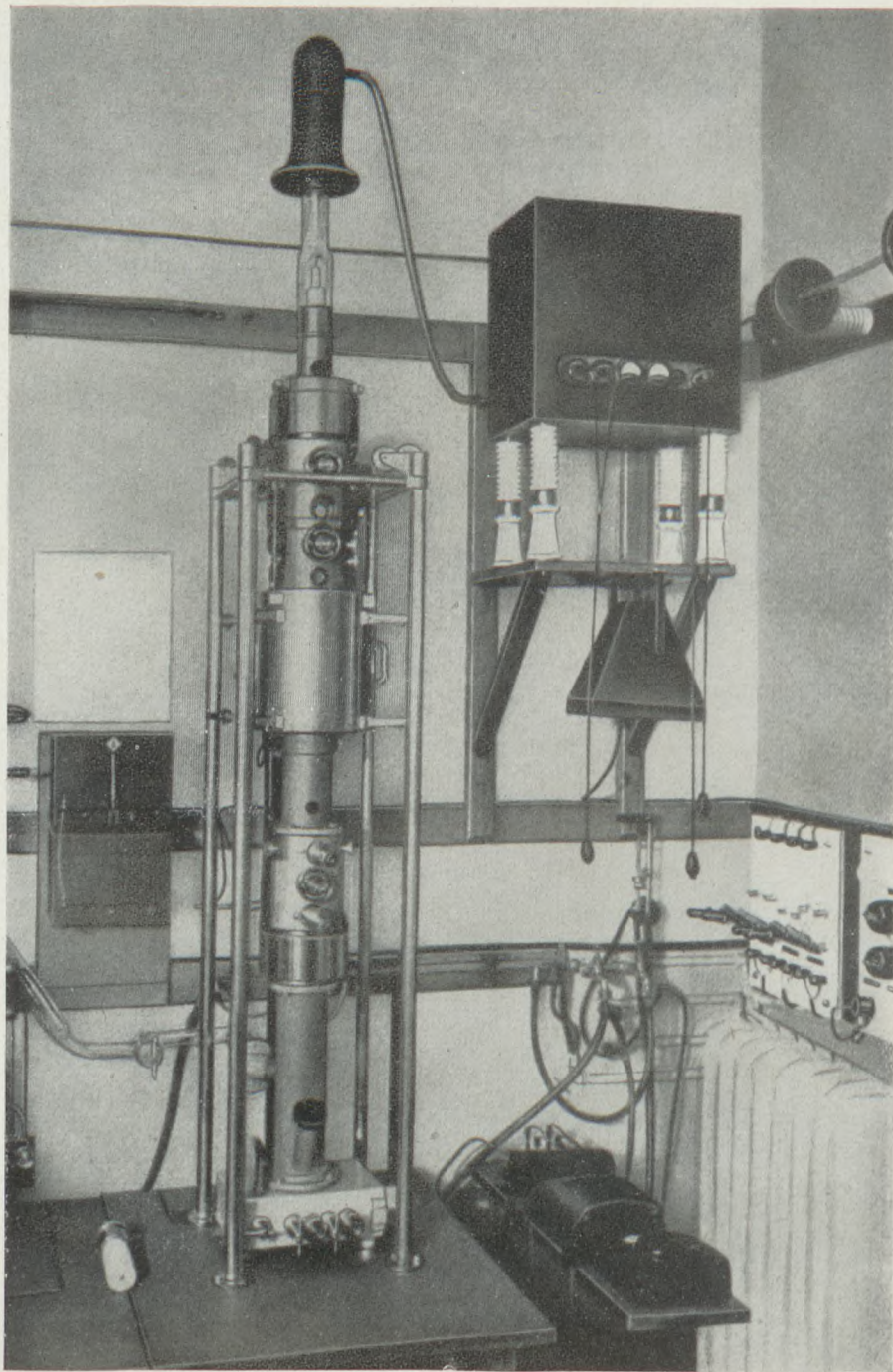
meg van e pontban, minél vastagabb a készítmény azon a helyen. A fényképező lemezen előhívás után fordítva lesz a dolog: ez a nagy tömegű részecskéknek megfelelő helyeken lesz a legvilágosabb, másutt sötétebb.

Ismeretes, hogy előnyös a mikroszkópi készítmények festése. Az elektronmikroszkópiában ennek megfelelően előnyös a készítménynek igen finom eloszlású fémkolloid-oldattal való átvonása. Ugyanis várható, hogy a fémrészecskék az amúgy is nagyobb tömegű részecskéken tömörülnek össze, minek következtében nagyobb lesz a képen az árnyalati különbség (a kontraszt).

Az elektronsugárak hatása a készítményre. Említettük, hogy a nagysebességű elektronok hatásának kitett testek nagyon felmelegednek, esetleg fehéren ízzanak, mint néha a Röntgen-lámpák antikatódja. Bár az elektronmikroszkópban nincsenek olyan nagysebességű elektronok, mint a gyógykezelésre használt Röntgen-lámpákban, mégis várható, hogy a készítmények az elektronbombázás alatt megsérülnek, vagy tönkremennek. Ez annál könnyebben elkerülhető, minél rövidebb az elektronmegvilágítás ideje.

Ez a körülmény az oka annak, hogy az elektronmikroszkópiában élő szervezetek és életfolyamatok vizsgálata (pl. baktériumok kifejlődése a spórákból) nehézségekbe ütközik, sőt egy ideig kilátástalannak látszott, mert az élőlények az elektronbombázás hatása alatt elpusztultak. Csak másodrendű akadály a légüres tér, melyben egyes baktériumok hosszabb ideig életben maradnak. Különben életbenmaradásukat úgy is elő lehet segíteni, hogy a baktériumokat olyan vékony tápláló-folyadék rétegbe ágyazzuk, mely a légritkítást párolgás útján lényegesen nem rontja (kicsiny a gőznyomása).

A legutóbbi időkben ARDENNE fedezett fel egy eljárást, melyel *előlényeket* és *életfolyamatokat* is tud vizsgálni az elektronmikroszkópban. Ugyanis megállapította, hogy az elektronbombázás a kis élőlényekre annál kevésbé életveszélyes, minél nagyobb az elektronok sebessége, mert ekkor a nagysebességű elektronok csekély energiavesztéssel átrepülnek a készítményen és kisebb mértékben rombolnak. Viszont a fluoreszkáló vagy fényképező hatásuk meg nő. ARDENNE tehát az általánosan használt 50–80 kilovolt helyett 200 kilovoltot kapcsolt az elektronmikroszkópra. Ezáltal az elektronok sebessége jelentékenyen növekedett. Ezenfelül — hogy a készítményt kímélje — finom fém-ékekkel árnyékolta a készítménynek azt a részét, melyről később a fény-



Univerzális elektronmikroszkóp, mely elektromos és mágneses lencsékkel egyaránt használható. Földása hárommilliomodmilliméter. A nagyítás 5000 és 500,000 között változtatható.

ca 3
7
6
01
4



képfölvételt készítette; csak a beállításhoz használt részt hagyta szabadon. Eredményeiről később emlékezünk meg.

Az elektronmikroszkóp feloldása. Minthogy az elektronok úgy viselkednek, mint bizonyos hullámhosszúságú fénysugarak, az elektronmikroszkóp feloldásának megállapítására használhatjuk a közönséges mikroszkópra érvényes feloldási szabályt. A hullámhosszúságot ismerjük, ha tudjuk, hogy hány voltot kapcsoltunk be. Az elektronmikroszkóp aperturájának, nyílásának számértéke sokkal kisebb, mint a közönséges mikroszkópé, mert tárgylencséjének nyílása század, vagy ezred mm átmérőjű, míg gyújtótávolsága néhány mm. E miatt az apertúra számértéke néhány századrész körül van. A finom mikroszkópé ellenben megközelíti a 2-t. Ebből azonban mégsem származik hátrány, mert viszont az elektronsugarak hullámhosszúsága sokkal kisebb, mint a fénysugaraké.

Egy elektronmikroszkóp aperturájának számértéke legyen pl. 0.02, a használt anódfeszültség 70—80 kilovolt; ekkor a feloldás, vagyis ama kis vonaldarab hosszúsága, melynek két végét még külön látjuk, kb. 0.2 ezredmikron. Ez a távolság már az atomok és molekulák átlagos átmérőjével megegyező nagyságrendű; pl. az argon-atom átlagos átmérője 0.3 ezredmikron, a kősó kristályrácsában az atomok (rácspontok) távolsága 0.4 ezredmikron rendű stb.

Azonban a tapasztalat szerint ilyen nagyfokú felbontást nem sikerül elérni az elektronmikroszkóppal. Ennek különösen az az oka, hogy az elektronmikroszkóp lencségei nincsenek javítva (korigálva), tehát a lencsehibák a kép keletkezésében jelentkeznek. Az üveglencsék színi (kromatikus) hibájának megfelel az elektronok sebességének egyenlőtlenségéből származó képhiba; úgyszintén képhibát okoz a gömbi eltérésnek megfelelő elektronsugármenet is. E hibák a kép élességét zavarják. Éppen ezért elméletileg sem várható 1 ezredmikronnál jelentékenyen nagyobb feloldás. A gyakorlatban azonban nem sikerült ezt elérni. BORRIES és RUSKA 5 ezredmikronig, ARDENNE pedig 3 ezredmikronig jutott el a feloldás terén. Ez az utóbbi a napjainkig elért legnagyobb feloldás. A felvétel igen finom aranykolloid-oldatról készült. Az eredeti elektronmikroszkóp-felvételt utólag igen megnagyították, úgyhogy az irodalomban közölt képen a nagyítás 350.000-szeres. A feloldás észlelésére tulajdonképpen elég, ha magának az elektronmikroszkópnak a nagyítása 30—40.000-szeres. Megjegyzendő, hogy

ARDENNE felbontás nélkül láthatóvá tett 1 ezredmikronos részecskéket is.

Az elektronmikroszkóppal elért eredmények. Az orvostudományban és a biológiában igen figyelemreméltó eredményre jutottak az elektronmikroszkóppal. Említettük, hogy a vírusok méretei éppen a közönséges mikroszkóp feloldásának határán vannak. Ezek a méretek a baktériumok és a nagy molekulák méretei közé esnek. Az elektronmikroszkópban fémfestési eljárással jól láthatóvá tették a paradicsom és a dohány mozaik-betegségének vírusát; jól látszik, hogy ezek a vírusok pálcika-szerűek. — Ugyancsak nevezetes eredmény a *fehérjemolekulák*-nak láthatóvá tétele elektronmikroszkóppal. Természetesen óriási molekulákat választottak erre a célra. Ilyen a haemocyanin-molekula; ez az éticsiga vérfesték-anyagának molekulája, melynek átmérője kb. 20 ezredmikron, molekulasúlya 7 millió. Ugyancsak jól látható a fényképfelvételeken a kendermagból előállítható *edestin* nevű fehérje-molekula, melynek átmérője kb. 8 ezredmikron, molekulasúlya pedig 300.000. — A baktériumok általában véve elég jól látszanak a közönséges mikroszkóp alatt is. Az elektronmikroszkóp a baktériumoknak közelebbi alkatáról, belső szerkezetéről nyújt felvilágosítást. Nagyon szép szerkezeti képet sikerült előállítani az idősebb tenyészetből vett *Proteus*-nembe tartozó rothasztó (saprogen) baktériumokról. Nagyon jól megfigyelhetők az elektronmikroszkóppal a baktériumok csillangói, melyek a közönséges mikroszkóp alatt általában nem látszanak. Több esetben baktérium-tokokat fedeztek fel az elektronmikroszkóppal. Nagyon valószínű, hogy a vizsgálatokat többnyire élettelen baktériumokkal végezték. Csak néhány hónappal ezelőtt érkezett hír arról, hogy sikerült alumíniumoxid-hártyán a burgonya-bacillus (*Bacillus mesentericus vulgatus* MIGULA) spóráiról elektronmikroszkóppal felvételt készíteni, a nélkül, hogy a spórák csírázó-képességüket elvesztették volna. Majd az ezekből a spórákból kifejlődő bacillusokról új felvétel készült. Ezzel bebizonyosodott, hogy az elektronmikroszkóppal *élettelen folyamatokat* is lehet vizsgálni. — Igen fontos feladata az elektronmikroszkópiának a *sejt szerkezetének* kutatása: a sejtfal, a sejtplazma, a sejtmag, mindeinek felett pedig a kromoszómák szerkezetének a megismerése, a gének létének kiderítése. Ezenfelül nagyjelentőségű a *vér* alkatrészeinek vizsgálata, mely esetleg a vércsoportok közelebbi megismeréséhez vezet. Ezen a téren még csak célkitűzésekkel találkozunk az elektronmikroszkópiában, de eredmények alig vannak. — Megjegyzendő, hogy az orvosi és biológiai irányú elektron-

mikroszkópos vizsgálatokban mindig számba kell venni azokat a változásokat, melyeket az elektronsugarak a vizsgált készítményben okoznak, mert megmásíthatják annak eredeti állapotát.

Az elektronmikroszkópot a *fizika*, *kémia* és *technika* területein is széles körben használják. Már megemlékeztünk az óriás molekulák láthatóvá tételéről. Várhatjuk tehát, hogy olyan atom-, ill. molekula-csoportok, mint a *kolloid-részecskék*, szintén jól láthatók és vizsgálhatók az elektronmikroszkóppal. Jól lehet tájékozódni a nagyobb részecskék alakjáról (pl. ezüst-kolloid esetében), láthatóvá válnak igen kicsiny (4—6 ezredmikron átmérőjű) részecskék is (pl. igen finom eloszlású arany-kolloidoldatban). — Technikai szempontból fontos dolog a különféle *finom fémporok* és *fémoxidporok* szemcséinek ismerete. Erre eredményesen használják az elektronmikroszkópot. Úgyszintén sikeresen alkalmazzák a *festékanyagok*, a *fényérzékeny-anyagok*, *fotokémiai folyamatok* vizsgálatában. — Nagyon szép eredményeket értek el *fémfelületek* tanulmányozásában. Ez esetben a fémfelületről visszaverődő elektronok jutnak be a különleges szerkezetű elektronmikroszkópba.

*

Ha emlékezetünkbe idézzük az elektronmikroszkóp szerkezetét és működését, belátjuk, hogy igaza volt ABBE-nek a mikroszkóp nagymesterének, mikor 1876-ban a mikroszkóp tökéletesítésének lehetőségeit mérlegelve, ezeket mondotta: „Nun glaube ich, daß diejenige Werkzeuge, welche dereinst vielleicht unsere Sinne in der Erforschung der letzten Elemente der Körperwelt wirksamer, als die heutigen Mikroskope unterstützen, mit diesen kaum etwas anderes, als den Namen gemeinsam haben werden.“

Ha pedig visszagondolunk az elektronmikroszkóppal elért eredményekre, ha mérlegeljük, hogy ez az eszköz a mikrokozmosz világának milyen sok rejtett területéről vonta le a fátyolt, akkor joggal erősödik meg a reményünk, hogy ez a *fizikai készülék* talán egy lépéssel tovább fogja segíteni az orvost és a biológust az *élet megismerésének* titokzatos útján. De azt is hisszük, hogy ezt a nagyhorderejű lépést csak akkor sikerül megtenni, ha az orvos, a biológus és fizikus a három tudományág összeszövődésének szellemében összefog és közös munkával törekszik a nagyszerű cél felé.



A SZERZŐ KIADÁSA.

DUNÁNTÚL PÉCSI EGYETEMI KÖNYVKIADÓ ÉS NYOMDA R.-T

A nyomdáért felelős: Mészáros József.

P A N N O N I A K Ö N Y V T Á R

1. Klemm Antal: Pécs és a Mecsek neve. 1935. 1.— P.
2. Paulovics István: Római kisplasztikai műhely Pannoniában. 1935. 1.— P.
3. Ejnar Dyggve: Das Mausoleum in Pécs. 1935. 1.— P.
4. Kerényi Károly: Gondolatok Dionysosról. 1935. 1.— P.
5. Kardos Tibor: Janus Pannonius bukása. 1935. 2.— P.
6. Nagy Lajos: Asztrális szimbolumok a pannoniai bennszülött lakosság síremlékein. 1935. 2.— P.
7. Szabó Pál Zoltán: Pannonföld öt polgársága. 1935. 2.— P.
8. Balduin Saria: Eine Emonenser Landmannschaft in Savaria. 1935. 2.— P.
10. Horváth Henrik: Pannoniai antik elemek továbbélése román épületplasztikánkban. 1935. 2. —P.
11. Giuseppe Lugli: Memorie archeologiche in Italia relative alla Pannonia. 1935. 1.— P.
12. Horvát Adolf: A baranyai növényvilág kutatásának irodalma. 1935. 1.— P.
13. Juhos Lajos: Dunántúli kiscgazdák jövedelmi helyzete. 1935. 1.— P.
14. Andreas Alföldi: Epigraphica. 1935. 1.— P.
15. Tompa Ferenc: A Dunántúl őstörténelme. 1935. 2.— P.
16. Klemm Antal: Pécs helynevei. 1935. 1.— P.
17. V. Lebzelter: Römische Schädcl aus Pannonien. 1935. 1.— P.
18. Birkás Géza: A magyarság francia barátai régen és most. 1936. 2.— P.
19. Nagy Lajos: Keresztény-római ládaveretek Szentendréről. 1936. 2.— P.
20. Kardos T.: A magyar humanizmus kezdetei. 1936. 3.— P.
21. Brelich Angelo: Az ókori latin sírfeliratok világnézeti háttere. 1936. 1.— P.
22. Mayer Erzsébet: Diomede Carafa. 1936. 2.— P.
23. Borzsák István: Magyarország földje a régi görög irodalom tükrében. 1936. 1.— P.
24. Fabinyi Tihamér: A pécsi iparművészet fénykora. 1936. 1.— P.
25. Kerényi Károly: Római ókortudományok a háború után. 1936. 1.— P.
26. Paulovics István: Római köemlékek a kisigmándi temetőben. 1936. 1.— P.
27. Gabriel Finály: Archäologische Funde in Ungarn (1925—1934). 1936. 2.— P.
28. Horvát Adolf: Mediterrán elemek a baranyai flórában. 1936. 1.— P.

29. Timár K.: Dunántúli magyar kódexek sorsa. 1936. 2.— P.
30. Alföldi A.: Bibliographia Pannonica. II. 1936. 2.— P.
31. Relković Davorka: Pécsi vonatkozású délszláv énekek a török hódoltság korából. 1936. 50 fillér.
32. Altheim Ferenc: Itália és Róma. 1937. 1.— P.
33. Charles de Tolnay: La peinture hongroise contemporaine. 1937. 2.— P.
34. Kerényi K.: Korfu és az Odysseia. 1937. 1.— P.
36. Prinz Gyula: Dunavölgyi fővárosok. 1937. 1. —P.
37. Klemm Antal: A pécsi Nyirkállai-kódex magyar gloszszái. 1937. 1.— P.
38. Alföldi A.: Bibliographia Pannonica. III. 1937. 2.— P.
40. Koszó János: Ungarn und die geistesgeschichtliche Forschung. 1938. 50 fillér.
41. Brelich Angelo: Antik vallás és klasszikus költészet. 1938. 1.— P.
42. Birkás Géza: Tolnai Vilmos emlékezete. 1938. 50 fill.
44. Halasy-Nagy József: Surányi Miklós és Pécs. 1938. 50 fill.
45. Halasy-Nagy József: Schopenhauer. 1938. 1. —P.
46. J. Krahe, V. Pisani, G. Devoto: Illyrica. 1938. 3.— P.
47. Balla Borisz: Gabriel Marcel drámái. 1938. 1.— P.
48. Alföldi A.: Bibliographica Pannonica. IV. 1938. 2.— P.
49. Kerényi K.: Die Göttin Diana im nördlichen Pannonien. 1938. 1.50 P.
51. Klenner F.: Csokonai és a preromantika. 1938. 2.— P.
52. Kerényi Károly: Religio Academici. 1938. 1.— P.

9, 35, 39, 43, 50 sz. elfogyott.

A M. Kir. Erzsébet-Tudományegyetem Barátainak Egyesülete.

Elnök: Dr. vitéz Keresztes-Fischer Ferenc.

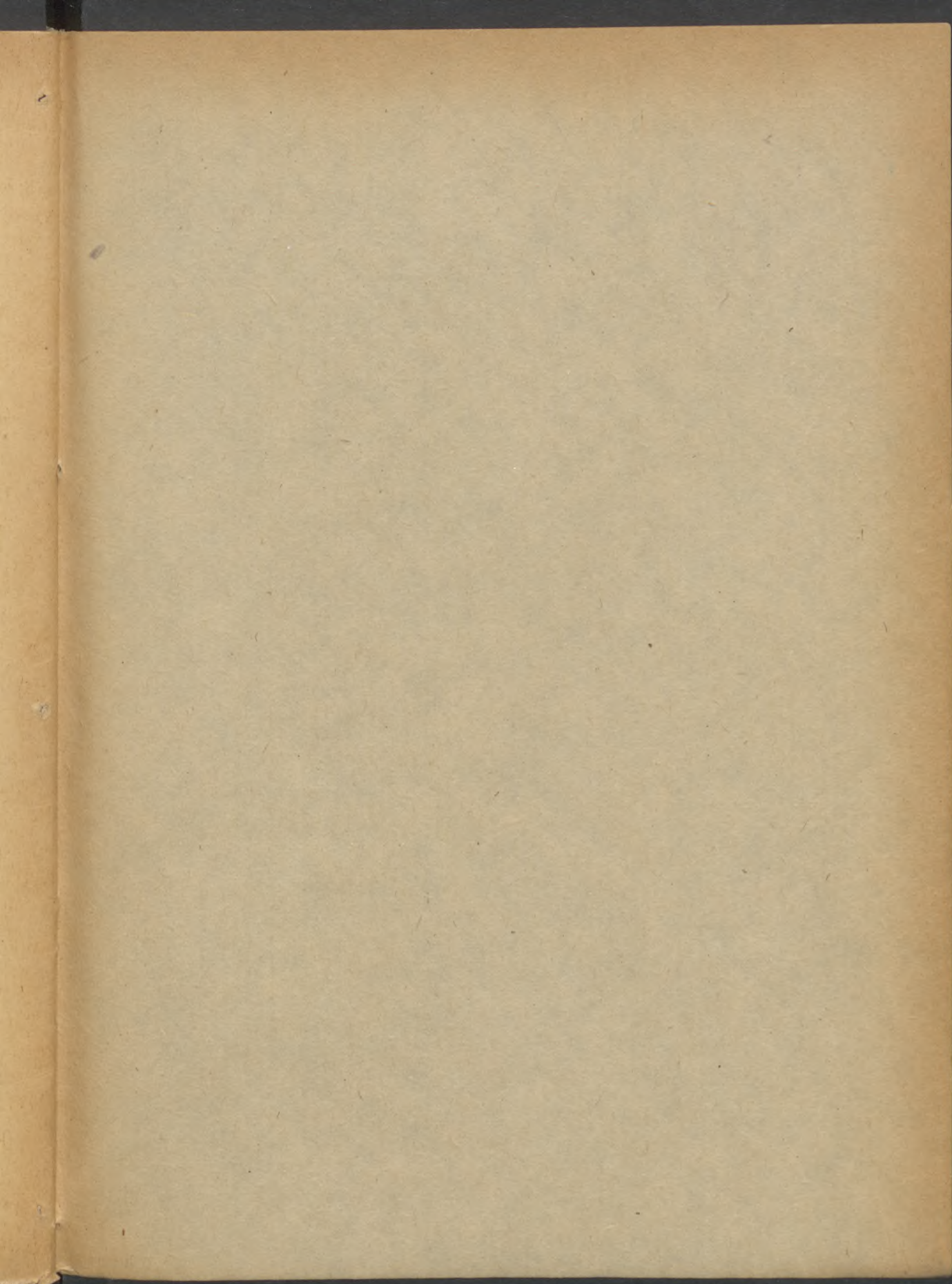
Célja: 1. a pécsi egyetem tudományos munkájának minden irányú támogatásával a magyar tudományos élet fejlesztése; 2. a pécsi egyetem tudományos törekvéseit a magyar kultúra javára előmozdítani akaró társadalomnak és az egyetem volt polgárainak az Alma mater szeretetében való egyesítése abból a célból, hogy az Egyetem székhelyén és környékén az egyetem munkáját megértő, méltányló, támogató és az önzetlen kutató tevékenységet élesztő milieu fejlődhessen ki.

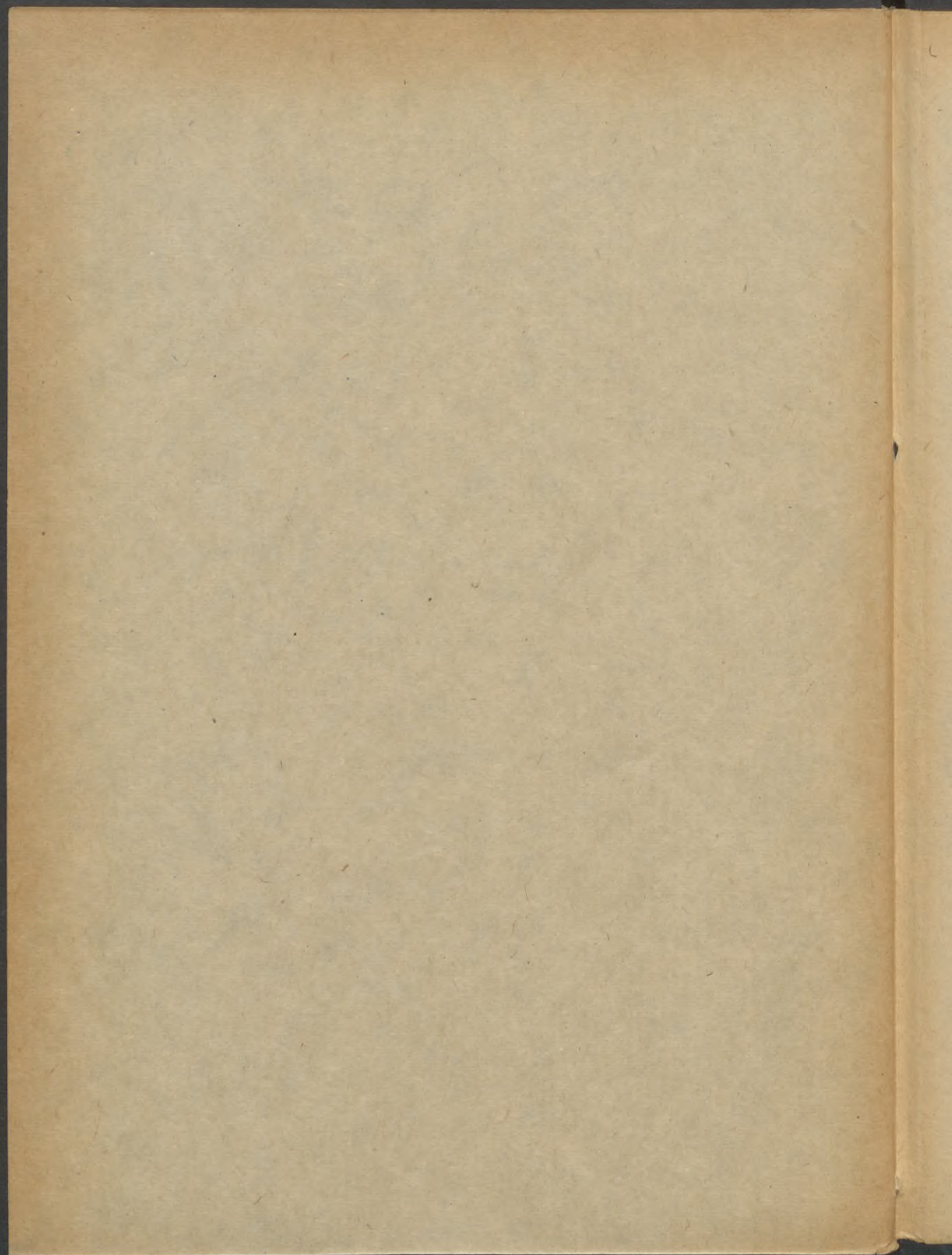
Rendes tagsági díj évi 5 pengő, melyért az Egyesület kiadványai járnak tagsági illetmény fejében.

Belépési nyilatkozatok Dr. Gorka Sándor egyet. tanár, ügyvezető-elnökhöz (Pécs, Rákóczi-út 80.) küldhetők.

DUNÁNTÚL PÉCSI EGYETEMI KÖNYVKIADÓ ÉS NYOMDA R.-T. PÉCSETT

A nyomdáért felelős: Mészáros József.





1942 NOV. 1.

