

219/4

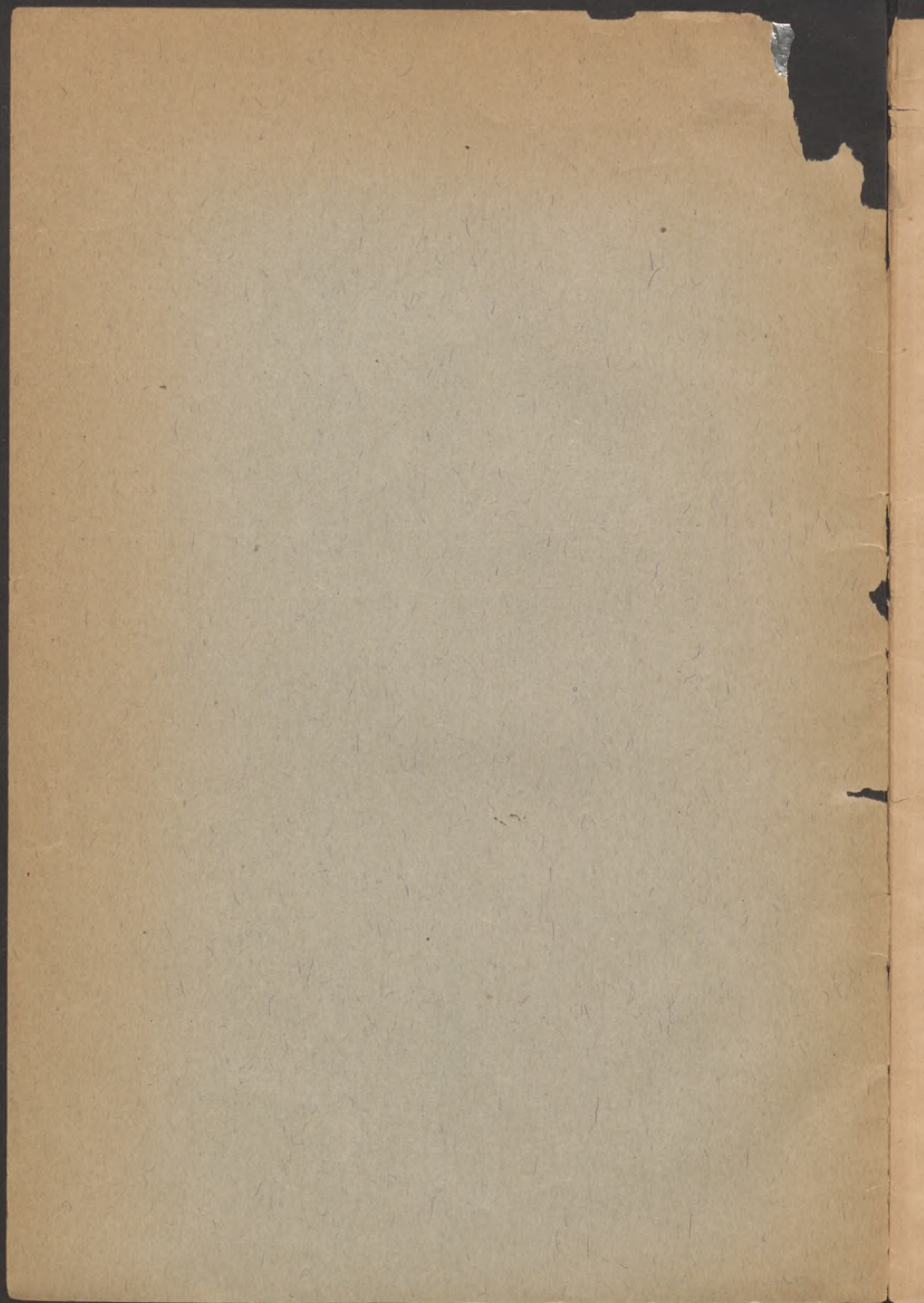
KÜLÖNLENYOMAT

A

•MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESÍTŐ•

1937. évi LVI. kötetéből

112



KÜLÖNLENYOMAT

a Magyar Tudományos Akadémia
Matematikai és Természettudományi
Értesítője»

LVI. kötetéből. Budapest, 1937.

SONDERABDRUCK

aus «Mathematischer und Naturwissen-
schaftlicher Anzeiger der Ungarischen
Akademie der Wissenschaften»

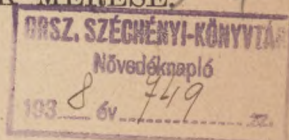
Band LVI, Budapest, 1937.



A RÖNTGEN-SUGÁRZÁS ENERGIAJÁNAK MÉRÉSE.

IV. RÉSZ.

CSASZÁR ELEMÉR lev. tagtól.



A Röntgen-ergométer első sorban a Röntgen-sugárzás erősségének mérésére való készülék. De jól felhasználható az elnyelt sugármennyiség (dózis) meghatározására is. Legutóbbi dolgozatomban¹ éppen arról emlékeztem meg, hogy mi módon lehet megmérni az ergométerrel a levegő-dózist, vagyis mi módon lehet felhasználni az ergométert a levegővel töltött nagy iónos kamra helyettesítésére. Most arról számolok be, hogy a nagyméretű levegős iónos kamra, mely első sorban dózismérő eszköz, mennyiben alkalmas a sugárzás erősségének megmérésére, vagyis az ergométer helyettesítésére. Más szóval meg akarom jelölni az *iónos kamrával való mérés határait*. Előbb az egyenemű, majd az összetett sugárzás esetével foglalkozom.



I. Egyenemű sugárzás.

Vizsgáljuk meg előbb ebben az egyszerű esetben, hogy mi módon lehet a megmért iónozási dózishoz a sugárzás erősségét kiszámítani. Vegyük fel, hogy I_λ erősségű és λ hullámhosszúságú egyenemű sugárzás esik a nagy iónos kamrába és nyílásánál a dózisteljesítmény, az r/mp -ek száma r^* . Minthogy $1r \sim 0.107$ erg energiával, az említett helyen az 1 mp alatt 1 kcm levegő által elnyelt energia, vagyis a másodpercre eső térfogati dózis a következő:

$$0.107 r^* \text{ erg/cm}^3 \cdot \text{sec} = \varepsilon r^*,$$

melyben az ε jelentése nyilvánvaló.

¹ Csaszár E. Mat. és Természettud. Ért. LV. 342. 1937.



Az idézett dolgozatomban használt jelölést bevezetve

$$D_{\text{mp, lev.}}^{\text{kem}} = \varepsilon_1^* \quad (1)$$

Másrésztől ismeretes, hogy az I_λ erősségű egynemű sugárzás beesésekor a mp-re eső térfogati dózis levegőben

$$D_{\text{mp, lev.}}^{\text{kem}} = I_\lambda \bar{\mu} = I_\lambda \left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho} \right) \rho, \quad (1a)$$

ahol $\bar{\mu}$ a valódi elnyelési együttható, μ a gyengítési, σ_s pedig a szórási együttható; ρ a használt levegő sűrűsége.

Az (1) és (1a) egyenletekből

$$I_\lambda = \frac{\varepsilon_1^*}{\left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho} \right) \rho} \quad (2)$$

E képlet alapján kiszámíthatjuk az r/mp egységben mért dózisteljesítményből a beeső egynemű sugárzás erősségét, I_λ -t, vagyis a négyzetemre merőlegesen másodpercenként beeső energiamennyiséget, ha ismerjük a beeső egynemű sugárzás hullámhosszúságát és vele együtt a nevezőben szereplő együtthatókat. Ha a beeső sugárzás hullámhosszúsága nem ismeretes, akkor könnyen meghatározhatjuk sugárgyengítés útján.

Ezzel a sugárzással könnyű összehasonlítani más erősségű, de ugyanilyen hullámhosszúságú sugárzást, természetesen ionos kamrát használva. Ugyanis a (2) képlet alapján belátható, hogy a sugárerősségek hányadosa egyenlő az r^* mennyiségek hányadosával. Sőt különemű sugárzások erősségét is összehasonlíthatjuk ionos kamrával, ha a hullámhosszúságokat (λ és λ_1), továbbá a (2) képletben szereplő együtthatókat megmérjük. Ugyanis a (2) alapján

$$\frac{I_\lambda}{I_{\lambda_1}} = \frac{r_{\lambda}^*}{r_{\lambda_1}^*} \frac{\left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho} \right)_{\lambda_1}}{\left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho} \right)_\lambda} \quad (3)$$

2. Összetett sugárzás.

Ez esetben ismerni kellene az összetett sugárzás közepes hullámhosszúságát és a neki megfelelő μ és σ_s együtthatókat, hogy a (2) képlet alapján kiszámíthassuk a sugárzás erősségét. A közepes gyengítési együttható megmérése végett valamilyen levegő-rendszámú anyagra (pl. viz, cellon) van szükség. Legyen ennek vastagsága d , sűrűsége ρ_x , ekkor

$$\frac{\mu}{\rho_x} = \frac{1}{d\rho_x} \log \frac{I_0}{I}. \quad (4)$$

A jobboldalon szerepel a beeső és a megszárt sugárzás erősségének hányadosa (I_0/I). Az ionos kamrában mért r_0^* és r^* dózisteljesítmények alapján felírhatjuk, hogy

$$\frac{I_0}{I} = \frac{r_0^*}{r^*} \frac{\left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho}\right)}{\left(\frac{\mu}{\rho} - \frac{\sigma_s}{\rho}\right)_0}, \quad (5)$$

hol a jobboldali számlálóban szereplő együtthatók közepes értékeket jelentenek. Ha felvehetjük, hogy ezeknek az együtthatóknak értéke a sugárzásnak a mérésre használt szűrőn való keresztülhaladása közben lényegesen nem változik meg, akkor fennáll, hogy

$$\frac{I_0}{I} \sim \frac{r_0^*}{r^*}, \quad (5a)$$

vagyis az ionozási dózisteljesítmények hányadosa egyenlő a sugárerősségek hányadosával, mint egynemű sugárzások esetében. Ez az eset forog fenn, ha a Röntgen-lámpából kilépő sugárzást előzetesen legalább 0.5 mm vastag rézszűrővel, vagy ezzel egyenértékű más szűrővel szűrjük meg és néhány cm vastag levegő-rendszámú anyagot használunk mérési szűrőnek. Ekkor a közepes gyengítési együtthatóra és közepes hullámhosszúságra a szűrő vastagságától független értéket kapunk. Ez esetben a sugárzás erősségét úgy határozhatjuk meg, mint előbb (2. képlet).

A mondottak helyességéről mérés útján is meggyőződünk. Az alábbi 1. táblázat első sorában megjelölt körülmények között

megmértük a sugárzás erősségét közvetlenül az ergométerrel és egy nagy íonos kamrával, 19·8 mm vastag cellonréteget¹ használva a közepes elnyelési együttható meghatározására. A mérési eredmények ugyancsak az 1. táblázat első sorában találhatók. Láthatjuk, hogy ez esetben az ergométerrel és az íonos kamrával kapott eredmények elég jól megegyeznek egymással, tehát az íonos kamra felhasználható a sugárzás erősségének megmérésére.

1. táblázat.

Lámpaterhelés	Távolság cm	Sugárszűrő mm	Cellon- szűrő mm	Erősség erg/sec. cm ²	
				Ergométer	Íonos kamra
133 kv 4 ma	45	0·5 Cu	19·8	411	422
88 kv 5 ma	45	fekete kartonpapír ³	1·2	443	136

Ha a sugárzás nincs megsűrve olyan mértékben, mint említettük, hanem pl. csak fekete kartonpapír és vékony aluminium-hártyák szerepelnek szűrő gyanánt, akkor a lágy alkatrészek is benne vannak az összetett sugárzásban és a közepes elnyelési együttható megméréséhez használt szűrő megváltoztatja a sugárzás összetételét; ennek következtében az (5a) egyenlet elveszti érvényét és az ergométerrel meg az íonos kamrával kapott sugárerősségek nagyon különböznek egymástól.² Erről meggyőző bennünket az 1. táblázat második sora. Ha a mérést igen vékony cellonlemezzel végeznénk, esetleg javulna az eredmény. Viszont

¹ A cellon HASE és KÜSTNER mérései szerint nagyon jól felhasználható a levegőre vonatkozó együtthatók közepes értékének meghatározására; Strahlentherapie 30. 86. 1928.

² Ugyanezek a nehézségek forognak fenn, ha az ergométerrel csak a lámpa üvegén keresztül megsűrűrt lágy sugárzás dózisát akarjuk megmérni. Szerencsére azonban ez a gyakorlatban ritkán fordul elő, mert legalább néhány mm vastag aluminium-szűrőt használnak.

³ Ehhez járult még 0·02 mm vastag aluminium-hártya az ergométerrel való méréskor és 0·01 mm vastag aluminium + 0·3 mm vastag cellonlemez az íonos kamrával való méréskor.

ekkor meg a dózisok alig különböznenek egymástól és nagy mérési hibák csuszának be.

Szóval megállapíthatjuk a következő eredményt: ha a sugárzást olyan előzetes szűrésnek vetjük alá, hogy alkalmas vastagságú levegő-rendszámú szűrőt használva az (5a) egyenlet fennáll, akkor használhatjuk az iónos kamrát a sugárzás erősségének megmérésére, különben nem. (Az (5a) egyenlet fennállását persze csak ergométerrel vagy más energiamérővel lehet ellenőrizni.)

Lágy sugárzás esetében gondolni lehetne még spektroszkópiai eljárásra a sugárzás erősségének megmérése végett. Ugyanis ismert nyílású iónos kamrával végigmenve a színekben, megmérhetjük az egyes egymű alkatrészek energiáját és esetleg az egész energiagörbe alá eső területet. Ez megadja a kristályról visszaverődő sugárenergiát. Kérdés, hogy mekkora a kristályra eső energia. Ennek meghatározása olyan nehéz feladat, hogy ez az út járhatónak alig látszik.

Foglalkoznunk kell még az összetett sugárzások *erősségének összehasonlításával*. Két esettel állunk szemben: az összehasonlítandó sugárzások viszonylagos összetétele megegyező és különböző. A viszonylagos összetétel megegyezése azt jelenti, hogy az összehasonlítandó sugárzások energiagörbéi úgy származtathatók egymásból, hogy egyiknek az ordinátáit egy bizonyos állandóval megszorozzuk. Ez az eset fordul elő például akkor, ha forgó ólom-körccikkel gyengítjük a különben állandó sugárzást, vagy ha a Röntgen-lámpa antikatódjától kétszer-háromszor akkora távolságra megyünk. Nyilvánvaló, hogy ez esetekben mind a kemény, mind a lágy alkatrészek benne maradnak a sugárzásban, de az összes alkatrészek ugyanolyan mértékben csökkennek, tehát a színekpi tartomány határai nem változnak meg. A második eset, a viszonylagos összetétel megváltozása akkor fordul elő, ha a lámpából kilépő összetett sugárzást valamilyen vastagabb fémszűrővel megsűrjük. Ekkor az energiagörbék nem származtathatók egymásból az előbbi módon, hanem a megsűrjt sugárzás színekpi tartománya jóval szűkebb, mint a lámpából kilépőé.

Könnyen belátható, hogy az első esetben, midőn megegyező színekpi összetételű sugárzások összehasonlításáról van szó, az

iónos kamra felhasználható. Ugyanis a megfelezett vagy harmadolt összetett sugárzásnak a levegőre vonatkozó közepes hullámhossza változatlan, csak erőssége változik meg. Tehát az (5) képlet alapján belátható, hogy a sugárerősségek hányadosa egyenlő lesz a dózisok hányadosával.

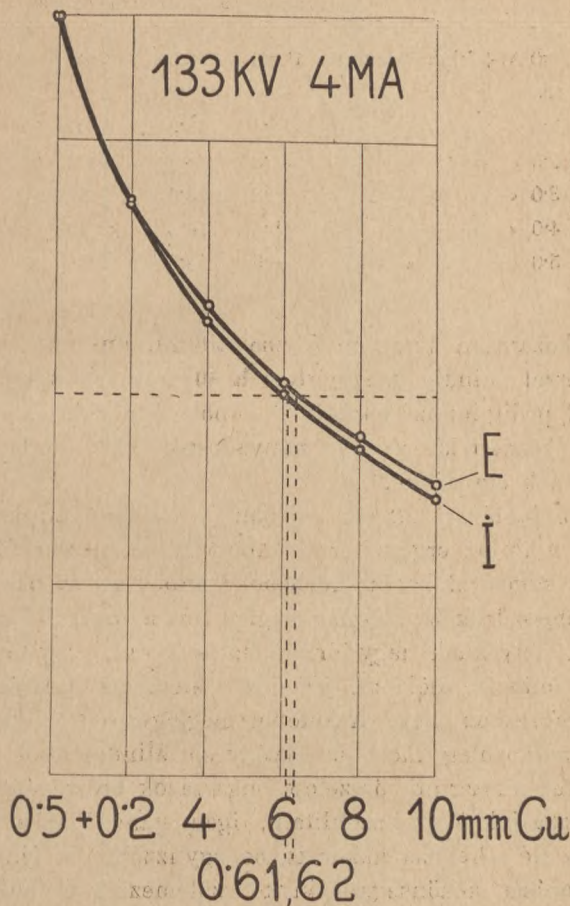
Gyakorlati szempontból jól felhasználható az iónos kamra az összetett sugárzások erősségének összehasonlítására akkor is, ha a sugárzás olyan előzetes szűréseken megy keresztül, hogy a további szűrés közben (bizonyos határig) közepes hullámhossza nem igen változik. Ez az eset forog fenn, ha a lámpa sugárzását legalább 0.5 mm vastag rézszűrőn bocsátjuk keresztül. Ha ez esetben a sugárzás erősségét még tovább csökkentjük az által, hogy újabb és újabb rézszűrőket iktatunk közbe és lépésről lépésre kiszámítjuk a kezdeti és a későbbi kitérések hányadosát, külön az ergométer és külön az iónos kamra mérési adataival, a két esetben elég jól megegyező számértékeket kapunk. Ezt igazolja a 2. táblázat.

2. táblázat.

Lámpa- terhelés	Sugár- szűrő mm	Ergométer adatai	Iónos kamra adatai	Ergométer adatainak hányadosa	Iónos kamra adatainak hányadosa
133 kv	0.5 Cu	100.0	100.0	1.00	1.00
4 ma	0.5+0.2 Cu	76.4	75.0	1.31	1.33
	0.5+0.4 "	61.8	59.5	1.62	1.68
	0.5+0.6 "	51.5	50.0	1.94	2.00
	0.5+0.8 "	44.6	42.8	2.24	2.34
	0.5+1.0 "	38.2	36.3	2.62	2.75

Az eredményeket rajzban is ábrázolhatjuk (1. kép). A szűrő vastagodásakor mind az iónos kamra, mind pedig az ergométer esetében sülyedő (exponenciális jellegű) görbét kapunk, melyek majdnem összeesnek. (Megjegyzendő, hogy a kényelmes ábrázolás végett mind az ergométerrel, mind az iónos kamrával kapott mérési adatokat egy olyan tényezővel szoroztuk meg, hogy a kezdeti értékek megegyezzenek: mindegyik 100 legyen.)

Nem használható fel az iónos kamra az olyan sugárzások erősségének összehasonlítására, amelyeknek viszonylagos összetétele lényegesen különbözik egymástól. Ilyenek pl. a lámpából közvetle-



1. kép. A vízszintes tengelyre a szűrők vastagságát, a függőlegesre pedig az ergométer, illetőleg az iónos kamra adatait mértük fel.

nül kilépő sugárzás és a különféle fémszűrőkön keresztül jutó sugárzás. E sugárzásokra vonatkozó méréseket tartalmazza a 3. táblázat.

A lámpából kilépő sugárzás útjába kezdeti szűrőnek csak fekete kartonlapot tettem, mert az antikatód élénken izzott,

3. táblázat.

Lámpa- terhelés	Sugárszűrő mm	Ergo- méter adatai	Iónos kamra adatai	Ergométer adatainak hányadosa	Iónos kamra adatainak hányadosa
88 kv	0·0 Al+fekete karton ¹	100·0	100·0	1·00	1·00
5 ma	0·5 «	88·6	60·4	1·13	1·66
	1·0 «	76·4	43·9	1·31	2·28
	2·0 «	61·8	28·8	1·62	3·47
	3·0 «	52·8	20·9	1·89	4·78
	4·0 «	45·4	16·2	2·20	6·17
	5·0 «	40·9	13·3	2·44	7·29

majd fokozatosan iktattam közbe aluminium-lemezeket és az ergométerrel mindig megmértem a sugárzás erősségét, a nagy kamrával pedig ionozó hatását. A kapott értékekkel mindig osztottam a kezdeti kitérést; a hányadosok a két esetben nagyon különböznek egymástól.

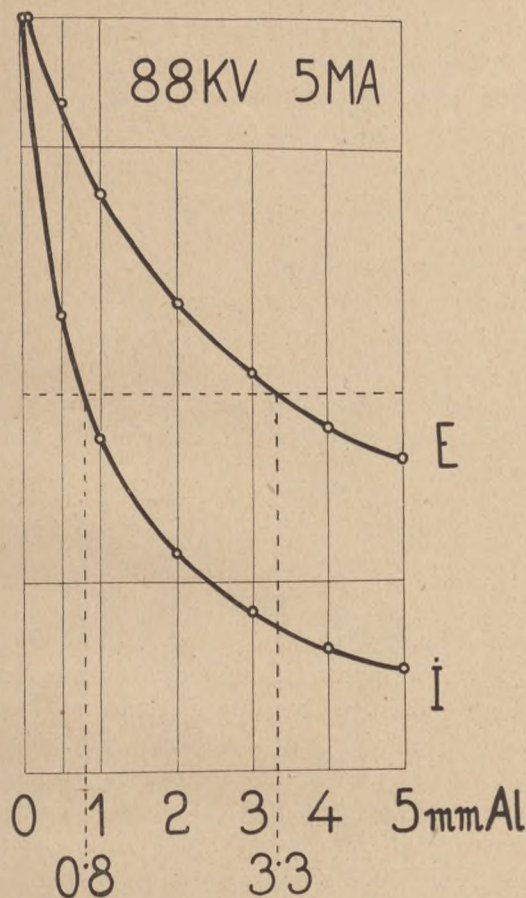
A 3. táblázat adatait rajzban is ábrázolhatjuk (2. kép). Látható, hogy az ergométerrel kapott görbe messze fölül van az ionos kamrával kapott görbének; ennek az az oka, hogy az aluminium-szűrők csakhamar megfosztják a sugárzást lágy alkatrészeitől, melyeknek nagy ionozó hatásuk van, s így természetes, hogy az ionozás csökken, jóllehet a sugárzás erőssége sokkal kisebb mértékben fogy. (Az előbbi megjegyzés az észlelési adatokra vonatkozólag most is érvényes.) Mindezekből láthatjuk, hogyha tetszésszerűen összetett sugárzások erősségét a dózisok alapján akarjuk összehasonlítani, igen nagy hibába eshetünk.

Hasonló a helyzet akkor is, ha egy izzólámpa fényerősségének változását közönséges fényképezőlemezrel és bolométerrel akarjuk összehasonlítani, miközben folyton vastagodó vörös szűrőt iktatunk közbe. Ugyanis ekkor a fényképezőlemez feketedése rohamosan csökken, jóllehet a sugárzás erőssége kisebb mértékben fogy; erről a bolométer tesz tanúságot.

Meggyőződünk arról, hogy különböző összetételű sugárzások

¹ L. a 4. oldal 3. lábjegyzetét.

erősségét a dózisok alapján összehasonlítani nem lehet. Azonban kerülő úton elég jó eredményre juthatunk az iónos kamrával is. Ugyanis alkalmas levegő-rendszámú szűrőt használva, a



2. kép. A koordináták jelentése az 1. kép alatt található.

(2) és (5a) képlet alapján jó közelítésben megmérhetjük az összehasonlítandó sugárzások erősségét külön-külön; ekkor természetesen hányadosukat is ismerjük. Az iónos spektrográfiai eljárás ez esetben sem kecséget sok reménnyel. Az ergométerrel mindezek a mérések könnyen és pontosan elvégezhetők.

3. A felezőréteg megmérése.

Felezőréteg alatt olyan szűrőt értünk, amely a sugárzás erősségét felére csökkenti. Az orvosi gyakorlatban különösen fontos a felező rézréteg vastagsága, mert a szórt sugárzásból származó dózistöbbletet ennek alapján határozzák meg. Az a kérdés, hogy a felezőréteg vastagsága iónos kamrával mikor mérhető meg és mikor nem. (Az orvosi gyakorlatban általában iónos kamrával mérik meg a felezőréteget, tekintet nélkül a sugárzás összetételére.) Minthogy tulajdonképen összetett sugárzások erősségének összehasonlításáról van szó, a mérési feltételek az előbbieken meg vannak adva.

Nyilvánvaló, hogy *egynemű sugárzás* esetében iónos kamrával meg lehet mérni a felezőréteg vastagságát. Mégpedig vagy próbálgatás útján határozzuk meg, vagy pedig a sugárzás gyengítési együtthatóját mérjük meg az iónos kamrával és a felezőréteg vastagságát úgy számítjuk ki, a következő képlet alapján

$$d_{\frac{1}{2}} \text{ (cm-ben mérve)} = \frac{0.693}{\mu}.$$

Összetett sugárzás alkalmával azonban óvatosan kell eljárunk. Két eset lehetséges. Előfordulhat, hogy a sugárzás olyan előzetes szűrésen megy keresztül, hogy a felezőréteg közbeiktatása keménységét lényegesen nem változtatja meg, vagyis fennáll az (5a) egyenlőség. Ekkor iónos kamrával elég pontosan megmérhető a felezőréteg. Így például az 1. képen látható, hogy 133 kilovolt és 4 milliampère lámpaterheléskor a 0.5 mm-es rézlemezrel megszűrte sugárzást felező rézréteg vastagsága iónos kamrával mérve 0.61 mm, ergométerrel mérve pedig 0.62 mm. A megegyezés kielégítő. Az orvosi gyakorlatban többnyire ilyen jól megszűrte sugárzást felező rézréteg vastagságát mérik meg iónos kamrával. A mondottak alapján ez megengedhető. Ez esetben az *ionozási felező réteg* vastagsága jól megegyezik az ergométerrel mért *valódi felezőréteg* vastagságával. Megváltoznak a viszonyok, ha a megfelelendő sugárzás lágy alkatrészeket is tartalmaz. Ekkor ugyanis a felező rézréteg közbeiktatása a sugárzás összetételét annyira megváltoztatja, hogy az ionozási dózisok

aránya alapján (5a képlet) egészen helytelen értéket kapunk a felezőréteg vastagságára. Így például 88 kilovolt és 5 milli-ampère lámpaterheléskor a lámpából közvetlenül kilépő sugárzás felezőrétege iónos kamrával mérve 0.8 mm vastag aluminium, míg ergométerrel mérve 3.3 mm vastag aluminium (2. kép); tehát az *ionozási felezőréteg vastagsága sokkal kisebb, mint a valódi felezőrétege*. Ez a tapasztalat meggyőz bennünket arról, hogy a közönséges levegős iónos kamrát (akár nagy, akár kicsi) a valódi sugárfelezőréteg vastagságának meghatározására nem lehet mindig felhasználni, csak akkor, ha a sugárzás előzetesen alapos szűrésen esett át. Az iónos kamrával végzett eddigi felezőréteg-meghatározások, melyek az irodalomban előfordulnak, helyesek maradnak, ha *ionozási felezőrétegre* gondolunk, nem pedig *valódi felezőrétegre*.

*

Mindazok az eltérések, amelyek az iónos kamra és az ergo-méter adatai között tapasztalhatók, abban lelik magyarázatukat, hogy az iónos kamrával a sugárzás erősségének csak egy töredékét tudjuk megmérni, míg az ergométerrel az egész értékét. Ez még nem volna baj, ha tudnánk, hogy a töredék mekkora. Ezt azonban rendszerint csak egy nemű sugárzáskor tudjuk, mert ekkor ismerjük pontosan a valódi elnyelési együtthatót és alkalmazhatjuk a (2) képletet. Máskor csak közelítésekre vagyunk utalva. Azonban lehet iónos kamrával is a teljes sugárerősséget megmérni, ha olyan nagy nyomású vagy nagy atomsúlyú és vastag réteggű gázt veszünk, hogy az iónos kamrából sugárzás nem lép ki, hanem a gáz az egész sugárzó energiát elnyeli és ionozásra fordítja. Persze még ismerni kell egy iónpár képzésére szükséges energia közepes értékét is. Az említett eset fordul elő, mikor lágy sugárzás esik nagynyomású levegős kamrába vagy esetleg más, például xenon-gázzal töltött iónos kamrába.

DIE ENERGIEMESSUNG DER RÖNTGENSTRAHLUNG.

IV. TEIL.

Von E. CSÁSZÁR, Korr. Mitglied der Akademie.

Der Verfasser bestimmt die Bedingungen der Anwendung der grossen, mit Luft gefüllten Ionisationskammer auf die Messung der Intensität der Röntgenstrahlung. (Die Intensität der Röntgenstrahlung ist die in einer Sekunde auf eine zur Strahlrichtung senkrecht gestellte Fläche von 1 cm^2 auftreffende Strahlungsenergie.) Gleichzeitig bestimmt der Verfasser die Bedingungen für die Vergleichung von Strahlungsintensitäten mit Ionisationskammer. Die Kontrollmessungen wurden mit dem vom Verfasser konstruierten Intensitätsmesser (Röntgenergometer) ausgeführt.

Im Falle *homogener Strahlung* verfährt man so, dass man die absorbierte Energie aus der in r/sec Einheiten gemessenen Luftdosisleistung berechnet (auf Grund der Zusammenhang $1r \sim 0.107 \text{ erg}$) und dann diese Energie mit dem wahren Absorptionskoeffizienten für Luft dividiert. Homogene Strahlungen gleicher Wellenlänge werden auf Grund ihrer Dosisleistung verglichen; wenn aber die Wellenlängen verschieden sind, müssen auch die Absorptionskoeffizienten bekannt sein.

Im Falle *zusammengesetzter Strahlung* kann man die Intensität aus der Dosisleistung allgemein nicht berechnen, weil der mittlere Wert des wahren Absorptionskoeffizienten für Luft mit der Ionisationskammer zu nicht bestimmen ist.¹ Nur in dem speziellen Falle, als die Strahlung vorläufig so stark gefiltert wird, dass ihr mittlerer Absorptionskoeffizient für Luft bei weiterer Filte-

¹ Mit dünnem Filter aus Luftmaterial wäre die Messung sehr ungenau.

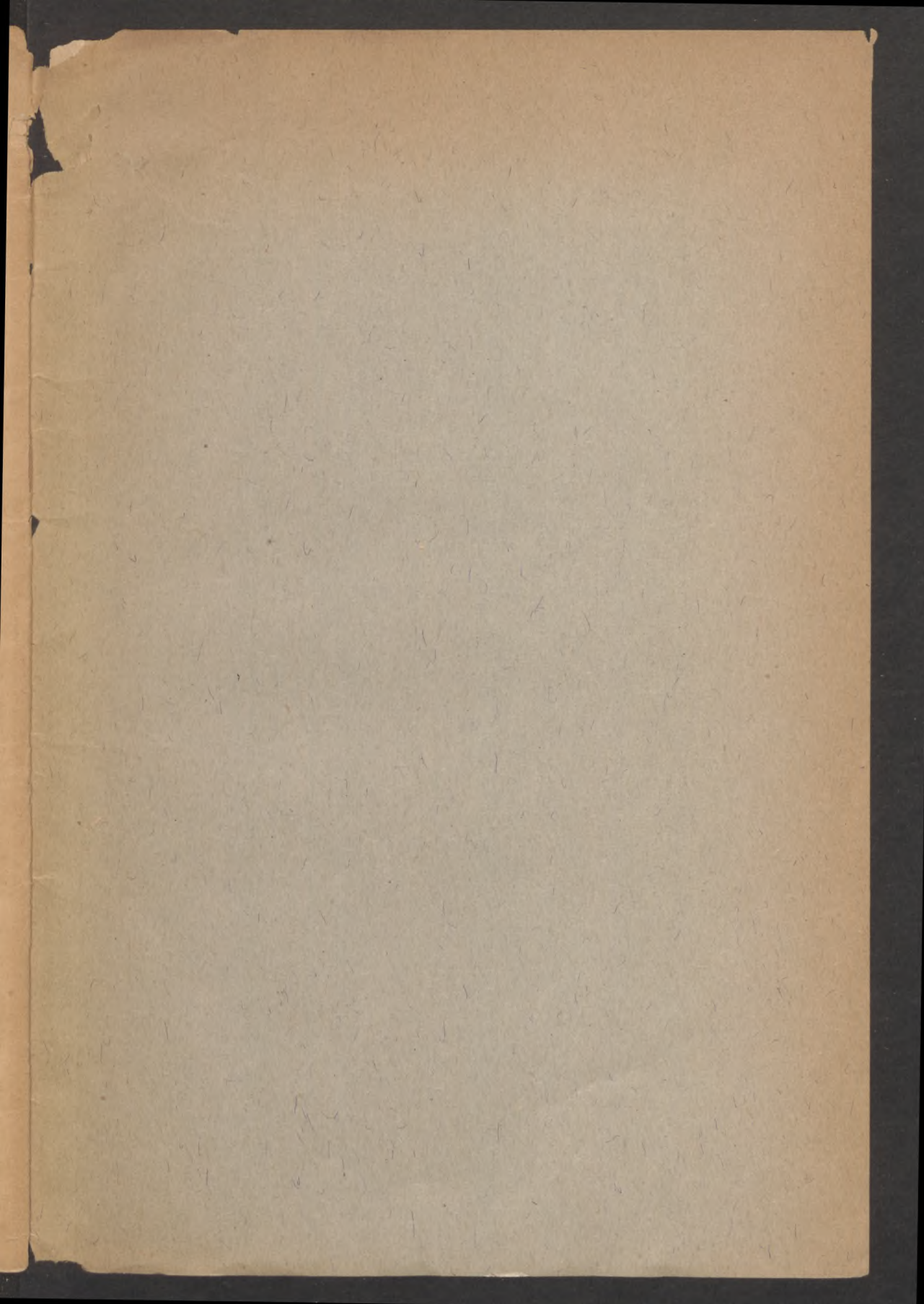
lung mit Luftmaterial von der nötigen Dicke sich wesentlich nicht verändert, nur in diesem Falle ist es möglich die Strahlungsintensität aus der Luftdosis zu berechnen; nämlich nur in diesem Falle kann man den mittleren Wert des wahren Absorptionskoeffizienten mit der Kammer befriedigend bestimmen. Diese Behauptung unterstützt der Verfasser mit Messungsergebnissen. Die Vergleichung zusammengesetzter Strahlungen mit Ionisationskammer ist auch nur im Falle starker Filterung auszuführen. Im Gegenfalle ist das Verhältnis der Dosen vom Verhältnis der Intensitäten eventuell sehr verschieden. Der Verfasser teilt auch diesbezüglich seine Messergebnisse und graphische Darstellungen mit, welche bei 133 KV und 4 MA mit *Cu*-Filtern und bei 88 KV und 5 MA mit *Al*-Filtern erhalten wurden. Im ersten Falle stimmen die Daten der Ionisationskammer und des Ergometers ziemlich gut überein, aber im zweiten Falle wurden grosse Abweichungen gefunden.

Im letzten Teil der Abhandlung beschäftigt sich der Verfasser mit der Bestimmung der *wahren Halbwertschicht*. Seine Messungen erweisen, dass die wahre Halbwertschicht bei zusammengesetzter Strahlung nur nach starker Filterung mit Ionisationskammer bestimmbar ist, sonst bekommt man unrichtige Ergebnisse; z. B. bei 88 KV und 5 MA ohne Filter ist die mit Ergometer gemessene wahre Halbwertschicht 3.3 mm *Al* und die mit Ionisationskammer gemessene 0.8 mm *Al*.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Dezember 1936.)



81



FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA