

## DEMONSTRÁCIÓS FÓKUSZÁLÓ EMANÁTOR SZERKESZTÉSE

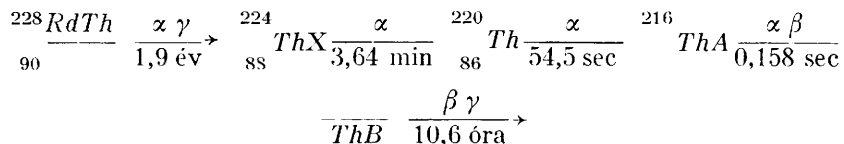
PATKÓ GYÖRGY

Ebben a dolgozatban konkrét demonstrációs módszereket dolgoztunk ki az (1) dolgozatban ismertetett emanátor didaktikai alkalmazására. A módszert főleg rádiológiát oktató intézményeknek a következők miatt ajánljuk:

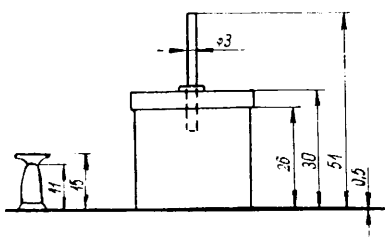
1. A készülék alkalmas atommagsugárzások ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) kimutatásához szükséges megfelelő intenzitású és előre megadott felületű preparátumok elkészítésére.

2. A berendezéssel kísérletileg vizsgálható a rádióaktív felaktiválás és a komplex bomlásgörbék kiértékelése, amellyel az anyagnak mélyebb elsajátítása segíthető elő.

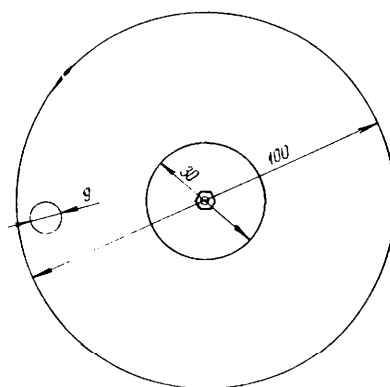
A mérésekhez MsTh vagy RdTh beszerzése szükséges. Először vizsgáljuk meg a Th bomlási sorozatát:



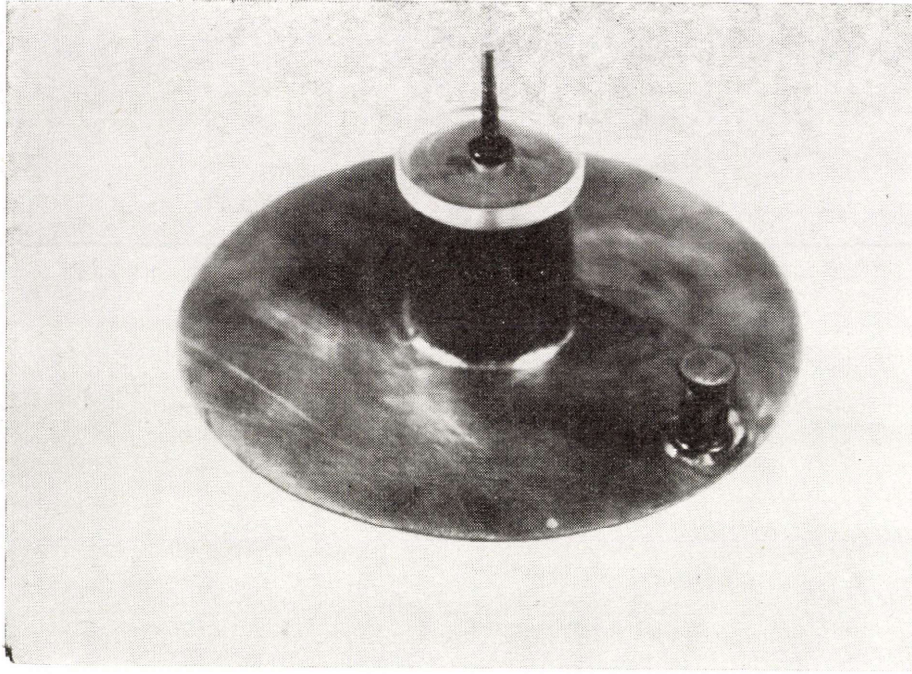
A kísérleteket kis intenzitású RdTh-al végezzük el, amiből ThB-t, mint  $\alpha$  sugárforrást, ThB-ből ThC''-öt mint  $\beta$  sugárforrást készíthetünk alkalmas emanátorokkal (1. a, b, c és 2. a, b, c).



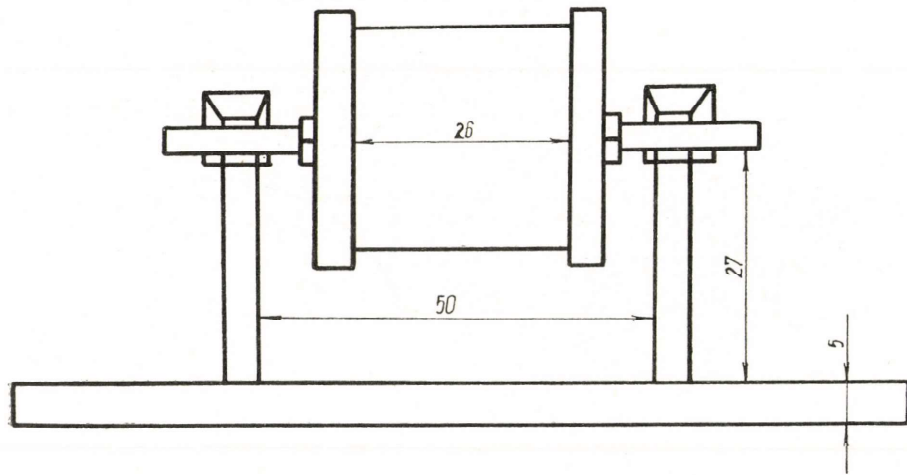
1/a) ábra  
ThB emanátor vázlata oldalnézetben



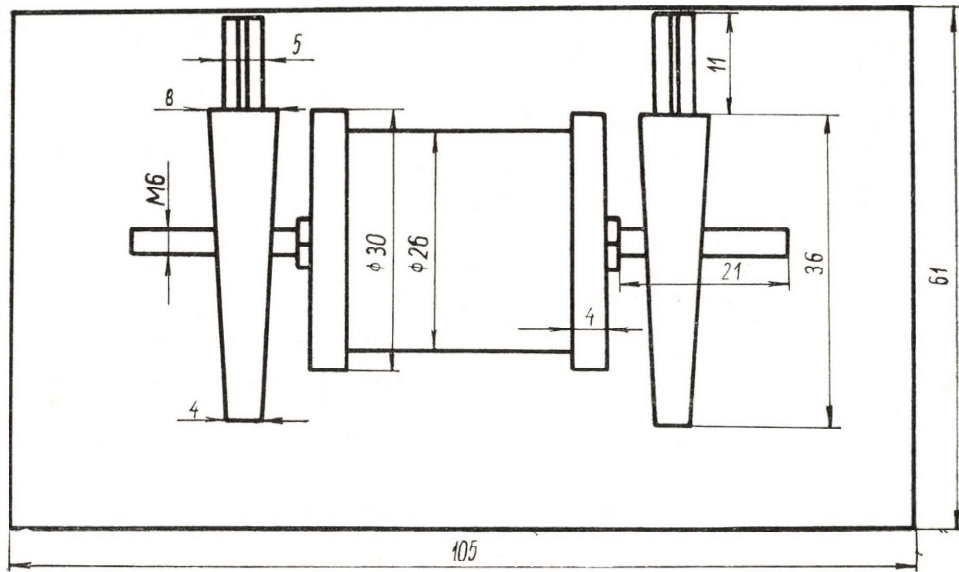
1/b. ábra  
ThB emanátor vázlata felülnézetben



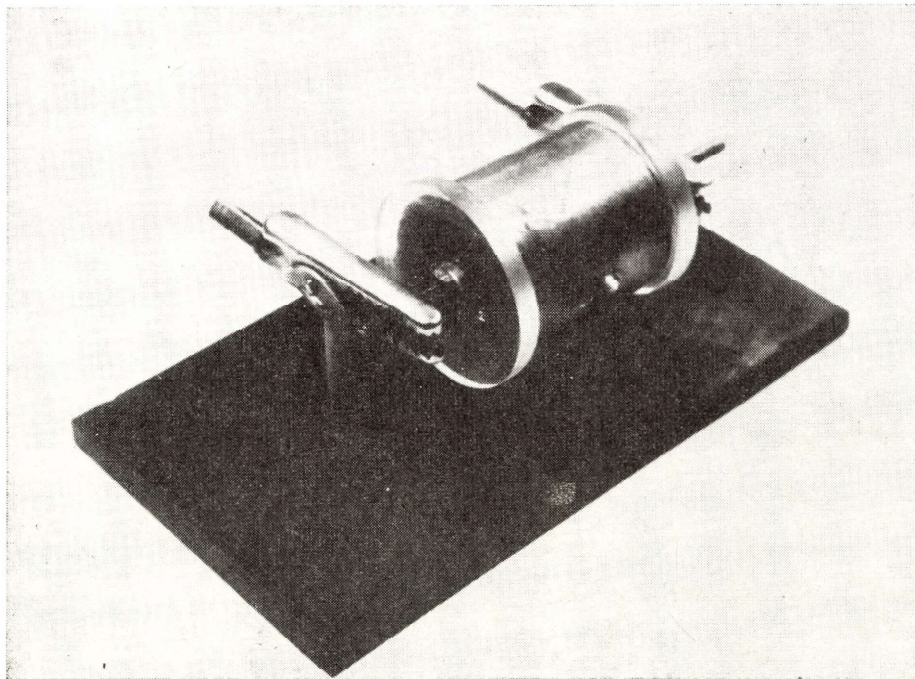
1/c. ábra  
ThB emanátor



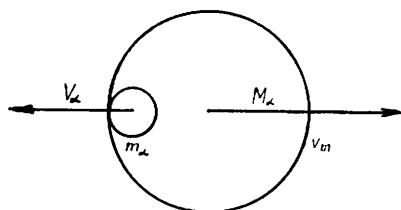
2/a. ábra  
ThC'' emanátor vázlata előlnézetben



2/b. ábra  
ThC" emanátor vázlata felülnézetben



2/c. ábra  
ThC" emanátor



3. ábra  
Az atommag és a részecske  
sebességvektorainak  
ábrázolása

A ThB bomlási sorának áttekin-  
tésével magyarázható az emanátor  
működési elve. A RdTh-ból ThX-en  
át Tn keletkezik. A kb. 6 MeV ener-  
giával kilépő  $\alpha$  részecske jelentős  
visszalökést ad a magnak (0,11 MeV).  
Az  $\alpha$  kilépésénél bekövetkező meg-  
rázkódás következtében a keletkezett  
ThA ionizálódik. A bomlással ren-  
delkezésre álló Q bomlási energia  
egy részét az  $\alpha$ , másik részét a visz-  
szalökött mag viszi el (3. ábra).

A kilépő  $\alpha$  részecske energiájá-  
ból meghatározható a sebessége:

$$V_\alpha = \sqrt{\frac{2E_\alpha}{m_\alpha}}$$

A mozgásmennyiség megmaradása törvényéből meg-

határozható a mag sebessége:  $V_M = \frac{m_\alpha}{m_M} \cdot V_\alpha$ . A mag mozgási ener-

giája:  $E_m = \frac{1}{2} m_M V_M^2$ . Az ionizációsenergia ebből az energiából fedeződik.

A maradék energia  $E = E_m - E_i$  a levegő gáz atomjainak adódik át a  
gázatomok és az ionok között létrejövő sokszoros ütközés alkalmával.  
Így az ionok az emanátorban a hőmozgásnak megfelelően rendszertele-  
nül mozognak. Az elektrosztatikus tér miatt azonban a tér irányában  
továbbhaladó mozgást végeznek. Az ionok az elektromos tér hatására  
az emanátor katód felületén halmozódnak fel. A további rádióaktív  
bomlással a kívánt preparátumot kapjuk.

Az energián történő osztozás a tömegek arányában történik:

$$E_\alpha = \frac{216}{220} \cdot Q \quad (1.)$$

$$E_m = \frac{4}{220} \cdot Q \quad (2.)$$

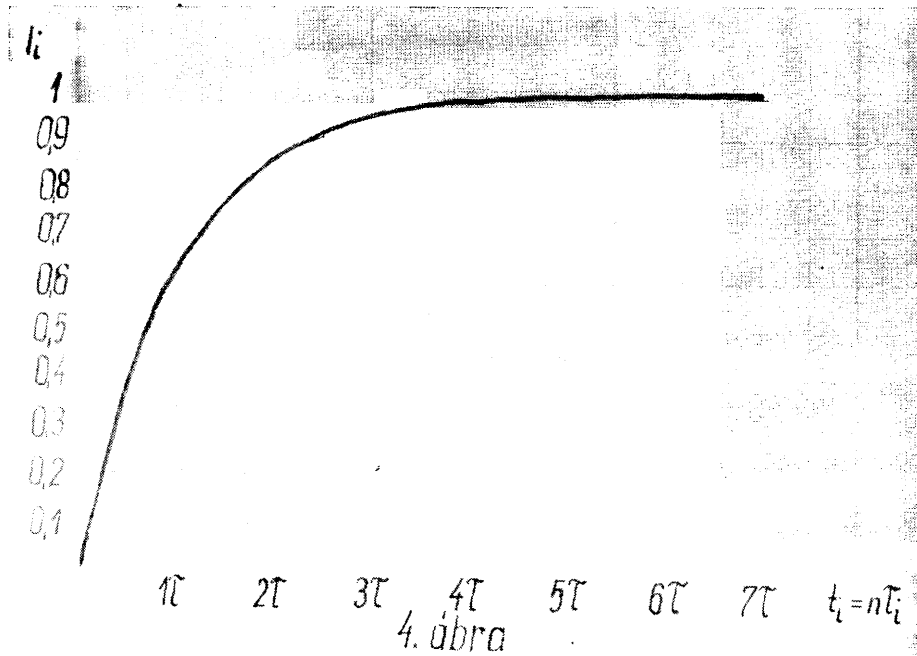
(1) és (2)-ből  $E_m = 0,11 \text{ MeV}$

A felaktiválódás törvényéből  $\{N = N_\infty \cdot (1 - e^{-\lambda t})\}$  ismeretes, hogy az  
összegyűjthető rádióaktív anyag nem növelhető tetszésszerűen értékig.  
Ahol  $N_\infty$  — az adott körülmények között elérhető maximális ThB  
mennyiség  $\lambda$  — ThB bomlási állandója. Ha  $T$  — a ThB átlagos élet-  
tartama és pl:

$$t = \text{aktiválási idő} \quad t = 3T = 3 \cdot \frac{1}{\lambda}$$

$$\frac{N}{N_\infty} = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-3 \frac{1}{\lambda}} = 1 - e^{-3} \sim 0,95$$

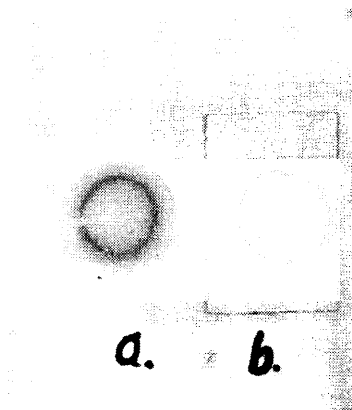
Tehát a kinyerhető ThB-mennyiség 95%-a kb 45 óra alatt halmozó-  
dik fel az emanátor katódján (2) (4. ábra).



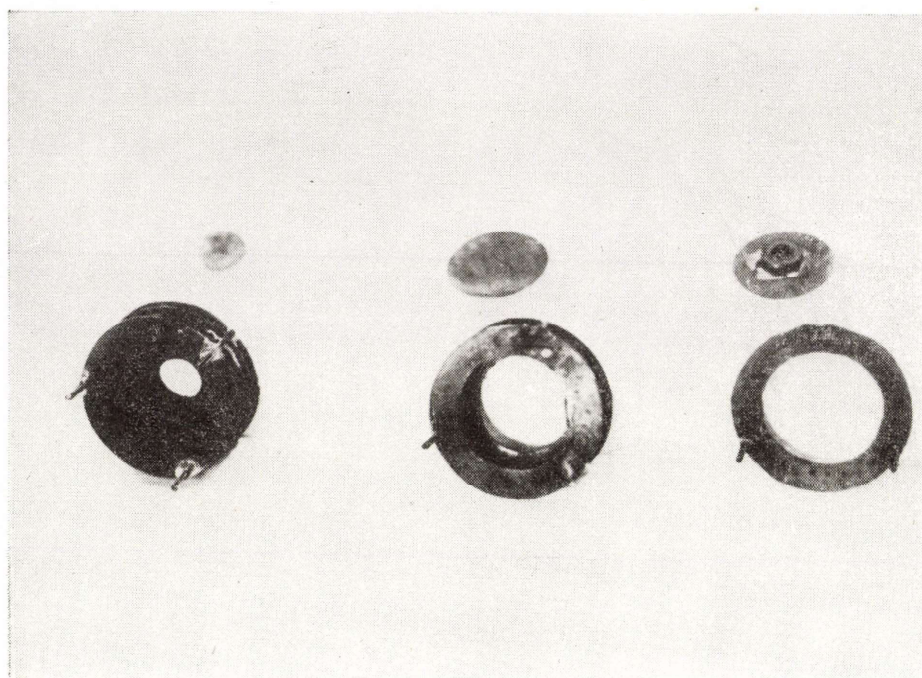
4. ábra  
A radioaktív felaktiválódás elméleti függvénye

A mérés pontosabb kivitelezéséhez esetleg több emanátor üzemeltetése szükséges. Az emanátoroknak azonos intenzitású rádiótóriumot kell tartalmazniuk. A kinyert ThB intenzitásának mérése különböző időközökben történjék. Az x tengelyen  $t_i$ -t, az y tengelyen az  $I_i$ -t ábrázolva a 4. ábrán elméletileg is meghatározható függvényt kapjuk. (A mérésekhez használt emanátorok azonosan pihentek legyenek.)

A Th leszívásának időbeni változását is vizsgálhatjuk. Tapasztalható, hogy több hetes állás után az emanátorban felhalmozódó Th gáz nagyobb intenzitású preparátumot szolgáltat ugyanazon emanálási idő mellett, mint folyamatos üzemelés közben. Tehát  $t_1 = t_2 = t_3 = \dots t_n$  emanálási idő mellett  $I_1 > I_2 > I_3 > \dots > I_n$  intenzitású preparátumokat nyer-



5. ábra  
a) első, b) második felvétel  
 $t_1 = t_2 = 15 \text{ h} \cdot I_1 > I_2$



6. ábra

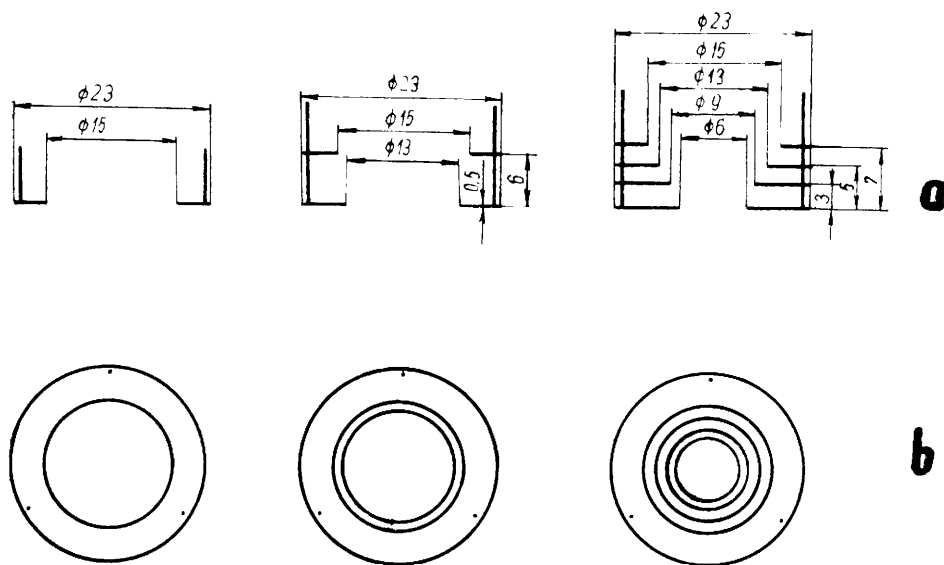
Cserélhető elektródák. Felső sorban a katódok, az alsó sorban az anódok

hetünk. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az első emanálások alatt a korábban keletkezett  $Tn$  is felgyűlik a katódra az emanátorterében. A későbbi emanálások során ez a  $Tn$  mennyiség egyre jobban elfogy (5. ábra). Az aktív anyag felületi eloszlásának vizsgálata céljából felhasználjuk azt a körülményt, hogy adott elektróda rendszer a rádióaktív anyagot az általa ionoptikailag meghatározott felületre képezi le. Ezért, ha meghatározott felületű preparátumot akarunk készíteni, akkor ahhoz megfelelő elektróda rendszert kell alkalmazni (6. ábra) (7. és a 8. ábra).

Egy-egy elektróda rendszerhez tartozó potenciál eloszlást kísérleti úton elektrolit tankkal határozhatjuk meg (3).

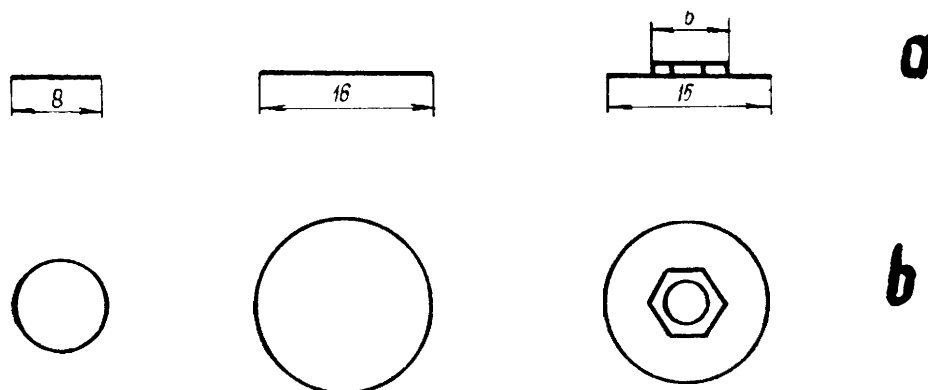
Ohm törvénye szerint az áramsűrűség  $j = \delta \cdot E$ , ahol a közeg vezetőképessége:  $\delta$ .

Az elektromos tér intenzitása:  $E \cdot J$  — pedig az áramsűrűség. Az áramlás forrásmentes, tehát  $\text{div } j = \text{div } \delta E = 0$ . Ha  $\delta$  konstans, akkor az elektrolitban a kapott potenciál eloszlás (amit Wheastone-híd kapcsolatban egy szondával letapogathatjuk) a Laplace egyenletnek tesz eleget. Tehát bármely ekvipotenciális felületképe geometriailag hasonló. Így határozhatjuk meg egy-egy elektróda rendszerhez tartozó elektro-



7. ábra

Cserélhető elektródák (anódok) vázlata. a) oldalnézetben, b) felülnézetben



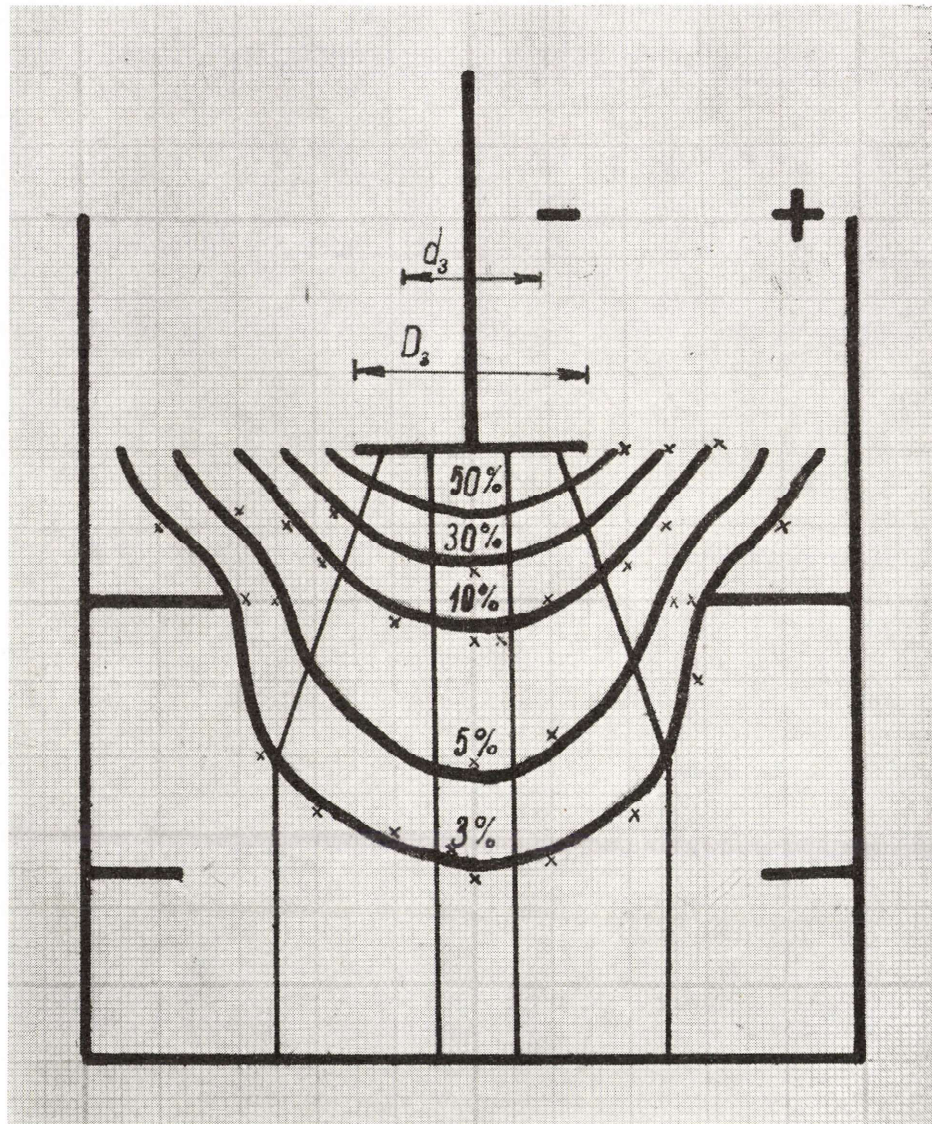
8. ábra

Cserélhető elektródák (katódok) vázlata. a) oldalnézetben, b) felülnézetben

sztatikus lencse ekvipotenciális felületeit, amelyekből az ionok útja is meghatározható (9. ábra) (1) (3).

A felületi eloszlás kísérletileg vizsgálható a következőképpen:

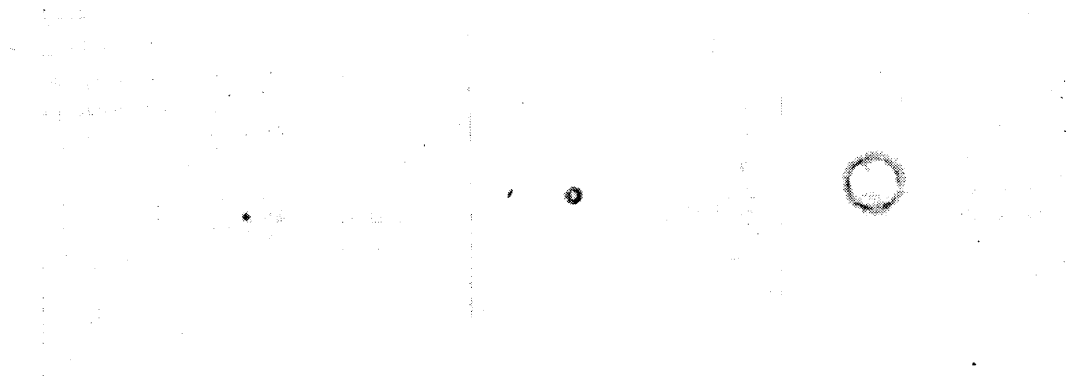
1. Autórádiográfias felvételekkel. Pozitív papírra rögzítjük a katódot, amelyre ThB-t halmozunk fel. Az exponálás ideje 10–15 óra legyen. A kép előhívása után megmérhetjük az aktív anyag eloszlását a katódfelületén. (10. ábra.)



9. ábra  
ThB emanátor elektromos tereeloszlása

2. A mérést ellenőrizhetjük végablakos GM-csővel. Ha a katód jó összecsiszolt koncentrikus vörösrézgyűrűkből áll, az emanálás után a katód a gyűrűire bontható szét. Az egyes gyűrűkre felhalmozott aktív anyag intenzitása külön-külön lemérhető. Az eredményeket grafikus úton célszerű ábrázolnunk.





10. ábra  
*ThB preparátumokról autaradiografiás felvételek*

Az ábrák megrajzolásáért a szerző köszönetet mond Juhász János technikusnak.

#### I R O D A L O M

1. Darvas—Patkó: Emanátor elektromos tere potenciál eloszlásának kimérése elektrolittankkal.
2. Erdey—Grúz—Proszk: Fizikai-kémiai Praktikum.
3. Faragó—Pócza: Elektron-fizika.