

## APARAT ORIGINAL PENTRU DETERMINAREA INTENSITAȚII RADIĂȚIILOR GAMA

*Szabó Endre*

Majoritatea cunoștințelor noastre de fizică nucleară se bazează pe acele experiențe, care au permis observarea unor particule atomice. Putem afirma că cele mai importante instalații experimentale de fizică nucleară sînt acelea care servesc la observarea și numărarea particulelor atomice.

Pînă în prezent institutul nostru nu dispune de mijloace corespunzătoare determinărilor radioactive. În viitorul apropiat, cînd probabil și în institutul nostru vor începe cercetări în vederea aplicării în medicină a izotopilor radioactivi la executarea cărora nu se poate trece fără aparatele necesare de precizie.

Această exigență m-a determinat să construiesc un aparat simplu care să se poată executa și minui orînde cu ușurință, în vederea studiului radiațiunilor gama ale substanțelor radioactive.

Înainte de a trece la principiul și descrierea acestui aparat, să aruncăm o scurtă privire asupra aparatelor folosite actualmente în practica măsurătorilor radioactive.

Aparatele care servesc la observarea și numărarea particulelor atomice se bazează în general pe principiul ionizării gazelor produse în mod direct sau indirect de particulele atomice. Gazele și vaporii sînt în general rele conducătoare de electricitate. Dacă gazul se ionizează sub o influență

exterioară oarecare (radiația alfa, beta sau gama) atunci el devine bun conducător de electricitate în funcție de intensitatea ionizării și de proprietățile gazului. Curentul de ionizare astfel produs poate da indicații asupra particulelor care au declanșat ionizarea.

Aparatele cu ajutorul cărora se studiază ionizarea pot fi împărțite în trei grupe:

1. electroscopae sau electrometre
2. camere Wilson
3. camere de ionizare și contori de particule.

În cele ce urmează vom analiza modul de funcționare a acestor aparate.

Electroscopul, respectiv electrometrul, servește de fapt pentru măsurarea tensiunii electrice. Piesa cea mai esențială a electroscopelor de diferite tipuri o formează oțijă metalică bine izolată căreia i se atașează o foiță fină de metal. Dacă se încarcă electroscopul, foița de metal — în funcție de tensiune — deviază. Dacă supunem electroscopul încărcat acțiunii razelor radioactive intens ionizante, aerul devine bun conducător și electroscopul își pierde treptat sarcinile electrice, deci se descarcă. Cu cît radiația ionizantă este mai intensă cu atît descărcarea se produce mai repede.

De obicei electroscopaele sînt puse în legătură cu un condensator de o capacitate bine definită cu un așa numit „vas de io-

nizare" iar în cursul măsurătorii, măsurăm de fapt scăderea tensiunii de la polii condensatorului.

Cu ajutorul electroscopului putem efectua în general doar măsurători relative, deci radiația de studiat se raportează la o radiație de intensitate cunoscută. O asemenea radiație cunoscută se poate realiza cu ajutorul așa-ziselor standarduri radioactive.

Camera lui Wilson face parte din a doua grupă a aparatelor pentru determinarea ionizării. Această cameră de fapt este un cilindru de metal prevăzut cu un geam transparent de sticlă, în care se găesc vapori suprasaturați de apă. Dacă prin acești vapori trec particule ionizante, în urma lor începe imediat condensarea vaporilor de apă, ce se traducează prin formarea unei fișii de ceață. Această fișie constă din picături de apă condensată în jurul ionilor de gaz, formați sub acțiunea particulelor atomice. Dira de ceață din interiorul camerei, care redă în mod fidel calea particulei ionizante. Această poate fi fotografiată și ulterior evaluată cu mare precizie.

A treia grupă a aparatelor de măsurat ionizarea, după cum am arătat, o formează camerele de ionizare și contoarele de particule. Acestea de obicei pun în evidență ionizația cauzată de particule prin provocarea unei descărcări ce se poate observa pe cale macroscopică.

Camerele de ionizare se pot concepe de fapt drept condensatori încărcăți la o tensiune foarte înaltă (1000—1500 V). Când spațiul acestui condensator este străbătut de o particulă ionizantă, atunci condensatorul se descarcă. Pentru declanșarea acestei descărcări este suficientă chiar o singură particulă.

Camerele de ionizare pot fi împărțite în două grupe. Din prima grupă fac parte acelea, cu ajutorul cărora se poate determina numărul mediu al particulelor ionizante. În grupa a doua intră acele camere de ionizare care scot în evidență fiecare particula în parte. La aceste grupe aparține și contorul *Geiger-Müller*.

Intensitatea impulsurilor obținute cu ocazia descărcărilor camerelor de ionizare și a contorilor, se poate amplifica în mai multe etape cu ajutorul unui sistem de tuburi electronice. Impulsurile devin perceptibile pe cale auditivă prin montarea

unui difuzor în circuitul anodic al ultimei etape de amplificare și astfel pot fi numărate.

În cele ce urmează vom descrie aparatul întocmit în laboratorul institutului de fizică a I.M.F. precum și funcționarea lui.

Aparatul reamintește intrucitva sistemul *Geiger-Müller*, dar funcționarea lui diferă de sistemele obișnuite, deoarece în loc de cameră de ionizare am utilizat un tub neon (lampă neonică, lampa Glimm) obișnuit, ușor de procurat din comerț.

Folosirea tubului neon drept cameră de ionizare se bazează pe faptul că, gazul neon din tub sub acțiunea particulei ionizante devine bun conducător de electricitate. Dacă aplicăm tubului neon (lămpii) o tensiune continuă ceva mai mică decât tensiunea de descărcare atunci în aceste condițiuni particula încărcată, ajungând în spațiul lămpii, declanșează acolo o avalanșă de ioni, lampa se aprinde, deci conduce electricitatea. Pentru întreruperea curentului provenit va trebui să reducem tensiunea între polii lămpii, întrucât tensiunea de aprindere a lămpilor neonice depășește valoarea tensiunii de stingere. După ionizare lampa trebuie deci stinsă pentru ca aparatul să funcționeze din nou.

Am rezolvat această problemă introducând în circuit, paralel cu lampa, un conductor cu o capacitate cunoscută, realizând astfel un generator de tensiune în „dinți de ferăstrău“. Aplicând prin rezistența  $R$  o tensiune lămpii cu neon montată paralel cu condensatorul, în momentul când condensatorul ajunge la tensiunea de descărcare a lămpii, aceasta se aprinde în timp ce condensatorul se descarcă. Din cauza scăderii tensiunii condensatorul se stinge și lampa. Condensatorul încărcându-se însă din nou și fenomenul de aprindere și stingere se repetă cit timp se mențin condițiunile de mai sus.

Sarcina următoare a fost aceea ca să aplicăm o tensiune tubului cu neon chiar la limita tensiunii de aprindere. În acest caz tubul supus acțiunii razelor gama va funcționa ca generator de tensiune în „dinți de ferăstrău“.

Acest montaj, în practică s-a dovedit a fi necorespunzător, întrucât în prezența unei radiațiuni mai puternice lampa odată aprinsă adeseori nu s-a mai stins. A fost necesar deci un mecanism care să realizeze stingerea în câteva sutimi de secundă.

Am realizat aceste condiții prin aplicarea unei triode.

Precum se vede din fig. nr. 2. lampa de neon este montată între grila (sita) și

creștere bruscă a curentului anodic determină creșterea scăderii de potențial la nivelul rezistenței R, iar aceasta împiedică reincărcarea condensatorului C pînă

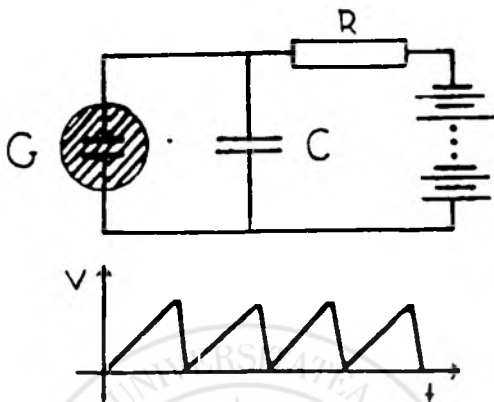


Fig. nr. 1.

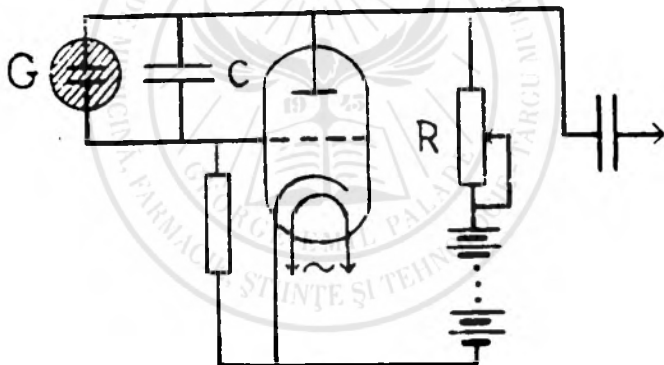


Fig. nr. 2.

anodul tubului electronic. Tensiunea anodică a tubului electronic se reglează cu ajutorul unei rezistențe R, fin variabilă, în așa fel ca să fie sub tensiunea de aprindere a lămpii cu neon. Dacă se aprinde lampa sub influența vreunei particule ionizante, atunci în mod automat grila tubului electronic se încarcă la o tensiune pozitivă înaltă făcînd să crească intensitatea curentului anodic al tubului. Această

la tensiunea de aprindere, stinge lampa neonică în mod automat. Tubul electronic joacă deci rolul unui întrerupător automat. Astfel instalația este aptă oricînd pentru punerea în evidență a unor particule sau a unor grupe de particule ionizante.

Impulsurile lămpii se pot amplifica cu ajutorul unor tuburi electronice în măsura cuvenită iar cu ajutorul unui difuzor le putem transforma în impulsuri sonore perceptive.

În cursul măsurătorilor trebuie să cunoaştem numărul mediu pe minut sau pe secundă a particulelor. Această valoare în cazul razelor gama poate atinge valori destul de ridicate pe secundă, fapt pentru care numărarea directă a particulelor întâmpină greutăţi. Din aceste motive este indicat să ataşăm contorul după sistemul de amplificare, care sistem pune în funcţiune un releu de mică inerţie.

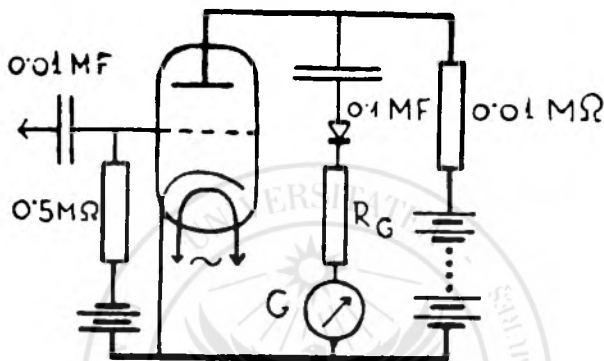


Fig. nr. 3.

Având în vedere însă că releurile uzuale sînt în general de mare inerţie, ele de la un număr dat de impulsuri nu mai sînt apte pentru numărare. De aceea s-a dovedit a fi mai convenabilă înregistrarea impulsurilor cu ajutorul unui oscilograf catodic. Într-adevăr fascicolul electronic al tubului catodic avînd o inerţie neglijabilă, urmăreşte şi înregistrează pe ecranul tubului în mod fidel impulsurile. Frecvenţa impulsurilor se poate determina pe baza datelor indicate de oscilograf catodic.

Avînd în vedere că în prezent numai puţine instituţii dispun de oscilograf catodic, voi prezenta în cele ce urmează un procedeu uşor de realizat pentru determinarea frecvenţei impulsurilor.

Dacă transmitem impulsurile de pe anodul tubului electronic al ultimei etape de amplificare prin intermediul unui condensator de 0,1 MF, unui galvanometru prevăzut cu o celulă redresoare, acul acestuia, deviază sub influenţa impulsurilor. Deviaţia acului galvanometrului este proporţională cu numărul de impul-

suri, deci un galvanometru convenabil calibrat va da direct frecvenţa medie a impulsurilor. Practica a confirmat acest procedeu, care ne dispensează de întrebuintarea unor contori greu de procurat, care totuşi ar duce la erori grosolane.

Cu ocazia confecţionării modelului pe care l-am descris, am utilizat piesele unui dozimetru radiologic „Mekapion”. În figura nr. 4. sînt trecute valorile caracteris-

tice ale pieselor care asigură cea mai bună funcţionare a aparatului. Curentul a fost furnizat de un stabilizator anodic al fabricii Orion, capabil să asigure o tensiune constantă.

Aparatul poate funcţiona şi cu baterii, ceea ce permite efectuarea determinărilor în orice fel de terenuri. Montînd aparatul şi bateriile (baterie anodică de 120 V şi baterie de încălzire) într-un geamantan se poate realiza un dispozitiv portabil.

Folosind baterii, schema aparatului nu se modifică, doar tuburile electronice trebuiesc înlocuite cu tuburi cu încălzire directă. (Am obţinut rezultate bune folosind tuburile R V 2,4 P. 700 dar şi alte tuburi similare sînt corespunzătoare scopului).

Deşi aparatul descris este simplu, trebuie totuşi să ţinem seama de următoarele:

1. Avînd în vedere variabilitatea tensiunii curentului de reţea, în cazul utilizării lui trebuie stabilizată tensiunea.

2. Din cauza amplificării intense conducta celei trebuie bine ecranată.

3. Tensiunea celei trebuie riguros re-

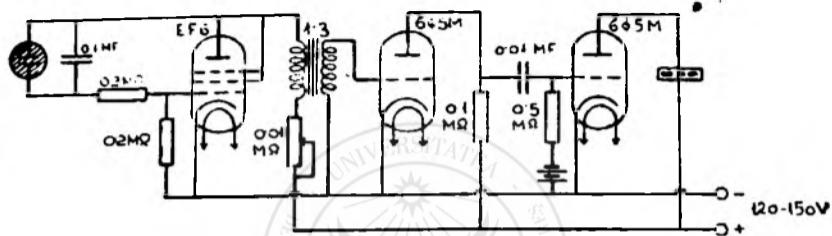


Fig. nr. 4.

glată din 0,1 în 0,1 V. E bine să aprindem întâi lampa neonică și apoi cu ajutorul unei rezistențe variabile să reducem tensiunea pînă sub cea de descărcare.

4. Dintre lămpile Glimm din comerț s-a dovedit a fi mai utilizabilă cea cu electrozi concentrați cu suprafața mare și cu o tensiune de aprindere de cca 70 V. Doresc să accentuez că aparatul descris

— construit doar în scop didactic — nu este încă perfect, totuși corespunde și în forma lui actuală executării măsurătorilor. Dat fiind, că momentan nu ne stau la dispoziție substanțe radioactive, în loc de radiații gama, pentru experiențele mele am folosit razele X puțin moi.

*Primită la redacție în ziua de 30 ianuarie 1956.*