

DETERMINAREA EFICACITATII UNUI DETECTOR CU SCINTILATIE IN FUNCTIE DE ACTIVITATEA ABSOLUTA A SURSEI DE RADIATII

1.) SCOPUL LUCRARI:

Determinarea eficacitatii unui detector cu scintilatie in functie de activitatea absoluta a sursei de radiatii prin metoda unghiului solid cunoscut.

2.) REZUMAT AL TEORIEI:

Pentru a determina eficacitatea unui detector de scintilație in functie de activitatea unei surse radioactive se folosește o ecuație complexă care include diverși factori de corecție și coeficienți ce iau în calcul efectele de atenuare, colimare, acumulare, și autoabsorbția radiației.

Principiul acestei metode constă în măsurarea numărului de impulsuri detectate, care este proporțional cu activitatea sursei, și aplicarea unor factori de corecție pentru a ține cont de efectele fizice precum atenuarea, colimarea și autoabsorbția radiațiilor. Formula propusă include acești factori și se bazează pe parametrii detectorului, distanța dintre detector și sursă, precum și caracteristicile fizice ale radiației.

3.) DESCRIEREA MONTAJULUI:

Pentru realizarea experimentului au fost folosite:

- Un detector de radiatii cu scintilatie;

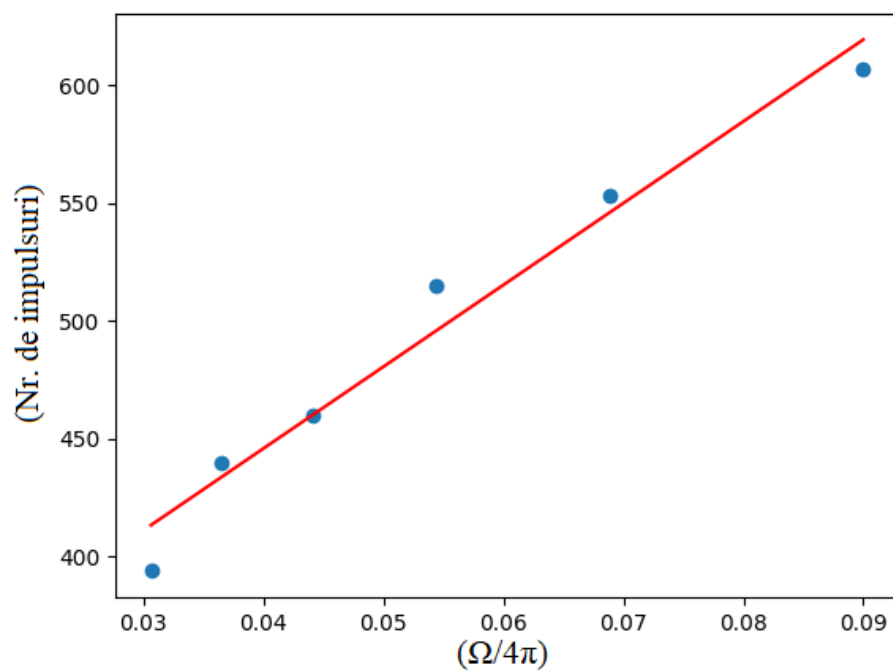
- O sursa radioactiva cu Cesium 137 creata pe data de 19/12/2006 cu o radioactivitate de 333 KBq;

4.) MODUL DE LUCRU:

Sursa radioactivă a fost plasată pe un suport în fața detectorului de radiații, iar, prin intermediul unui program software, s-a măsurat numărul de impulsuri într-o perioadă de 120 de secunde pe lungimile de unda cuprinse între 3000 și 4000. Această măsurătoare s-a realizat pentru distanțe cuprinse între 3,5 cm și 6 cm, cu un interval de 0,5 cm.

5.) REZULTATELE EXPERIMENTULUI:

Se aplica regresie liniara pe punctele obtinute:



In dependentia liniara $n = f(\Omega/4 \pi)$ unde :

$$f(\Omega/4 \pi) = \varepsilon \cdot \Lambda \cdot S \cdot \Omega/4 \pi$$

se egaleaza panta cu cea obtinuta in graficul de mai sus si se obtine:

$$\varepsilon = 1.86\% \text{ (eficacitatea detectorului);}$$

6.) INTREBARI SI RASPUNSURI:

Q1: Definiți activitatea unei surse de radiații. Care este unitatea ei de măsură în S.I. ? Ce altă unitate de măsură se folosește în mod obișnuit pentru activitate radioactivă ?

A1: Activitatea unei surse de radiații se referă la numărul de dezintegrări nucleare care au loc pe unitatea de timp. În Sistemul Internațional (SI), activitatea se măsoară în becquereli (Bq), unde un becquerel reprezintă o dezintegrare pe secundă. O altă unitate de măsură frecvent folosită este curie (Ci), unde $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

Q2: Ce sînt detectoarele cu scintilație ?

A2: Detectoarele cu scintilație sunt dispozitive care detectează radiațiile ionizante prin intermediul unui material scintilator. Când radiația interacționează cu materialul, acesta emite flash-uri de lumină, care sunt apoi detectate și convertite în semnale electrice.

Q3: Ce este un fotomultiplicator ?

A3: Fotomultiplicatorul este un dispozitiv care transformă flash-urile de lumină emise de scintilator în semnale electrice și le amplifică, permițând astfel măsurarea cu mare sensibilitate a radiațiilor.

Q4: Ce sînt și la ce folosesc dinodele din tubul fotomultiplicatorului ?

A4: Dinodele sunt electrozi din tubul fotomultiplicatorului care contribuie la amplificarea semnalului. Fiecare dinodă amplifică electronii eliberați de fotocathodă prin intermediul unui proces de multiplicare electronică.

Q5: Ce înțelegeți prin «factorul de schemă» al unei dezintegrări radioactive ?

A5: Factorul de schemă al unei dezintegrări radioactive reprezintă o constantă de proporționalitate între numărul de dezintegrări observate și activitatea reală a sursei. Este influențat de factori precum eficiența detectorului și geometria configurației experimentale.

Q6: Cu ajutorul unui detector cu raza de 1 cm aflat la o distanță de 1 m de o sursă radioactivă punctiformă se numără 5000 impulsuri în timpul de 5 min în prezența sursei și 1500 impulsuri în timpul de 10 min în absența sursei. Să se determine activitatea sursei.

R6:

6.

$$n = \epsilon S \Delta \frac{\Omega}{4\pi}$$

$n = \text{rata de imp. netă} \Rightarrow$

rata cu sursa $N_s = \frac{5000}{5 \times 60} = 16,67 \text{ imp/sec}$

rata de fond $N_f = \frac{1500}{10 \times 60} = 2,5 \text{ imp/sec}$

$$\Rightarrow n = 16,67 - 2,5 = 14,17 \text{ imp/sec}$$

$\epsilon = 10\%$

$S = 3$

$\Omega = \frac{\pi r^2}{d^2}$ (raza = 1 cm, dist = 1 m) $\Rightarrow \frac{\pi (0,01)^2}{1^2} = \pi \cdot 10^{-4} \text{ steradiani}$

$\Rightarrow \text{activitatea}$

$$\Delta = \frac{n \cdot 4\pi}{\epsilon \cdot S \cdot \Omega} = \frac{14,17 \cdot 4\pi}{0,1 \cdot 3 \cdot \pi \cdot 10^{-4}} = \frac{14,17 \cdot 4}{3 \cdot 10^{-5}}$$

$$\Rightarrow \Delta = \cancel{18,89} 1,889.333 \text{ Bq}$$

Q7: Cu ajutorul unui detector cu raza de 1 cm aflat la o distanță de 1 m de o sursă radioactivă punctiformă se numără 13000 impulsuri în timpul de 20 min iar la o distanță de 2 m de sursă se numără 4000 impulsuri în același timp. Să se determine activitatea sursei.

R7:

$$\begin{aligned}
 & \text{7} \quad \text{Rate } 1m \quad R_1 = \frac{13000}{20 \times 60} = 10,83 \text{ imp/s} \\
 & R_2 = \frac{4000}{20 \times 60} = 3,33 \text{ imp/s} \\
 & \Omega_1 = \left(\begin{array}{l} \text{raza } 1 \text{ cm} \\ \text{dis } 1 \text{ m} \end{array} \right) \Rightarrow \Omega_1 = \frac{\pi (0,01)^2}{1^2} = \pi \cdot 10^{-4} \\
 & \Omega_2 = \left(\begin{array}{l} \text{raza } 1 \text{ cm} \\ \text{dis } 2 \text{ m} \end{array} \right) \Rightarrow \Omega_2 = \frac{\pi (0,01)^2}{2^2} = \frac{\pi \cdot 10^{-4}}{4} \\
 & \Delta_1 = \frac{R_1 \cdot 4\pi}{\epsilon S \cdot \Omega_1} = \frac{10,83 \cdot 4\pi}{0,1 \cdot 3 \cdot \pi \cdot 10^{-4}} = 1,444,000 \text{ Bq} \\
 & \Delta_2 = \frac{R_2 \cdot 4\pi}{\epsilon S \cdot \Omega_2} = \frac{3,33 \cdot 4\pi \cdot 4}{0,1 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot \pi} = 1,776,000 \text{ Bq} \\
 & \Rightarrow \Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} = 1,610,000
 \end{aligned}$$