

# DETERMINAREA ACTIVITĂȚII ABSOLUTE A UNEI SURSE DE RADIĂȚII PRIN METODA UNGHIULUI SOLID CUNOSCUȚ CU AJUTORUL UNUI DETECTOR CU SCINTILAȚIE

## 1.Scopul lucrării

Determinarea activității absolute a unei surse de radiații prin metoda unghiului solid.

## 2. Teoria lucrării

Legătura dintre activitatea  $\Lambda$  a unei surse radioactive și cadența  $R$  a unui detector de radiații cu scintilații (vezi anexa referitoare la structura și funcționarea acestui tip de detector), adică între numărul de dezintegrări produse în sursă în fiecare secundă și numărul de impulsuri înregistrate de detector în unitatea de timp, se poate scrie sub forma următoarei relații de proporționalitate :

$$R = g\Lambda = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot f_{rs} \cdot f_{aa} \cdot e^{-\mu_{aer}x_{aer}} e^{-\mu_p x_p} \cdot f_{col} \cdot \varepsilon \cdot \Lambda \cdot S \cdot B(\mu r)$$

unde  $g$  este așa- numitul “factor de detectare”; el are următoarea structură:

$$\frac{\Omega}{4\pi} = \frac{S_{detector}}{4\pi r^2}$$
 este corecția de unghi solid, care va arăta ce fracțiune din intensitatea

radiației emise este incidentă pe suprafața  $S_{detector}$  a detectorului aflat la distanța  $r$  de sursa de radiații;

$f_{rs}$  - factorul de retroîmprăștiere al radiațiilor pe suportul sursei;

$f_{aa}$  - factorul de corecție pentru a ține seama de autoabsorbția radiațiilor în însăși grosimea sursei de radiații;

$e^{-\mu_{aer}x_{aer}}$  - factorul de atenuare, datorat atenuării în aer pe distanța sursă - detector;

$e^{-\mu_p x_p}$  - factorul de atenuare al radiațiilor în peretele detectorului;

$f_{col}$  - un factor de atenuare datorat colimării fasciculului;

$B(\mu r)$  este un factor de corecție datorat «acumulării» radiației în detector prin «împrăștiere» multiple ; el depinde de coeficientul de absorbție  $\mu$  al mediului sursă-detector, și distanța  $r$  dintre sursă și detector ;

$\varepsilon$  - eficacitatea detectorului ;

$S$  - factorul de schemă care ne arată câte cuante (sau electroni etc.) se emit la o dezintegrare.

Cu notația  $f = f_{rs} \cdot f_{as} \cdot f_{col}$ , putem pune relația precedentă sub forma :

$$R = g\Lambda = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot f \cdot e^{-\mu_{aer}x_{aer}} e^{-\mu_p x_p} \cdot \varepsilon \cdot \Lambda \cdot S \cdot B(\mu r)$$

### 3. Modul de lucru

Se calculează unghiul solid, cu relația aproximativă:

$$\frac{\Omega}{4\pi} \approx \frac{S_{\text{det}}}{4\pi r^2} = \frac{\pi D^2}{4\pi r^2} = \frac{D^2}{16r^2}, \text{ unde :}$$

D este diametrul cristalului scintilator,  $D = 2$  cm, iar r este distanța sursă - cristal (în cm).

Se măsoară numărul de impulsuri  $N$  produs de sursă în detector în timp de  $\Delta t = 10$  minute.

Se măsoară fondul  $F$ , timp de 10 minute.

Se calculează diferența :  $N - F$  și neglijând atenuările radiației, adică folosind aproximațiile:

$$e^{-\mu_{\text{aer}} x_{\text{aer}}} \cong 1; \quad e^{-\mu_p x_p} \cong 1; \quad f \cdot B(\mu r) \cong 1$$

obținem relația:

$$\Delta N = N - F = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot \varepsilon \cdot \Lambda \cdot S \cdot \Delta t \text{ sau } n = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot \varepsilon \cdot \Lambda \cdot S \quad (1)$$

unde pentru sursa de  $^{60}\text{Co}$  folosită avem  $\varepsilon = 20\%$ ,  $S = 2$ .

### METODA 2

Să considerăm un detector având fereastra circulară cu diametrul  $D = 2$  cm și o sferă cu raza  $R$  (vezi fig.1) unde planul ferestrei detectorului (plan aflat la distanța  $x$  de sursă) decupează o calotă sferică. Unghiul solid  $\Omega$  sub care este văzută fereastra detectorului din sursă, este dat de relația de definiție :

$$\Omega = \frac{\text{Aria calotei sferice}}{R^2} \quad (3)$$

Prin definiție, aria calotei sferice este dată de  $\text{Aria}_{\text{calota sferica}} = 2\pi R(R - x)$

Astfel: 
$$\frac{\Omega}{4\pi} = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{4 + (D/x)^2}} \quad (4)$$

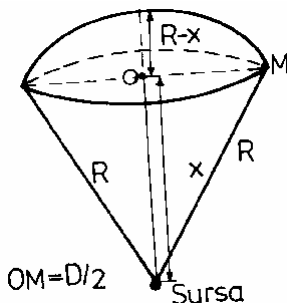


Fig. 1

Dar relația (1) privită ca o dependență  $n = n\left(\frac{\Omega}{4\pi}\right)$ , definește o dependență liniară între mărimea  $n$  și  $\frac{\Omega}{4\pi}$ ; panta acestei drepte este :

$$m = \frac{\Delta n}{\Delta\left(\frac{\Omega}{4\pi}\right)} = \epsilon S \Lambda \quad (5)$$

#### 4. Prelucrarea datelor experimentale

x (cm)	$\Omega / 4\pi$	t (s)	N (imp)	$n' = N/t$	$n = n' - f$
$\infty$ (fond de radiatii)	0	300	811	2.703333333	0
1.2	0.11588936	120	45909	382.575	379.8716667
4.6	0.011411818	120	7190	59.91666667	57.21333333
8	0.003861062	180	4903	27.23888889	24.53555556
11.3	0.001946442	240	3811	15.87916667	13.17583333

```
import math
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
def calculate_result(input_array):
    omegape4pi = []
    for value in input_array:
        result = 0.5 - (1 / math.sqrt(4 + (2 / value) ** 2))
        omegape4pi.append(result)
    return omegape4pi

x = [1.2, 4.6, 8, 11.3]
omega_pe_4pi = calculate_result(x)
print("valori in cm", x)
print("omega/ 4pi", omega_pe_4pi)
print("\n")
```

```

x_data = np.array([0.11588936, 0.011411818, 0.003861062, 0.001946442])
y_data = np.array([382.575, 59.91666667, 27.23888889, 15.87916667])

m, c = np.polyfit(x_data, y_data, 1)

slope = m
intercept = c

# Generarea punctelor pentru linia de regresie
x_fit = np.linspace(min(x_data), max(x_data), 100)
y_fit = slope * x_fit + intercept

plt.scatter(x_data, y_data, label=' ')
plt.plot(x_fit, y_fit, color='red')
plt.xlabel('$\frac{\Omega}{4\pi}$')
plt.ylabel('n (impulsuri/ s)')
plt.legend()
plt.title('Regresie Liniară')
plt.show()

# Afisarea pantei
print("Panta (impulsuri/ s):", slope)
e = 0.2
S = 2
Lambda = slope / (e * S)

# Afisare lambda
print("Valoarea activitatii absolute (impulsuri/ s): ", Lambda)

```

```

valori in cm [1.2, 4.6, 8, 11.3]
omega/ 4pi [0.11588936020131213, 0.01141181803859953, 0.0038610616431661304, 0.0019464415213783504]

Panta (impulsuri/ s): 3169.088365179513
Valoarea activitatii absolute (impulsuri/ s): 7922.720912948782

```

