

## Laborator 6

# DETERMINAREA COEFICIENTULUI DE ATENUARE MASICĂ PENTRU RADIATIA GAMMA

Alexandru Licuriceanu  
alicuriceanu@stud.acs.upb.ro

Data:	21 Noiembrie 2022
Grupa:	325CD

## 1. Scopul lucrării

Scopul lucrării este calcularea coeficientului de atenuare masică a radiațiilor  $\gamma$  pentru diferite materiale în vederea verificării legii de atenuare a radiației  $\gamma$  în substanță.

## 2. Teoria lucrării

Fenomenul de atenuare al intensității radiației  $\gamma$ , la trecerea printr-un strat de substanță se datorează atât unor fenomene de absorbție a energiei cuantelor  $\gamma$  de către atomii substanței, cât și unor fenomene de difuzie a acestor cuante. La energiile pe care le au cuantele  $\gamma$  emise de sursele radioactive ( $100 \text{ keV} \rightarrow 3 \text{ MeV}$ ) principalele procese de interacțiune ale radiației cu substanța sunt următoarele:

- Efectul fotoelectric,
- Efectul Compton,
- Formarea de perechi.

Efectul fotoelectric consta în scoaterea unui electron dintr-un atom atunci când acesta interacționează cu un foton. La energii joase, sub  $200\text{-}300\text{keV}$ , predomină efectul fotoelectric.

Efectul Compton constă în împrăștierea unui foton pe un electron liber sau aproape liber. El este predominant în zona energiilor medii, între  $200 \text{ keV}$  și  $2 \text{ MeV}$ .

Formarea de perechi electron-pozitron are loc în prezența unui nucleu atomic sau a altei particule, dacă energia fotonului este mai mare decât  $1.02 \text{ MeV}$ , adică energia corespunzătoare masei de repaus a celor două particule nou create. Diferența dintre energia fotonului incident și  $1.02 \text{ MeV}$  apare ca energie cinetică a electronului și a pozitronului formați și a nucleului de recul. La energii mai mari de  $\sim 2 \text{ MeV}$  predomină efectul generării de perechi.

### 3. Montajul experimental

Pentru acest experiment a fost folosită o sursă de radiații  $\gamma$  care conține un preparat de  $^{60}\text{Co}$ . Analiza datelor obținute de la detector se face cu ajutorul software-ului Phywe Measure. Dispozitivul experimental este ilustrat în figura 1 și este alcătuit din:

- Detector cu scintilații (D)
- Unitatea de operare a detectorului (UD)
- Computer pentru achiziția datelor (PC)
- Sursa de radiații (SR)
- Placuțe de plumb sau aluminiu (PB/AL)

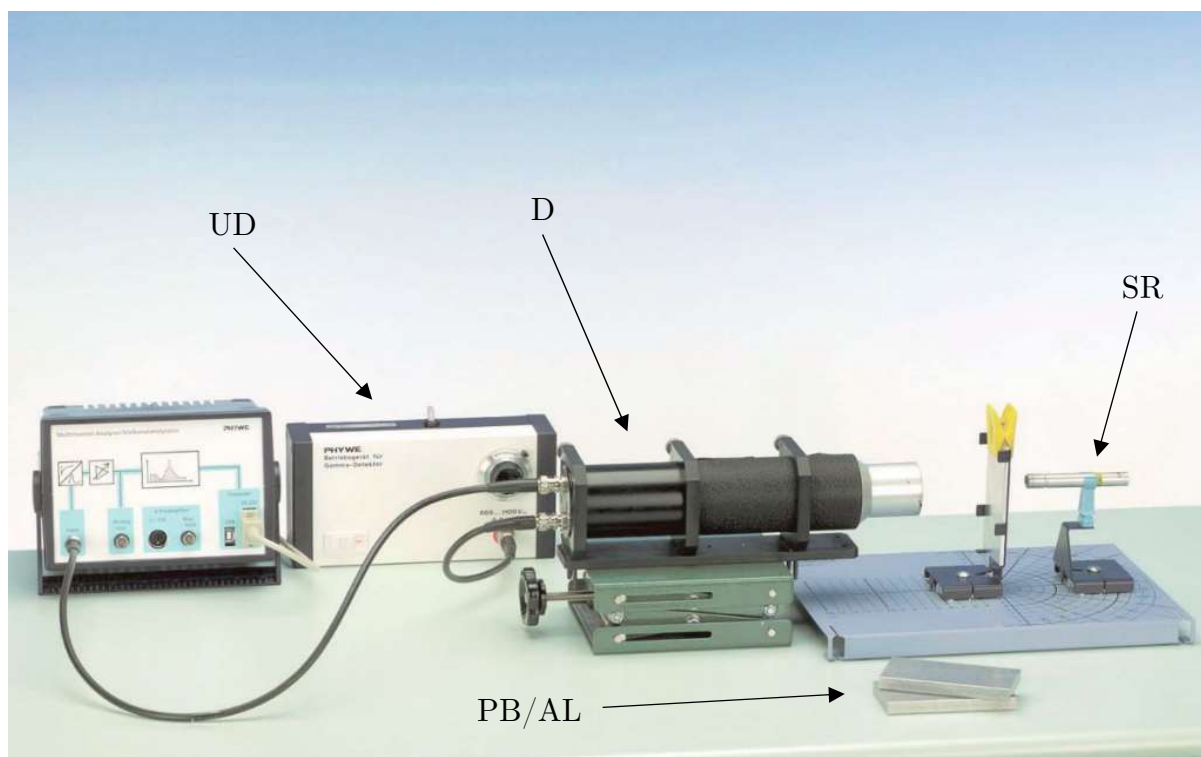


Figura 1. Dispozitivul Experimental.

### 4. Modul de lucru

- 4.1. A fost plasată în fața detectorului sursa de radiații  $^{60}\text{Co}$  de către asistentul de laborator.
- 4.2. Am pornit alimentarea detectorului cu scintilații și computer-ul cu care voi măsura numărul de impulsuri detectate.
- 4.3. Pentru fiecare măsurătoare cu plăcuțe am folosit un timp de măsurare de 120 de secunde.

- 4.4. Între detector și sursa de radiații am pus, pe rând, de la 1 până la 6 plăcuțe și cu ajutorul software-ului Measure am calculat numărul de impulsuri detectate și am notat valorile în tabelul 1.
- 4.5. Pasul 4.4 a fost executat atât pentru plăcuțele de plumb, cât și pentru cele de aluminiu.
- 4.6. La final, am înlăturat toate plăcuțele și am înregistrat spectrograma radiației de fond calculând numărul de impulsuri detectate fără plăcuțe. Rezultatul obținut a fost trecut în tabelul 1. Timpul pentru măsurarea impulsurilor primite prin aer a fost de 360 de secunde.

## 5. Prelucrarea datelor experimentale

- 5.1. Tabelul 1 conține rezultatele experimentale, în care  $x$  este grosimea plăcuțelor,  $t$  este timpul,  $A$  este aria cuprinsă între spectrogramă și axa  $Ox$ ,  $A'$  este intensitatea cu corecția de fond, iar  $f$  este intensitatea radiației de fond. Parametrul  $\mu$  reprezintă coeficientul de atenuare pentru materialul respectiv.

material	x (mm)	t (s)	A' (imp/s)	A = A' - f	ln A	$\mu$
Aer	$\infty$	360	220	91	4.51086	0
Pb	5	120	1857	1427	7.26333	0.5937
	10		1280	1028	6.93537	
	15		1066	825	6.71538	
	20		703	612	6.41673	
	25		576	484	6.18208	
	30		453	298	5.69709	
Al	5	120	2101	1569	7.35819	0.1004
	10		1995	1628	7.39511	
	15		1893	1321	7.18614	
	20		1766	1374	7.22548	
	25		1710	1315	7.18159	
	30		1628	1245	7.12689	

Tabelul 1. Rezultatele experimentale.

- 5.2. Dacă pe un strat de substanță de grosime  $x$  cade un fascicul de radiații  $\gamma$  cu intensitatea  $I$ , atenuarea produsă de strat se calculează cu formula:

$$-dI = \mu I_0 dx \Leftrightarrow I = I_0 e^{-\mu x}$$

Unde  $I_0$  este intensitatea fasciculului de radiații la intrarea în substanță. Pentru a determina coeficientul de atenuare am considerat că aria este proporțională cu intensitatea  $I$  a fasciculului, de unde rezultă ecuația:

$$A = A_0 e^{-\mu x}$$

5.3. Cu datele din tabel, am trasat graficul lui  $\ln A = f(x)$  pentru fiecare material în figura 2 și 3, transformând grosimea  $x$  din milimetri în centimetri.

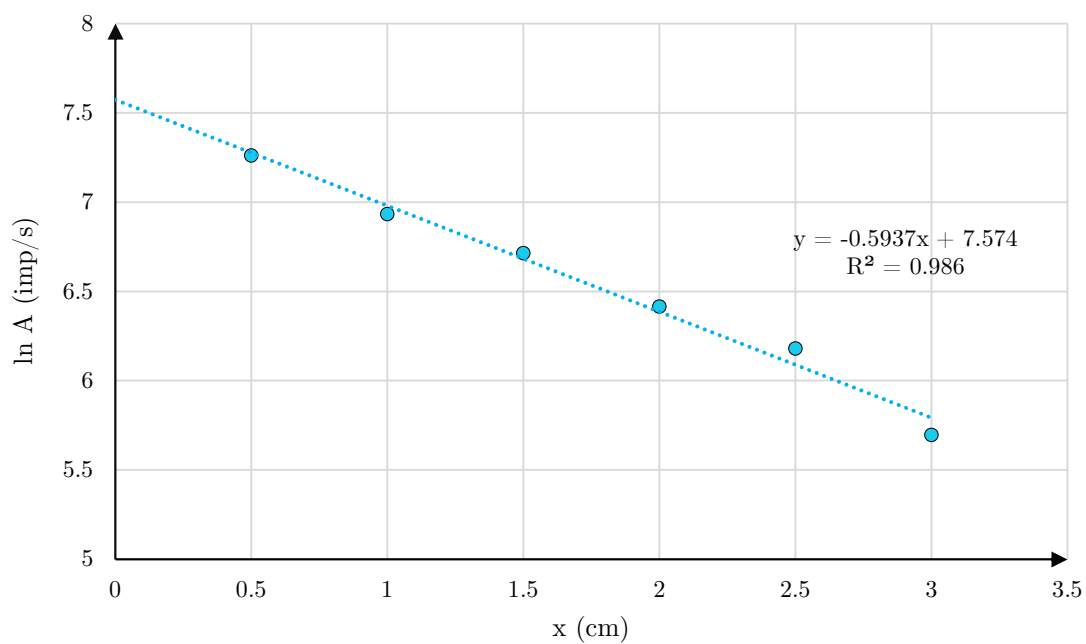


Figura 2. Plumb.

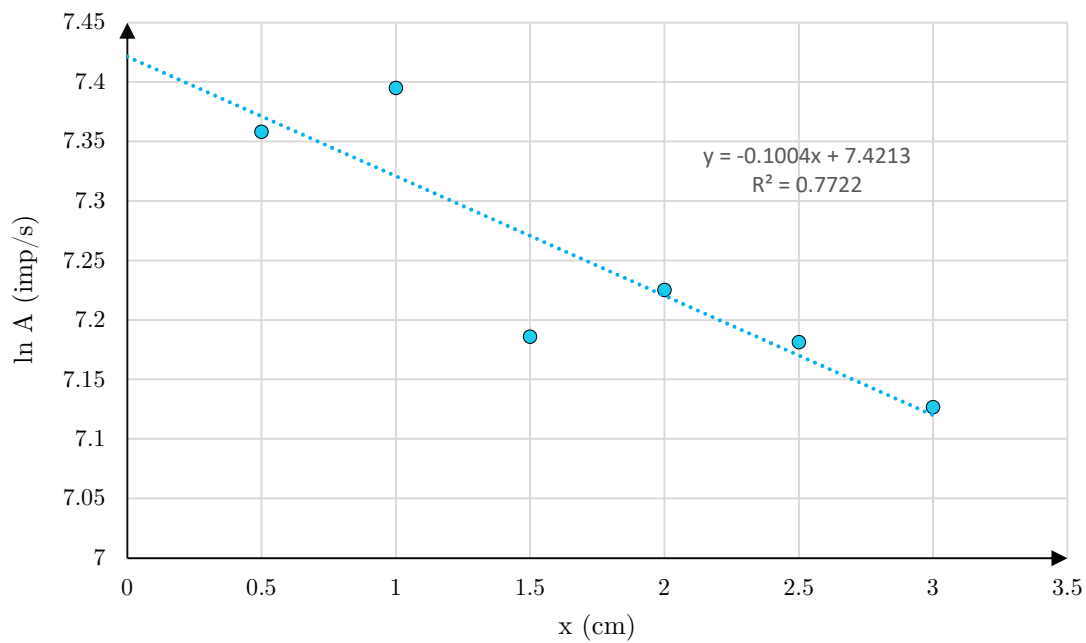


Figura 3. Aluminiu.

5.4. Din graficele din figura 2 și figura 3, rezultă coeficienții de atenuare pentru plumb și aluminiu:

$$\mu_{\text{plumb}} = 0.5937, \mu_{\text{aluminiu}} = 0.1004$$

Apoi am calculat în tabelul 2 coeficientul de atenuare masică pentru fiecare material, folosind formula:  $\frac{\mu}{\rho}$  unde densitățile  $\rho$  pentru fiecare material sunt:

$$\rho_{\text{plumb}} = 11.34 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{aluminiu}} = 2.7 \text{ g/cm}^3$$

material	$\mu$	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\mu/\rho \text{ (cm}^2\text{/g)}$
Pb	0.5937	11.34	0.0523
Al	0.1004	2.7	0.0371

Tabelul 2. Coeficienții de atenuare masică.