

VARIAȚIA COEFICIENTULUI DE ATENUARE PENTRU RADIAȚIA GAMMA CU ENERGIA

Scopul lucrării:

Inregistrarea, cu ajutorul unui analizor multicanal, a spectrelor de radiații emise de diferite surse radioactive, evaluarea energiilor de fotopeak și a rezoluției detectorului.

Principiul lucrării

Radiațiile gama au natură electromagnetică și frecvența foarte mare deci și energia lor este foarte mare, de ordinul megaelectronvolților. Ele rezultă în urma dezintegrărilor radioactive din nuclee excitate în reacții nucleare. Determinarea energiilor radiațiilor γ precum și a intensității lor (numărul de fotoni), constituie obiectul spectrometriei gama. Pentru o determinare eficientă a energiei radiațiilor emise și/sau a intensității lor este necesară cunoașterea modurilor de interacție a radiației γ cu substanța.

Principalele moduri în care radiația gamma interacționează cu materia sunt: **efectul fotoelectric intern, efectul Compton și producerea de perechi**. Alte interacții posibile sunt procesele de împrăștiere Rayleigh și Mie. Aceste interacții au diverse energii de prag și există anumite energii pentru care secțiunile eficace de interacție au valori mari pentru diferite materiale. Chiar dacă fotonii din fascicul au energie suficientă pentru a suferi orice tip de interacție nu toți fotonii suferă aceleași interacții. Acest lucru se petrece deoarece modul în care trebuie privită interacția fotonilor cu materia este unul statistic, probabilitatea de interacție fiind caracterizată cu ajutorul secțiunii eficace.

Efectul fotoelectric constă în scoaterea unui electron dintr-un atom atunci când acesta interacționează cu un foton. El este predominant la energii joase (mai mici decât 300 keV), motiv pentru care, în spectrograma specifică unei surse, acest efect produce un fotopeak localizat în zona primelor canale.

Efectul Compton constă în împrăștierea unui foton pe un electron liber sau aproape liber. El este predominant în zona energiilor medii (între 200 keV și 2 MeV) și este evidențiat în spectrograma sub forma unui peak foarte larg cu înălțime considerabil mai mică decât cea a fotopeak-ului (creasta Compton). Fotonii care interacționează prin împrăștiere Compton cu materialele din jurul detectorului sub un unghi foarte mare (peste 110° - 120°) vor da în spectrograma un varf numit peak de retroîmprăștiere.

Când un foton de energie mare (peste 1,022 MeV), interacționează cu un câmp electromagnetic intens, precum acela produs de un nucleu, energia sa poate fi convertită în pereche electron-positron. **Producerea de perechi** este un exemplu clasic al teoriei relativității a lui Einstein. Energia rămasă după proces se împarte între electron e^- și pozitron e^+ dar aceasta nu este împărțită în mod egal. Pozitronul primește un exces de energie

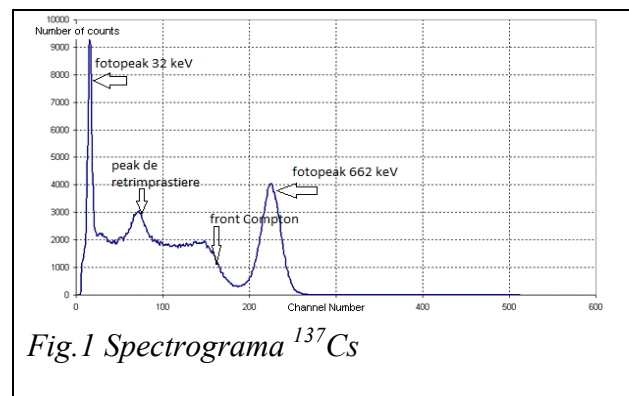


Fig.1 Spectrograma ^{137}Cs

deoarece asupra pozitronului acționează o forță de respingere din partea nucleului, iar electronul este încetinit. Și acest proces va genera în histograma un peak bine conturat, localizat la capătul spectrului, în zona energiilor foarte înalte. Un exemplu de spectrograma este cea pentru ^{137}Cs prezentată în Fig.1

La trecerea radiației gamma printr-un material de grosime x , are loc o atenuare a intensității radiației date de legea :

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

unde I_0 reprezintă intensitatea fasciculului de radiații la intrarea în substanță ($x=0$), iar I este intensitatea fasciculului după traversarea stratului de grosime x . Coeficientul μ reprezintă inversul grosimii pentru care intensitatea fasciculului se reduce de e ori. Valoarea lui depinde de natura materialului atenuator dar și de energia cuantelor gamma incidente.

Dispozitivul experimental

Dispozitivul experimental (Fig.2) este alcătuit din: suport pentru sursa de radiații (A), detector cu scintilații (B), unitate de operare pentru detector (C), analizor multicanal (D) și computer pentru achiziția datelor și prelucrarea datelor.

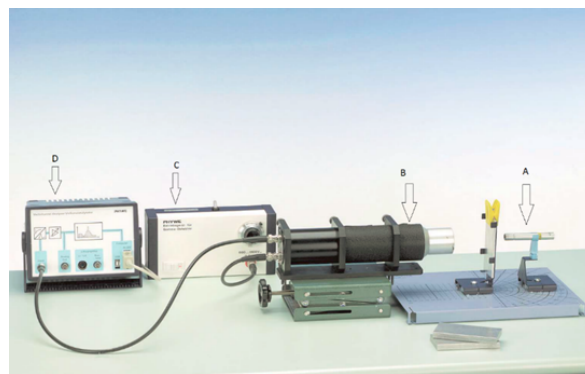


Fig. 2 Dispozitivul experimental

Modul de lucru:

1. Se alimentează lanțul spectrometric de la priză și se pun în funcțiune: calculatorul, sursa de înaltă tensiune pentru detector (aveți grijă să fie inițial pusă pe valoarea zero).
2. Se setează valoarea tensiunii pe detector între 700 V și 760 V (diviziunea 2 în fereastra și maxim 30 pe tamburul circular)
3. Se pornește calculatorul, se intră în programul de măsurare PHYWE iar în fereastra deschisă se selectează opțiunea *Spectra recording* (Fig.3)

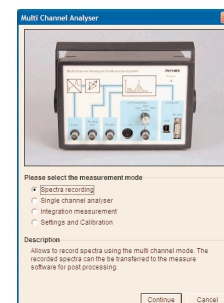


Fig.3 Fereastra de start pentru analizorul multicanal (MCA)

4. În fereastra ce se deschide pe ecran, (Fig.4) se fixează amplificarea (**Gain**) pe valoarea 1 și se alege Channel number ca parametru pe axa Ox. Se debifează comanda Start/Stop pentru a întrerupe înregistrarea necontrolată și se resetează datele.
5. Se fixează sursa de ^{22}Na în suport la aproximativ 15 cm de detector și se înregistrează spectrul de radiații timp de aproximativ un minut (pana la apariția clară a foticicurilor).

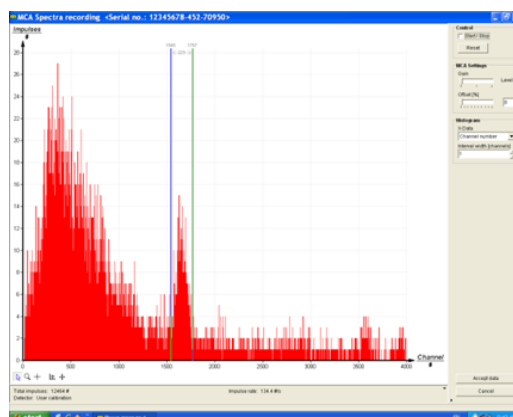


Fig. 4 Fereastră pentru înregistrarea unui spectru de radiații – Exemplu pentru ^{22}Na , cu amplificare 4

- Cu ajutorul iconitei *set marker* $\left[\begin{smallmatrix} + \\ \updownarrow \end{smallmatrix} \right]$, (din partea stanga, jo a ferestrei) se determina canalele limita ale foticicului notate N_{min} si N_{max} . Datele se trec in Tabelul 1.
6. Se inchide fereastra si se incepe o noua serie de masuratori alegand din meniul principal optiunea *Integration measurement*.

In noul panou de masurare, se fac urmatoarele setari:

- In fereastra *lower limit channel* se trece valoarea N_{min} inregistrata anterior
 - In fereastra *upper limit channel* se trece valoarea N_{max} inregistrata anterior
 - timpul de masura 60 s
 - *gain level* 1
 - x data: ***title grosime, symbol x, unit cm***
7. Se porneste procesul de masurare iar dupa un minut apare fereastra din Fig.5. Se noteaza in valoarea pentru x (0 cm) si *Accept data*. Marimea x reprezinta grosimea stratului atenuator de aluminiu pus intre sursa si detector.
 8. Se plaseaza suportul pentru placi la jumatarea distantei dintre sursa si detector si se pune in el placuta de 0,5 cm. Se inregistreaza din nou numarul de impulsuri si se noteaza in fereastra corespunzatoare x-values valoarea 0,5. Se repeta procedeul si pentru alte grosimi ale placutelor de aluminiu (1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 2.5 cm). In final se va obtine un grafic similar cel din Fig. 6. Deoarece latimea ferestrei a fost mentinuta constanta pe durata masuratorilor iar intensitatea radiatiilor gamma incidente pe detector este proportionala cu numarul de impulsuri, putem considera ca acest grafic satisface legea $I = I_0 e^{-\mu x}$

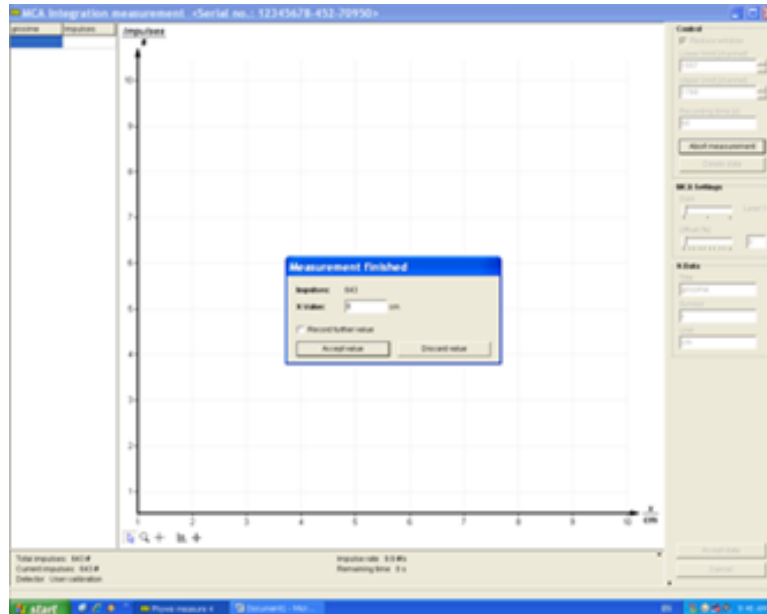


Fig. 5 Fereastră pentru înregistrarea numărului de impulsuri într-o fereastră cu lățimea determinată (cuprinsă între N_{min} și N_{max})

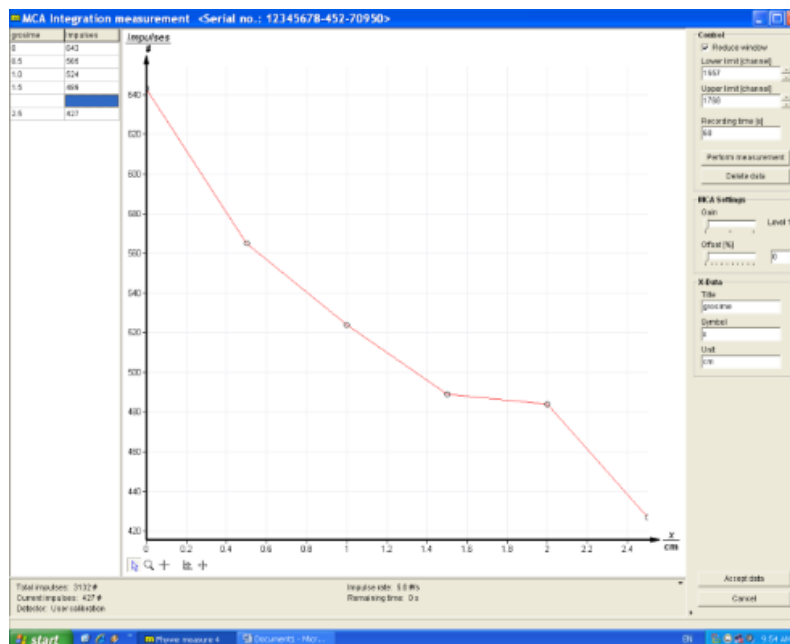


Fig. 6 Înregistrări ale numărului de impulsuri pentru grosimi ale stratului de aluminiu cuprinse între 0 cm și 2.5 cm

9. După salvarea datelor (*Accept Data*), din secțiunea *Analysis* se alege *Function fitting*. În fereastra deschisă se alege opțiunea *other function* și se scrie expresia funcției de fitat $a \cdot e^{(-bx)}$ unde $b = \mu$ reprezintă coeficientul de atenuare liniară. (Fig. 7). Se notează valoarea coeficientului de atenuare în Tabelul 1.

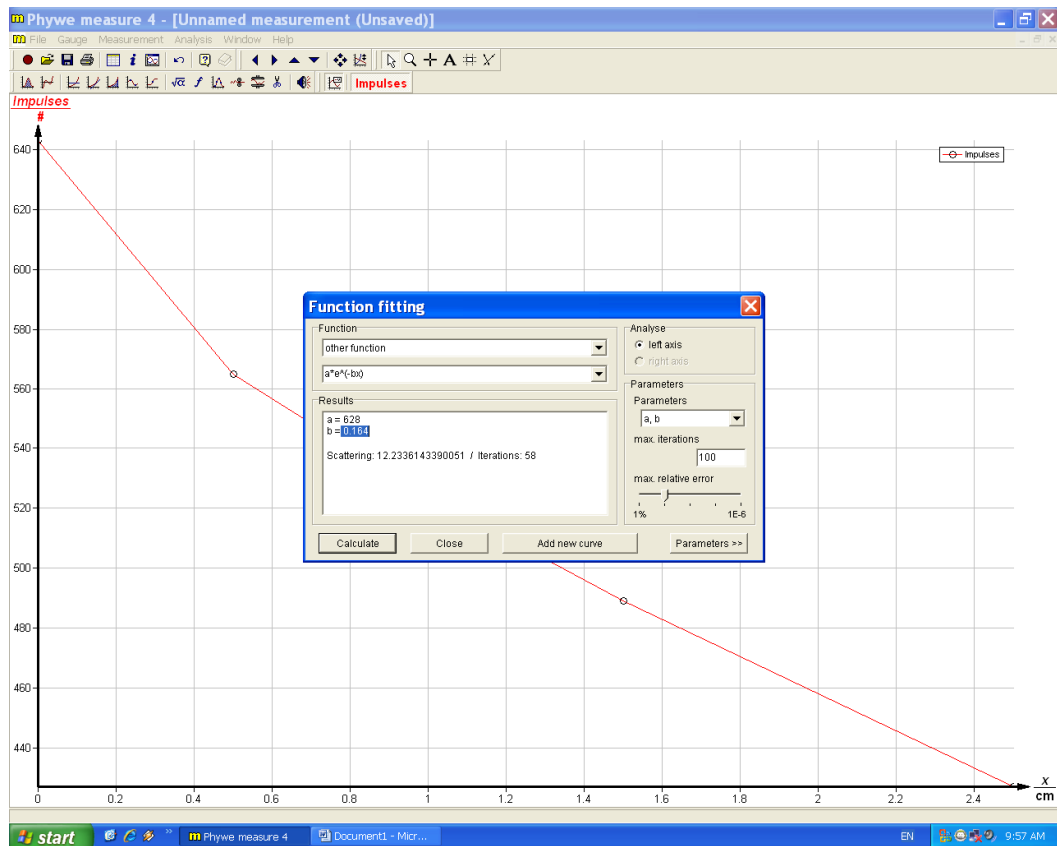


Fig. 7 Fitarea distributiei intensitatii radiatiilor gamma in functie de grosimea materialului absorbant

10. Se repeta masuratorile pentru toti nuclizii prezentati in Tabelul 1 fixand fereastra de masurare pentru *Integration measurement* pe foticipuri.

Atentie! Pentru Am se va seta nivelul de amplificare (Gain) pe nivelul 4.

11. In final, Se reprezinta grafic dependenta coeficientului de atenuare in functie de energie.

Tabelul 1.

Nuclid	Energie foticip E [keV]	Nmin	Nmax	Coeficientul de atenuare μ [cm ⁻¹]
²⁴¹ Am	59,5			
²² Na	511			
¹³⁷ Cs	632			
⁶⁰ Co	1173			
	1332			

Anexa1:

Schemele de dezintegrare pentru sursele de radiații ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{22}Na și ^{60}Co :

