



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências
Departamento de Física

Espectroscopia

Autores: Libanga, Guilhermina; Docole, Amilton Joao e Miocha, Ezequias Nelson
Curso: Física Aplicada

Trabalho Laboratorial 01 : Avaliação da absorção da Radiação ionizante por materiais

1 Introdução

As radiações ionizantes estão presentes no cotidiano, sendo parte de diversos processos analíticos na indústria e na medicina. Para que estes fenômenos possam ser utilizados em benefício da humanidade e em condições adequadas de segurança, é muito importante o conhecimento dos processos de interação da radiação com a matéria e das diferentes formas de detecção.[1]

1.1 Objectivos

- Determinar o coeficiente de atenuação do Chumbo e ferro à radiação gama;
- Avaliar a atenuação e o poder de penetração das radiações ionizantes.

2 Resumo Teórico

A radioactividade pode ser definida como sendo o fenómeno desintegração espontânea ou induzida dos núcleos de um ou mais átomos.[1]

Vejamos as 3 radiações ionizantes:

- Partículas alfa (α):As partículas alfa têm um alcance no ar inferior a 10 cm. São barradas por papel, roupas e pela pele
- Partículas beta (β):Como as partículas beta são constituídas de elétrons bem mais leves e de maior velocidade que as partículas alfas, elas penetram mais na matéria. Assim, elas podem atravessar até 1 mm de alumínio e no ar, podem alcançar até 13 m.
- Raios gama (γ):A penetrabilidade dos raios gama é muito maior,O alcance no ar é muito grande. São barradas por placas de chumbo de 3 cm de espessura.

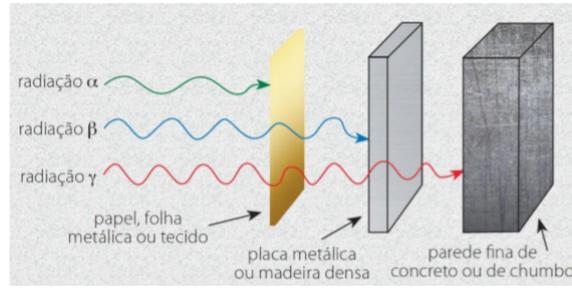


Figura 1: penetração das radiações alfa, beta e gama.

3 Metodologia

A energia da radiação emitida pela fonte radioactiva é dada como:

$$E_x = \sqrt[3]{\frac{N}{0.476}} \quad (1)$$

Onde: N é o número de partículas transmitidas na presença do material de blindagem.

$$N = N_0 \exp[-(\eta)d] \quad (2)$$

Onde: N_0 é determinado experimentalmente e representa o número de partículas transmitidas na ausência do material de blindagem; d é a espessura do material e η é o coeficiente de atenuação da radiação.[2]

O valor médio determinado do número de contagens deverá ser expresso como:

$$N_c = \frac{N}{1 - N\tau}; \text{ sendo } \tau = \frac{N_1 + N_2 - N_{12}}{2N_1N_2} \quad (3)$$

Onde: N_c representa o número de partículas transmitidas na presença do material de blindagem corrigido em relação ao tempo morto; τ representa o tempo morto do detector.

Os valores de N_1 e N_2 representam as taxas de contagens directamente medidas com coreção do fundo para cada fonte emissora, e N_{12} as taxas devido a contribuição de radiação conjunta das duas fontes com coreção do fundo.[2]

3.1 Material usado

1. Paquímetro(1);
2. Contador Geiger-Muller(1);
3. Cabo de Geiger(1);
4. Fontes radioactivas A (1) e B (1);
5. Placas de Chumbo(3) e Ferro(3).

3.2 Modos de Execução Experimental

3.2.1 Calibração da experiência: Determinação do tempo morto

- Com o sistema sem fonte de radiação ionizante, mediu-se as contribuições do fundo durante 60 segundos e registou-se na tabela e Repetiu-se o procedimento para mais 5 medições diferentes;

- Mediu-se as contribuições individuais e depois conjuntas das fontes desconhecidas A e B e registou-se na tabela.

3.2.2 Determinação do coeficiente de atenuação no chumbo e ferro

- Posicionou-se a fonte radioactiva A na base do suporte das placas;
- Estimou-se a distância entre a fonte radioactiva e a janela do detector;
- Mediu-se e registou-se as contribuições da fonte A para 5 posições diferentes;
- Repetiu-se o procedimento anterior para uma posição fixa, mediu-se as contribuições da fonte adicionando as placas para obter medidas de contagens em 3 espessuras diferentes e registou-se na tabela.

4 Resultados e Discussão

Assegur temos abaixo as tabela da calibração da experiencia, i.e, A determinação do tempo.

Tempo Morto				
Medições	sem fonte	fonte A	fonte B	fontes A e B
1 ^a	14	25	17	11
2 ^a	13	16	19	10
3 ^a	15	16	14	13
4 ^a	17	14	20	14
5 ^a	16	13	43	15
$\sum x_i$	75	84	113	63
\bar{x}	15	16.8	22.6	12.6
$Err_{(ab)}$	15 ± 1.5	16.8 ± 3.2	22.6 ± 8.1	12.6 ± 1.7

Tabela 1: Calibração do material

A tabela abaixo corresponde as medições do coeficiente de atenuação no chumbo e ferro.

Espessura de 1 cm			
Medições	distancia (cm)	Ferro(A_2)	Chumbo(A_2)
1 ^a	13	170	124
2 ^a	13.8	157	140
3 ^a	12.5	142	122
4 ^a	14	148	171
5 ^a	15	133	139
$\sum x_i$	68.3	750	696
\bar{x}	13.66	150	139.2
$Err_{(ab)}$	13.66 ± 0.7	150 ± 12.8	139.2 ± 13.04

Tabela 2: Fonte A_2 em 5 posições diferentes para ferro e chumbo

Onde \bar{x} é o valor médio cuja a forma é dada pela Equação 4:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (4)$$

O erro absoluto indica a incerteza com que uma determinada medição é realizada e é dada pela seguinte fórmula e o resultado final da medição :

$$\Delta x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|; x = \bar{x} \pm \Delta x(\text{Unidades}) \quad (5)$$

Espessuras diferentes a posição fixa de 13 cm						
Medições	Fe(0.01 cm)	Fe(12.85 mm)	Fe(1 cm)	Pb(0.5 cm)	Pb(1.5 cm)	Pb(1 cm)
1 ^a	162	118	169	97	69	111
2 ^a	130	118	162	93	58	109
3 ^a	156	83	142	126	63	101
4 ^a	166	101	148	102	78	120
5 ^a	136	116	134	93	60	118
$\sum x_i$	750	533	755	511	328	659
\bar{x}	150	106.6	151	102.2	65.6	131.8
$Err_{(ab)}$	150 ± 13.6	106.6 ± 12.28	151 ± 11.6	102.2 ± 9.52	65.6 ± 6.24	131.8 ± 20

Tabela 3: Medidas de contagens em 3 espessuras diferentes a posição fixa

Agora vamos a determinação do tempo morto da tabela 1, usando a equação 3:

$$\tau = \frac{N_1 + N_2 - N_{12}}{2N_1N_2} = \frac{16.8 + 22.6 - 12.6}{2 \cdot 16.8 \cdot 22.6} = \frac{26.8}{749.28} = 0.03576$$

A distância estimada entre a fonte radioactiva A e a janela do detector é $13 \pm 0.5 \text{ cm}$

A tarefa a seguir é determinar o coef de atenuação usando a eq 2 onde vamos isolar o η . teremos: $\eta = \log \frac{N}{N_o} \cdot \frac{1}{N}$

Para Fe com espessura 0.01 cm

temos $d = 0.9 \text{ cm}$; $N_c = 150$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3 obteremos o $N = 144.75$ e conseqüentemente temos que: $\eta = -0.251 \text{ cm}$.

Para Fe com espessura 12.85mm

temos $d = 12.85 \text{ mm}$; $N_c = 106.6$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3 obteremos o $N = 102.162$ e conseqüentemente temos que: $\eta = -0.149 \text{ mm}$.

Para Fe com espessura 1 cm

temos $d = 1 \text{ cm}$; $N_c = 151$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3 obteremos o $N = 145.715$ e conseqüentemente temos que: $\eta = -2.27 \text{ cm}$.

Para Pb com espessura 0.5 cm

temos $d = 0.5 \text{ cm}$; $N_c = 102.2$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3 obteremos o $N = 98.623$ e conseqüentemente temos que: $\eta = -3.766 \text{ cm}$.

Para Pb com espessura 1.5 cm

temos $d = 1.5 \text{ cm}$; $N_c = 65.6$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3 obteremos o $N = 63.304$ e conseqüentemente temos que: $\eta = 0.959 \text{ cm}$.

Para Pb com espessura 1 cm

temos $d = 1 \text{ cm}$; $N_c = 131.8$; $\tau = 0.035$; e $N_o = 15$ substituindo estes valores na eq 3

obteremos o $N = 127.187$ e consequentemente temos que: $\eta = -2.167 \text{ cm}$.

É importante notar que os erros observados tem razões fundamentais que são falhas no equipamento e falhas humanas assim como as condições ambientais.

Assegur vamos mostrar a relação entre a taxa de variação e a espessura dos 2 materiais

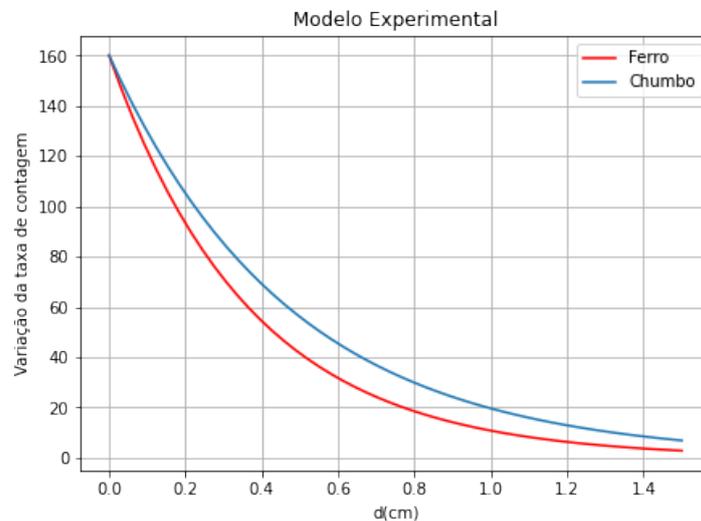


Figura 2: taxa de variação e a espessura dos 2 materiais. Fonte: Autores

Quando coloca-se as placas a distâncias muito maiores em relação ao detector, ela para o ferro apresenta maiores valores e para o chumbo menores valores, mas não é algo constante pois as pulsações variam mas acreditamos que seja por alguma margem de erro da calibração.

5 Conclusão

No âmbito da realização do experimento o grupo conseguiu cumprir todas as tarefas colocadas isto é os objetivos colocados foram cumpridos com muito trabalho e debate do grupo.

Referências

- [1] Paulo R. Costa. Interação da radiação com a matéria. *DFN/IFUSP*, 2007.
- [2] Departamento de Física. Guia do laboratório de espectroscopia. *UEM*, 2022.