



TÉCNICO LISBOA

LFEA-I - Logbook de Análise da Experiência da Radiação Alfa

102474 Salvador Torpes

102633 Sofia Nunes

102650 Estêvão Gomes

102716 Pedro Curvo

Grupo 1D 2022/2023

5 de junho de 2023

1 Espectroscopia de precisão de fonte emissora α

1.1 Seleção da Região de Trabalho

Realizaram-se aquisições unicamente com uma fonte de Amerício-241, dado que a utilização da fonte de Polónio-210 não seria relevante. O Polónio-210 tem um tempo de semi-vida de 138 dias e a fonte já tinha vários anos, pelo que o número de contagens registado seria extremamente reduzido.

Com recurso à página nucldata.nuclear.lu.se/toi [3] obtivemos os picos de energia de maior relevância para o Amerício, os quais são 5388.23 keV com 1.6% de probabilidade, 5442.80 keV com 13% de probabilidade e 5485.56 keV com 84.5% de probabilidade. Verificámos que os picos se encontram todos entre os 5 MeV e 6 MeV.

Durante a primeira parte deste trabalho, utilizamos o amplificador de janela do detetor. Para confirmar qual a melhor gama de energias a utilizar durante a atividade experimental, realizamos uma aquisição rápida de dados, na qual fomos mudando o intervalo de energias e observando onde se encontravam os picos do Amerício. Tentamos perceber qual a região na qual os picos se encontravam mais centrados e com maior resolução. Concluímos que, tal como os valores tabelados anteriores indicam, a melhor gama de energia é a de 5-7 MeV, tendo sido esta a escolhida para o decorrer do procedimento.

1.2 Calibração do Sistema

Com o objetivo de calibrar o sistema, recorremos a um pulser. De modo a encontrar uma relação entre a energia dos pulsos e os canais do MCA, fizemos uma aquisição de dados para quatro pulsos diferentes durante 120 segundos cada. Obtivemos os seguintes dados:

Energia [Unidades de Pulser]	Centróide [Chn]
5.00 ± 0.01	290.46 ± 0.04
5.50 ± 0.01	581.59 ± 0.03
5.75 ± 0.01	726.21 ± 0.03
6.00 ± 0.01	875.37 ± 0.03

Tabela 1: Calibração com pulser (120 segundos)

Devido à descalibração do pulser, não podemos considerar a energia que este indica para cada em pulso em MeV como correta. Assim sendo, vamos realizar uma calibração com uma reta do tipo $E = mx + b$ em que a energia é dada em unidades de pulser e x é o canal do MCA. Supostamente, deveríamos converter a energia de unidades de pulser para MeV recorrendo a um dos picos da emissão fonte de polónio. Como esta fonte não estava disponível para ser utilizada, vamos realizar a conversão das unidades de energia com os dados disponíveis na secção 1.3, recorrendo do pico de emissão mais intenso do Amerício. Obtivemos a seguinte reta de ajuste entre a energia em unidades de pulser e os channels:

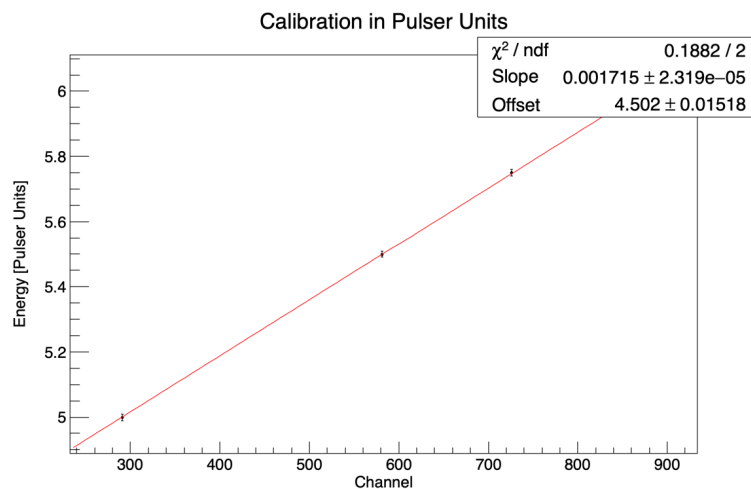


Figura 1: Calibração com pulser em unidades de pulser

Esta calibração para a energia em unidades de pulser é dada pela reta de ajuste:

$$E = 0.001715\text{Chn} + 4.502 \quad (1)$$

Para obter a calibração em MeV, começamos por obter o channel do MCA correspondente ao 3º pico do Amerício (pico mais intenso e mais energético na figura 3). Para isso, utilizamos o valor de ajuste do centróide desse pico que se encontra na tabela 2, sendo ele igual a 474 Chn. Pela equação 1, sabemos que 474 Chn correspondem a 5.32 unidades de energia de pulser. Sabendo que este pico do amerício corresponde a uma energia de 5485.56 keV, convertemos os 4 valores de energia em unidades de pulser presentes na tabela 1

para keV e voltamos a traçar a reta de calibração, obtendo o seguinte gráfico:

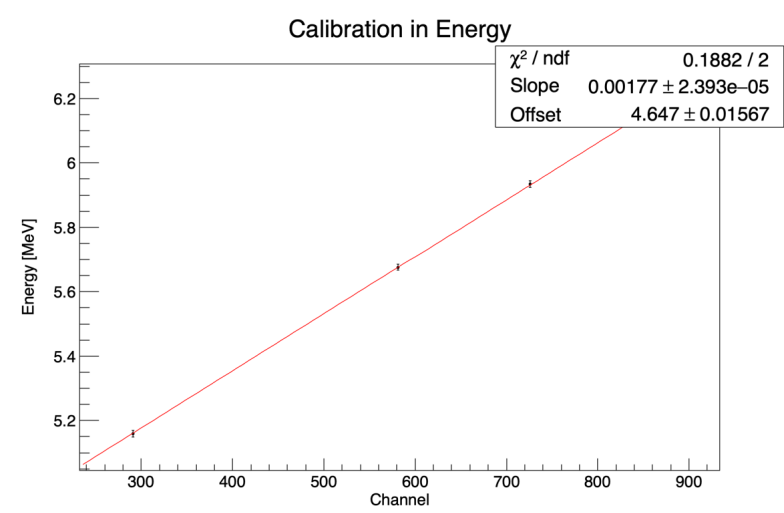


Figura 2: Calibração com pulser em MeV

Obtemos assim a calibração da energia em keV, sendo a equação de ajuste dada por:

$$E = 0.00177\text{Chn} + 4.647 \tag{2}$$

Note-se que apenas podemos obter a equação de calibração em keV através conversão de unidades de energia de pulser para keV uma vez que assumimos que o pulser utilizado é linear. Através da análise do gráfico 1, podemos concluir que este pulser é de facto linear na região de trabalho deste procedimento experimental, não havendo repercussões que coloquem em risco a veracidade dos dados obtidos.

1.3 Estudo do espectro de energia do Amerício-241

Com o pulser desligado, adquirimos o espectro do Amerício-241 durante 120 segundos, tendo obtido os seguintes dados:

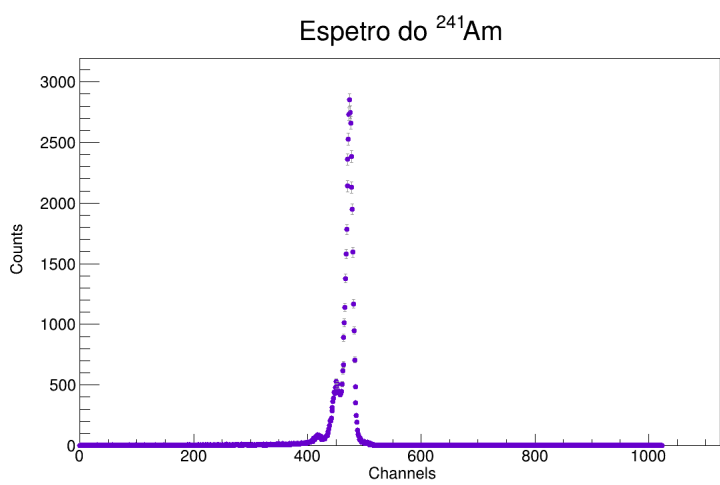


Figura 3: Espectro do Amerício-24

Verificamos a existência de 3 principais picos de energia consecutivos e com intensidade crescente, tal como era esperado. Foi feito um ajuste gaussiano a cada um dos picos, com uma equação de ajuste da forma:

$$y = \sum_{i=1}^3 C_i \exp\left(-\frac{(x - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) \tag{3}$$

Obteve-se o seguinte gráfico:

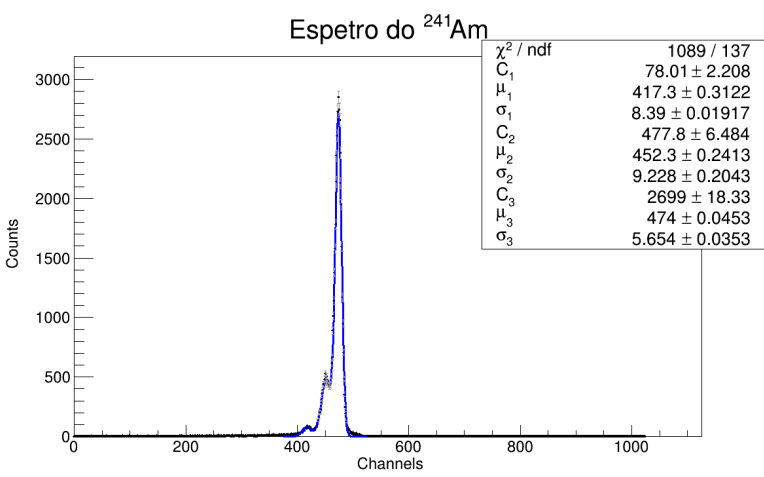


Figura 4: Ajuste ao espectro do Amerício-24

Assim, os parâmetros obtidos para as gaussianas de ajuste a cada um dos três picos são:

Parâmetros de Ajuste	C_i	μ_i	σ_i
Pico 1	78.01 ± 2.21	417.3 ± 0.3	8.39 ± 0.02
Pico 2	477.8 ± 6.5	452.3 ± 0.2	9.228 ± 0.204
Pico 3	2699 ± 18	474 ± 0	5.654 ± 0.035

Tabela 2: Parâmetros de ajuste do espectro do Amerício

Recorrendo à calibração obtida na secção 1.2 com a reta 2, calculamos os valores experimentais para a energia de cada um dos três picos e, sabendo os valores tabelados [3], calculamos o erro relativo associado a cada um deles, obtendo os seguintes valores:

	Energia Teórica [MeV]	Centróide [MeV]	Erro Percentual
Pico 1	5.39	5.22	3.15%
Pico 2	5.44	5.28	2.94%
Pico 3	5.49	5.32	3.09%

Tabela 3: Valores Experimentais dos Picos de Energia do Espectro do Am-241

Devido aos erros relativos reduzidos que obtivemos, podemos concluir que o elemento é de facto o amerício.

1.4 Identificação do Espectro

Realizamos uma aquisição de dados de 240 segundos, verificando a existência de 3 picos. Considerando que esses picos são acontecimentos independentes, a probabilidade do acontecimento relativo a um dado pico é dada por:

$$P_i = \frac{A_i}{\sum_j A_j} \tag{4}$$

Caso não tivéssemos conhecimento da nossa fonte, poderíamos identificá-la com recurso ao espectro obtido, dado que temos os valores das energias dos picos, assim como as suas respetivas probabilidades.

Como se verifica no gráfico do espectro acima, ajustamos uma gaussiana a cada um dos picos, tendo obtido as respetivas áreas:

Centróide [MeV]	Área	Probabilidade Experimental [%]	Probabilidade Teórica [%]
5.22	1604.2	2.77 ± 0.01	1.6
5.28	11279.8	19.45 ± 0.01	13
5.32	45119.3	77.79 ± 0.01	84.5

Tabela 4: Áreas e Probabilidades Experimentais de cada Pico

Comparando as energias e probabilidades obtidas com os valores teóricos do Am-241, verifica-se que se obteve erros relativos de 72.86%, 49.59% e 7.94%, respetivamente para cada pico. A relação entre as áreas das distribuições Gaussianas e a soma total de suas probabilidades é de 100%. Além disso, é importante destacar que quanto maior for o erro na distribuição Gaussiana de maior probabilidade, maior será o erro proporcionalmente na distribuição Gaussiana de menor probabilidade, devido à propagação exponencial do erro. Portanto, para a avaliação do erro, é recomendado basear-se no pico de maior amplitude. Podemos concluir que a fonte é o Amerício 241, tal como esperado.

1.5 Resolução em Energia

O estudo da resolução em energia mede a capacidade do detetor em distinguir dois valores de energia próximos. A resolução em energia é dada por:

$$R = \frac{\Delta E}{E} = \frac{FWHM}{E} \tag{5}$$

Obtivemos a resolução em energia para cada um dos três picos, encontrando-se os valores registados na seguinte tabela:

Energia [MeV]	FWHM [Chn]	R
5.22	10.64	2.04
5.28	10.64	2.02
5.32	10.63	2.00

Tabela 5: Resolução em Energia

Analisando os dados, verificamos que o pico com a melhor resolução em energia é o pico mais energético. Concluimos também que a resolução da energia de um pico é decrescente com a energia do mesmo, isto é, picos mais energético têm uma melhor resolução.

2 Estudo de atenuação de partículas α na matéria

2.1 Calibração do Sistema

Com vista ao estudo da atenuação de partículas α na matéria, trocamos o amplificador de janela para o amplificador linear. Como alteramos o amplificador, foi necessário realizar uma nova calibração. De modo a encontrar uma relação entre a energia dos pulsos e os canais do MCA, fizemos uma aquisição de dados para quatro pulsos diferentes durante 120 segundos cada. Obtivemos os seguintes dados:

Energia [Unidades de Pulser]	Centróide [Chn]
5.00 ± 0.01	667.90 ± 0.01
5.50 ± 0.01	735.94 ± 0.01
5.75 ± 0.01	769.51 ± 0.01
6.00 ± 0.01	804.45 ± 0.01

Tabela 6: Calibração com pulser (120 segundos)

A amostra de Amerício encontrava-se dentro da câmara do detetor pelo que registamos os channels correspondentes ao seu pico mais intenso na configuração com o amplificador linear (o mais energético), obtendo um valor de 710 Chn. Ajustando com uma equação da forma $E = mx + b$ os pontos (centróide, E), obtivemos a seguinte reta de ajuste entre a energia em unidades de pulser e os channels:

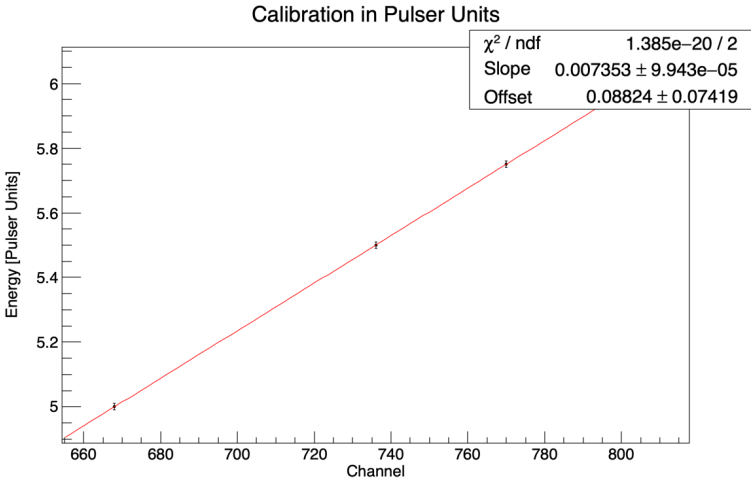


Figura 5: Calibração com pulser em unidades de pulser

A calibração para a energia em unidades de pulser é dada pela reta de ajuste:

$$E = 0.007353\text{Chn} + 0.08824 \tag{6}$$

A amostra de Amerício encontrava-se dentro da câmara do detetor pelo que, a partir do espectro obtido, conseguimos calcular o channel correspondente ao seu pico mais intenso na configuração com o amplificador linear (o mais energético), obtendo um valor de 710 Chn. Pela equação 6, sabemos que 710 Chn correspondem a 5.31 unidades de energia de pulser. Sabendo que este pico do amerício corresponde a uma energia de 5485.56 keV, convertemos os 4 valores de energia em unidades de pulser presentes na tabela 6 para keV e voltamos a traçar a reta de calibração, obtendo o seguinte gráfico:

Calibration in Energy

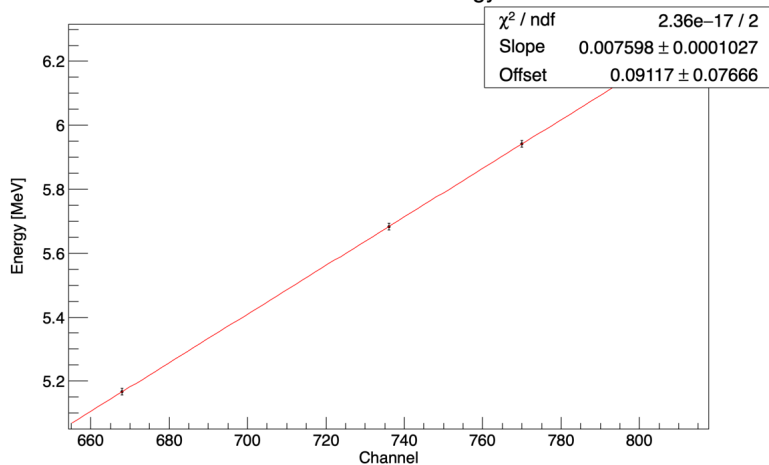


Figura 6: Calibração com pulser em MeV

Obtemos assim a calibração da energia em keV, sendo a equação de ajuste dada por:

$$E = 0.007598\text{Chn} + 0.09117 \quad (7)$$

2.2 Câmara com e Sem Ar

Para o estudo da atenuação das partículas α no ar, obtivemos o espectro do Amerício com ar na câmara e sem ar na câmara de vácuo. Realizamos aquisições durante 240 segundos e repetimos o processo para a fonte colocada nas 4ª e 8ª prateleiras do detetor, obtendo os seguintes dados:

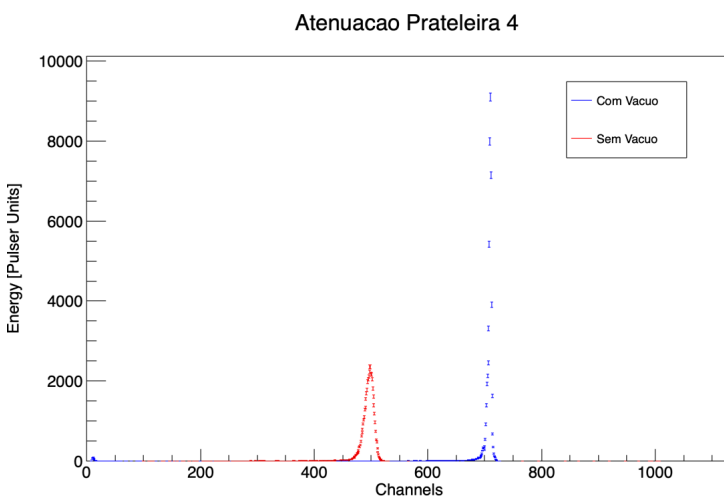


Figura 7: Espectro do Am na 4ª prateleira com e sem vácuo na câmara

Atenuacao Prateleira 8

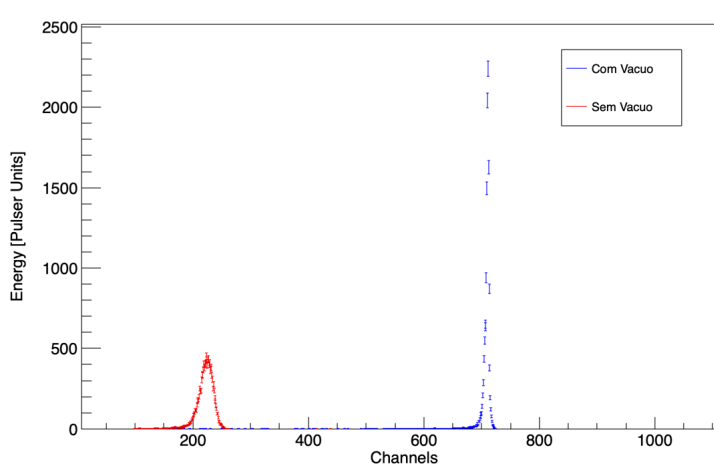


Figura 8: Espectro do Am na 8ª prateleira com e sem vácuo na câmara

Para cada um dos casos, retiramos os dados relativamente à análise do espectro fornecidos pelo MCA, encontrando-se os mesmos na seguinte tabela:

Prateleira	Counts Totais do Espectro	Centróide [Chn]
Am c/vácuo em 4	53330	709.78 ± 0.01
Am s/vácuo em 4	46459	496.11 ± 0.04
Am c/vácuo em 8	13903	710.60 ± 0.02
Am s/vácuo em 8	12617	224.74 ± 0.10

Tabela 7: Dados Relativos a cada um dos espectros

Observando os quatro espectros, podemos verificar que, tanto no caso da prateleira 4 como no caso da prateleira 8, o número de contagens é mais reduzido no caso em que há ar na câmara, pelo que podemos concluir que no ar há atenuação das partículas α . No caso em que a fonte se encontra na prateleira 8 (mais afastada do detetor), comparando com o caso em que se encontra na prateleira 4, o número de counts total diminui significativamente quando a fonte se encontra mais afastada, pelo que podemos concluir que o atenuamento das partículas α aumenta com o aumento da distância, como era de esperar.

Referências

- [1] Pedro Assis. "Guia de laboratório - Espectroscopia Alfa e perda de energia na matéria". Em: (2022). URL: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1970943312395925/G5-Alpha_v09.pdf.
- [2] Pedro Assis. "Manual de apoio - Espectroscopia Alfa e perda de energia na matéria". Em: (2022). URL: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1970943312395955/Alpha_apoio.pdf.
- [3] Tabela de Nucleótidos. URL: <http://nucleardata.nuclear.lu.se/toi/>. (Acedido: 03-06-2023).