



LFEUI - Notas Teóricas

Estêvão Gomes (ist1102650) Sofia Nunes (ist1102633)

Pedro Curvo (ist1102716) Salvador Torpes (ist1102474)

30 Novembro 2023

1 Acelerador de Partículas

O acelerador utilizado possui no seu interior um gás.

2 Lítio

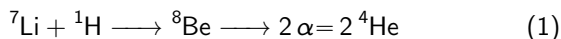
Vamos trabalhar com o lítio, um elemento altamente reativo, maioritariamente através de reações de oxidação com o vapor de água. A solução para trabalhar com este elemento é usar fontes inertes - uma fonte inerte de lítio consiste em lítio no interior de duas camadas de vidro. O vidro é composto por silicatos de boro.

3 Objetivo

O objetivo é obter o espectro de emissão de duas fontes diferentes, ambas contendo lítio.

4 Reação

A reação que pretendemos estudar envolve o choque de um átomo de lítio 7 com um protão, que resulta na formação de um átomo de berílio 8 que decai para duas partículas alfa (núcleo de hélio 4) - o decaimento é tão rápido que não é detetado.



Esta reação é idêntica para as duas amostras que vamos estudar.

Valor Q da reação

O valor Q da reação é a energia libertada na reação - é a energia que as partículas alfa possuem quando são emitidas. Calcula-se a partir da diferença de massa entre os reagentes e os produtos da reação:

$$\begin{aligned} Q &= \Delta mc^2 \\ &= c^2 (m_{\text{reagents}} - m_{\text{products}}) \\ &= c^2 (m_{{}^7\text{Li}} + m_{{}^1\text{H}} - m_{{}^8\text{Be}}) \end{aligned} \quad (2)$$

5 Processo Experimental

Queremos obter o espectro energético para perceber qual a energia com que as partículas são emitidas

6 Montagem Experimental

Temos um acelerador Tandem de 2.5 MeV, que acelera protões - temos 2 tubos de aceleração em paralelo o que faz com que a tensão à qual os partículas protões são aceleradas possa chegar aos 5 MV. Os dois tubos estão alinhados o que faz com que o protão seja 'duplamente' acelerado. Acelerar um protão a 5 MeV significa que a variação de energia cinética do eletrão desde o início do tubo (em repouso) até ao seu fim é de 5 MeV - este é o valor da diferença de potencial elétrico entre as duas extremidades/terminais do tubo de aceleração. Este acelerador possui um elevador de tensão - associação de condensadores e resistências que permitem aumentar a tensão.

Vácuo O feixe propaga-se ao longo dos dois tubos de aceleração que se encontra sobre um vácuo de 10^{-7} mbar. O vácuo é necessário para que as partículas não colidam com moléculas de ar e percam energia. Este vácuo é bastante bom sendo possível que existam colisão no caminho apesar de em média o número destas colisões é nulo. A este nível de pressão (10^{-7} mbar), existem cerca de 10^9 moléculas de ar por cm^3 . Na atmosfera normal (pressão de 1 bar) existem 10^{19} moléculas de ar por cm^3 - no vácuo intergaláctico temos 5 moléculas por cm^3 - apesar de o vácuo deste vácuo não ser comparável ao do espaço, é um vácuo bastante bom. Para estimar estas quantidades de partículas por cm^3 consideramos que a diferença de pressão entre a atmosfera normal e o vácuo e consideramos que o volume de um mol de gás é 22.4 L/mol na atmosfera normal - isto implica que há uma mol de moléculas por litro - 6.02×10^{23} moléculas por litro.

Eletroímã No nosso eletroímã, partículas com diferentes rácios carga/massa têm ângulos de deflexão diferentes - o ângulo de deflexão é inversamente proporcional ao rácio carga/massa. Este elemento é responsável por fazer com que todas as partículas que não os protões que se encontrem no feixe sejam desviadas para fora do feixe e por isso não atingem o sensor. É por isto que existe um grande benefício em ter um detetor não linear - filtração do feixe de partículas.

Detetores Vamos usar detetores de silício - a energia de uma partícula incidente no detetor é calculada a partir do número de pares electrão-buraco que são criados no detetor devido à sua passagem.

Eletrônica Existe um sistema de eletrônica digital responsável por fazer a leitura dos detetores e por enviar os sinais para o computador onde podemos observar os espectros obtidos.

7 Amostras

A atividade envolve o estudo dos espectros provenientes de duas amostras diferentes, ambas contendo lítio - uma amostra que é apenas um vidro composto por silicatos e óxidos e outra que é uma amostra com lítio implantado em silício.

Implantação A implantação é o processo de formação de amostras implantadas - para obter uma amostra de lítio 7 implantado em silício usou-se um feixe de lítio 7 com potência na ordem dos kilovolts - quanto maior a potência do feixe, maior é a profundidade a que o lítio é implantado no silício. Existe um fórmula que nos permite saber a profundidade a que o lítio é implantado no silício em função da potência do feixe de lítio 7 e da densidade do silício.

Diferenças O objetivo de estudar estas duas amostras é avaliar a diferença de espectros de emissão de partículas alfa provenientes de lítio 7 em diferentes profundidades.

Amostra	Descrição
Vidro Normal	Amostra formada por vidro normal com silício, lítio, boro e talvez outros resíduos - o lítio aparece na forma de óxido de lítio de modo a que seja pouco reativo. Esta amostra é homogênea na sua constituição ao longo de toda a sua espessura uma vez que o vidro é formado diretamente com os elementos.
Implantada	Amostra obtida através da implantação de uma camada de lítio numa amostra de silício (pura) - o que obtemos é uma amostra que nos primeiros nanómetros e espessura possui lítio e depois apenas possui silício.

8 Resultados Esperados

Perfis Um perfil é uma parte contínua do espectro na zona energética anterior aos picos de partículas alfa. Esperamos ver isto na amostra de vidro devido às partículas alfa que provém de diferentes profundidades da amostra de vidro. Quanto maior for a profundidade, como estamos a falar de partículas carregadas e não de fótons, maior é a energia dissipada para o material durante o percurso. Para partículas emitidas com a mesma energia, quanto maior for a profundidade, menor é a energia com que a partícula é detetada - cria-se um perfil no espectro devido a isto. Como na amostra implantada o lítio está apenas presente numa camada superior muito fina, não esperamos obter um perfil no espectro.

RBS - Rutherford Backscattering é um fenómeno no qual as partículas alfa são retrodispersas para outras direções e por isso possuem energias diferentes. A maior parte das partículas alfa são detetadas com o valor de energia esperada mas podemos ter outras zonas do espectro onde tenhamos partículas alfa com energias diferentes e dispersas devido a este fenómeno.

Elastic Backscattering Isto acontece quando um dos prótons do feixe incidente é refletido elasticamente na superfície da amostra - o próton é refletido com a mesma energia com que incidiu na amostra e continua a trajetória na mesma direção mas com sentido oposto.

9 Utilidade

1. Fusão Nuclear - lítio 6 para produção de neutrões - usam-se materiais muito enriquecidos em lítio 6;
2. Baterias - lítio 7;
3. Indústria Farmacêutica - lítio é utilizado em vários medicamentos;

Referências

- [1] Leonard C. Feldman e James W. Mayer. *Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis*. North-Holland, 1986.
- [2] Kenneth S. Krane. *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons, Inc., 1988.