

Aula 05 - Exercícios de Apoio e Atividade Avaliativa

Exercícios de Apoio

1. Mostre a relação entre a vida média e a meia-vida de um núcleo.

Resolução:

Sendo que a vida média de um núcleo é dada pelo inverso da constante de decaimento ($\tau = \lambda^{-1}$) e sabendo que:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

tem-se que:

$$T_{1/2} = \ln 2 \times \tau$$

2. Considere uma amostra de 100g de ^{242}Am , cuja meia-vida ($T_{1/2}$) é de 16,02 horas. A partir da lei do decaimento radioativo, calcule:

(a) Após 1 dia, quanto dessa amostra ainda não terá sofrido um decaimento radioativo, i.e., quanto ainda restará de ^{242}Am na amostra?

(b) E quanto tempo levará para que 99% dessa amostra de ^{242}Am sofra o decaimento?

Resolução:

A partir da lei de decaimento radioativo dos núcleos, temos que:

$$(a) N(24) = 100 \times 2^{-24/16,02} = 35\text{g}$$

$$(b) N(t) = 100 - 99 = 1 = 100 \times 2^{-t/16,02}$$

Portanto,

$$0,01 = 2^{-t/16,02} \Rightarrow \log_2 0,01 = -\frac{t}{16,02} \Rightarrow t = 106\text{h}$$

3. Usando como argumento apenas a probabilidade de transmissão por uma barreira de potencial, explique o fato do decaimento α ter uma vida média menor para núcleos que emitem essas partículas com uma energia maior.

Resolução:

Sabendo que a emissão de uma partícula- α depende da probabilidade de transmissão pela barreira de potencial, ou seja:

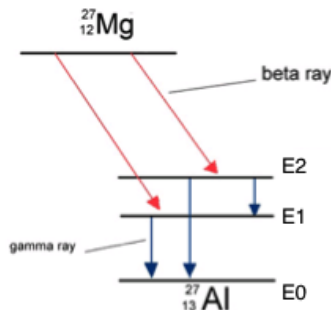
$$T \approx \exp\left(-2 \int_0^R \sqrt{\frac{2m(V(r)-E)}{\hbar^2}}\right)$$

nota-se que quanto maior a energia da partícula (E), menor será a diferença $V(r)-E$ e, portanto, maior será o valor de T , visto que ele decresce exponencialmente em função dessa diferença.

4. A emissão de radiação γ por um núcleo é um importante fenômeno que nos permite conhecer a estrutura dos níveis de energia dos núcleos. Sabendo que o decaimento β do $^{27}_{12}\text{Mg}$ leva à emissão de raios γ de 0,181 MeV, 0,834 MeV e 1,015 MeV, descubra o valor dos dois primeiros níveis de energia de excitação do $^{27}_{13}\text{Al}$.

Resolução:

Esse decaimento β seguido da emissão de radiação γ , pode ser representado pela figura abaixo:



Nota-se que pode haver a emissão de radiação γ com três valores de energia diferentes:

$$E_{\gamma 1} = E_2 - E_0$$

$$E_{\gamma 2} = E_1 - E_0$$

$$E_{\gamma 3} = E_2 - E_1$$

Pela definições de E_0 , E_1 e E_2 dadas na figura, sabemos que $E_{\gamma 1} > E_{\gamma 2} > E_{\gamma 3}$, portanto, teremos:

$$E_{g1} = E_2 - E_0 = 1,015 \text{ MeV}$$

$$E_{g2} = E_1 - E_0 = 0,834 \text{ MeV}$$

$$E_{g3} = E_2 - E_1 = 0,181 \text{ MeV}$$

Assumindo que o estado fundamental do ^{27}Al será a referência, ou seja, $E_0=0$, temos $E_1 = 0,834$ e $E_2=1,015$.

Atividade Avaliativa

5. Alguns núcleos atômicos sofrem decaimentos a partir da emissão de elétrons (ou pósitrons), o chamado decaimento β^- (β^+). Qual é a explicação para a distribuição contínua da energia dos elétrons (pósitrons) emitidos em um decaimento β^- (β^+)? E qual é o valor máximo de energia que esses elétrons (pósitrons) podem assumir?

Resolução:

A distribuição contínua da energia dos elétrons (pósitrons) é devido à emissão simultânea dos antineutrinos (neutrinos) nesse tipo de decaimento, uma vez que, mesmo considerando a energia cinética do núcleo de recuo como sendo nula, o valor do Q do decaimento será compartilhado entre o elétron e o neutrino, pois:

$$K_e + K_\nu \approx Q$$

O elétron (pósitron) terá a energia máxima, quando o antineutrino (neutrino) tiver uma energia cinética mínima, ou seja, a energia máxima do elétron (pósitron) será igual ao Q do decaimento, pois:

$$Q \approx K_e + K_\nu \setminus K_\nu \approx 0 \Rightarrow K_e^{\max} = Q$$