

P.420 Sendo $m_0 = 32$ g e $m = 1,0$ g, temos:

$$m = \frac{m_0}{2^x} \Rightarrow 1,0 = \frac{32}{2^x} \Rightarrow 2^x = 32 \Rightarrow 2^x = 2^5 \Rightarrow x = 5$$

A meia-vida desse isótopo é dada por:

$$\Delta t = x \cdot p \Rightarrow 60 = 5 \cdot p \Rightarrow p = 12 \text{ dias}$$

$$32 \text{ g} \xrightarrow{12 \text{ dias}} 16 \text{ g} \xrightarrow{12 \text{ dias}} 8,0 \text{ g} \xrightarrow{12 \text{ dias}} 4,0 \text{ g} \xrightarrow{12 \text{ dias}} 2,0 \text{ g} \xrightarrow{12 \text{ dias}} 1,0 \text{ g}$$

P.421 $p = 0,693 \cdot \tau \Rightarrow 20 = 0,693 \cdot \tau \Rightarrow \tau \approx 28,9 \text{ h}$

P.422 a) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow x {}_2^4\alpha + y {}_{-1}^0\beta + {}_{86}^{222}\text{Rn}$

Fazendo o balanço do número de massa e do número atômico, temos:

$$238 = 4x + 222 \Rightarrow 4x = 16 \Rightarrow x = 4 \text{ partículas } \alpha$$

$$92 = 2x - y + 86 \Rightarrow 92 = 2 \cdot 4 - y + 86 \Rightarrow y = 2 \text{ partículas } \beta$$

b) $N = \frac{N_0}{2^x} \Rightarrow \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^x} \Rightarrow 2^x = 16 \Rightarrow 2^x = 2^4 \Rightarrow x = 4$

$$\Delta t = x \cdot p \Rightarrow \Delta t = 4 \cdot 3,8 \Rightarrow \Delta t = 15,2 \text{ dias}$$

P.423 a) A afirmação é falsa, pois a desintegração varia exponencialmente no decorrer do tempo. Assim, passados 60,4 anos, que é o dobro da meia-vida (30,2 anos), ainda teremos $\frac{1}{4}$ da massa de cézio-137.

b) Ao emitir uma partícula beta e se converter em bário-137, a massa do produto do decaimento será:

$$m_f = m_{\text{Ba}} + m_{\beta}$$

$$m_f = 136,90581 + 0,00055$$

$$m_f = 136,90636 \text{ u}$$

A massa inicial do cério-137, antes da emissão, era:

$$m_i = m_{\text{Ce}} = 136,90707 \text{ u}$$

A diferença entre a massa inicial e a massa final é o que se converte em energia, de acordo com a equação de Einstein $E = mc^2$. Assim, teremos:

$$m_i - m_f = 136,90707 - 136,90636$$

$$m_i - m_f = 0,00071 \text{ u}$$

Esse valor, expresso em quilogramas, multiplicado pelo quadrado da velocidade da luz, fornece o valor da energia obtida, expressa em joules.

- c) A emissão beta é uma partícula (elétron), enquanto a emissão gama é constituída por ondas eletromagnéticas.

As ondas eletromagnéticas (inclusive as gama) apresentam velocidades igual à da luz: 300.000 km/s. As partículas β , sendo matéria, têm velocidades bem menores.

P.424

- a) Sendo a potência $Pot = 4.000 \text{ MW} = 4.000 \cdot 10^6 \text{ W}$ e o intervalo de tempo $\Delta t = 1 \text{ dia} = 9 \cdot 10^4 \text{ s}$, a quantidade de calor Q produzida será:

$$Q = Pot \cdot \Delta t = 4.000 \cdot 10^6 \cdot 9 \cdot 10^4 \Rightarrow \boxed{Q = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ J}}$$

- b) Como $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e $E = Q = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ J}$, a aplicação da equação de Einstein fornece:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow 3,6 \cdot 10^{14} = \Delta m \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta m = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} \text{ ou } \boxed{\Delta m = 4,0 \text{ g}}$$

- c) Se $\Delta m = 8 \cdot 10^{-4} \cdot M_U$, vem:

$$4,0 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-4} \cdot M_U \Rightarrow \boxed{M_U = 5,0 \text{ kg}}$$

P.425

- a) No Sol ocorre fusão nuclear: quatro átomos de hidrogênio formam um átomo de hélio, de massa menor do que as dos quatro átomos de hidrogênio. A diferença entre as massas ($m_i - m_f$) se converte em energia (E), segundo a equação de Einstein $E = (m_i - m_f) \cdot c^2$.

- b) A diferença de massa entre os quatro átomos de hidrogênio e um átomo de hélio é dada por:

$$m_i - m_f = 4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} - 6,65 \cdot 10^{-27} \Rightarrow m_i - m_f = 3 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

A energia proveniente da diferença de massa ($m_i - m_f$) é:

$$E = (m_i - m_f) \cdot c^2 \Rightarrow E = 3 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \Rightarrow E = 27 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Como a cada segundo ocorrem 10^{38} reações de fusão, a energia total liberada a cada segundo será:

$$E_{\text{total}} = n_{\text{reações}} \cdot E \Rightarrow E_{\text{total}} = 10^{38} \cdot 27 \cdot 10^{-13} \Rightarrow \boxed{E_{\text{total}} = 2,7 \cdot 10^{26} \text{ J}}$$

P.426 a) Não contraria a lei de conservação da carga. Temos 6 prótons nos reagentes (três partículas α) e 6 prótons no produto da reação (carbono).

b) $E_L = (m_i - m_f) \cdot c^2$

$$E_L = \left(3 \cdot 3.728,3 \frac{\text{MeV}}{c^2} - 11.177,7 \frac{\text{MeV}}{c^2} \right) \cdot c^2$$

$$E_L = 7,2 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2$$

$$E_L = 7,2 \text{ MeV}$$

c) Sendo a expansão isotérmica, resulta $\Delta U = 0$.

Portanto, de $\Delta U = Q - \bar{c}$, temos: $\bar{c} = Q = E_L = 7,2 \text{ MeV}$