

Sección 12 - Exercicios de autoavaliación

- 1.- Un elemento E de número másico 220 e número atómico 85 emite unha partícula alfa transformándose nun elemento X que emite unha partícula beta menos transformándose en Y. Determina os número másico e atómico de X e Y.
- 2.- O ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ pode dar lugar a desintegración β^- dando lugar a ${}^{64}\text{Zn}$ e a desintegración β^+ dando lugar a ${}^{64}\text{Ni}$. Escribe ambas reaccións.
- 3.- O uranio 234 ten un periodo de semidesintegración de 25000 anos; partindo dunha mostra de 10 g calcula:
 - a) A constante de desintegración radioactiva.
 - b) A masa non desintegrada ó cabo de 50000 anos.
- 4.- Unha mostra de madeira produce 13536 desintegracións por día e gramo de carbono. Determina a idade da mostra sabendo que a madeira actual experimenta 920 desintegracións por hora e gramos de carbono e que o periodo de semidesintegración do carbono 14 é 5730 anos.
- 5.- Calcula a actividade de 100 g de madeira no momento da súa tala. [madeira é $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_x$].
- 6.- O Iodo 131 ten un periodo de semidesintegración de 8 días, calcula a masa de isótopo activo que quedará pasados 20 días se partimos dunha mostra de 100g.
- 7.- Unha certa cantidade dunha substancia radioactiva redúcese á cuarta parte en 10 días, calcula o seu periodo de semidesintegración.
- 8.- Nunha reacción nuclear hai unha perda de masa de $3 \cdot 10^{-6}\text{g}$:
 - a) Calcula a enerxía liberada no proceso en kW·h.
 - b) Calcula a potencia dispoñible se teñen lugar un millón de reaccións por minuto.
- 9.- Calcula o defecto de masa e a enerxía de enlace por nucleón do ${}^{15}_7\text{N}$ de masa atómica 15,0001089 u. Datos: $m_p=1,007276\text{ u}$; $m_n=1,008665\text{ u}$; $1\text{ u}=1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$; $c=3 \cdot 10^8\text{ m/s}^2$
- 10.- O bismuto 210 é un elemento radioactivo da familia do uranio. O seu periodo de semidesintegración é de 5 días, e desintégrese emitindo unha partícula β^- noutro elemento radioactivo, o cal, por desintegración alfa dá lugar a un elemento estable.
 - a) Escribe a ecuación dos dous procesos de desintegración identificando ós elementos.
 - b) Se inicialmente dispoñemos de 1 mol de bismuto 210, calcula o número de núcleos desintegrados en dous días.
 - c) Calcula a actividade do núclido pasados eses dez días.
- 11.- A reacción nuclear: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + 17,59\text{ MeV}$ poderá empregarse nun reactor de fusión dunha central eléctrica. Se a eficiencia global (porcentaxe da enerxía liberada na reacción que é aproveitada para a xeración de enerxía eléctrica) da central é do 15%, calcula a masa de tritio por semana que será necesaria para producir unha potencia de 2000 MW. Dato: masa atómica do tritio é 3,01700 u.
- 12.- Temos 100g dunha mostra radioactiva tal que nun día transformouse o 20% da masa orixinal, pídesse calcular:
 - a) A constante de desintegración.
 - b) O periodo de semidesintegración.
 - c) A vida media.
 - d) A masa que quedará tras 20 días.

Solucións:

1.- 1ª desintegración: ${}_{85}^{220}\text{E} \rightarrow {}_{83}^{216}\text{X} + {}_2^4\text{He}$

2ª desintegración: ${}_{83}^{216}\text{X} \rightarrow {}_{84}^{216}\text{Y} + {}_{-1}^0\text{e} + \overline{\gamma_e}$

2.- Desintegración β^- : ${}_{29}^{64}\text{Cu} \rightarrow {}_{30}^{64}\text{Zn} + {}_{-1}^0\text{e} + \overline{\gamma_e}$ a reacción global no núcleo é: ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e} + \overline{\gamma_e}$.

Desintegración β^+ : ${}_{29}^{64}\text{Cu} \rightarrow {}_{28}^{64}\text{Ni} + {}_{+1}^0\text{e} + \gamma_e$ a reacción no núcleo: ${}_1^1\text{p} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_{+1}^0\text{e} + \gamma_e$.

$\overline{\gamma_e}$ (antineutrino electrónico) e γ_e (neutrino electrónico) son condicións para que se cumpran os principios de conservación da enerxía e do momento lineal.

3.- $T_{1/2} = 25000$ anos e $M_{t=0} = 10$ g ;

a) $\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = 2,79 \cdot 10^{-5} \text{ anos}^{-1} = 8,7 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}$

b) $M = M_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow M = 10 \cdot e^{-2,79 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^4} = 2,5 \text{ g}$

4.- $A = \frac{13536 \text{ des}}{\text{g} \cdot 24 \text{ h}} = 564 \frac{\text{des}}{\text{g} \cdot \text{h}}$

$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow e^{-\lambda \cdot t} = \frac{A}{A_0} \Rightarrow \lambda \cdot t = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$ e $\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ anos}^{-1}$

Substituíndo chegamos a: $t = 4041$ anos.

5.- En primeiro lugar debemos determinar que fracción da masa corresponde ó carbono:

$$\frac{6 \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6 \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 10 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 5 \cdot 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,44 \Rightarrow \text{en } 100 \text{ g de madeira temos } 44 \text{ g de C.}$$

Agora calcularemos o número de moles de C que se corresponden con eses 44 g

$$\frac{44 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,7 \text{ moles}; \text{ se multiplicamos polo Número de Avogadro obteremos o}$$

número de átomos: $3,7 \text{ moles} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{átomos}}{\text{mol}} = 3,7 \cdot 10^{24} \text{ átomos}.$

Destes átomos só unha fracción de son de ${}^{14}\text{C} \Rightarrow$

$$N_0 = 3,7 \cdot 10^{24} \text{ átomos} \cdot 1,3 \cdot 10^{-12} = 2,90 \cdot 10^{12} \text{ átomos } {}^{14}\text{C}$$

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{5730 \text{ anos}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ anos}^{-1} = 3,835 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$$

$$A = \lambda \cdot N_0 = 11 \text{ Bq}$$

6.- $\lambda = \frac{0,693}{8 \text{ días}} = 0,0866 \text{ días}^{-1}$

$$M = M_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 17,69 \text{ g}$$

7.- Como $\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}}$; $t=10$ días e $N = \frac{N_0}{4}$ podemos substituír e obteremos: $\frac{N_0}{4} = N_0 \cdot e^{-\frac{0,693}{T_{1/2}} \cdot t}$

\Rightarrow simplificando e tomando logaritmos teremos $\ln 4 = \frac{0,693}{T_{1/2}} \cdot 10 \text{ días} \Rightarrow T_{1/2} = 5 \text{ días}$

8.- a) De acordo coa ecuación de Einstein: $E = \Delta m \cdot c^2 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 2,7 \cdot 10^8 \text{ J}$

$$2,7 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ J}} = 75 \text{ kWh}$$

b) A potencia dispoñible será: $P = \frac{E}{t} = \frac{2,7 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot 10^6}{60 \text{ s}} = 4,5 \cdot 10^{12} \text{ W}$

9.- Masa de 7 protóns: $7 \cdot 1,007276 \text{ u} = 7,050932 \text{ u}$

Masa de 8 neutróns: $8 \cdot 1,008665 \text{ u} = 8,069320 \text{ u}$

Masa total: $15,120252 \text{ u}$

$$\Delta m = 15,120252 - 15,0001089 = 0,120143 \text{ u} = 1,9944 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

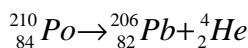
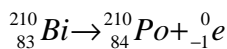
$$E = \Delta m \cdot c^2 = 1,9944 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 1,8 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$E = \frac{1,8 \cdot 10^{-11} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J/MeV}} = 112 \text{ MeV}$$

Tamén poderíamos facer: $E = 0,120143 \text{ u} \cdot 931 \frac{\text{MeV}}{\text{u}} = 112 \text{ MeV}$

Se dividimos este valor entre o número másico obteremos a enerxía de enlace por nucleón: $E = \frac{112 \text{ MeV}}{15 \text{ nucleóns}} = 7,5 \text{ MeV/nucleón}$

10.- a) Os procesos de desintegración son:



b) A constante de desintegración vale: $\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{5 \text{ días}} = 0,1386 \text{ días}^{-1} = 1,604 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$,

sendo $6,023 \cdot 10^{23}$ o número de átomos iniciais (N_0), o número de átomos desintegrados será:

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}; \text{ substituíndo temos } \Delta N = 4,517 \cdot 10^{23} \text{ átomos.}$$

c) A actividade do núclido ó cabo de 10 días será: $A = \lambda \cdot N = 1,604 \cdot 10^{-6} \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow$

$$A = 1,604 \cdot 10^{-6} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot e^{-0,1386 \cdot 10} = 2,41 \cdot 10^{17} \text{ Bq}$$

11.- Se a eficiencia global da central é do 15% a enerxía que é necesario producir será:

$$E = \frac{2000 \cdot 10^6 \frac{J}{s} \cdot \text{semana} \cdot 7 \frac{\text{días}}{\text{semana}} \cdot 24 \frac{h}{\text{día}} \cdot 3600 \frac{s}{h}}{0,15} = 8,064 \cdot 10^{15} J$$

Pola desintegración de cada núcleo obtemos 17,59 MeV, é dicir:

$$E' = 17,59 \cdot 10^6 eV \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} J}{1 eV} = 2,818 \cdot 10^{-12} J$$

Dividindo E entre E' obteremos o número de átomos a fusionar por semana:

$$\frac{E}{E'} = 2,862 \cdot 10^{27} \text{ átomos.}$$

$$2,862 \cdot 10^{27} \text{ núcleos} \cdot 3,01700 u / \text{átomo} \cdot 1,659 \cdot 10^{-27} kg / u = 14,32 kg$$

12.- a) Como $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$; no instante $t = 1$ día temos: $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t} = 0,8 \Rightarrow \ln(0,8) = -\lambda \cdot t \Rightarrow$

A constante de semidesintegración vale: $\lambda = -\frac{\ln(0,8)}{1 \text{ día}} = 0,223 \text{ días}^{-1}$

b) O periodo de semidesintegración será: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{0,223 \text{ días}^{-1}} = 3,11 \text{ días}$

c) A vida media é: $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,223 \text{ días}^{-1}} = 4,48 \text{ días}$

d) Como $M = M_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 100 g \cdot e^{-0,223 \cdot 20} = 1,15 g$