

- 8- A actividade dun elemento radioactivo pasa a valer 1/64 do seu valor inicial despois de transcorrer 48 s. En consecuencia, o seu período de semidesintegración é:
a) 48 s; b) 8 s; c) 0,087 s. Elixe de forma razoada a opción que consideres correcta.

$$\frac{1}{64} = \left(\frac{1}{2}\right)^6 \Rightarrow T_{1/2} = \frac{48}{6} = 8 \text{ s} . \text{ Tamén o poderíamos facer pola lei de decaemento}$$

$$\text{expoñencial: } \frac{N_0}{64} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 48} \Rightarrow \lambda = \frac{4,159}{48} = 0,0867 \text{ s}^{-1}; T_{1/2} = \frac{0,693}{0,0867} = 8 \text{ s}$$

- 9- A actividade dunha substancia radioactiva pasa a ter nun tempo t o valor de 1/16 do seu valor inicial: $A = A_0/16$. Se a súa vida media é de 199,1 segundos di cal das seguintes opcións che parece a correcta para o valor de t:
138 días⁻¹; b) $5,02 \cdot 10^{-1}$ días; c) 552 s; d) 3185,6 días.

$$\tau = \frac{1}{\lambda} ; \quad 199,1 = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{199,1} = 0,005 \text{ s}^{-1} ; \quad T_{1/2} = \frac{0,693}{0,005} = 137,98 \text{ s} ;$$

$$\frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 \Rightarrow T_{1/2} = \frac{t}{4} \Rightarrow 137,98 = \frac{t}{4} ; t = 551,9 \text{ s} \approx 552 \text{ s}$$

Tamén poderíamos facelo mediante: $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$; $\frac{A_0}{16} = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Seguir ...

- 10- Sabendo que o período de semidesintegración do $^{90}_{38}\text{Sr}$ é de 28 anos, calcula: a) a actividade de 200 g desta substancia e b) o tempo necesario para que se desintegre o 87,5% da mostra orixinal. Dato: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partículas/mol.

Solución: a) $A = 1,051 \cdot 10^{15}$ Bq; b) $t = 84$ anos.

$$\text{a) } A_0 = \lambda \cdot N_0 ; \quad N_0 = \frac{200}{90} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,338 \cdot 10^{24} \text{ núcleos} ;$$

$$\lambda = \frac{0,693}{28 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 7,85 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1} ; A_0 = 7,85 \cdot 10^{-10} \cdot 1,338 \cdot 10^{24} = 1,05 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$$

- b) $100 - 87,5 = 12,5$ % que queda sen desintegrar: $N = 0,125 N_0$

$$0,125 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-7,85 \cdot 10^{-10} \cdot t} \Rightarrow$$

$$-2,079 = -7,85 \cdot 10^{-10} \cdot t \Rightarrow t = \frac{2,079 \cdot 10^{10}}{7,85} = 2,65 \cdot 10^9 \text{ s} = \frac{2,65 \cdot 10^9 \text{ s}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s/ano}} = 84 \text{ anos}$$

- 11- O período de semidesintegración do polonio-210 é de 138 días, a) ¿Canto vale a constante radioactiva do Polonio? b) ¿Cantos días tardará en desintegrarse o noventa por cento da mostra inicial? (*Selectividade COU; xuño 00*)

Solución: a) $\lambda = 5,023 \cdot 10^{-3}$ días⁻¹; b) $t = 458,41$ días.

$$\text{a) } \lambda = \frac{\ln 2}{138} = 5,023 \cdot 10^{-3} \text{ dias}^{-1}$$

- b) $100 - 90 = 10$ % que queda sen desintegrar: $N = 0,1 N_0$

$$0,1 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-5,023 \cdot 10^{-3} \cdot \text{dias}^{-1} \cdot t} \Rightarrow -2,303 = -5,023 \cdot 10^{-3} \cdot t ;$$

$$t = \frac{2,303}{5,023 \cdot 10^{-3}} = 458,4 \text{ días}$$

- 12- Unha mostra de material radioactivo contén 500 millóns de núcleos radioactivos. A vida media é de 30 s. Determina: a) o número de núcleos radioactivos que existen na mostra despois de 15 s e b) a constante λ de decaemento exponencial, ou constante radioactiva, do núcleo. (Selectividade COU; xuño 92).

Solución: a) $N = 3,03 \cdot 10^8$ núcleos; $\lambda = 1/30 \text{ s}^{-1}$

Calculamos primeiro o apartado b) : $\tau = \frac{1}{\lambda}$; $\lambda = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ s}^{-1}$

$$N_0 = 500 \text{ millóns}; N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow N = 500 \cdot e^{-\frac{1}{30} \cdot 15} \Rightarrow$$

$$\ln N = \ln 500 - \frac{1}{2} = 6,215 - 0,5; \ln N = 5,715 \Rightarrow N = 303,4 \text{ millóns de núcleos}$$

- 13- Un miligrama de ${}^{60}_{27}\text{Co}$ desintégase de acordo coa reacción:



sendo $T_{1/2}$ igual a 3,5 anos. Acha: a) a enerxía desprendida e b) o número de desintegracións por segundo no momento inicial. (Selectividade COU; set. 96).

Datos: $m_{\text{Co}} = 59,9190 \text{ u}$, $m_{\text{Ni}} = 59,91544 \text{ u}$, $m_e = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ u}$, $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Solución: a) $E = 4,538 \cdot 10^6 \text{ J}$; b) $6,311 \cdot 10^{10}$ desintegracións/s

a) O defecto de masa é: $\Delta m = 59,91544 + 5,486 \cdot 10^{-4} - 59,9190 = -0,0030 \text{ u} *$

* Só pode ter 4 cifras decimais. $E = -0,0030 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = -4,5 \cdot 10^{-13} \text{ J/átomo}$.

Sabemos que $59,9190 \text{ u}$ desprenden $-4,5 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. Pasamos estas u a mg:

$$59,9190 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg/u} = 99,466 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 10^6 \text{ mg/kg} = 99,466 \cdot 10^{-21} \text{ mg}$$

$$\text{Temos 1 mg de Cobalto: } E = 1 \text{ mg} \cdot \frac{-4,5 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{99,466 \cdot 10^{-21}} = 4,52 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\text{b) } A_0 = \lambda \cdot N_0; T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0,693}{3,5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 6,28 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

$$N_0 = \frac{1 \text{ mg}}{99,466 \cdot 10^{-21} \text{ mg/1 átomo}} = 1,005 \cdot 10^{19} \text{ átomos (ou núcleos)}$$

$$A_0 = 6,28 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1} \cdot 1,005 \cdot 10^{19} \text{ átomos} = 6,311 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

- 14- Dispónse de 1 mol de ${}^{32}\text{P}$ radioactivo de período de semidesintegración de 14,6 días, a) ¿Cantas desintegracións por segundo se producen?

b) ¿Cantos días tardará en desintegrarse o 90% do material?

(Selectividade COU; xuño 99).

Solución: a) $A = 3,309 \cdot 10^{17}$ desintegracións/s; b) $t = 48,5$ días.

$$\text{a) } T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0,693}{14,6 \cdot 24 \cdot 3600} = 5,494 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

$$N_0 = 1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos (ou núcleos)}.$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \cdot A_0 = 5,494 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos} = 3,309 \cdot 10^{17} \text{ Bq}$$

b)) $100 - 90 = 10 \%$ que queda sen desintegrar: $N = 0,1 N_0$

$$0,1 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-5,023 \cdot 10^{-3} \cdot \text{días}^{-1} \cdot t} \Rightarrow -2,303 = -5,494 \cdot 10^{-7} \cdot t ;$$

$$t = \frac{2,303}{5,494 \cdot 10^{-3}} = 4,19 \cdot 10^6 \text{ s} = 48,5 \text{ días}$$

- 15- Calcula a actividade de 5 mg de ^{212}Bi sabendo que o período de semidesintegración é de 60,5 minutos. ¿Cantos átomos se desintegran no primeiro segundo?

Dato: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partículas/mol.

Solución: $A = 2,7120 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$; $-\Delta N = -(N - N_0) = 2,7118 \cdot 10^{15}$ átomos.

$$\text{a) } T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0,693}{60,5 \cdot 60} = 1,91 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1};$$

$$N_0 = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{212} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,42 \cdot 10^{19} \text{ átomos};$$

$$A_0 = 1,91 \cdot 10^{-4} \cdot 1,42 \cdot 10^{19} = 2,712 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$$

b) Os átomos que se desintegran no primeiro segundo serán os que había ao principio menos os que quedan por desintegrar ao cabo de 1 s.

Quedan sen desintegrar:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow N = 1,42 \cdot 10^{19} \cdot e^{-1,91 \cdot 10^{-4} \cdot 1} = 1,4197 \cdot 10^{19} \text{ átomos}$$

$$\text{Desintegráronse: } 1,42 \cdot 10^{19} - 1,4197 \cdot 10^{19} = 2,7119 \cdot 10^{15} \text{ átomos}$$

- 16- A actividade radiactiva debida ao Carbono-14 duns tecidos atopados nuha tumba exipcia é o 53% da que presentan uns tecidos similares actuais. O período de semidesintegración do Carbono-14 é de 5730 anos. Calcula a idade dos tecidos.

Solución: 5250 anos.

$$\lambda = \frac{0,693}{5730} = 1,209 \cdot 10^{-4} \text{ anos}^{-1}; A = 0,53 \cdot A_0;$$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}; 0,53 \cdot A_0 = A_0 \cdot e^{-1,209 \cdot 10^{-4} \cdot t}; -0,635 = -1,209 \cdot 10^{-4} \cdot t$$

$$t = \frac{-0,635}{-1,209 \cdot 10^{-4}} = 5,25 \cdot 10^3 \text{ anos} = 5250 \text{ anos}$$

- 17- Sitúase un detector de radioactividade fronte a unha mostra radioactiva que posúe un período de semidesintegración de 60 s. No instante $t = 0$ o detector marca unha velocidade de desintegración de 2000 contas/s. Calcula:

a) a constante de desintegración radioactiva λ

b) a velocidade de desintegración ao cabo de 1 minuto. (Selectividade COU; xuño 98).

Solución: a) $\lambda = 0,012 \text{ s}^{-1}$; b) $A = 973,5$ contas/s.

$$\text{a) } \lambda = \frac{0,693}{60} = 0,012 \cdot \text{s}^{-1}; \text{ b) } A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}; A = 2000 \cdot e^{-0,012 \cdot 60}$$

Non perdendo decimales ou empregando $A = 2000 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{60} \cdot 60}$ queda:

$$A = 2000 \cdot e^{-\ln 2} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ Bq}$$

18- Unha mostra contén inicialmente 10^{20} átomos, dos cales un 20 % corresponden a material radioactivo con un período de semidesintegración de 13 anos. Calcula:

- a) a constante de desintegración do material radioactivo;
- b) o número de átomos radioactivos iniciais e a actividade inicial da mostra;
- c) o número de átomos radioactivos ao cabo de 50 anos;
- d) a actividade da mostra ao cabo de 50 anos

$$a) \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}; \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,692}{13 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 6,17 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

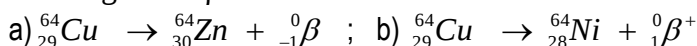
$$b) \quad N_0 = 0,2 \cdot 10^{20} = 2 \cdot 10^{19} \text{ átomos} = 2 \cdot 10^{19} \text{ núcleos};$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 6,17 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{19} = 12,34 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$$

$$c) \quad N = N_0 e^{-\lambda t} = 2 \cdot 10^{19} \cdot e^{-6,17 \cdot 10^{-7} \cdot 50 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,4 \cdot 10^{18} \text{ núcleos}$$

$$d) \quad A = \lambda \cdot N = 6,17 \cdot 10^{-7} \cdot 1,4 \cdot 10^{18} = 8,638 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$$

19- O ${}_{29}\text{Cu}^{64}$ pode dar lugar á desintegración β^- (ou β) dando lugar Zn e á desintegración β^+ dando Ni. Escribe ambas reaccións.



20- Temos 100g dunha mostra radioactiva tal que nun día transformouse o 20% da masa orixinal, pídese calcular:

- a) A constante de desintegración.
- b) O período de semidesintegración.
- c) A vida media.
- d) A masa que quedará tras 20 días.

$$a) \quad N_0 = \frac{100}{M_{at}} N_A; \quad N = \frac{0,8 \cdot 100}{M_{at}} N_A.$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{0,8 \cdot 100}{M_{at}} N_A = \frac{100}{M_{at}} N_A \cdot e^{-\lambda \cdot 1 \text{ día}} \Rightarrow 0,8 = e^{-\lambda}$$

Tomando log neperianos a ambos lados, quedanos: $-0,223 = -\lambda \Rightarrow \lambda = 0,223 \text{ días}^{-1}$

$$b) \quad \text{O período de semidesintegración: } T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}; \quad T_{1/2} = \frac{0,693}{0,223} = 3,1 \text{ días}$$

$$c) \quad \text{A vida media. } \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,223} \approx 4,5 \text{ días}$$

$$d) \quad \text{A masa que quedará tras 20 días: Podemos facer: } m = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow$$

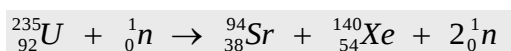
$$\text{Para } t = 20 \text{ días} \Rightarrow m = 100 \cdot e^{-0,223 \cdot 20} \Rightarrow m = 1,16 \text{ g}$$

21- O curio (Ci) é unha unidade de actividade radioactiva que se define coma a actividade dun gramo de radio. Sabendo que a constante de semidesintegración do radio é $\lambda = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$, a súa masa atómica 226 u e que $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ calcula a relación existente entre esta unidade e os bequerels (Bq).

$$N_0 = \frac{m}{M_{at}} N_A = \frac{1}{226} 6,022 \cdot 10^{23} = 2,66 \cdot 10^{21} \text{ núcleos}$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 1,4 \cdot 10^{-11} \cdot 2,66 \cdot 10^{21} = 3,73 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

22-Un submarino nuclear funciona gracias a enerxía liberada na fisión seguinte:



Calcular a masa de U-235 consumida en 10 días si a potencia do reactor nuclear do submarino é de 25Mw.

Datos masas (u): U-235=235,044; Sr-94=93,9154; Xe-140=139,925; n=1,00867. Solución: 289,4 g

$$P = \frac{W}{t}; \Rightarrow W = P \cdot t = 25 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 3600 = 2,16 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

Calculamos a enerxía que desprende un núcleo de Uranio:

$$\Delta m = 93,915 + 139,925 + 1,00867 - 235,044 = -0,19533 \text{ u}$$

$$\Delta m = -0,19533 \text{ u} \cdot \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 3,26 \cdot 10^{-28} \text{ kg}; E = 3,26 \cdot 10^{-28} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 29,36 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Calculamos os núcleos necesarios para producir $2,16 \cdot 10^{13} \text{ J}$

$$N = \frac{2,16 \cdot 10^{13} \text{ J}}{2,936 \cdot 10^{-11} \text{ J/núcleo}} = 7,36 \cdot 10^{23} \text{ núcleos, calculamos a masa}$$

$$m = \frac{7,36 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 235,044 = 287,17 \text{ g}$$

23-Dispoñemos dunha mostra dun radioisótopo A e outra dun radioisótopo B. No instante inicial hai o mesmo nº de núcleos de A e B. Transcorridos 1350 s o nº de núcleos de A é o dobre có de B. Calcula o periodo de semidesintegración do radioisótopo B sabendo que o de A vale $T_{1/2} = 150 \text{ s}$.

$$\text{Para } t = 0 \Rightarrow N_{0A} = N_{0B} = N_0; \text{ para } t = 1350 \text{ s} \Rightarrow N_A = 2 N_B$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{para } t = 1350 \text{ s} \Rightarrow N_A = N_{0A} \cdot e^{-\lambda_A \cdot 1350}; \\ N_B = N_{0B} \cdot e^{-\lambda_B \cdot 1350} \end{array} \right\} \text{ Como } N_A = 2 N_B \Rightarrow$$

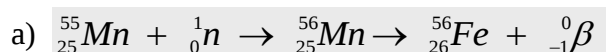
$$\begin{array}{l} 2N_B = N_{0A} \cdot e^{-\lambda_A \cdot 1350} \quad ; \quad 2N_B = N_0 \cdot e^{-\lambda_B \cdot 1350} \\ N_B = N_{0B} \cdot e^{-\lambda_B \cdot 1350} \quad ; \quad N_B = N_0 \cdot e^{-\lambda_B \cdot 1350} \end{array}$$

Dividindo unha por a outra e reordenando: $2 \cdot e^{-\lambda_B} = e^{-\lambda_A}$; $\lambda_A = 0,693/150 = 0,00462 \text{ s}^{-1}$
Tomando Ln: $0,693 \cdot \lambda_B = \lambda_A$; $\lambda_B = \lambda_A/0,693 = 0,00462/0,693 = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$; $T_{1/2} = 104 \text{ s}$

24-Cando un núcleo de ${}_{25}^{55}\text{Mn}$ captura un neutrón transformase nun isótopo radiactivo (inestable), de masa atómica 55,9389 u, que emite unha partícula β transformándose en ferro con un periodo de semidesintegración de 2,58 h.

a) Escribe as reaccións mencionadas.

b) Cantos gramos de isótopo serán necesarios para que a mostra teña unha actividade de 10 Ci?



$$\text{b) } A_0 = 10 \text{ Ci} \cdot 3,73 \cdot 10^{10} \text{ Bq / 1Ci} = 3,73 \cdot 10^{11} \text{ Bq} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{2,58 \cdot 3600} = 7,46 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{3,73 \cdot 10^{11}}{7,46 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^{15} \text{ núcleos}; m = \frac{5 \cdot 10^{15}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 55,9389 = 4,64 \cdot 10^{-7} \text{ g}$$