

Nom i cognoms: _____

Qualificació: _____

Instruccions: Feu els exercicis a l'espai que se us proporciona. Feu servir la cara posterior si necessiteu més espai, *indiqueu-ho clarament en aquest cas*. Heu d'identificar clarament les respostes i mostrar el procés per tal d'aconseguir la màxima puntuació. La puntuació dels exercicis es dona entre parèntesis.

1. Una mostra d'un material radioactiu té una activitat inicial de $4,59 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$, sabent que el seu període de semidesintegració és de 8 dies, es demana:

- (a) (1 pt) El valor de la constant de desintegració d'aquest material.

A partir de $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$, podem escriure

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{8 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,003 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

- (b) (1 pt) El nombre de nuclis radioactius inicials presents a la mostra.

De $A_0 = \lambda N_0$, tenim

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{4,59 \cdot 10^{12}}{1,003 \cdot 10^{-6}} = 4,58 \cdot 10^{18} \text{ nuclis}$$

2. Un isòtop radioactiu fet servir en medicina nuclear té un període de semidesintegració de 6 hores. Suposant que injectem a un pacient 1 mg d'aquest isòtop, es demana:

(Podeu suposar conegudes les dades: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Massa atòmica de l'isòtop $M = 98,90 \text{ u}$)

- (a) (1 pt) Calculeu la quantitat d'isòtop que queda en el pacient quan ha transcorregut un dia sencer.

Com que en un dia passen $4 \cdot T_{1/2}$ hores, quedarà

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

de la quantitat inicial, és a dir

$$\frac{1}{16} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 6,25 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$$

- (b) (1 pt) Calculeu l'activitat que presenta l'isòtop en aquest moment.

Calculem el nombre de nuclis presents al cap de 24 hores

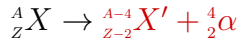
$$6,25 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \frac{1 \cancel{\text{mol}}}{98,90 \cancel{\text{g}}} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ nuclis}}{1 \cancel{\text{mol}}} = 3,8 \cdot 10^{17} \text{ nuclis}$$

llavors, l'activitat tindrà un valor de

$$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N = \frac{\ln 2}{6 \cdot 3600} \cdot 3,8 \cdot 10^{17} = 1,22 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$$

3. (3 pts) Completeu les reaccions nuclears següents suposant que l'àtom pateix:

(a) Una desintegració α



(b) Una desintegració β^-



(c) Una desintegració β^+



4. Suposem que s'ha fet una datació d'una mostra de fusta d'un sarcòfag que té una edat de 3200 anys. En la mostra s'ha vist que el percentatge de carboni-14 present és del 32 %. Es demana:

(Podeu suposar conegudes les dades: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; Massa atòmica del carboni-14 $M = 14 \text{ u}$)

(a) (1 pt) Calculeu el període de semidesintegració del carboni-14.

Tenim

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

llavors, fent servir les dades de l'enunciat podem escriure

$$0,32 = e^{-\lambda \cdot 3200}$$

d'on, aplicant la definició de logaritme

$$\ln 0,32 = -\lambda \cdot 3200 \rightarrow \ln 0,32 = -\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot 3200$$

i finalment,

$$T_{1/2} = -3200 \cdot \frac{\ln 2}{\ln 0,32} = 1,95 \cdot 10^3 \text{ anys} = 6,065 \cdot 10^{10} \text{ s}$$

(b) (1 pt) Si la mostra actual conte una massa de $8 \mu\text{g}$ de carboni-14, quina activitat presenta?

Calculem directament

$$8 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12 \text{ g}} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ nuclis}}{1 \text{ mol}} = 4,013 \cdot 10^{17} \text{ nuclis}$$

llavors, l'activitat tindrà un valor de

$$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N = \frac{\ln 2}{1,95 \cdot 10^3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot 4,013 \cdot 10^{17} = 4,52 \cdot 10^6 \text{ Bq}$$

5. (1 pt) Calculeu (en u), el defecte de massa i l'energia d'enllaç per nucleó (en MeV), del nucli ${}^{12}_6C$. Recordeu que aquest nucli té per definició una massa de valor $M_{{}^{12}_6C} = 12 u$ i que $1 u = 931 MeV$. Dades: $m_p = 1,0076 u$, $m_n = 1,0089 u$.

Podem escriure

$$\begin{aligned}\Delta m &= Zm_p + (A - Z)m_n - m_{nucli} \\ &= 6 \cdot 1,0076 + (12 - 6) \cdot 1,0089 - 12 \\ &= 12,099 - 12 \\ &= 0,099 u\end{aligned}$$

i obtenim directament per l'energia d'enllaç

$$B = 0,099 u \cdot \frac{931 MeV}{1 u} = 92,169 MeV$$

Finalment, l'energia d'enllaç per nucleó serà

$$B/A = \frac{92,169}{12} = 8,01 MeV/nucleó$$