

FÍSICA - 2º BACHILLERATO
FÍSICA NUCLEAR
HOJA 1

1. JUN 2007 Una muestra de un material radiactivo posee una actividad de 115 Bq inmediatamente después de ser extraída del reactor donde se formó. Su actividad 2 horas después resulta ser 85,2 Bq.
- Calcule el período de semidesintegración de la muestra.
 - ¿Cuántos núcleos radiactivos existían inicialmente en la muestra?

Dato: 1 Bq = 1 desintegración/segundo

2. JUN 2003 Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene $5 \cdot 10^8$ átomos de un isótopo de Ra cuyo periodo de semidesintegración (semivida) es de 3,64 días. Calcule:
- La constante de desintegración radiactiva del Ra y la actividad inicial de la muestra
 - El número de átomos en la muestra al cabo de 30 días.
3. SEP 2006 La ley de desintegración de una sustancia radiactiva es la siguiente: $N = N_0 e^{-0,003t}$, donde N representa el número de núcleos presentes en la muestra en el instante t. Sabiendo que t está expresado en días, determine:
- El periodo de semidesintegración o semivida de la sustancia $T_{1/2}$.
 - La fracción de núcleos radiactivos si desintegrar en el instante $t = 5 T_{1/2}$.
4. MOD 2009 El periodo de semidesintegración del ^{228}Ra es de 5,76 años mientras que el del ^{224}Ra es de 3,66 días. Calcule la relación que existe entre las siguientes magnitudes de estos dos isótopos:
- Las constantes radiactivas.
 - Las vidas medias.
 - Los tiempos para los que el número de núcleos radiactivos se reduce a la cuarta parte de su valor inicial.

5. SEP 2002 El isótopo ^{234}U tiene un periodo de semidesintegración (semivida) de 250000 años. Si partimos de una muestra de 10 gramos de dicho isótopo, determina:
- La constante de desintegración radiactiva.
 - La masa que quedará sin desintegrar después de 50000 años.

6. SEP 1998 El periodo de semidesintegración del estroncio-90 es de 28 años. Calcula:
- Su constante de desintegración y la vida media.
 - El tiempo que deberá transcurrir para que una muestra de 1,5 mg se reduzca un 90%.

7. SEP 1999 Calcula:
- el defecto de masa y la energía de enlace del isótopo $^{15}_7\text{N}$ de masa atómica 15,0001089 u.
 - la energía de enlace por nucleón.

Datos: $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

8. Sabiendo que el oxígeno-16 tiene 8 protones en su núcleo y su masa atómica es 15,9949 u, calcula:
- Su defecto de masa.
 - La energía de enlace en julios.
 - La energía de enlace por nucleón también en julios.

FÍSICA NUCLEAR - SOLUCIONES - HOJA 1

1

$$A_0 = 115 \text{ Bq}$$

$$A(t=2 \text{ h}) = 85,2 \text{ Bq}$$

a)
$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = -\frac{1}{t} \ln\left(\frac{A}{A_0}\right)$$

$$\lambda = -\frac{1}{2 \text{ h}} \cdot \ln\left(\frac{85,2 \text{ Bq}}{115 \text{ Bq}}\right) = 0,15 \text{ h}^{-1} = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

b) $A = \lambda N \Rightarrow A_0 = \lambda N_0$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,15} = 4,6 \text{ h}$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{115 \text{ Bq}}{4,2 \cdot 10^{-5}} = 2,74 \cdot 10^6 \text{ nucleos}$$

2

$$N_0 = 5 \cdot 10^8$$

$$t_{1/2} = 3,64 \text{ días} = 3,14 \cdot 10^5 \text{ s}$$

a)
$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{3,64} = 0,19 \text{ días}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{3,14 \cdot 10^5} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$A_0 = \lambda N_0 = 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^8 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ Bq}$$

$$b) N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N = 5 \cdot 10^8 \cdot e^{-0,19 \cdot 30} = \boxed{1,67 \cdot 10^6 \text{ átomos}}$$

$$\boxed{3} \quad N = N_0 e^{-0,003 t}$$

$$a) \quad \boxed{\lambda = 0,003 \text{ dias}^{-1}}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,003} = \boxed{231 \text{ dias}}$$

$$b) \quad \frac{N}{N_0} = e^{-0,003 t}$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-0,003 \cdot 5 \cdot 231} = \boxed{0,031}$$

$$t = 5 t_{1/2}$$

4

$${}^{228}\text{Ra} : t_{1/2} = 5,76 \text{ años} = 2102 \text{ días}$$

$${}^{224}\text{Ra} : t_{1/2} = 3,66 \text{ días}$$

a)

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\frac{\lambda_{228}}{\lambda_{224}} = \frac{\ln 2 / t_{1/2}^{228}}{\ln 2 / t_{1/2}^{224}} = \frac{t_{1/2}^{224}}{t_{1/2}^{228}} = \frac{3,66}{2102} = \boxed{1,7 \cdot 10^{-3}}$$

b)

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

$$\frac{\tau_{228}}{\tau_{224}} = \frac{1/\lambda_{228}}{1/\lambda_{224}} = \frac{\lambda_{224}}{\lambda_{228}} = \frac{1}{1,7 \cdot 10^{-3}} = \boxed{588,2}$$

c) Buscamos t para que $N = \frac{N_0}{4}$

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

$$\frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{4} = e^{-\lambda t}$$

$$\ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\lambda t$$

$$\ln 1 - \ln 4 = -\lambda t$$

$$0 - \ln 4 = -\lambda t$$

$$\ln 4 = \lambda t$$

$$\boxed{t = \frac{\ln 4}{\lambda}}$$

$$\frac{t_{228}}{t_{224}} = \frac{\ln 4 / \lambda_{228}}{\ln 4 / \lambda_{224}} = \frac{\lambda_{224}}{\lambda_{228}} = \underline{\underline{588,2}}$$

5

$$t_{1/2} = 250\,000 \text{ años}$$

$$m_0 = 10 \text{ g}$$

$$a) \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{250.000} = \underline{\underline{2,8 \cdot 10^{-6} \text{ años}^{-1}}}$$

$$b) \quad m = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$m = 10 \text{ g} \cdot e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \text{ años}^{-1} \cdot 50000 \text{ años}}$$

$$m = \underline{\underline{8,69 \text{ g}}}$$

[6]

$$t_{1/2} = 28 \text{ años}$$

$$a) \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{28} = \underline{0,025 \text{ años}^{-1}}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \underline{40 \text{ años}}$$

$$b) t \text{ para } m = \frac{10}{100} \cdot m_0 = 0,15 \text{ mg}$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\ln \left(\frac{m}{m_0} \right) = -\lambda t$$

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{m}{m_0} \right)$$

$$t = -\frac{1}{0,025} \ln \left(\frac{0,15}{1,5} \right)$$

$$t = \underline{92 \text{ años}}$$

7

$$m_{\text{nucleon}} = 15,0001089 \text{ u}$$

$^{15}_7\text{N}$

a)

$$m_{\text{nucleon}} = 7 \cdot m_p + 8 m_n$$

$$m_{\text{nucleon}} = 7 \cdot 1,007276 \text{ u} + 8 \cdot 1,008665 \text{ u}$$

$$m_{\text{nucleon}} = 15,120252 \text{ u}$$

$$\Delta m = 15,120252 - 15,0001089 = 0,1201431 \text{ u}$$

$$\Delta m = 0,1201431 \text{ u} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = \underline{1,994 \cdot 10^{-28} \text{ kg}}$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 1,994 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = \underline{1,795 \cdot 10^{-11} \text{ J}}$$

b)

$$\frac{E}{A} = \frac{E}{15} = \frac{1,795 \cdot 10^{-11}}{15} = \underline{1,196 \cdot 10^{-12} \text{ J}}$$

8

$^{16}_8\text{O}$

$$m = 15,9949 \text{ u}$$

$$a) m_{\text{nucleon}} = 8 \cdot m_p + 8 \cdot m_n$$

$$m_{\text{nucleon}} = 8 \cdot 1,007276 + 8 \cdot 1,008665$$

$$m_{\text{nucleon}} = 16,127528 \text{ u}$$

$$\Delta m = 16,127528 - 15,9949 = 0,132628 \text{ u}$$

$$\Delta m = 0,132628 \text{ u} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = \underline{2,2 \cdot 10^{-28} \text{ kg}}$$

$$b) E = \Delta m \cdot c^2$$

$$E = 2,2 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = \boxed{1,98 \cdot 10^{-11} \text{ J}}$$

$$c) \frac{E}{A} = \frac{1,98 \cdot 10^{-11}}{16} = \boxed{1,24 \cdot 10^{-12} \text{ J}}$$