

**Relación Nº 12: INTERACCIÓN NUCLEAR**

**Cuestiones:**

1.
  - a) Justifica la estabilidad de los núcleos atómicos en función de las interacciones que se producen entre los nucleones.
  - b) Calcula el defecto de masa, la energía de enlace y la energía de enlace por nucleón para el núcleo de helio-3. Datos:  $m_p = 1,00729 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,00867 \text{ u}$ ;  $M_{\text{He-3}} = 3,01603 \text{ u}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .  
Soluciones: b)  $\Delta m = 0,00722 \text{ u}$ ;  $E = 6,72 \text{ MeV}$ ;  $E_n = 2,24 \text{ MeV}$ .
2.
  - a) Describa el origen y las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma.
  - b) ¿Cómo se puede explicar que un núcleo emita partículas beta si en él sólo existen neutrones y protones?
  - c) Las tres radiaciones  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , ¿pueden ser emitidas por un mismo núcleo?
3.
  - a) ¿Qué cambios experimenta un núcleo atómico cuando emite una partícula alfa? ¿Y si emite radiación gamma?
  - b) ¿Qué es una serie o familia radiactiva? Cita un ejemplo. ¿Qué condición debe cumplir el último miembro de la familia?
  - c) Determina el número atómico y el número másico del elemento producido a partir del  ${}_{84}^{218}\text{Po}$ , después de emitir cuatro partículas alfa y dos beta. Solución: c)
4.
  - a) Demuestra la expresión de la ley de desintegración radiactiva e indique el significado de cada uno de los símbolos que en ella aparecen.
  - b) Defina el significado de las siguientes magnitudes: período de semidesintegración (semivida), constante radiactiva y vida media. Indica sus unidades en el Sistema Internacional.
  - c) Una sustancia radiactiva se desintegra según la ecuación  $N = N_0 e^{-0,4t}$  en unidades del S.I. Calcula su período de semidesintegración.  
Solución: c)  $T_{1/2} = 1,733 \text{ s}$ .
5. Escribe y complete las siguientes reacciones nucleares:
  - a)  ${}_{28}^{58}\text{Ni} + {}_1^1\text{H} \rightarrow \dots + {}_0^1\text{n}$
  - b)  ${}_{27}^{59}\text{Co} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{27}^{60}\text{Co} + \dots$
  - c)  ${}_{19}^{39}\text{K} + \alpha \rightarrow \dots + {}_1^1\text{p}$
  - d)  ${}_5^{10}\text{B} + \dots \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_4^8\text{Be}$
6.
  - a) Fusión y fisión nucleares. Pon ejemplos.
  - b) ¿Por qué en los procesos de fisión y de fusión nuclear se libera gran cantidad de energía?
  - c) ¿Cómo se controla una reacción nuclear en cadena?
  - d) ¿Qué es la masa crítica? ¿Se puede producir una explosión nuclear, similar a una bomba atómica, en un reactor nuclear?
  - e) ¿Cuál es el principal problema que presenta la producción de energía de origen nuclear?
  - f) ¿Qué características presentan los reactores reproductores? ¿Qué inconvenientes puede presentar su utilización?
7.
  - a) Algunos átomos de  ${}_{7}^{14}\text{N}$  atmosférico chocan con un neutrón y se transforma en  ${}_{6}^{14}\text{C}$  que, por emisión beta, se convierte de nuevo en nitrógeno. Escribe la correspondientes reacciones nucleares. Solución: a)
  - b) Los restos de animales recientes contienen mayor proporción de carbono-14 que los animales antiguos. ¿A qué se debe este hecho y qué aplicación tiene?
  - c) Comente la siguiente frase: <<Debido a la desintegración del carbono-14, cuando un ser vivo muere se pone en marcha un reloj>>.

**Problemas:**

8. Disponemos de 100 g de  ${}^{60}\text{Co}$ , cuya constante de desintegración es  $2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ .
  - a) ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que la cantidad de dicho núclido se reduzca a 25 g?
  - b) Determine la actividad inicial de la muestra. Datos:  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ partículas/mol}$ .  
 $M_{\text{atm. Co}} = 59,93 \text{ u}$ . Soluciones: a)  $t = 8 \text{ días}$ . b)  $A_0 = 2,077 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$ .

**Relación Nº 12: INTERACCIÓN NUCLEAR**

9. En un reactor tiene lugar la reacción:



a) Calcule el número atómico, Z, del Kr, y el número de neutrones, a, emitidos en la reacción indicando las leyes de conservación utilizadas para ello.

b) ¿Qué masa de  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se consume por hora en una central nuclear de 800 MW, sabiendo que la energía liberada en la fisión de un átomo de  ${}^{235}_{92}\text{U}$  es de 200 MeV?

Datos:  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ ;  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  núcleos/mol.

Soluciones: a)  $Z = 35$ ;  $a = 3$ . b)  $m = 35,073\text{ g}$ .

10. El período de semidesintegración de un nucleido radiactivo, de masa atómica 200 u, que emite partículas beta es de 50 s. Una muestra, cuya masa inicial era 50 g, contiene en la actualidad 30 g del nucleido original.

a) Indique las diferencias entre el nucleido original y el resultante y represente gráficamente la variación con el tiempo de la masa del nucleido original.

b) Calcule la antigüedad de la muestra y su actividad actual.

Dato:  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  nucleidos/mol. Soluciones: a) Se obtiene un núcleo de igual A y su Z aumentado en una unidad. b) [Antigüedad de la muestra] = 36,85 s;  $A = 1,25 \cdot 10^{21}\text{ Bq}$ .

11. La constante de desintegración de una sustancia radiactiva es de  $2 \cdot 10^{-6}\text{ s}^{-1}$ . Si tenemos 200 g de ella.

a) ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que se reduzca a 50 g?

b) ¿Cuál es su periodo de semidesintegración y su vida media?

Soluciones: a)  $t = 8$  días. b)  $T_{1/2} = 346.574\text{ s}$ ;  $\Gamma = 500.000\text{ s}$ .

12. El  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  se desintegra radiactivamente para dar  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ .

a) Indica el tipo de emisión radiactiva y escribe la correspondiente ecuación.

b) Calcula la energía liberada en el proceso.

Datos:  $m_p = 1,00729\text{ u}$ ;  $m_n = 1,00867\text{ u}$ ;  $m_{\text{He}} = 4,0026\text{ u}$ ;  $m_{\text{Ra}} = 225,9771\text{ u}$ ;

$m_{\text{Rn}} = 221,9703\text{ u}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$ ;  $1\text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ .

Soluciones: a) Emite una partícula  $\alpha$ ;  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ . b)  $E = 3,85\text{ MeV}$ .

13. El  ${}_{53}^{131}\text{I}$  se desintegra por emisión beta con un periodo de semidesintegración de 8 días. Una muestra de este material presenta una actividad de  $10^5\text{ Ci}$ .

a) Escribe la ecuación del proceso nuclear que tiene lugar.

b) ¿Qué número de núcleos del yodo-131 existen en la muestra inicial?

c) ¿Cuál será la actividad radiactiva de la muestra 25 días después?

Soluciones: a)  ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\beta$ . b)  $N = 3,22 \cdot 10^{22}$  núcleos. c)  $A = 8,72 \cdot 10^5\text{ Ci}$ .

14. Se tiene una muestra de 20 g de polonio-210, cuyo periodo de semidesintegración es de 138 días. ¿Qué cantidad quedará cuando hayan transcurrido 30 días? Solución:  $m = 17,41\text{ g}$

15. Se ha medido la actividad de una muestra de madera prehistórica, observándose que se desintegran 90 átomos/hora, cuando en una muestra actual de la misma naturaleza la tasa de desintegración es de 700 átomos/hora. Calcula la antigüedad de la madera. El periodo de semidesintegración del carbono-14 es de 5.730 años. Solución: [Antigüedad] = 16.961 años.

16. Debido a la desintegración beta del rubidio-87, los minerales de rubidio contienen estroncio. Se analizó un mineral y se comprobó que contenían el 0,85% de rubidio y el 0,0089% de estroncio. Suponiendo que todo el estroncio procede de la desintegración del rubidio y que el periodo de semidesintegración de este es  $5,7 \cdot 10^{10}$  años, calcula la edad del mineral. (Sólo el 27,8 % del rubidio natural es rubidio-87). Solución: [Edad del mineral] = 3.000,000.000 años.

17. La energía desprendida en la fisión de un núcleo de U-235 es 200 MeV. ¿Cuántos kg de carbón habría que quemar para obtener la misma cantidad de energía que la desprendida por fisión de 1 kg de U-235?

$Q_{\text{combustión carbono}} = 7.000\text{ Kcal/Kg}$ . Solución:  $m = 2,800.000\text{ kg}$ .

18. Entre unos restos arqueológicos de edad desconocida se encuentra una muestra de carbono en la que sólo queda una octava parte del carbono  ${}^{14}\text{C}$  que contenía originalmente. El periodo de semidesintegración del  ${}^{14}\text{C}$  es de 5.730 años.

a) Calcule la edad de dichos restos.

b) Si en la actualidad hay  $1,304 \cdot 10^{12}$  átomos de  ${}^{14}\text{C}$  en la muestra, ¿cuál es su actividad?

Solución: a) [Edad de los restos] = 17.190 años. b) 5 Bq.