

BOLETÍN TEMA 8. DESINTEGRACIONES RADIACTIVAS

Desintegración radiactiva

1. En una pieza extraída de una central nuclear existen 10^{20} núcleos de un material radiactivo con un período de semidesintegración de 29 años. a) Calcula el número de núcleos que se desintegran en el primer año. Física A.B.A.U. FÍSICA DEL SIGLO XX 2 b) Si la pieza es considerada segura cuando su actividad es menor de 600 Bq, determina cuántos años deben transcurrir para alcanzar ese valor. (A.B.A.U. extr. 24) Rta.: a) $\Delta N = 2,4 \cdot 10^{18}$ núcleos; b) $\Delta t = 780$ años.

2. Marie Curie recibió el Premio Nobel de Química en 1911 por el descubrimiento del radio. Si se hubiesen guardado ese año en su laboratorio 2,00 g de radio-226, calcula: a) La cantidad de radio que quedaría y la actividad de la muestra en la actualidad. b) Los años que pasarían hasta que la muestra de radio se redujese al 1 % de su valor inicial. DATOS: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ partículas·mol⁻¹; tiempo de semidesintegración del radio = $1,59 \cdot 10^3$ años. (A.B.A.U. ord. 24) Rta.: a) $m = 1,90$ g; $A = 7,01 \cdot 10^{10}$ Bq; b) $t = 1,06 \cdot 10^4$ años.

3. El $^{281}_{82}\text{Pb}$ se transforma en polonio al emitir dos partículas beta y posteriormente, por emisión de una partícula alfa, se obtiene plomo. a) Escribe las reacciones nucleares descritas. b) El período de semidesintegración del $^{281}_{82}\text{Pb}$ es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente 3 moles de átomos de ese elemento y han transcurrido 100 años, calcula el número de núcleos radiactivos que quedan sin desintegrar y la actividad inicial de la muestra. DATO: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹. (A.B.A.U. ord. 23) b) $N = 8,07 \cdot 10^{22}$ núcleos; $A_0 = 1,78 \cdot 10^{15}$ Bq.

● Desintegración radiactiva

1. En un laboratorio se reciben 100 g de un isótopo desconocido. Transcurridas 2 horas se ha desintegrado el 20 % de la masa inicial del isótopo. Calcula:
 - a) La constante radiactiva.
 - b) El período de semidesintegración del isótopo y la masa que queda del isótopo original transcurridas 20 horas.

(A.B.A.U. ord. 21)

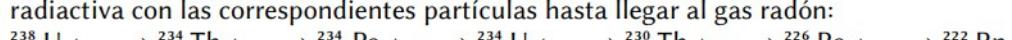
Rta.: a) $\lambda = 3,10 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} = 0,112 \text{ h}^{-1}$; b) $T_{1/2} = 2,24 \cdot 10^4 \text{ s} = 6,21 \text{ h}$; $m = 10,7 \text{ g}$

2. El ^{131}I es un isótopo radiactivo que se utiliza en medicina para el tratamiento del hipertiroidismo. Su período de semidesintegración es de 8 días. Si inicialmente se dispone de una muestra de 20 mg de ^{131}I :
 - a) Calcula la masa que queda sin desintegrar después de estar almacenada en un hospital 50 días.
 - b) Representa en una gráfica, de forma cualitativa, la variación de la masa en función del tiempo.
 - c) ¿Cuál es la actividad inicial de 2 mg de ^{131}I ? DATO: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹.

(A.B.A.U. ord. 18)

Rta.: a) $m = 0,263 \text{ mg}$; c) $A = 9,22 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$

3. En 2012 se encontró en el Sáhara un meteorito que contenía restos de U-238. Sabemos que en el momento de su formación había una concentración de $5,00 \cdot 10^{12}$ átomos de U-238 por cm³, mientras que en la actualidad la concentración medida es de $2,50 \cdot 10^{12}$ átomos de U-238 por cm³. Si el tiempo de semidesintegración de este isótopo es de $4,51 \cdot 10^9$ años, determina:
 - a) La constante de desintegración del U-238.
 - b) La edad del meteorito.
 - c) Sabiendo que el gas radón resulta de la desintegración del U-238, completa la siguiente serie radiactiva con las correspondientes partículas hasta llegar al gas radón:



(A.B.A.U. sep. 17)

Rta.: a) $\lambda = 4,87 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$; b) $t = 4,51 \cdot 10^9$ años; c) $^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{234}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\beta} ^{234}_{91}\text{Pa} \xrightarrow{\beta} ^{234}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{230}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\alpha} ^{226}_{88}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha} ^{222}_{86}\text{Rn}$

4. El periodo de semidesintegración del $^{90}_{38}\text{Sr}$ es 28 años. Calcula:
- La constante de desintegración radiactiva expresada en s^{-1} .
 - La actividad inicial de una muestra de 1 mg.
 - El tiempo necesario para que esa muestra se reduzca a 0,25 mg.
- Datos: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; masa atómica del $^{90}_{38}\text{Sr} = 90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. (A.B.A.U. ord. 17)
- Rta.:** a) $\lambda = 7,84 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$; b) $A_0 = 5,25 \cdot 10^9 \text{ Bq}$; c) $t = 56 \text{ años}$
5. El ^{210}Po tiene una vida media $\tau = 199,09$ días. Calcula:
- El tiempo necesario para que se desintegre el 70 % de los átomos iniciales.
 - Los miligramos de ^{210}Po al cabo de 2 años si inicialmente había 100 mg.
- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (P.A.U. sep. 06)
- Rta.:** a) $t = 240 \text{ días}$ b) $m = 2,55 \text{ mg}$
6. El período $T_{\frac{1}{2}}$ del elemento radiactivo $^{60}_{27}\text{Co}$ es 5,3 años y se desintegra emitiendo partículas β . Calcula:
- El tiempo que tarda la muestra en convertirse en el 70 % de la original.
 - ¿Cuántas partículas β emite por segundo una muestra de 10^{-6} gramos de ^{60}Co ?
- Dato: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (P.A.U. sep. 05)
- Rta.:** a) $t = 2,73 \text{ años}$; b) $A = 4,1 \cdot 10^7 \text{ Bq}$
7. Una muestra radiactiva disminuye desde 10^{15} a 10^9 núcleos en 8 días. Calcula:
- La constante radiactiva λ y el período de semidesintegración $T_{\frac{1}{2}}$.
 - La actividad de la muestra una vez transcurridos 20 días desde que tenía 10^{15} núcleos.
- (P.A.U. jun. 04)
- Rta.:** a) $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$; $T_{\frac{1}{2}} = 9 \text{ horas}$; b) $A(20 \text{ días}) \approx 0$
8. El Cobalto 60 es un elemento radiactivo utilizado en radioterapia. La actividad de una muestra se reduce a la milésima parte en 52,34 años. Calcula:
- El periodo de semidesintegración.
 - La cantidad de muestra necesaria para que la actividad sea de $5 \cdot 10^6$ desintegraciones/segundo.
 - La cantidad de muestra que queda al cabo de 2 años.
- Datos $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; masa atómica del $^{60}\text{Co} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; 1 año = $3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$ (P.A.U. jun. 16)
- Rta.:** a) $T_{1/2} = 5,25 \text{ años}$; b) $m = 0,12 \mu\text{g}$; c) $m_2 = 0,091 \mu\text{g}$
9. En una muestra de $^{131}_{53}\text{I}$ radiactivo con un periodo de semidesintegración de 8 días había inicialmente $1,2 \cdot 10^{21}$ átomos y actualmente solo hay $0,2 \cdot 10^{20}$. Calcula:
- La antigüedad de la muestra.
 - La actividad de la muestra transcurridos 50 días desde el instante inicial.
- (P.A.U. jun. 06)
- Rta.:** a) $t = 47 \text{ días}$; b) $A = 1,6 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$
10. El tritio (^3H) es un isótopo del hidrógeno inestable con un período de semidesintegración $T_{\frac{1}{2}}$ de 12,5 años, y se desintegra emitiendo una partícula beta. El análisis de una muestra en una botella de agua lleva a que la actividad debida al tritio es el 75 % de la que presenta el agua en el manantial de origen. Calcula:
- El tiempo que lleva embotellada el agua de la muestra.
 - La actividad de una muestra que contiene 10^{-6} g de ^3H .
- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (P.A.U. sep. 04)
- Rta.:** a) $t = 5,2 \text{ años}$; b) $A = 4 \cdot 10^8 \text{ Bq}$
11. El carbono-14 tiene un período de semidesintegración $T_{\frac{1}{2}} = 5730$ años. Una muestra tiene una actividad de $6 \cdot 10^8$ desintegraciones/minuto. Calcula:
- La masa inicial de la muestra.
 - Su actividad dentro de 5000 años.
 - Justifica por qué se usa este isótopo para estimar la edad de yacimientos arqueológicos.
- Datos: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; masa atómica del $^{14}\text{C} = 14 \text{ g}$ (P.A.U. sep. 10)
- Rta.:** a) $m = 6,04 \cdot 10^{-5} \text{ g}$; b) $A = 5,46 \cdot 10^6 \text{ Bq}$

12. Una muestra de carbono-14 tiene una actividad de $2,8 \cdot 10^8$ desintegraciones/s. El período de semidesintegración es $T_{1/2} = 5730$ años. Calcula:
- La masa de la muestra en el instante inicial.
 - La actividad al cabo de 2000 años.
 - La masa de muestra en ese instante.
- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$; masa atómica del ^{14}C = 14 g/mol; 1 año = $3,16 \cdot 10^7$ s (P.A.U. jun. 12)
- Rta.: a) $m_0 = 1,7$ mg; b) $A = 2,2 \cdot 10^8$ Bq; c) $m = 1,3$ mg
13. En una cueva se encuentran restos orgánicos y al realizar la prueba del carbono-14 se observa que la actividad de la muestra es de 10^6 desintegraciones/s. Sabiendo que el período de semidesintegración del carbono-14 es de 5730 años, calcula:
- La masa inicial de la muestra.
 - La masa de la muestra cuando transcurran 4000 años.
- DATOS: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$; $A(^{14}\text{C}) = 14$. (A.B.A.U. ord. 20)
- Rta.: a) $m_0 = 6,06$ μg ; b) $m = 3,74$ μg

● Energía nuclear

1. Para el núcleo de uranio, $^{238}_{92}\text{U}$, calcula:
- El defecto de masa.
 - La energía de enlace nuclear.
 - La energía de enlace por nucleón.
- Datos: $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051$ u; 1 g = $6,02 \cdot 10^{23}$ u; $c = 3 \cdot 10^8$ m·s $^{-1}$; $m(\text{p}) = 1,007277$ u; $m(\text{n}) = 1,008665$ u (A.B.A.U. sep. 18)
- Rta.: a) $\Delta m = 1,883$ u = $3,128 \cdot 10^{-27}$ kg; b) $E_e = 2,81 \cdot 10^{-10}$ J/átomo; c) $E_{en} = 1,18 \cdot 10^{-12}$ J/nucleón
2. El isótopo del boro ^{10}B es bombardeado por una partícula α y se produce ^{13}C y otra partícula.
- Escribe la reacción nuclear.
 - Calcula la energía liberada por núcleo de boro bombardeado.
 - Calcula la energía liberada si se considera 1 g de boro.
- Datos: masa atómica(^{10}B) = 10,0129 u; masa atómica(^{13}C) = 13,0034 u; masa(α) = 4,0026 u; masa(proton) = 1,0073 u; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol $^{-1}$; 1 u = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg. (P.A.U. sep. 16)
- Rta.: a) $^{10}\text{B} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{13}\text{C} + {}_1^1\text{H}$; b) $E = 7,15 \cdot 10^{-13}$ J/átomo; c) $E_2 = 43,1$ GJ/g

● Reacciones nucleares

1. La masa de un núcleo atómico es:

- A) Mayor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
B) Menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
C) Igual que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

(A.B.A.U. extr. 22)

2. En la reacción $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{141}_{56}\text{Ba} + ^A_Z\text{X} + 3^1_0\text{n}$, se cumple que:

- A) Es una fusión nuclear.
B) Se pone en juego una gran cantidad de energía correspondiente al defecto de masa.
C) Al elemento X le corresponde el número atómico 36 y el número másico 94.

(A.B.A.U. ord. 22)

3. En la desintegración beta(-):

- A) Se emite un electrón de la parte externa del átomo.
B) Se emite un electrón desde el núcleo.
C) Se emite un neutrón.

(P.A.U. sep. 11)

4. En una reacción nuclear de fisión:

- A) Se funden núcleos de elementos ligeros (deuterio o tritio).

- B) Es siempre una reacción espontánea.

- C) Se libera gran cantidad de energía asociada al defecto de masa.

(P.A.U. jun. 09)

5. El $^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β , lo que da lugar a un isótopo estable del plomo de número atómico:

- A) 82.
B) 78.
C) 74.

(A.B.A.U. extr. 19)

6. Si un núcleo atómico emite una partícula α , dos partículas β^- y dos partículas γ , su número atómico:

- A) Disminuye en dos unidades.
B) Aumenta en dos unidades.
C) No varía.

(P.A.U. jun. 07)

7. Si un núcleo atómico emite una partícula α y dos partículas β , su número atómico Z y másico A :

- A) Z aumenta en dos unidades y A disminuye en dos.
B) Z no varía y A disminuye en cuatro.
C) Z disminuye en dos y A no varía.

(P.A.U. jun. 12)

8. El elemento radioactivo $^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra emitiendo una partícula alfa, dos partículas beta y una radiación gamma. El elemento resultante es:

- A) $^{227}_{88}\text{X}$
B) $^{228}_{89}\text{Y}$
C) $^{228}_{90}\text{Z}$

9. Cuando se bombardea nitrógeno ^{14}N con partículas alfa se genera el isótopo ^{17}O y otras partículas. La reacción es:

- A) $^{14}\text{N} + {}_2^4\alpha \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + \text{p}$
- B) $^{14}\text{N} + {}_2^4\alpha \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + \text{n} + \beta$
- C) $^{14}\text{N} + {}_2^4\alpha \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + \text{p} + \text{n} + \gamma$

(P.A.U. jun. 06)

10. En la desintegración β^- .

- A) El número atómico aumenta una unidad.
- B) El número másico aumenta una unidad.
- C) Ambos permanecen constantes.

(P.A.U. jun. 05)

11. ¿Cuál de las siguientes reacciones nucleares representa el resultado de la fisión del $^{235}_{92}\text{U}$ cuando absorbe un neutrón?

- A) $^{209}_{82}\text{Pb} + 5 \alpha + 3 \text{p} + 4 \text{n}$
- B) $^{90}_{40}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + 6 \text{n} + \beta$
- C) $^{141}_{56}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3 \text{n}$

(P.A.U. sep. 06)

12. ¿Cuál de estas reacciones nucleares es posible?:

- A) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He}$
- B) $^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$
- C) $^{235}_{92}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 2 {}_0^1\text{n}$

(P.A.U. jun. 07)

13. ¿Cuál de las siguientes reacciones nucleares es correcta?

A) $^{233}_{92}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3 {}_0^1\text{n}$

- B) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_0^1\text{n}$

C) ${}^{10}_{5}\text{B} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H}$

(P.A.U. jun. 10)

14. En la formación del núcleo de un átomo:

- A) Disminuye la masa y se desprende energía.
- B) Aumenta la masa y se absorbe energía.
- C) En unos casos sucede la opción A y en otros casos la B.

(P.A.U. sep. 14)

15. En una fusión nuclear:

- A) No se precisa energía de activación.
- B) Intervienen átomos pesados.
- C) Se libera energía debida al defecto de masa.

(P.A.U. sep. 10)

16. En la reacción $^{235}_{92}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}_Z^A\text{X} + 3 {}_0^1\text{n}$ se cumple que:

- A) Es una fusión nuclear.
- B) Se libera energía correspondiente al defecto de masa.
- C) El elemento X es ${}^{92}_{35}\text{X}$.

(P.A.U. jun. 13)