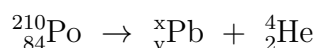


# Capítulo 1

## SEMINARIO FÍSICA NUCLEAR

1. Si un núcleo de  ${}^6_3\text{Li}$  reacciona con un núcleo de un determinado elemento X, se producen dos partículas  $\alpha$ . Escribe la reacción y determina el número atómico y el número másico del elemento X.
2. El isótopo  ${}^{234}\text{U}$  tiene un periodo de semidesintegración (semivida) de 250000 años. Si partimos de una muestra de 10,00 g de dicho isótopo, determina:
  - a) La constante de desintegración radiactiva.
  - b) La actividad inicial de la muestra.
  - c) La masa que quedará sin desintegrar después de 50000 años.
3. Indica qué es el defecto de masa y calcula su valor para el isótopo  ${}^{15}_7\text{N}$ . Determina a continuación su energía de enlace por nucleón.  
Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $m_p = 1,007276 \text{ u}$ ;  $m_n = 1,008665 \text{ u}$ ;  $M({}^{15}_7\text{N}) = 15,0001089 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
4. Calcula la masa de deuterio que requeriría cada día una hipotética central de fusión de 500,0 MW de potencia eléctrica en la que la energía se obtuviera del proceso  $2 {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$  suponiendo un rendimiento del 30 %.  
Datos:  $M(D) = 2,01474 \text{ u}$ ;  $M(\text{He}) = 4,00387 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
5. En una roca se han encontrado 10,0 g de  ${}^{40}_{19}\text{K}$  y 8,0 g de  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ .
  - a) Escribe la reacción nuclear de desintegración del potasio en argón.
  - b) Determina la cantidad de K-40 que habrá cuando transcurran  $5,00 \cdot 10^9$  años.

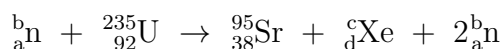
- c) Utilizando la datación radiométrica basada en el potasio-argón, y teniendo en cuenta que el periodo de semidesintegración del potasio 40 es de  $1,25 \cdot 10^9$  años, calcula qué edad tiene la roca. Considera que el K-40 se desintegra en Ar-40.
6. El Polonio 210 tiene una masa atómica de 209,983 u y un periodo de semidesintegración de 138,4 días. Se desintegra, por emisión de partículas  $\alpha$  (4,003 u), en un isótopo estable del plomo de masa atómica igual a 205,974 u. El proceso es el siguiente:



- a) Determina los índices x e y, y el tiempo necesario para que la masa del polonio 210 se reduzca al 30 % de la masa inicial.
- b) Calcula la masa que se desprende en la desintegración de un núcleo de polonio 210, expresada en julios y en MeV.

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

7. El U-235 tiene unos cuarenta modos posibles de desintegración al absorber un neutrón.
- a) Completa la siguiente reacción nuclear, que sucede cuando un núcleo de U-235 absorbe un neutrón:



- b) Calcula la energía producida en la fisión de un núcleo de U-235, de acuerdo con la reacción anterior.
- c) Determina la cantidad de energía que se puede producir con una pastilla de 5,0 gramos de Uranio enriquecida al 5 % con U-235.

Datos:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $m_n = 1,0087 \text{ u}$ ;  $M({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,044 \text{ u}$ ;  $M({}_{38}^{95}\text{Sr}) = 94,919 \text{ u}$ ;  $M({}_{54}^{139}\text{Xe}) = 138,919 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

8. Después de 191,11 años el contenido en  ${}^{226}\text{Ra}$  de una determinada muestra es un 92 % del inicial.
- a) Determine el periodo de semidesintegración de este isótopo.
- b) ¿Cuántos núcleos de  ${}^{226}\text{Ra}$  quedarán, transcurridos 200 años desde el instante inicial, si la masa inicial de  ${}^{226}\text{Ra}$  en la muestra era de  $40 \mu\text{g}$ ?

Datos:  $M({}^{226}\text{Ra}) = 226 \text{ u}$ ;  $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

9. Un isótopo radiactivo  $^{131}\text{I}$  es utilizado en medicina para tratar determinados trastornos de la glándula tiroides. El periodo de semidesintegración del  $^{131}\text{I}$  es de 8,02 días. A un paciente se le suministra una pastilla que contiene  $^{131}\text{I}$  cuya actividad inicial es de  $55 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ . Determine:

- Cuantos gramos de  $^{131}\text{I}$  hay inicialmente en la pastilla.
- La actividad de la pastilla transcurridos 16 días.

Datos:  $M(^{131}\text{I}) = 130,91u$ ;  $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

10. La masa de cierto isótopo radiactivo decae a un octavo de su cantidad original en un tiempo de 5 h. Determine:

- La constante de desintegración de dicho isótopo y su vida media.
- El tiempo que debe transcurrir para que la masa de dicho isótopo sea un 10 % de la masa inicial.

11. El isótopo  $^{18}\text{F}$  (ampliamente utilizado en la generación de imágenes médicas) tiene una vida media de 110 minutos. Se administran  $10 \mu\text{g}$  a un paciente.

- ¿Cuál será la actividad radiactiva inicial?
- ¿Cuánto tiempo transcurre hasta que queda sólo un 1 % de la cantidad inicial?

Datos:  $M(^{18}\text{F}) = 18u$ ;  $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

12. Cuando se encuentra fuera del núcleo atómico, el neutrón es una partícula inestable con una vida media de 885,7 s. Determine:

- El periodo de semidesintegración del neutrón y su constante de desintegración.
- Una fuente de neutrones emite 1010 neutrones por segundo con una velocidad constante de  $100 \text{ km s}^{-1}$ . ¿Cuántos neutrones por segundo recorren una distancia de  $3,7 \cdot 10^5 \text{ km}$  sin desintegrarse?

13. En un meteorito esférico de radio 3 m se ha encontrado U-238. En el momento de formación del meteorito se sabe que había una concentración de  $5 \cdot 10^{12}$  átomos de U-238 por  $\text{cm}^3$  mientras que en la actualidad se ha medido una concentración de  $2,5 \cdot 10^{12}$  átomos de U-238 por  $\text{cm}^3$ . Si la vida media de dicho isótopo es  $4,51 \cdot 10^9$  años, determine:

- La constante de desintegración del U-238.
- La edad del meteorito.

14. Inicialmente se tienen  $6,27 \cdot 10^{24}$  núcleos de un cierto isótopo radiactivo. Transcurridos 10 años el número de núcleos radiactivos se ha reducido a  $3,58 \cdot 10^{24}$ . Determine:
- Vida media del isótopo.
  - El periodo de semidesintegración.
15. Se dispone de una muestra que contiene una cierta cantidad de un isótopo radiactivo. Cuando se preparó la muestra, su actividad era de 200 Bq. Hace un año su actividad era 20 Bq, el doble de la que tiene en la actualidad. Calcule:
- La constante de desintegración.
  - El tiempo transcurrido desde que se preparó la muestra hasta la actualidad.
16. Una cierta muestra contiene inicialmente 87000 núcleos radiactivos. Tras 22 días, el número de núcleos radiactivos se ha reducido a la quinta parte. Calcule:
- La vida media y el periodo de semidesintegración de la especie radioactiva que constituye la muestra.
  - La actividad radioactiva (en desintegraciones por segundo) en el instante inicial y a los 22 días.
17. Una roca contiene dos isótopos radioactivos, A y B, de periodos de semidesintegración 1600 años y 1000 años, respectivamente. Cuando la roca se formó el contenido de núcleos de A y B era el mismo.
- Si actualmente la roca contiene el doble de núcleos de A que de B, ¿qué edad tiene la roca?
  - ¿Qué isótopo tendrá mayor actividad 2500 años después de su formación?
18. Dos muestras de material radioactivo, A y B, se prepararon con tres meses de diferencia. La muestra A, que se preparó en primer lugar, contenía doble cantidad de cierto isótopo radioactivo que la B. En la actualidad, se detectan 2000 desintegraciones por hora en ambas muestras. Determine:
- El periodo de semidesintegración del isótopo radioactivo.
  - La actividad que tendrán ambas muestras dentro de un año.
19. La vida media de un elemento radioactivo es de 25 años. Calcule:
- El tiempo que tiene que transcurrir para que una muestra del elemento radioactivo reduzca su actividad al 70 %.

- b) Los procesos de desintegración que se producen cada minuto en una muestra que contiene  $10^9$  núcleos radioactivos.
20. El Co-60 es un elemento radiactivo cuyo periodo de semidesintegración es de 5,27 años. Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva de Co-60 de 2 g de masa. Calcule:
- La masa de Co-60 desintegrada después de 10 años.
  - La actividad de la muestra después de dicho tiempo.

Datos:  $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

21. El periodo de semidesintegración de un isótopo radiactivo es de 1840 años. Si inicialmente se tiene una muestra de 30 g de material radiactivo,
- Determine qué masa quedará sin desintegrar después de 500 años.
  - ¿Cuánto tiempo ha de transcurrir para que queden sin desintegrar 3 g de la muestra?
22. Se dispone de 20 g de una muestra radiactiva y transcurridos 2 días se han desintegrado 15 g de la misma. Calcule:
- La constante de desintegración radiactiva de dicha muestra.
  - El tiempo que debe transcurrir para que se desintegre el 90% de la muestra.
23. 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.
- Calcule la constante radiactiva y el periodo de semidesintegración del isótopo.
  - Determine la masa que quedará del isótopo original transcurridas 20 horas.
24. La constante radioactiva del Cobalto-60 es  $0,13 \text{ años}^{-1}$  y su masa atómica 59,93 u. Determine:
- El periodo de semidesintegración del isótopo.
  - La vida media del isótopo.
  - La actividad de una muestra de 20 g del isótopo.
  - El tiempo que ha de transcurrir para que en la muestra anterior queden 5 g del isótopo.

Datos:  $N_A = 6,62 \cdot 10^{23} \text{ núcleos/mol}$ .