

Tema 9: Física nuclear y de partículas.

ACTIVIDADES

0901. Radiactividad natural.

A-1 El número de núcleos de una muestra radiactiva se reduce a siete octavas partes de su valor inicial en 1,54 días. Halla: a) La constante radiactiva; b) El periodo de semidesintegración.

A-2 El uranio-238 captura un neutrón y emite dos partículas β . Escribe las reacciones nucleares que tienen lugar.

A-3 Disponemos de una muestra de 3 mg de radio 226. Sabiendo que el radio-226 tiene un periodo de semidesintegración de 1600 años y una masa atómica de 226,025 uma, calcula: a) el tiempo en años necesario para que la muestra se reduzca a 1 mg; b) los valores de las actividades inicial y final.

0902. El núcleo atómico.

A-4 Calcula la energía de enlace por nucleón que corresponde al núcleo Fe-56, cuya masa es 55,9349 uma. Masa del protón = 1,0073 uma; masa del neutrón = 1,0087 uma.

A-5 Calcula la energía total de ligadura y la energía de ligadura por nucleón para los siguientes isótopos: helio-4, oxígeno-16, azufre-32, plata-107 y mercurio-202. Masas de los isótopos: 4,0026; 15,9949; 31,9721; 106,9051; 201,9706 uma.

0903. Reacciones nucleares.

A-6 Completa las siguientes reacciones nucleares y razona la respuesta:

- a) nitrógeno-14 + helio-4 \rightarrow oxígeno-17 +
- b) berilio-9 + helio-4 \rightarrow carbono-12 +

A-7 Al bombardear núcleos de litio con protones se forman dos partículas alfa. Calcular la energía cinética en MeV de cada una de estas partículas α , si la masa del litio es 7,016003 umas y la de las partículas α 4,002603 umas.

A-8 Escribe las ecuaciones correspondientes a las siguientes reacciones nucleares:

- a) aluminio-27 + neutrón \rightarrow magnesio-27 +
- b) hidrógeno-3 \rightarrow hidrógeno-2 +
- c) berilio-9 + protón \rightarrow helio-4 +
- d) calcio 43 + helio-4 \rightarrow escandio-46 +
- e) sodio-23 + helio-4 \rightarrow protón +

0904. Partículas y fuerzas fundamentales.

No se plantean actividades para este apartado.

EJERCICIOS DEL TEMA

1. Diga si es cierto o falso y razone la respuesta: "La emisión de partículas β por los núcleos radiactivos altera la masa atómica de los mismos."

2. Determina qué isótopo debemos usar como blanco para formar Na-24 si se emplean: A) protones, B) neutrones; C) partículas alfa.

3. La llamada serie del actinio comienza en realidad con el uranio-235 y se van produciendo sucesivamente las siguientes desintegraciones: α , β , α , β , α , α , α , β , β y α . Escribir todas las reacciones nucleares que se producen en esta serie natural.

4. El radón-222 se desintegra con un periodo de 3,9 días; si inicialmente se dispone de 20 μ g, ¿cuánto queda al cabo de 7,6 días?

5. ¿Cuánto tarda una muestra radiactiva de periodo 2 días en disminuir al 1% de su valor original?

6. El bismuto-210 es un elemento radiactivo de la familia del uranio. Su periodo de semidesintegración es de 5 días y se desintegra emitiendo radiación β , en otro elemento radiactivo, el cual, por desintegración α , termina en un núcleo estable.

a) Escribir la ecuación de todos los procesos de desintegración identificando los elementos.

b) Si inicialmente tenemos 1 mol de átomos de bismuto-210, ¿cuántos átomos se han desintegrado en 10 días?

7. El radio-226 emite una partícula α y origina el radón, el cual a su vez emite otra partícula α y da lugar a un isótopo del polonio: Escribir las correspondientes desintegraciones. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del radón vale $T=3,82$ días, ¿cuánto radón esperaremos que quede al cabo de 30 días en un recipiente en el que al adquirirlo había 30 g?

8. Se tienen 100 g de una muestra radiactiva cuya velocidad de desintegración es tal que, en un día, se ha

transformado el 20 % de la masa original. Calcular la constante de desintegración, el periodo, la vida media y la masa que quedará al cabo de 20 días.

9. A) ¿Qué significado físico tiene la energía de enlace de un núcleo? B) Calcula la energía de enlace del núcleo de nitrógeno-14, y la energía de enlace por nucleón. Masa del átomo de N-14: 14,00307 uma. Masa del protón: 1,007277 uma. Masa del neutrón: 1,008665 uma. Masa del electrón: 0,00055 uma.

10. La vida media del estroncio-90 es de 28 años. Se dispone de una muestra de 20 g de estroncio 90. a) Escribir la ecuación de desintegración β del estroncio 90. b) Calcular la cantidad que queda al cabo de un año. c) Calcular el tiempo necesario para que la muestra se vea reducida a 15 g.

11. Dada la reacción nuclear: litio-6 + neutrón \rightarrow tritio + X. Determina: a) el isótopo X a partir de sus números atómico y másico. b) la masa atómica del isótopo X sabiendo que en esta reacción se libera una energía de 4,84 MeV por átomo de litio-6. (Masa del litio-6: 6,0151 uma, masa del tritio 3,0160 uma, masa del neutrón 1,0087 uma.)

12. Calcula la masa de deuterio que requeriría cada día una hipotética central nuclear de fusión de 500 MW de potencia eléctrica en la que la energía se obtuviera del proceso: 2 deuterio \rightarrow helio-4, suponiendo un rendimiento del 30 %. Masa del deuterio = 2,01474 uma y masa del helio-4 = 4,00387 uma.

13. Una muestra de material arqueológico tiene una actividad radiactiva de $8,55 \cdot 10^{-3}$ Cu. Se sabe que la actividad que corresponde a esta muestra en el momento en que dejó de ser materia viva era de 0,01 Cu. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del carbono-14 (responsable de la actividad radiactiva es de 5730 años calcula: a) La masa de materia radiactiva que hay en la muestra en la actualidad. b) La masa radiactiva que había cuando dejó de ser materia viva. c) La antigüedad de la muestra. d) La actividad radiactiva de la muestra dentro de 1000 años.

14. Un núcleo de uranio-235 puede experimentar una fisión cuando se bombardea con un neutrón y formar xenón-140 y estroncio-94. a) Escribe la reacción nuclear que tiene lugar. b) Calcula la energía liberada en la fisión de 1 kg de uranio si se desprenden 210 MeV por núcleo.

15. Una muestra de 2 mg de polonio-210 se reduce a 0,5 mg en 276 días. Halla A) El periodo de semidesintegración del polonio-210. B) Los valores de la actividad inicial y la actividad final de la muestra.

16. Determinar el número atómico y el n° másico del isótopo que resultará del U-238 tras emitir 3 partículas alfa y dos partículas beta.

17. Calcula: 1) La energía media de enlace por nucleón de un átomo de $^{40}_{20}\text{Ca}$, expresada en MeV; 2) La energía necesaria (en el SI) para disociar completamente un gramo del isótopo de calcio. Datos: $m(^{40}_{20}\text{Ca}) = 39,97545 \text{ u}$; $m(p) = 1,0073$; $m(n) = 1,0087 \text{ u}$.

18. El tritio se produce en la naturaleza de un modo análogo al C-14. Su periodo de semidesintegración vale 12,3 años. Estimar la edad de una muestra de cierto whisky escocés que contiene tritio en una cantidad 0,61 veces a la del agua de la zona donde se fabricó el whisky.

19. Explicar las DOS clases de reacciones de desintegración radiactiva beta, indicando qué tipo de núcleos de isótopos suelen presentarla.

20. Considere la reacción nuclear: $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{133}_{51}\text{Sb} + ^{99}_{41}\text{Nb} + 4^1_0\text{n}$. A) Explique de qué tipo de reacción se trata y determine la energía liberada por átomo de uranio. B) ¿Qué cantidad de uranio-235 se necesita para producir un millón de kilovatios-hora? Datos de masas atómicas en uma: U = 235,128; Sb = 132,942; Nb = 98,932 y n = 1,0086.

21. (A) Determinar la energía liberada en la reacción: $^{24}_{12}\text{Mg} (\alpha, p) ^{27}_{13}\text{Al}$. (B) Si la eficacia del proceso anterior es de un 25 %, ¿qué masa de mineral que posee un 4% de Mg-24 hará falta suministrar a un hipotético motor nuclear de 180 MW de potencia en una semana? DATOS de masas atómicas: Mg = 23,9944 u; Al = 26,9899 u; He = 4,0039 u; H = 1,00759 u.