

PROBLEMAS DE FÍSICA NUCLEAR

2017

1) Se tiene una muestra del isótopo ^{226}Ra cuyo periodo de semidesintegración es de 1600 años. Calcule su constante de desintegración y el tiempo que se requiere para que su actividad se reduzca a la cuarta parte.

2) Calcule la energía de enlace por nucleón del tritio (^3_1H). $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m(^3_1\text{H}) = 3,016049 \text{ u}$; $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$;
 $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

3) En la bomba de hidrógeno se produce una reacción nuclear en la que se forma helio (^4_2He) a partir de deuterio (^2_1H) y de tritio (^3_1H). Escriba la reacción nuclear y calcule la energía liberada en la formación de un núcleo de helio.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m(^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m(^3_1\text{H}) = 3,0170 \text{ u}$; $m(^2_1\text{H}) = 2,0141 \text{ u}$;
 $m_n = 1,0086 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

4) Cuando se bombardea un núcleo de $^{235}_{92}\text{U}$ con un neutrón se produce la fisión del mismo, obteniéndose dos isótopos radiactivos: $^{89}_{36}\text{Kr}$ y $^{144}_{56}\text{Ba}$, y liberando 200 MeV de energía. Escriba la reacción de fisión correspondiente y calcule la masa de $^{235}_{92}\text{U}$ que consume en un día una central nuclear de 700 MW de potencia.

$m(^{235}\text{U}) = 235,0439 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

5) El periodo de semidesintegración de un núclido radiactivo de masa atómica 109 u, que emite partículas beta, es de 462,6 días. Una muestra cuya masa inicial era de 100 g, tiene en la actualidad 20 g del núclido original. Calcule la constante de desintegración y la actividad actual de la muestra.
 $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

6) El isótopo $^{20}_{10}\text{Ne}$ tiene una masa atómica de 19,9924 u. Calcule su defecto de masa y la energía de enlace por nucleón.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2016

7) Dada la reacción nuclear: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$

a) Calcule la energía liberada en el proceso por cada núcleo de litio que reacciona.

b) El litio presenta dos isótopos estables, ${}^6_3\text{Li}$ y ${}^7_3\text{Li}$. Razone cuál de los dos es más estable.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}^7_3\text{Li}) = 7,016005 \text{ u}$; $m({}^6_3\text{Li}) = 6,015123 \text{ u}$;

$m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$; $m({}^1_1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$

8) El ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ emite dos partículas beta y se transforma en polonio y, posteriormente, por emisión de una partícula alfa se obtiene plomo.

a) Escriba las reacciones nucleares descritas.

b) El periodo de semidesintegración del ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente

3 moles de átomos de ese elemento y han transcurrido 100 años, ¿cuántos núcleos radiactivos quedan sin desintegrar? $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

2015

9) Disponemos de una muestra de 3 mg de ${}^{226}\text{Ra}$. Sabiendo que dicho núclido tiene un periodo de semidesintegración de 1600 años y una masa atómica de 226,025 u, determine razonadamente:

a) El tiempo necesario para que la masa de dicho isótopo se reduzca a 1 mg.

b) los valores de la actividad inicial y de la actividad final de la muestra.

$u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2014

10) En el accidente de la central nuclear de Fukushima I se produjeron emisiones de yodo y cesio radiactivos a la atmósfera. El periodo de semidesintegración del ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ es 30,23 años.

a) Explique qué es la constante de desintegración de un isótopo radiactivo y calcule su valor para el ${}^{137}_{55}\text{Cs}$. b) Calcule el tiempo, medido en años, que debe transcurrir para que la actividad del

${}^{137}_{55}\text{Cs}$ se reduzca a un 1 % del valor inicial.

2013

11) Considere los isótopos ${}^{12}_6\text{C}$ y ${}^{13}_6\text{C}$, de masas 12,0000 u y 13,0034 u, respectivamente.

a) Explique qué es el defecto de masa y determine su valor para ambos isótopos.

b) Calcule la energía de enlace por nucleón y razone cuál es más estable.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $u = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

12) Un isótopo ${}^A_Z X$ sufre una desintegración α y una desintegración γ . Justifique el número másico y el número atómico del nuevo núcleo. ¿Qué cambiaría si en lugar de emitir una partícula α emitiera una partícula β ?

13) El isótopo ${}^{235}_{92} U$, tras diversas desintegraciones α y β , da lugar al isótopo ${}^{207}_{82} Pb$.

a) Describa las características de esas dos emisiones radiactivas y calcule cuántas partículas α y cuántas β se emiten por cada átomo de ${}^{207}_{82} Pb$ formado.

b) Determine la actividad inicial de una muestra de 1 g de ${}^{235}_{92} U$, sabiendo que su periodo de semidesintegración es $7 \cdot 10^8$ años. ¿Cuál será la actividad de la muestra de ${}^{235}_{92} U$ transcurrido un tiempo igual al periodo de semidesintegración? Justifique la respuesta.

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $m({}^{235}_{92} U) = 235,07 \text{ u}$

14) En las estrellas de núcleos calientes predominan las fusiones del denominado ciclo de carbono, cuyo último paso consiste en la fusión de un protón con nitrógeno ${}^{15}_7 N$ para dar ${}^{12}_6 C$ y un núcleo de helio.

a) Escriba la reacción nuclear. b) Determine la energía necesaria para formar 1 kg de ${}^{12}_6 C$.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m({}^1_1 H) = 1,007825 \text{ u}$; $m({}^{15}_7 N) = 15,000108 \text{ u}$;

$m({}^{12}_6 C) = 12,000000 \text{ u}$; $m({}^4_2 He) = 4,002603 \text{ u}$; $u = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2012

15) Un núcleo de ${}^{226}_{88} Ra$ emite una partícula alfa y se convierte en un núcleo de ${}^A_Z Rn$.

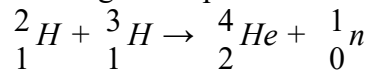
a) Escriba la reacción nuclear correspondiente y calcule la energía liberada en el proceso.

b) Si la constante de desintegración del ${}^{226}_{88} Ra$ es de $1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$, calcule el tiempo que debe transcurrir para que una muestra reduzca su actividad a la quinta parte.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_{Ra} = 226,025406 \text{ u}$; $m_{Rn} = 222,017574 \text{ u}$;
 $m_{He} = 4,002603 \text{ u}$.

16) Una muestra contiene ${}^{226}_{88} Ra$. Razone el número de desintegraciones alfa y beta necesarias para que el producto final sea ${}^{206}_{82} Pb$.

17) En la explosión de una bomba de hidrógeno se produce la reacción:



a) Defina defecto de masa y calcule la energía de enlace por nucleón del ${}^4_2\text{He}$.

b) Determine la energía liberada en la formación de un átomo de helio.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,01474 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,01700 \text{ u}$;

$m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$; $m({}^1_1\text{p}) = 1,007825 \text{ u}$

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 5730 años.

a) Calcule la edad de dichos restos.

b) Si en la actualidad hay 1012 átomos de ${}^{14}\text{C}$ en la muestra, ¿cuál es su actividad?

2011

19) La fisión de un átomo de ${}^{235}_{92}\text{U}$ se produce por captura de un neutrón, siendo los productos principales de este proceso ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ y ${}^{90}_{36}\text{Kr}$.

a) Escriba y ajuste la reacción nuclear correspondiente y calcule la energía desprendida por cada átomo que se fisiona.

b) En una determinada central nuclear se liberan mediante fisión $45 \cdot 10^8 \text{ W}$. Determine la masa de material fisionable que se consume cada día.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{U}} = 235,12 \text{ u}$; $m_{\text{Ba}} = 143,92 \text{ u}$; $m_{\text{Kr}} = 89,94 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$;
 $1 \text{ u} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

20) La actividad de ${}^{14}\text{C}$ de un resto arqueológico es de 150 desintegraciones por segundo. La misma masa de una muestra actual de idéntico tipo posee una actividad de 450 desintegraciones por segundo. El periodo de semidesintegración del ${}^{14}\text{C}$ es de 5730 años.

a) Explique qué se entiende por actividad de una muestra radiactiva y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.

b) ¿Cuántos átomos de ${}^{14}\text{C}$ tiene la muestra arqueológica indicada en la actualidad?

Explique por qué ha cambiado con el tiempo el número de átomos de ${}^{14}\text{C}$ de la muestra.

21) Razone el número de desintegraciones alfa y beta necesarias para que el ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ se transforme en ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.

2010

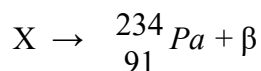
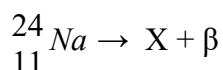
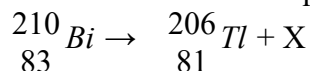
- 22) Un núcleo de tritio 3_1H se desintegra por emisión β dando lugar a un núcleo de helio.
- Escriba la reacción de desintegración nuclear y explique en qué consiste la emisión β .
 - Determine razonadamente la cantidad de 3_1H que quedará de una muestra inicial de 0,1 g al cabo de tres años sabiendo que el periodo de semidesintegración del 3_1H es 12,3 años.

2009

- 23) El ${}^{210}_{83}Bi$ emite una partícula beta y se transforma en polonio que, a su vez, emite una partícula alfa y se transforma en plomo.
- Escriba las reacciones de desintegración radiactivas.
 - Si el período de semidesintegración del ${}^{210}_{83}Bi$ es de 5 días, calcule cuántos núcleos se han desintegrado al cabo de 10 días si inicialmente se tenía un mol de átomos de ese elemento.
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

- 24) El isótopo radiactivo ${}^{12}_5B$ se desintegra en carbono emitiendo radiación beta.
- Escriba la ecuación de la reacción.
 - Sabiendo que las masas atómicas del boro y del carbono son 12,01435 u y 12 u, respectivamente, calcule la energía que se desprendería si un mol de boro se transformara íntegramente en carbono.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

- 25) Complete las reacciones nucleares siguientes especificando el tipo de nucleón o de átomo representado por la letra X y el tipo de emisión radiactiva de que se trata:



2008

- 26) La masa atómica del isótopo ${}^{14}_7N$ es 14,0001089 u.
- Indique los nucleones de este isótopo y calcule su defecto de masa.
 - Calcule su energía de enlace.
 $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$

27) El $^{126}_{55}\text{Cs}$ tiene un periodo de semidesintegración de 1,64 minutos.

a) ¿Cuántos núcleos hay en una muestra de $0,7 \cdot 10^{-6}$ g?

b) Explique qué se entiende por actividad de una muestra y calcule su valor para la muestra del apartado a) al cabo de 2 minutos.

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}; m(\text{Cs}) = 132,905 \text{ u}$$

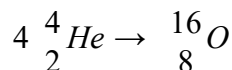
2007

28) a) Calcule el defecto de masa de los núclidos $^{11}_5\text{B}$ y $^{222}_{86}\text{Rn}$ y razone cuál de ellos es más estable.

b) En la desintegración del núcleo $^{222}_{86}\text{Rn}$ se emiten dos partículas alfa y una beta, obteniéndose un nuevo núcleo. Indique las características del núcleo resultante.

$$m_B = 11,009305 \text{ u}; m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u}; m_p = 1,007825 \text{ u}; m_n = 1,008665 \text{ u}$$

29) Imagine una central nuclear en la que se produjera energía a partir de la siguiente reacción nuclear:



a) Determine la energía que se produciría por cada kilogramo de helio que se fusionase.

b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m\left(\text{ } ^4_2\text{He}\right) = 4,0026 \text{ u}; m\left(\text{ } ^{16}_8\text{O}\right) = 15,9950 \text{ u};$$

$$m_p = 1,007825 \text{ u}; m_n = 1,008665 \text{ u}$$

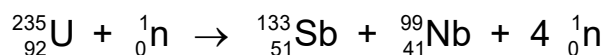
30) La actividad de ^{14}C de un resto arqueológico es de 60 desintegraciones por segundo. Una muestra actual de idéntica composición e igual masa posee una actividad de 360 desintegraciones por segundo. El periodo de semidesintegración del ^{14}C es 5700 años.

a) Explique a qué se debe dicha diferencia y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.

b) ¿Cuántos núcleos ^{14}C tiene la muestra arqueológica en la actualidad? ¿Tienen las dos muestras el mismo número de átomos de carbono? Razone las respuestas.

2006

31) Considere la reacción nuclear:



a) Explique de qué tipo de reacción se trata y determine la energía liberada por átomo de Uranio.

b) ¿Qué cantidad de $^{235}_{92}\text{U}$ se necesita para producir 10^6 kWh?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}; m_U = 235,128 \text{ u};$$

$$m_{\text{Sb}} = 132,942 \text{ u}; m_{\text{Nb}} = 98,932 \text{ u}; m_n = 1,0086 \text{ u}; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

32) En la reacción de fisión del $^{235}_{95}\text{U}$, éste captura un neutrón y se produce un isótopo del Kr, de número másico 92; un isótopo del Ba, cuyo número atómico es 56; y 3 neutrones. Escriba la reacción nuclear y determine razonadamente el número atómico del Kr y el número másico del Ba.

- 33) El período de semidesintegración del ^{226}Ra es de 1620 años.
- Explique qué es la actividad y determine su valor para 1 g de ^{226}Ra .
 - Calcule el tiempo necesario para que la actividad de una muestra de ^{226}Ra quede reducida a un dieciseisavo de su valor original.
- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- 34) El $^{226}_{88}\text{Ra}$, emite partículas alfa dando lugar a Rn.
- Escriba la ecuación de la reacción nuclear y determine la energía liberada en el proceso.
 - Calcule la energía de enlace por nucleón del Ra y del Rn y discuta cuál de ellos es más estable.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{Ra}} = 226,025406 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u}$; $m_p = 1,00795 \text{ u}$;
 $m_n = 1,00898 \text{ u}$; $m_\alpha = 4,002603 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

- 35) El $^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra, emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β , dando lugar a un isótopo estable del plomo. Determine el número másico y el número atómico de dicho isótopo.

2005

- 36) a) Explique qué es el defecto de masa y calcule su valor para el isótopo $^{15}_7\text{N}$.
- b) Calcule su energía de enlace por nucleón.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $m(^{15}_7\text{N}) = 15,0001089 \text{ u}$;
 $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

- 37) El núcleo radiactivo $^{232}_{92}\text{U}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un período de semidesintegración de 72 años.
- Escriba la ecuación del proceso de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante.
 - Calcule el tiempo que debe transcurrir para que su actividad se reduzca al 75 % de la inicial.

- 38) El $^{226}_{88}\text{Ra}$ se desintegra radiactivamente para dar $^{222}_{86}\text{Rn}$.
- Indique el tipo de emisión radiactiva y escriba la correspondiente ecuación.
 - Calcule la energía liberada en el proceso.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{Ra}} = 225,9771 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 221,9703 \text{ u}$; $m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u}$;
 $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Problemas de la ponencia de Física

- 39) La vida media del ^{55}Fe es de 2,6 años.
- Explique las características del proceso de desintegración e indique el significado de período de semidesintegración y vida media.
 - Calcule la constante de desintegración radiactiva y el tiempo en que 1 mg de muestra se reduce a la mitad.

40) En el año 1998 Marie y Pierre Curie aislaron 200 mg de radio, cuyo periodo de semidesintegración es de 1620 años.

- ¿A qué cantidad de radio han quedado reducidos en la actualidad los 200 mg iniciales?
- ¿Qué tanto por ciento se habrá desintegrado dentro de 500 años?

41) El $^{14}_6\text{C}$ se desintegra dando $^{14}_7\text{N}$ y emitiendo una partícula beta. El periodo de semidesintegración del $^{14}_6\text{C}$ es de 5376 años.

- Escriba la ecuación del proceso de desintegración y explique cómo ocurre.
- Si la actividad debida al $^{14}_6\text{C}$ de los tejidos encontrados en una tumba es del 40% de la que presentan los tejidos similares actuales, ¿cuál es la edad de aquellos?

42) Una de las reacciones de fisión posibles del $^{235}_{92}\text{U}$ es la formación de $^{94}_{38}\text{Sr}$ y $^{140}_{54}\text{Xe}$, liberándose dos neutrones.

- Formule la reacción y hacer un análisis cualitativo del balance de masa.
- Calcule la energía liberada por 20 mg de uranio.

$$m_{\text{U}} = 234,9943 \text{ u} ; m_{\text{Sr}} = 93,9754 \text{ u} ; m_{\text{Xe}} = 139,9196 \text{ u} ; m_{\text{n}} = 1,0086 \text{ u} ; N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

43) El $^{99}_{43}\text{Tc}$ se desintegra emitiendo radiación gamma.

- Explique el proceso de desintegración y definir “periodo de semidesintegración”.
- Calcule la actividad de un gramo de isótopo cuya vida media en el estado inicial es de 6 horas.

$$N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

44) a) Calcule la energía de enlace de los núcleos ^3_1H y ^3_2He .

- ¿Qué conclusión, acerca de la estabilidad de dichos núcleos, se deduce de los resultados del apartado a)?

$$m_{\text{He-3}} = 3,016029 \text{ u} ; m_{\text{H-3}} = 3,016049 \text{ u} ; m_{\text{n}} = 1,0086 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

45) El periodo 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.

- Indique las diferencias entre el nucleido original y el resultante y representar gráficamente la variación con el tiempo de la masa del nucleido original.
- Calcule la antigüedad de la muestra y su actividad actual.

$$N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

46) a) Indique las partículas constituyentes de los dos nucleidos ^3_1H y ^3_2He y explique qué tipo de emisión radiactiva permitiría pasar de uno a otro.

- Calcule la energía de enlace para cada uno de los nucleidos e indique cuál de ellos es más estable.

$$m_{\text{He-3}} = 3,016029 \text{ u} ; m_{\text{H-3}} = 3,016049 \text{ u} ; m_{\text{n}} = 1,0086 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

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

- Indique el tipo de emisión radiactiva y escriba la ecuación de dicha reacción nuclear.
- Calcule la energía liberada en el proceso.

$$m_{\text{Ra}} = 226,0960 \text{ u} ; m_{\text{Rn}} = 222,0869 \text{ u} ; m_{\text{He}} = 4,00387 \text{ u}$$

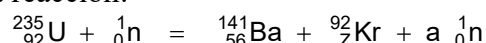
$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

- 48) a) Justificar cuantitativamente cuál de los núclidos $^{16}_8\text{O}$ y $^{218}_{84}\text{Po}$ es más estable.
 b) En la desintegración del núcleo $^{218}_{84}\text{Po}$ se emite una partícula alfa y dos partículas beta, obteniéndose un nuevo núcleo. Indique las características de dicho núcleo resultante. ¿Qué relación existe entre el núcleo inicial y el final?
 $m_{\text{O}} = 15,994915 \text{ u}$; $m_{\text{Po}} = 218,009007 \text{ u}$; $m_{\text{p}} = 1,007825 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$

49) La actividad de ^{14}C ($T_{1/2} = 5700$ años) de un resto arqueológico es de 120 desintegraciones por segundo. La misma masa de una muestra actual de idéntica composición posee una actividad de 360 desintegraciones por segundo.

- a) Explique a que se debe dicha diferencia y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.
 b) ¿Cuántos átomos de ^{14}C tiene la muestra arqueológica en la actualidad? ¿Tienen ambas muestras el mismo número de átomos de carbono?

50) 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?
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

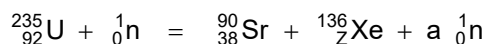
51) El ^{131}I es un isótopo radiactivo que se utiliza en medicina para el tratamiento del hipertiroidismo, ya que se concentra en la glándula tiroides. Su periodo de semidesintegración es de 8 días.

- a) Explique cómo ha cambiado una muestra de 20 mg de ^{131}I tras estar almacenada en un hospital durante 48 días.
 b) ¿Cuál es la actividad de un microgramo de ^{131}I ?
 $N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

52) En un proceso de desintegración el núcleo radiactivo emite una partícula alfa. La constante de desintegración de dicho proceso es $2 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$.

- a) Explique cómo cambian las características del núcleo inicial y escriba la ley que expresa el número de núcleos sin transformar en función del tiempo.
 b) Si inicialmente había 3 moles de dicha sustancia radiactiva, ¿cuántas partículas alfa se han emitido al cabo de 925 años? ¿Cuántos moles de He se han formado después de dicho tiempo?
 $N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

53) Dada la reacción nuclear de fisión:



- a) Halle razonadamente el número de neutrones emitidos, a , y el valor de Z .
 b) ¿Qué energía se desprende en la fisión de 1 gramo de ^{235}U ?
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m(^{235}\text{U}) = 235,043944 \text{ u}$; $m(^{90}\text{Sr}) = 89,907167 \text{ u}$;
 $m(^{136}\text{Xe}) = 135,907294 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $N_{\text{A}} = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

54) El núcleo ${}_{15}^{32}\text{P}$ se desintegra emitiendo una partícula beta.

a) Escriba la reacción de desintegración y determinar razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante.

b) Si el electrón se emite con una energía cinética de 1,7 MeV, calcule la masa del núcleo resultante.

$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 5,5 \times 10^{-4} \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
 $m({}^{32}\text{P}) = 31,973908 \text{ u}$

55) En la bomba de hidrógeno se produce una reacción termonuclear en la que se forma helio a partir de deuterio y de tritio.

a) Escriba la reacción nuclear.

b) Calcule la energía liberada en la formación de un átomo de helio y la energía de enlace por nucleón del helio.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,0170 \text{ u}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,0141 \text{ u}$;
 $m_p = 1,0078 \text{ u}$; $m_n = 1,0086 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

56) Una muestra de isótopo radiactivo recién obtenida tiene una actividad de 84 s^{-1} y, al cabo de 30 días, su actividad es de 6 s^{-1} .

a) Explique si los datos anteriores dependen del tamaño de la muestra.

b) Calcule la constante de desintegración y la fracción de núcleos que se han desintegrado después de 11 días.

57) En una reacción nuclear se produce un defecto de masa de $0,2148 \text{ u}$ por cada núcleo de ${}^{235}\text{U}$ fisionado.

a) Calcule la energía liberada en la fisión de $23,5 \text{ g}$ de ${}^{235}\text{U}$.

b) Si se producen 10^{20} reacciones idénticas por minuto, ¿cuál será la potencia disponible?
 $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

58) El ${}^{12}_5\text{B}$ se desintegra radiactivamente en dos etapas: en la primera el núcleo resultante es ${}^{12}_6\text{C}^*$ (* = estado excitado) y en la segunda el ${}^{12}_6\text{C}^*$ se desexcita, dando ${}^{12}_6\text{C}$ (estado fundamental).

a) Escriba los procesos de cada etapa, determinando razonadamente el tipo de radiación emitida en cada caso.

b) Calcule la frecuencia de la radiación emitida en la segunda etapa si la diferencia de energía entre los estados energéticos del isótopo del carbono es de $4,4 \text{ MeV}$.

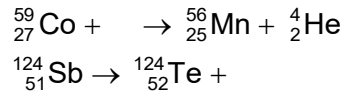
$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

59) El isótopo del hidrógeno denominado tritio (${}^3_1\text{H}$) es inestable ($T_{1/2} = 12,5$ años) y se desintegra con emisión de una partícula beta. Del análisis de una muestra tomada de una botella de agua mineral se obtiene que la actividad debida al tritio es el 92 % de la que presenta el agua en el manantial de origen.

b) Escriba la correspondiente reacción nuclear.

c) Determine el tiempo que lleva embotellada el agua de la muestra.

60) a) Complete las siguientes reacciones nucleares:



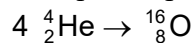
b) Explique en qué se diferencian las reacciones nucleares de las reacciones químicas ordinarias.

61) El núcleo radiactivo ${}_{92}^{232}\text{U}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un período de semidesintegración de 72 años.

a) Escriba la ecuación del proceso de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante.

b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que su masa se reduzca al 75 % de la masa original.

62) Suponga una central nuclear en la que se produjera energía a partir de la siguiente reacción nuclear de fusión:



a) Determine la energía que se produciría por cada kilogramo de helio que se fusionase.

b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.

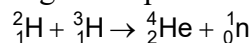
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}_2^4\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m({}_8^{16}\text{O}) = 15,9950 \text{ u}$

63) En una muestra de madera de un sarcófago ocurren 13536 desintegraciones en un día por cada gramo, debido al ${}^{14}\text{C}$ presente, mientras que una muestra actual de madera análoga experimenta 920 desintegraciones por gramo en una hora. El período de semidesintegración del ${}^{14}\text{C}$ es de 5730 años.

a) Establezca la edad del sarcófago.

b) Determine la actividad de la muestra del sarcófago dentro de 1000 años.

64) En la explosión de una bomba de hidrógeno se produce la reacción:



Calcule:

a) El defecto de masa del ${}_2^4\text{He}$.

b) La energía liberada en la formación de 10 g de helio.

$m({}_1^2\text{H}) = 2,01474 \text{ u}$; $m({}_1^3\text{H}) = 3,01700 \text{ u}$; $m({}_2^4\text{He}) = 4,00388 \text{ u}$; $m({}_0^1\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$

$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

65) El ${}_{94}^{237}\text{Pu}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un periodo de semidesintegración de 45,7 días.

a) Escriba la reacción de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del elemento resultante.

b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que la actividad de una muestra de dicho núclido se reduzca a la octava parte.

66) a) Explique qué es el defecto de masa y calcule su valor para el isótopo ${}_{7}^{15}\text{N}$

b) Calcule su energía de enlace por nucleón.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $m({}_{7}^{15}\text{N}) = 15,0001089 \text{ u}$;

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

67) El núcleo radiactivo ${}_{92}^{222}\text{U}$ se desintegra, emitiendo partículas alfa, con un período de semidesintegración de 72 años. a) Escriba la ecuación del proceso de desintegración y determine razonadamente el número másico y el número atómico del núcleo resultante. b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que su actividad se reduzca al 75 % de la inicial.

68) ${}_{88}^{228}\text{Ra}$ se desintegra radiactivamente para dar ${}_{86}^{222}\text{Rn}$.

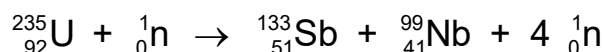
a) Indique el tipo de emisión radiactiva y escriba la correspondiente ecuación.

b) Calcule la energía liberada en el proceso.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{Ra}} = 225,9771 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 221,9703 \text{ u}$; $m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u}$;

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

69) Considere la reacción nuclear:



a) Explique de qué tipo de reacción se trata y determine la energía liberada por átomo de Uranio.

b) ¿Qué cantidad de ${}_{92}^{235}\text{U}$ se necesita para producir 10^6 kWh ?

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $m_{\text{U}} = 235,128 \text{ u}$;

$m_{\text{Sb}} = 132,942 \text{ u}$; $m_{\text{Nb}} = 98,932 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,0086 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

70) a) Analice el origen de la energía liberada en una reacción nuclear de fisión.

b) En la reacción de fisión del ${}_{92}^{235}\text{U}$, éste captura un neutrón y se produce un isótopo del Kr, de número másico 92; un isótopo del Ba, cuyo número atómico es 56; y 3 neutrones. Escriba la reacción nuclear y determine razonadamente el número atómico del Kr y el número másico del Ba.

71) El ${}_{88}^{226}\text{Ra}$, emite partículas alfa dando lugar a Rn.

a) Escriba la ecuación de la reacción nuclear y determine la energía liberada en el proceso.

b) Calcule la energía de enlace por nucleón del Ra y del Rn y discuta cuál de ellos es más estable.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{Ra}} = 226,025406 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u}$; $m_{\text{p}} = 1,00795 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,00898 \text{ u}$

$m_{\alpha} = 4,002603 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

72) El período de semidesintegración del ${}^{226}\text{Ra}$ es de 1620 años.

a) Explique qué es la actividad y determine su valor para 1 g de ${}^{226}\text{Ra}$.

b) Calcule el tiempo necesario para que la actividad de una muestra de ${}^{226}\text{Ra}$ quede reducida a un dieciseisavo de su valor original.

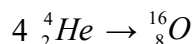
$N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

73) a) Calcule el defecto de masa de los núclidos ${}_{5}^{11}\text{B}$ y ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ y razone cuál de ellos es más estable.

b) En la desintegración del núcleo ${}^{222}\text{Rn}$ se emiten dos partículas alfa y una beta, obteniéndose un nuevo núcleo. Indique las características del núcleo resultante.

$m(\text{B}) = 11,009305 \text{ u}$; $m(\text{Rn}) = 222,017574 \text{ u}$; $m_{\text{p}} = 1,007825 \text{ u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665 \text{ u}$

74) Imagine una central nuclear en la que se produjera energía a partir de la siguiente reacción nuclear:



- a) Determine la energía que se produciría por cada kilogramo de helio que se fusionase.
b) Razone en cuál de los dos núcleos anteriores es mayor la energía de enlace por nucleón.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m({}^{16}_8\text{O}) = 15,9950 \text{ u}$;
 $m_p = 1,007825 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$

75) La actividad de ${}^{14}\text{C}$ de un resto arqueológico es de 60 desintegraciones por segundo. Una muestra actual de idéntica composición e igual masa posee una actividad de 360 desintegraciones por segundo. El periodo de semidesintegración del ${}^{14}\text{C}$ es 5700 años.

- a) Explique a qué se debe dicha diferencia y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.
b) ¿Cuántos núcleos ${}^{14}\text{C}$ tiene la muestra arqueológica en la actualidad? ¿Tienen las dos muestras el mismo número de átomos de carbono? Razone las respuestas.

76) El ${}^{126}_{55}\text{Cs}$ tiene un periodo de semidesintegración de 1,64 minutos.

- a) ¿Cuántos núcleos hay en una muestra de $0,7 \cdot 10^{-6} \text{ g}$?
b) Explique qué se entiende por actividad de una muestra y calcule su valor para la muestra del apartado a) al cabo de 2 minutos.
 $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $m(\text{Cs}) = 132,905 \text{ u}$

77) La masa atómica del isótopo ${}^{14}_7\text{N}$ es 14,0001089 u.

- a) Indique los nucleones de este isótopo y calcule su defecto de masa.
b) Calcule su energía de enlace.
 $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_p = 1,007276 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$

78) Una sustancia radiactiva se desintegra según la ecuación:

$$N = N_0 e^{-0,005 t} \text{ (S. I.)}$$

- a) Explique el significado de las magnitudes que intervienen en la ecuación y determine razonadamente el periodo de semidesintegración.
b) Si una muestra contiene en un momento dado 10^{26} núcleos de dicha sustancia, ¿cuál será la actividad de la muestra al cabo de 3 horas?

79) El ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ emite una partícula beta y se transforma en polonio que, a su vez, emite una partícula alfa y se transforma en plomo

- a) Escriba las reacciones de desintegración descritas.
b) Si el periodo de semidesintegración del ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ es de 5 días, calcule cuántos núcleos se han desintegrados al cabo de 10 días si inicialmente se tenía un mol de átomos de ese elemento.
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

80) El isótopo radiactivo ${}^{12}_5\text{B}$ se desintegra en carbono emitiendo una radiación beta.

- a) Escriba la ecuación de la reacción.
b) Sabiendo que la masa atómica del Boro y el carbono son 12,01435 u y 12 u respectivamente, calcule la energía que se desprendería si un mol de boro se transformara íntegramente en carbono
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

81) Considere los nucleidos ${}^3_1\text{H}$ y ${}^4_2\text{He}$.

a) Defina defecto de masa y calcule la energía de enlace de cada uno.

b) Indique cuál de ellos es más estable y justifique la respuesta.

$m({}^3_1\text{H}) = 3,0160494 \text{ u}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,00260 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$; $m_p = 1,007277 \text{ u}$

$1 \text{ u} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

82) Para controlar la fusión nuclear se está construyendo en Cadarache (Francia) el ITER (Reactor Internacional de Fusión Termonuclear). Se pretende fusionar deuterio, ${}^2_1\text{H}$, y tritio, ${}^3_1\text{H}$, para dar lugar a helio ${}^4_2\text{He}$

a) Escriba la reacción nuclear.

b) Determine la energía liberada en la formación de 0,1 g de ${}^4_2\text{He}$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,01474 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,01700 \text{ u}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,00388 \text{ u}$;

$m({}^1_0\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

83) Un núcleo de tritio ${}^3_1\text{H}$ se desintegra por emisión β dando lugar a un núcleo de helio.

a) Escriba la reacción de desintegración nuclear y explique en qué consiste la emisión β .

b) Determine razonadamente la cantidad de ${}^3_1\text{H}$ que quedará de una muestra inicial de 0,1 g al cabo de tres años sabiendo que el periodo de semidesintegración del ${}^3_1\text{H}$ es 12,3 años.

84) La actividad de ${}^{14}\text{C}$ de un resto arqueológico es de 150 desintegraciones por segundo. La misma masa de una muestra actual de idéntico tipo posee una actividad de 450 desintegraciones por segundo. El periodo de semidesintegración del ${}^{14}\text{C}$ es de 5730 años.

a) Explique qué se entiende por actividad de una muestra radiactiva y calcule la antigüedad de la muestra arqueológica.

b) ¿Cuántos átomos de ${}^{14}\text{C}$ tiene la muestra arqueológica indicada en la actualidad? Explique por qué ha cambiado con el tiempo el número de átomos de ${}^{14}\text{C}$ de la muestra.

85) La fisión de un átomo de ${}^{235}_{92}\text{U}$ se produce por captura de un neutrón, siendo los productos principales de este proceso ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ y ${}^{90}_{36}\text{Kr}$.

a) Escriba y ajuste la reacción nuclear correspondiente y calcule la energía desprendida por cada átomo que se fisiona.

b) En una determinada central nuclear se liberan mediante fisión $45 \cdot 10^8 \text{ W}$. Determine la masa de material fisionable que se consume cada día.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $m_{\text{U}} = 235,12 \text{ u}$; $m_{\text{Ba}} = 143,92 \text{ u}$; $m_{\text{Kr}} = 89,94 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$;

$1 \text{ u} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$