

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio D1
- Junio, Ejercicio D2
- Reserva 1, Ejercicio D1
- Reserva 1, Ejercicio D2
- Reserva 2, Ejercicio D1
- Reserva 2, Ejercicio D2
- Reserva 3, Ejercicio D1
- Reserva 3, Ejercicio D2
- Reserva 4, Ejercicio D1
- Reserva 4, Ejercicio D2
- Julio, Ejercicio D1
- Julio, Ejercicio D2

a) Considere un núcleo de ^{28}Si y otro de ^{56}Fe . La masa del núcleo de hierro es el doble que la del núcleo de silicio. Determine, de forma justificada, la relación entre sus longitudes de onda de De Broglie en las siguientes situaciones: i) si el momento lineal o cantidad de movimiento es el mismo para los dos; ii) si los dos núcleos se mueven con la misma energía cinética.

b) Los neutrones que se emiten en un proceso de fisión nuclear tienen una energía cinética de $1'6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. i) Determine razonadamente su longitud de onda de De Broglie y su velocidad. ii) Calcule la longitud de onda de De Broglie cuando la velocidad de los neutrones se reduce a la mitad.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; m_n = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) $m(\text{Fe}) = 2m(\text{Si})$

i) Como: $p_{\text{Fe}} = p_{\text{Si}} \Rightarrow m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}} = m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}$

Entonces:
$$\frac{\lambda_{\text{Fe}}}{\lambda_{\text{Si}}} = \frac{\frac{h}{m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}}}}{\frac{h}{m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}}} = 1$$

ii)

$$E_{\text{cFe}} = E_{\text{cSi}} \Rightarrow \frac{1}{2} m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}}^2 = \frac{1}{2} m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}^2 \Rightarrow m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}}^2 = m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}^2 \Rightarrow 2m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Fe}}^2 = m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot v_{\text{Fe}}^2 = v_{\text{Si}}^2 \Rightarrow \sqrt{2} \cdot v_{\text{Fe}} = v_{\text{Si}}$$

Entonces:
$$\frac{\lambda_{\text{Fe}}}{\lambda_{\text{Si}}} = \frac{\frac{h}{m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}}}}{\frac{h}{m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}}} = \frac{m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Si}}}{m_{\text{Fe}} \cdot v_{\text{Fe}}} = \frac{m_{\text{Si}} \cdot \sqrt{2} v_{\text{Fe}}}{2m_{\text{Si}} \cdot v_{\text{Fe}}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

b) i) Calculamos la velocidad y la longitud de onda

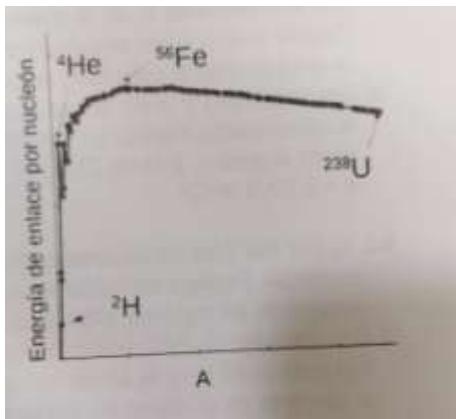
$$1'6 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} m_n \cdot v_n^2 = \frac{1}{2} 1'67 \cdot 10^{-27} \cdot v_n^2 \Rightarrow v_n = \sqrt{\frac{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-13}}{1'67 \cdot 10^{-27}}} = 1'38 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda_n = \frac{h}{m_n \cdot v_n} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{1'67 \cdot 10^{-27} \cdot 1'38 \cdot 10^7} = 2'88 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

ii)

$$v_n^* = \frac{v_n}{2} \Rightarrow \lambda_n^* = \frac{h}{m_n \cdot \frac{v_n}{2}} = 2 \cdot \lambda_n = 2 \cdot 2'88 \cdot 10^{-14} = 5'76 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

a) Basándose en la gráfica, razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: i) El ${}_{92}^{238}\text{U}$ es más estable que el ${}_{26}^{56}\text{Fe}$. ii) El ${}_{2}^{4}\text{He}$ es más estable que el ${}_{1}^{2}\text{H}$, por lo que al producirse la fusión nuclear de dos núcleos de ${}_{1}^{2}\text{H}$ se desprende energía.



b) En algunas estrellas se produce una reacción nuclear en la que el ${}_{14}^{28}\text{Si}$, tras capturar siete partículas alfa, se transforma en ${}_{Z}^A\text{Ni}$. i) Escriba la reacción nuclear descrita y calcule A y Z.

ii) Calcule la energía liberada por cada núcleo de silicio.

$$m({}_{14}^{28}\text{Si}) = 27'976927 \text{ u} ; m({}_{Z}^A\text{Ni}) = 55'942129 \text{ u} ; m({}_{2}^{4}\text{He}) = 4'002603 \text{ u} ;$$

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

FISICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) Es falsa. En la gráfica, la energía de enlace por nucleón del ${}_{92}^{238}\text{U}$ aparece con un valor más bajo que la del ${}_{26}^{56}\text{Fe}$, lo cual quiere decir que para arrancar un nucleón del ${}_{92}^{238}\text{U}$ hay que dar menos energía que para arrancar un nucleón del ${}_{26}^{56}\text{Fe}$, por lo tanto, el ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ es más estable que el ${}_{92}^{238}\text{U}$.

ii) Es verdadera. En la gráfica la energía de enlace por nucleón del ${}_{2}^{4}\text{He}$ es mayor que la del ${}_{1}^{2}\text{H}$, por lo tanto, el ${}_{2}^{4}\text{He}$ es más estable que el ${}_{1}^{2}\text{H}$. Luego, al fusionarse 2 núcleos de ${}_{1}^{2}\text{H}$ y producir 1 núcleo de ${}_{2}^{4}\text{He}$, se desprende energía, ya que todo sistema al pasar a una situación más estable desprende energía.

b) i) La reacción que tiene lugar es: ${}_{14}^{28}\text{Si} + 7 {}_{2}^{4}\alpha \rightarrow {}_{Z}^A\text{Ni}$

Se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $14 + 14 = Z \Rightarrow Z = 28$ protones

Se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $28 + 28 = A \Rightarrow A = 56$ nucleones

ii) Calculamos el defecto de masa

$$\Delta m = [m(\text{Si}) + 7 \cdot m(\alpha)] - [m(\text{Ni})] = 27'976927 + 7 \cdot 4'002603 - 55'942129 = 0'053019 \text{ u}$$

$$E_c = \Delta m \cdot c^2 = 0'053019 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 7'92 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

a) i) Escriba la ecuación del efecto fotoeléctrico y explique qué significa cada uno de los términos de la misma. ii) Un haz luminoso produce efecto fotoeléctrico al incidir sobre un determinado metal. Si aumenta la longitud de onda de la luz incidente y se sigue produciendo el efecto fotoeléctrico, explique razonadamente cómo se modifica el número de fotoelectrones emitidos y su energía cinética.

b) Cuando se ilumina una célula fotoeléctrica con luz monocromática de frecuencia $1'2 \cdot 10^{15}$ Hz se observa el paso de una corriente eléctrica que se anula aplicando una diferencia de potencial de 2 V. i) Determine la frecuencia umbral. ii) A continuación se ilumina con luz monocromática de longitud de onda de $1'5 \cdot 10^{-7}$ m. ¿Con qué velocidad máxima se emiten los electrones?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; \quad h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; \quad m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; \quad e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

FISICA. 2023. RESERVA 1. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) La ecuación es: $E = W_0 + E_c$

E = Energía de cada fotón de la luz incidente

W_0 = Trabajo de extracción del metal (energía que hay que dar al metal para arrancar un electrón del metal)

E_c = Energía cinética de los fotoelectrones

ii) Efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$

Ley de Planck: $E = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda}$ Si λ aumenta, entonces E disminuye y como W_0 es constante

para cada metal, entonces la energía cinética disminuye.

El número de fotoelectrones no varía, ya que lo que varía es la energía de cada fotón incidente.

Como no varía la intensidad de la luz incidente, no varía el número de fotones. Como cada fotón arranca un fotoelectrón, entonces no varía el número de fotoelectrones.

b) i)

$$E_c = q \cdot V = 2 \text{ eV} = 2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} = 3'2 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 1'2 \cdot 10^{15} = W_0 + 3'2 \cdot 10^{-19} \Rightarrow W_0 = 4'756 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{4'756 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 7'17 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{Frecuencia umbral}$$

$$\text{ii) } \lambda^* = 1'5 \cdot 10^{-7} \Rightarrow f^* = \frac{c}{\lambda^*} = \frac{3 \cdot 10^8}{1'5 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f^* = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{15} = 4'756 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 1'37 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

a) i) Explique el concepto de actividad de una muestra radiactiva. ii) Obtenga de forma razonada la expresión que relaciona esta magnitud y el periodo de semidesintegración.

b) La radiación emitida por el $^{131}_{53}\text{I}$ tiene aplicación en el tratamiento del cáncer de tiroides. Un hospital cuenta con una muestra de $^{131}_{53}\text{I}$ cuya masa inicial era 250 g y que actualmente es de 10 g. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del $^{131}_{53}\text{I}$ es de 8,02 días, calcule: i) la constante radiactiva del $^{131}_{53}\text{I}$; ii) el número inicial de núcleos que contenía la muestra; iii) la actividad actual de la muestra.

$$m(^{131}_{53}\text{I}) = 130'906126 \text{ ; } 1\text{u} = 1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2023. RESERVA 1. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) La actividad de una muestra es el número de desintegraciones que se producen en la unidad de tiempo, es decir, es una velocidad de desintegración.

$$\text{Actividad} = \lambda \cdot N$$

ii) La ley de desintegración radiactiva: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$$\begin{aligned} \text{Cuando } t = T \Rightarrow N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} &= N_0 \cdot e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = \ln e^{-\lambda T} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda \cdot T \Rightarrow \\ \Rightarrow \ln 1 - \ln 2 &= -\lambda \cdot T \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} \end{aligned}$$

$$\text{Luego: Actividad} = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N$$

$$\text{b) i) } \lambda(\text{I}) = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{8'02 \cdot 24 \cdot 3600} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{ii) } 1 \text{ u} = \frac{1}{1000 N_A} \Rightarrow N_A = \frac{1}{1000 \cdot 1'66 \cdot 10^{-27}} = 6'024 \cdot 10^{23}$$

$$N_0 = 250 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{130'906126} \cdot \frac{6'024 \cdot 10^{23} \text{ núcleos I}}{1 \text{ mol}} = 1'15 \cdot 10^{24} \text{ núcleos de I}$$

$$\text{iii) } N = 10 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{130'906126} \cdot \frac{6'024 \cdot 10^{23} \text{ núcleos I}}{1 \text{ mol}} = 4'6 \cdot 10^{22} \text{ núcleos de I}$$

$$\text{Actividad actual} = 10^{-6} \cdot 4'6 \cdot 10^{22} = 4'6 \cdot 10^{16} \text{ desintegraciones / s}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= m({}_0^1\text{n}) + m(\text{Pu}) - 2m({}_0^1\text{n}) - m(\text{Cs}) - m(\text{X}) = \\ &= 1'008665 + 239'0521634 - 2 \cdot 1'008665 - 138'913364 - 98'924148 = \\ &= 0'2059864 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 3'42 \cdot 10^{-28} \text{ kg}\end{aligned}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 3'42 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 3'1 \cdot 10^{-11} \text{ Julios por cada núcleo de Pu}$$

Emestrada

a) Un haz luminoso produce efecto fotoeléctrico al incidir sobre un determinado metal. Explique razonadamente cómo se modifica el número de fotoelectrones y su energía cinética máxima si aumenta la frecuencia de la luz incidente.

b) Un metal es iluminado con luz de frecuencia $9 \cdot 10^{14}$ Hz emitiendo fotoelectrones que pueden ser detenidos con un potencial de frenado de 0,6 V. Por otro lado, si dicho metal se ilumina con luz de longitud de onda $2'38 \cdot 10^{-7}$ m el potencial de frenado pasa a ser de 2,1 V. Calcule de forma razonada: i) el valor de la constante de Planck; ii) el trabajo de extracción del metal.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

FISICA. 2023. RESERVA 2. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) Si aumento la frecuencia cuando hay efecto fotoeléctrico, aumenta la energía de cada fotón incidente en el metal, pero no aumenta el número de fotones incidentes. (Ley de Planck $E = h \cdot f$).

Por la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, al aumentar la frecuencia aumenta la energía y como W_0 es constante, entonces la energía cinética aumenta.

$$b) \text{ Luz}_1 \begin{cases} f = 9 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \\ v_{\text{frenado}} = 0'6 \text{ v} \end{cases} \quad \text{Luz}_2 \begin{cases} \lambda = 2'38 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ v_{\text{frenado}} = 2'1 \text{ v} \end{cases}$$

i)

$$\text{Luz}_1 \Rightarrow E_1 = W_0 + E_{c1} \Rightarrow h \cdot f = h \cdot f_0 + v_f \cdot e \Rightarrow h \cdot 9 \cdot 10^{14} = h \cdot f_0 + 0'6 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}$$

$$\text{Luz}_2 \Rightarrow E_2 = W_0 + E_{c2} \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot f_0 + v_f \cdot e \Rightarrow h \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2'38 \cdot 10^{-7}} = h \cdot f_0 + 2'1 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}$$

Si restamos las dos expresiones, nos queda:

$$h(1'26 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{14}) = 2'1 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} - 0'6 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow 3'61 \cdot 10^{14} h = 2'4 \cdot 10^{-19} \Rightarrow h = 6'65 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$ii) W_0 = h \cdot f_0 - E_c \Rightarrow 6'65 \cdot 10^{-34} \cdot 9 \cdot 10^{14} - 0'6 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} = 5'02 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

- a) i) Explique el defecto de masa del núcleo y su relación con la estabilidad nuclear. ii) Apoyándose en una gráfica, indique cómo varía la estabilidad nuclear con el número másico.
b) Se hace incidir un núcleo de ${}^2_1\text{H}$ sobre otro de ${}^{13}_6\text{C}$ produciéndose un nuevo núcleo ${}^A_Z\text{Q}$ y un protón. i) Escriba la reacción nuclear del proceso y determine A y Z. ii) Calcule la energía que se libera en el proceso por cada núcleo de ${}^{13}_6\text{C}$ que reacciona.

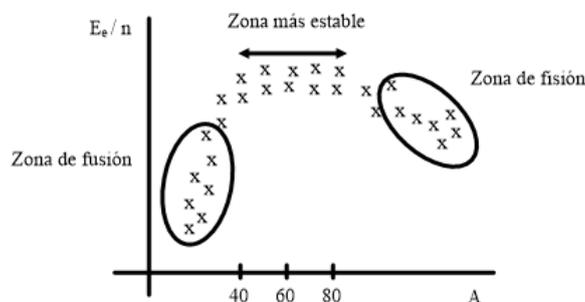
$$1\text{u} = 1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$m({}^{13}_6\text{C}) = 13'003355 \text{ u}; m({}^A_Z\text{Q}) = 14'003242 \text{ u}; m({}^1_1\text{H}) = 1'007825 \text{ u}; m({}^2_1\text{H}) = 2'014102 \text{ u}$$

FISICA. 2023. RESERVA 2. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

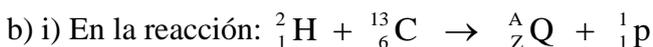
- a) i) Un núcleo tiene como constituyentes un número concreto de protones y neutrones. La suma de las masas de los protones y neutrones es mayor que la masa del núcleo. Esta masa que falta, se denomina defecto de masa. Este defecto de masa se ha transformado en energía que se calcula mediante la ecuación de Einstein $E = m \cdot c^2$. Cuanto mayor es la energía liberada, mayor es la estabilidad nuclear.
ii) La variación de la estabilidad de los núcleos atómicos en función del número másico se explica bien mediante la gráfica energía de enlace por nucleón (E_e/n) frente al número másico (A). Cada elemento se representa por unas x y la distribución de puntos sale algo aproximado al esquema:



Para los núcleos ligeros $A < 40$ la E_e/n aumenta rápidamente con A.

Para los núcleos pesados $A > 80$ la E_e/n disminuye lentamente con A.

Los núcleos más estables están en torno a $40 < A < 80$. Un núcleo es más estable cuanto mayor es la energía de enlace por nucleón.



Se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $1 + 6 = Z + 1 \Rightarrow Z = 6$

Se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $2 + 13 = A + 1 \Rightarrow A = 14$

ii)

$$\Delta m = m({}^2_1\text{H}) + m({}^{13}_6\text{C}) - m({}^{14}_6\text{Q}) - m({}^1_1\text{H}) = 2'014102 + 13'003355 - 14'003242 - 1'007825 = 0'00639 \text{ u}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 0'00639 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9'55 \cdot 10^{-13} \text{ Julios}$$

a) Un haz luminoso produce efecto fotoeléctrico al incidir sobre un determinado metal. Explique razonadamente cómo se modifica el número de fotoelectrones emitidos y su energía cinética si aumenta la intensidad del haz luminoso.

b) Se ilumina un metal con radiación de una cierta longitud de onda. Sabiendo que el trabajo de extracción es de $4'8 \cdot 10^{-19}$ J y la diferencia de potencial que hay que aplicar para detener los electrones es de 3,2 V, calcule razonadamente: i) la frecuencia umbral para extraer electrones de ese metal; ii) la velocidad máxima de los electrones emitidos; iii) la longitud de onda de la radiación incidente.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; \quad h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; \quad m_e = 9'11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; \quad e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

FISICA. 2023. RESERVA 3. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) Si aumento la intensidad de la luz, aumenta el número de fotones de la luz, pero los fotones siguen teniendo la misma energía (Ley de Planck $E = h \cdot f$) ya que no se cambia la frecuencia del haz de luz.

Cada fotón de la luz choca con un electrón y lo arranca del metal, con lo cual al aumentar la intensidad de la luz, aumenta el número de fotoelectrones emitidos.

Por la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, como E no cambia ni W_0 tampoco, entonces la energía cinética no cambia.

ii) Verdadera. Por la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c$

Despejando, tenemos que: $E_c = h \cdot f - W_0$

Lo que multiplica a f es h la constante de Planck que es la pendiente de la recta, por lo tanto, todas las gráficas tienen la misma pendiente.

b)

$$V_{\text{frenado}} = 3'2 \text{ v} \Rightarrow E_c = q \cdot V = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3'2 = 5'12 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$\text{i) } W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{4'8 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 7'23 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{ii) } E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow 5'12 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9'11 \cdot 10^{-31} \cdot v^2 \Rightarrow v = 1'06 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

iii)

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = 4'8 \cdot 10^{-19} + 5'12 \cdot 10^{-19} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4'8 \cdot 10^{-19} + 5'12 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

a) i) Determine la relación entre las velocidades de dos partículas de igual masa sabiendo que la longitud de onda de una es el doble que la de la otra. ii) ¿Cuál es la relación entre sus energías cinéticas?

b) Las partículas alfa empleadas en el experimento de Rutherford tenían una energía cinética de $8'2 \cdot 10^{-13}$ J. Calcule: i) la velocidad de las partículas alfa; ii) la longitud de onda de De Broglie de las partículas alfa; iii) la velocidad con la que tendría que moverse un protón para tener la misma longitud de onda.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; m\left({}_2^4\text{He}\right) = 6'65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m_p = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2023. RESERVA 3. EJERCICIO D2

RESOLUCION

a) Sabemos que:
$$\begin{cases} m_1 = m_2 \\ \lambda_1 = 2\lambda_2 \end{cases}$$

$$\text{i) } \lambda_1 = 2\lambda_2 \Rightarrow \frac{h}{m_1 v_1} = 2 \frac{h}{m_2 v_2} \Rightarrow \frac{1}{v_1} = \frac{2}{v_2} \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

$$\text{ii) } \frac{E_{c1}}{E_{c2}} = \frac{\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2}{\frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{v_1^2}{(2v_1)^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow E_{c2} = 4 \cdot E_{c1}$$

$$\text{b) i) } E_{c\alpha} = \frac{1}{2} m_\alpha \cdot v_\alpha^2 \Rightarrow 8'2 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} 6'65 \cdot 10^{-27} \cdot v_\alpha^2 \Rightarrow v_\alpha = 1'57 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{ii) } \lambda_\alpha = \frac{h}{m_\alpha v_\alpha} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{6'65 \cdot 10^{-27} \cdot 1'57 \cdot 10^7} = 6'35 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$\text{iii) } \lambda_p = \lambda_\alpha \Rightarrow \frac{h}{m_p v_p} = \frac{h}{m_\alpha v_\alpha} \Rightarrow v_p = \frac{m_\alpha v_\alpha}{m_p} = \frac{6'65 \cdot 10^{-27} \cdot 1'57 \cdot 10^7}{1'67 \cdot 10^{-27}} = 6'25 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

a) i) Explique el concepto de periodo de semidesintegración de una muestra radiactiva. ii) Obtenga de forma razonada la relación entre el periodo de semidesintegración y la constante radiactiva.

b) El ${}^{60}_{27}\text{Co}$ es un isótopo radiactivo utilizado en medicina para el tratamiento de diversas enfermedades. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del ${}^{60}_{27}\text{Co}$ es de 5,27 años, calcule: i) el tiempo que tardan en desintegrarse $\frac{4}{5}$ partes de una muestra inicial; ii) la masa de cobalto que habrá dentro de 50 años para una muestra que inicialmente posee una masa de 150 g

FÍSICA. 2023. RESERVA 4. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) El periodo de semidesintegración T es la cantidad de tiempo para que una muestra de masa m pase a $\frac{m}{2}$.

ii) Aplicamos la ley de desintegración radiactiva

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda \cdot T \Rightarrow \ln 1 - \ln 2 = -\lambda \cdot T \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

b) i) Se desintegran $\frac{4}{5}$ partes de $N_0 \Rightarrow N = \frac{1}{5} N_0$

Según la ley de desintegración radiactiva

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{1}{5} N_0 = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5'27 \text{ años}} \cdot t} \Rightarrow \ln \frac{1}{5} = -\frac{\ln 2}{5'27 \text{ años}} \cdot t \Rightarrow -\ln 5 = -\frac{\ln 2}{5'27 \text{ años}} \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{5'27 \text{ años} \cdot \ln 5}{\ln 2} = 12'24 \text{ años}$$

ii) $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 150 \text{ g} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5'27 \text{ años}} \cdot 50 \text{ años}} = 0'208 \text{ g}$

a) Responda razonadamente si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas: i) La masa de un núcleo atómico es siempre igual a la suma de las masas de los nucleones que lo componen. ii) Un proceso de fisión nuclear ocurre cuando dos núcleos se unen para formar un núcleo más estable que los dos iniciales.

b) Tras la absorción de un neutrón, el isótopo del plutonio ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ emite dos neutrones y se desintegra en el isótopo del cesio ${}^A_{55}\text{Cs}$ y en un elemento ${}^{99}_Z\text{X}$. i) Escriba la reacción nuclear del proceso descrito y calcule el número másico del ${}^A_{55}\text{Cs}$ y el número atómico del ${}^{99}_Z\text{X}$. ii) Calcule la energía liberada por cada núcleo de ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ en la reacción anterior.

$$m({}^{239}_{94}\text{Pu}) = 239'0521634 \text{ u} ; m({}^A_{55}\text{Cs}) = 138'9133642 \text{ u} ; m({}^{99}_Z\text{X}) = 98'924148 \text{ u} ;$$

$$m_n = 1'008665 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

FISICA. 2023. RESERVA 4. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) Falsa. Al unir los nucleones (protones + neutrones) de un núcleo, parte de la masa se transforma en energía que se libera, luego, la masa del núcleo es menor que la suma de las masas de sus nucleones.

ii) Falsa. La fisión nuclear consiste en romper un núcleo pesado en núcleos más ligeros.

b) i) La reacción que tiene lugar es: ${}^1_0\text{n} + {}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow 2 {}^1_0\text{n} + {}^A_{55}\text{Cs} + {}^{99}_Z\text{X}$

Se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $0 + 94 = 0 + 55 + Z \Rightarrow Z = 39$

Se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $1 + 239 = 2 + A + 99 \Rightarrow A = 139$

ii) Calculamos el defecto de masa

$$\begin{aligned} \Delta m &= m({}^1_0\text{n}) + m(\text{Pu}) - 2m({}^1_0\text{n}) - m(\text{Cs}) - m(\text{X}) = \\ &= 1'008665 + 239'0521634 - 2 \cdot 1'008665 - 138'913364 - 98'924148 = \\ &= 0'2059864 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 3'42 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 3'42 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 3'1 \cdot 10^{-11} \text{ Julios por cada núcleo de Pu}$$

a) Se tienen dos muestras radiactivas de dos elementos diferentes, ambas con el mismo número inicial de núcleos. La constante radiactiva de un elemento es el doble que la del otro. i) Deduzca cómo cambia con el tiempo la relación entre el número de núcleos de las dos muestras. ii) Determine cómo varía con el tiempo la relación entre las actividades de las dos muestras.

b) El tritio, con un periodo de semidesintegración de 12'33 años, se puede usar para analizar la antigüedad de vinos, ya que estos contienen agua. En el año 2023 se toma una muestra del vino hallado en una antigua bodega y se obtiene que la actividad de la muestra es $1'24 \cdot 10^{-3}$ veces la inicial. i) Calcule la constante radiactiva del tritio; ii) Determine el tiempo que ha estado embotellado el vino; iii) Justifique si es compatible de la datación radiactiva con la suposición de que el vino fue embotellado entre los años 1900 y 1935.

FISICA. 2023. JULIO. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) Sabemos que: $n_{01} = n_{02}$; $\lambda_1 = 2\lambda_2$

i) Ley de la desintegración radiactiva: $N = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$$\left. \begin{array}{l} N_1 = n_{01} \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \\ N_2 = n_{02} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = e^{-\lambda_1 \cdot t + \lambda_2 \cdot t} = e^{-2\lambda_2 \cdot t + \lambda_2 \cdot t} = e^{-\lambda_2 \cdot t}$$

ii)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Actividad}_1 = \lambda_1 \cdot N_1 \\ \text{Actividad}_2 = \lambda_2 \cdot N_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_1 \cdot N_1}{\lambda_2 \cdot N_2} = \frac{2\lambda_2}{\lambda_2} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} = 2 \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t}$$

b) i) $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{12'33 \text{ años}} = 0'0562 \text{ años}^{-1}$

ii) $\text{act} = 1'24 \cdot 10^{-3} \text{ act}_0 \Rightarrow \lambda \cdot N = 1'24 \cdot 10^{-3} \cdot \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N = 1'24 \cdot 10^{-3} \cdot N_0$

$$\begin{aligned} N &= N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow 1'24 \cdot 10^{-3} \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln 1'24 \cdot 10^{-3} = \ln e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln 1'24 \cdot 10^{-3} = -\lambda t \Rightarrow \\ &\Rightarrow \ln 1'24 \cdot 10^{-3} = -\frac{\ln 2}{12'33} t \Rightarrow t = 119'05 \text{ años} \end{aligned}$$

iii) $2023 - 119 = 1904$ y como $1900 < 1904 < 1935$ la datación radiactiva es compatible con la fecha de embotellado

a) Una molécula de oxígeno y otra de nitrógeno tienen la misma energía cinética. Determine razonadamente la relación entre las longitudes de onda de estas dos moléculas sabiendo que la masa de la molécula de oxígeno es 1'14 veces mayor que la masa de la de nitrógeno.

b) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 3000 V a electrones que inicialmente están en reposo. Determine razonadamente: i) la longitud de onda de De Broglie de los electrones. ii) la longitud de onda de De Broglie si la diferencia de potencial se reduce a 50 V.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2023. JULIO. EJERCICIO D2

RESOLUCION

a) Sabemos que: $E_c(O_2) = E_c(N_2)$; $m(O_2) = 1'14 m(N_2)$

$$E_c(O_2) = E_c(N_2) \Rightarrow \frac{1}{2} m_{O_2} v_{O_2}^2 = \frac{1}{2} m_{N_2} v_{N_2}^2 \Rightarrow \frac{v_{N_2}^2}{v_{O_2}^2} = \frac{m_{O_2}}{m_{N_2}} = 1'14 \Rightarrow \frac{v_{N_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{1'14}$$

$$\frac{\lambda_{O_2}}{\lambda_{N_2}} = \frac{\frac{h}{m_{O_2} v_{O_2}}}{\frac{h}{m_{N_2} v_{N_2}}} = \frac{m_{N_2} v_{N_2}}{m_{O_2} v_{O_2}} = \frac{m_{N_2} v_{N_2}}{1'14 \cdot m_{N_2} v_{O_2}} = \frac{v_{N_2}}{1'14 \cdot v_{O_2}} = \frac{\sqrt{1'14}}{1'14} = 0'9366$$

b) i) Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica entre la placa - y la placa +

$$E_{\text{mec}}(-) = E_{\text{mec}}(+) \Rightarrow E_{\text{pe}}(-) + E_c(-) = E_{\text{pe}}(+) + E_c(+) \Rightarrow E_{\text{pe}}(-) - E_{\text{pe}}(+) = E_c(+) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q[V(-) - V(+)] = \frac{1}{2} m v^2(+) \Rightarrow v(+) = \sqrt{\frac{2q[V(-) - V(+)]}{m}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v(+) = \sqrt{\frac{2 \cdot (-1'6 \cdot 10^{-19}) \cdot (-3000)}{9'1 \cdot 10^{-31}}} = 3'25 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v(+)} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 3'25 \cdot 10^7} = 2'24 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

ii)

$$v(+) = \sqrt{\frac{2 \cdot (-1'6 \cdot 10^{-19}) \cdot (-50)}{9'1 \cdot 10^{-31}}} = 4'19 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v(+)} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 4'19 \cdot 10^6} = 1'74 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$