EMESTRADA
EXÁMENES DE
SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2023

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio D1
- Junio, Ejercicio D2
- Julio, Ejercicio D1
- Julio, Ejercicio D2

emestrada
www.yoquieroaprobar.es

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 $1'6\cdot10^{-13}$ 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.

$h = 6'63\cdot10^{-34}$ J·s ; $m_n = 1'67\cdot10^{-27}$ kg

FISICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) $m(Fe) = 2\,m(Si)$

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

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

ii)

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

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

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

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

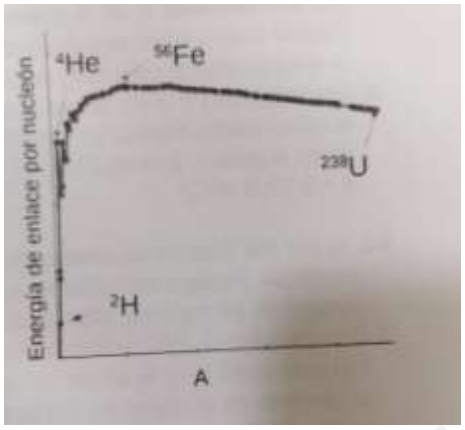
$$1'6\cdot10^{-13} = \frac{1}{2}m_n\cdot v^2{}_n = \frac{1}{2}1'67\cdot10^{-27}\cdot v^2{}_n \Rightarrow v_n = \sqrt{\frac{2\cdot1'6\cdot10^{-13}}{1'67\cdot10^{-27}}} = 1'38\cdot10^7\,m/s$$

$$\lambda_n = \frac{h}{m_n\cdot v_n} = \frac{6'63\cdot10^{-34}}{1'67\cdot10^{-27}\cdot1'38\cdot10^7} = 2'88\cdot10^{-14}\ m$$

ii)

$$v_n^* = \frac{v_n}{2} \Rightarrow \lambda_n^* = \frac{h}{m_n\cdot\dfrac{v_n}{2}} = 2\cdot\lambda_n = 2\cdot2'88\cdot10^{-14} = 5'76\cdot10^{-14}\ m$$

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



b) En algunas estrellas se produce una reacción nuclear en la que el $^{28}_{14}Si$, tras capturar siete partículas alfa, se transforma en $^{A}_{Z}Ni$. i) Escriba la reacción nuclear descrita y calcule A y Z. ii) Calcule la energía liberada por cada núcleo de silicio.

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

$1u = 1'66 \cdot 10^{-27}$ kg ; $c = 3 \cdot 10^{8}$ m·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 $^{238}_{92}U$ aparece con un valor más bajo que la del $^{56}_{26}Fe$, lo cual quiere decir que para arrancar un nucleón del $^{238}_{92}U$ hay que dar menos energía que para arrancar un nucleón del $^{56}_{26}Fe$, por lo tanto, el $^{56}_{26}Fe$ es más estable que el $^{238}_{92}U$.

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

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

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

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

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

a) 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 $1'24\cdot10^{-3}$ 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) $\text{act} = 1'24\cdot10^{-3}\,\text{act}_0 \Rightarrow \lambda \cdot N = 1'24\cdot10^{-3} \cdot \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N = 1'24\cdot10^{-3} \cdot N_0$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow 1'24\cdot10^{-3} \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln 1'24\cdot10^{-3} = \ln \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln 1'24\cdot10^{-3} = -\lambda t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln 1'24\cdot10^{-3} = -\frac{\ln 2}{12'33} t \Rightarrow t = 119'05 \text{ años}$$

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.
$\mathbf{h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s\ ;\ e = 1'6\cdot 10^{-19}\ C\ ;\ m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg}$
FISICA. 2023. JULIO. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

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 $+$

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

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

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

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

ii)

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

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