



FÍSICA MODERNA FCA 04 ANDALUCÍA

1. a) En la reacción del ${}^6_3\text{Li}$ con un neutrón se obtiene un núcleo X y una partícula alfa. Escriba la reacción nuclear y determine las características del núcleo X resultante.

b) Calcule la energía liberada en la reacción de fusión: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,0141 \text{ u}$

2. Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV:

a) Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión.

b) Calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos. ¿Qué ocurriría si la longitud de onda incidente en la célula fotoeléctrica fuera el doble de la anterior?

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

3. El ${}^{237}_{94}\text{Pu}$ 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 núcleo se reduzca a la octava parte.

4. Si iluminamos la superficie de un cierto metal con un haz de luz ultravioleta de frecuencia $2,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, los fotoelectrones emitidos tienen una energía cinética máxima de 2,5 eV.

a) Explique por qué la existencia de una frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico va en contra de la teoría ondulatoria de la luz.

b) Calcule la función trabajo del metal y su frecuencia umbral.

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

5. Una muestra de una sustancia radiactiva de 0,8 kg se desintegra de tal manera que, al cabo de 20 horas, su actividad se ha reducido a la cuarta parte. Calcule:

a) El periodo de semidesintegración.

b) El tiempo necesario para que se desintegren 0,7 kg.

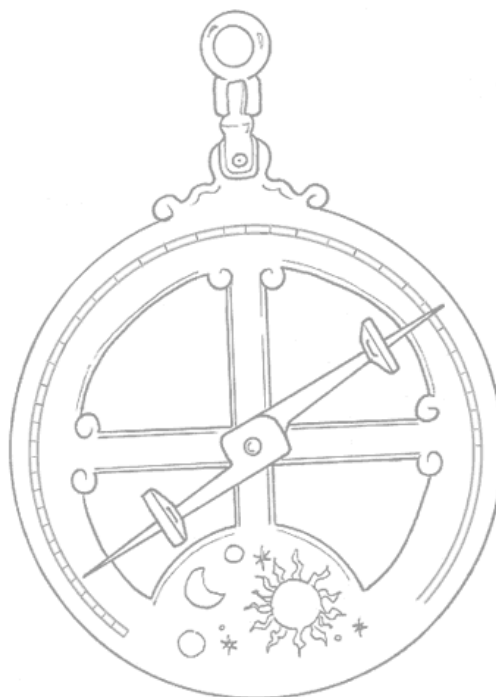
6. Al incidir luz de longitud de onda 620 nm sobre la superficie de una fotocélula, se emiten electrones con una energía cinética máxima de 0,14 eV. Determine:

a) El trabajo de extracción del metal y la frecuencia umbral.

b) Si la fotocélula se iluminara con luz de longitud de onda doble que la anterior, ¿cuál sería la energía cinética máxima de los electrones emitidos?

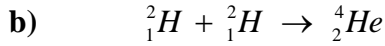
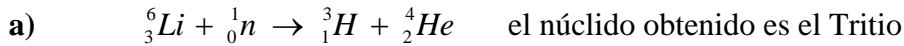
$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- 7.** a) Describa las características de los procesos de emisión radiactiva alfa, beta y gamma.
b) Uno de ellos consiste en la emisión de electrones. ¿Cómo es posible que un núcleo emita electrones? Razone su respuesta.
- 8.** Analice las siguientes proposiciones razonando si son verdaderas o falsas:
a) El trabajo de extracción de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.
b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente.
- 9.** a) Dibuje de forma aproximada la gráfica que representa la energía de enlace por nucleón en función del número másico e e indique qué puede deducirse de ella en relación con la estabilidad de los núcleos.
b) Razone, a partir de la gráfica, cuál de los dos procesos, la fusión o la fisión nucleares, proporciona mayor energía por nucleón.
- 10.** Un protón y un electrón se mueven con la misma velocidad.
a) Explique cuál de los dos tiene una longitud de onda asociada mayor.
b) Razone cuál de ellos tendría una longitud de onda mayor si ambos tuvieran la misma energía cinética.



FÍSICA MODERNA FCA 04 ANDALUCÍA

1. -



$\Delta m = 2 \cdot m({}^2_1\text{H}) - m({}^4_2\text{He}) = 0,0256u$ transformamos esta masa a Kg

$\Delta m = 0,0256u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{u} = 4,25 \cdot 10^{-29} \text{Kg}$

$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 4,25 \cdot 10^{-29} \text{Kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 3,82 \cdot 10^{-12} \text{J}$

2. -

a) $f_{\text{fotón}} = \frac{c}{\lambda_{\text{fotón}}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}{546 \cdot 10^{-9} \text{m}} = 5,49 \cdot 10^{14} \text{s}^{-1}$

$E_{\text{fotón}} = h \cdot f_{\text{fotón}} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot 5,49 \cdot 10^{14} \text{s}^{-1} = 3,64 \cdot 10^{-19} \text{J}$

$W_{\text{ext}} = 2 \text{eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{J}$

se produce fotoemisión ya que se cumple que $E_{\text{fotón}} > W_{\text{ext}}$

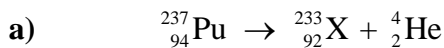
b) $E_{C \text{ max}} = E_{\text{fotón}} - W_{\text{ext}} = 4,4 \cdot 10^{-20} \text{J}$

si la longitud de onda incidente fuera el doble de la anterior

$f_{\text{fotón}} = 2,75 \cdot 10^{14} \text{s}^{-1}$ $E_{\text{fotón}} = 1,82 \cdot 10^{-19} \text{J}$

no se produce fotoemisión ya que se cumple que $E_{\text{fotón}} < W_{\text{ext}}$

3. -



el elemento cuyo número atómico es 92 es el Uranio.

b) $T_{1/2} = 45,7 \text{ días}$

en el instante inicial se cumple $Act_0 = \lambda \cdot N_0$

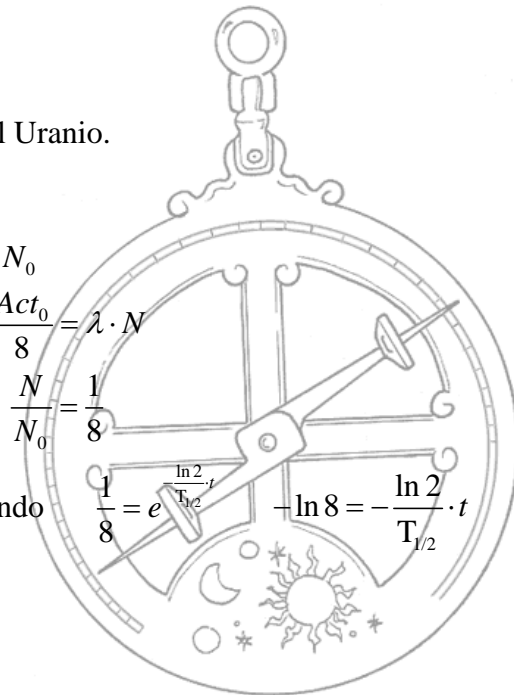
transcurrido un tiempo t se cumple $Act = \frac{Act_0}{8} = \lambda \cdot N$

dividiendo ambas ecuaciones nos queda

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{8}$

como $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$ y $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ sustituyendo

$t = \frac{\ln 2^3}{\ln 2} \cdot T_{1/2} = 3 \cdot T_{1/2} = 137,1 \text{ días}$



4. –

a) Se observó que el efecto fotoeléctrico obedecía a una serie de fenómenos para los que no se encontraba explicación en los modelos clásicos, algunos de los más importantes eran:

- Solo se emiten electrones cuando la frecuencia incidente supera cierto valor f_0 llamado frecuencia umbral que es característico de cada metal.
- Por debajo de la frecuencia umbral no hay emisión, aunque se aumente la intensidad de la luz incidente.

Estas observaciones entran en contradicción con la naturaleza ondulatoria de la luz, según la cual el efecto fotoeléctrico debería producirse para cualquier frecuencia siempre que la intensidad fuese lo suficientemente elevada.

b) $E_{\text{fotón}} = h \cdot f_{\text{fotón}} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 2,1 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} = 1,39 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

$$E_{C_{\text{max}}} = 2,5 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_{\text{ext}} = E_{\text{fotón}} - E_{C_{\text{max}}} = 9,9 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad f_0 = \frac{W_{\text{ext}}}{h} = 1,49 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

5. –

a) en el instante inicial se cumple $Act_0 = \lambda \cdot N_0$

transcurrido un tiempo $t = 20 \text{ h}$ se cumple $Act = \frac{Act_0}{4} = \lambda \cdot N$

dividiendo ambas ecuaciones nos queda $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{4}$

como $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$ y $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ sustituyendo $\frac{1}{4} = e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot 20}$ $-\ln 4 = -\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot 20$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\ln 2^2} \cdot 20 = \frac{1}{2} \cdot 20 = 10 \text{ h}$$

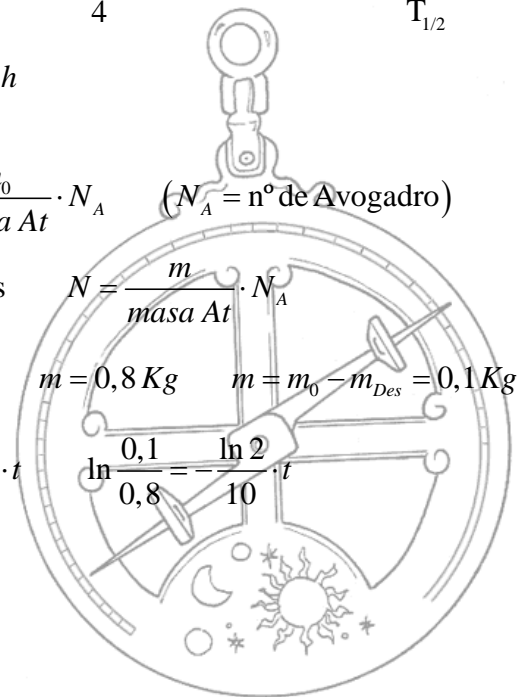
b) El número inicial de átomos $N_0 = \frac{m_0}{\text{masa At}} \cdot N_A$ ($N_A = \text{n}^\circ \text{ de Avogadro}$)

transcurrido un tiempo t el número de átomos $N = \frac{m}{\text{masa At}} \cdot N_A$

dividiendo ambas ecuaciones $\frac{N}{N_0} = \frac{m}{m_0}$

como $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$ $\ln \frac{N}{N_0} = \ln \frac{m}{m_0} = -\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t$

$$t = 30 \text{ horas}$$



6. –

$$\text{a) } \lambda = 620 \text{ nm} = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad E_{C_{\max}} = 0,14 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} = 2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{\text{fotón}}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad W_{\text{ext}} = E_{\text{fotón}} - E_{C_{\max}} = 2,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$f_0 = \frac{W_{\text{ext}}}{h} = 4,48 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

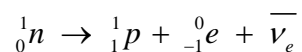
$$\text{b) Si } \lambda'_{\text{fotón}} = 2 \cdot \lambda_{\text{fotón}} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad E'_{\text{fotón}} = h \cdot \frac{c}{\lambda'_{\text{fotón}}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

como $E'_{\text{fotón}} < W_{\text{ext}}$ no hay fotoemisión.

7. –

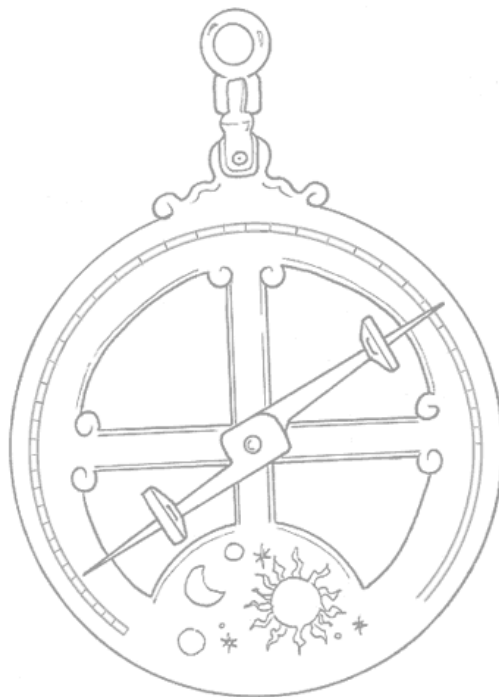
a) Ver teoría (Mecanismos de desintegración).

b) En la emisión beta negativa se produce en el núcleo la siguiente reacción:



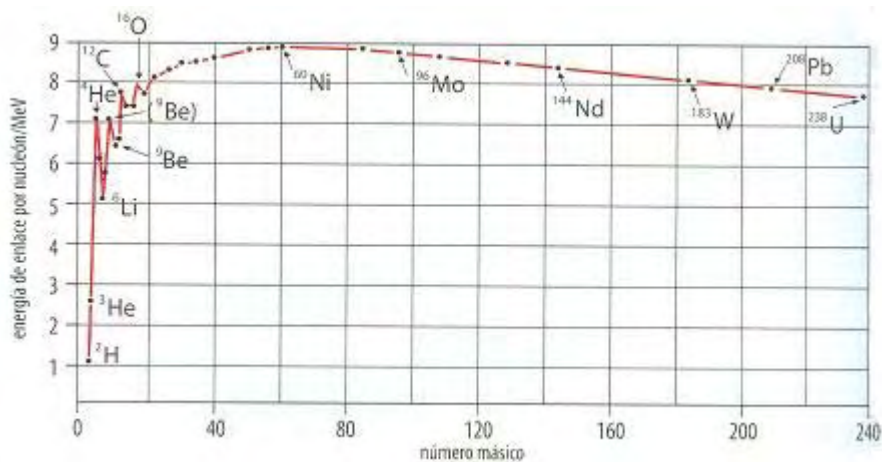
así la conversión de un neutrón en un protón, un electrón y un antineutrino, lo justifica.

8. - Ver problema nº 11 de la relación FÍSICA MODERNA FCA 01



9. –

a)



Si recordamos que en el fondo las energías de enlace son debidas a defectos de masa, entenderemos que los núcleos más estables son aquellos que tienen una energía de enlace por nucleón mayor, es decir aquellos que están en torno al hierro 56.

b) Si nos fijamos en la gráfica, la fisión de un núcleo pesado para dar lugar a dos más ligeros, puede producir liberación de energía. Tomemos por ejemplo el ${}^{235}_{92}\text{U}$ y supongamos que podemos fragmentarlo en dos partes iguales; la energía de enlace por nucleón del núcleo original es de unos 7,5 MeV, mientras que para los núcleos cuyos números másicos sean la mitad, es decir aproximadamente 117, la correspondiente energía de enlace por nucleón vale 8,4 MeV.

La misma curva sugiere que también se obtendrá liberación de energía con los núcleos ligeros si consiguiésemos provocar en ellos el proceso de fusión, por ejemplo la unión de dos núcleos de ${}^2_1\text{H}$ para formar uno de ${}^4_2\text{He}$, aquí las diferencias de energía de enlace por nucleón son mayores ya que al deuterio le corresponden 1,2 MeV y sin embargo al helio le corresponden 7 MeV.

Por lo tanto, el proceso que proporciona mayor liberación de energía es la fusión.

10. –

a) Aplicando la ecuación de De Broglie $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ como la velocidad del protón y la del electrón son iguales, al ser $m_{\text{protón}} > m_{\text{electrón}}$ implica que $\lambda_{\text{electrón}} > \lambda_{\text{protón}}$

b) $E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ despejando $m \cdot v = \frac{2 \cdot E_C}{v}$ y sustituyendo en la ecuación de De

Broglie nos queda $\lambda = \frac{h \cdot v}{2 \cdot E_C}$ para que $E_{C\text{electrón}} = E_{C\text{protón}}$ como $m_{\text{protón}} > m_{\text{electrón}}$

la $v_{\text{electrón}} > v_{\text{protón}}$ por lo tanto $\lambda_{\text{electrón}} > \lambda_{\text{protón}}$.

