EMESTRADA
EXÁMENES DE SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2020

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio 4
- Junio, Ejercicio 8
- Reserva 1, Ejercicio 4
- Reserva 1, Ejercicio 8
- Reserva 2, Ejercicio 4
- Reserva 2, Ejercicio 8
- Reserva 3, Ejercicio 4
- Reserva 3, Ejercicio 8
- Reserva 4, Ejercicio 4
- Reserva 4, Ejercicio 8
- Septiembre, Ejercicio 4
- Septiembre, Ejercicio 8

a) Dos partículas de diferente masa tienen asociada una misma longitud de onda de De Broglie. Sabiendo que la energía cinética de una de ellas es el doble que la otra, determine la relación entre sus masas.
b) Se acelera un protón desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V. Determine :i) La velocidad que adquiere el protón. ii) Su longitud de onda de De Broglie.
$\mathbf{h = 6'63 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s\ ;\ e = 1'6 \cdot 10^{-19}\ C\ ;\ m_p = 1'7 \cdot 10^{-27}\ kg}$

FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) Sabemos que $\lambda_1 = \lambda_2$. Supongamos que $E_{c1} = 2E_{c2}$.

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_1 = \lambda_2 \Rightarrow \dfrac{h}{m_1 \cdot v_1} = \dfrac{h}{m_2 \cdot v_2} \Rightarrow v_1 = \dfrac{m_2 \cdot v_2}{m_1} \\ E_{c1} = 2E_{c2} \Rightarrow \dfrac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = 2 \cdot \dfrac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 \cdot \left(\frac{m_2 \cdot v_2}{m_1}\right)^2 = m_2 \cdot v_2^2 \Rightarrow \frac{m_2^2 \cdot v_2^2}{2m_1} = m_2 \cdot v_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2m_1 = m_2$$

Luego, la masa de la partícula 2 es el doble de la masa de la partícula 1.

b) i) Al someter al protón a una diferencia de potencial, se realiza un trabajo eléctrico sobre el protón que es igual a la variación de su energía cinética (Teorema de las fuerzas vivas)

$$W = q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} m v^2 - 0 \Rightarrow 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000 = \frac{1}{2} \cdot 1'7 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 433.860'9\ m \cdot s^{-1}$$

ii) Calculamos la longitud de onda

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{1'7 \cdot 10^{-27} \cdot 433.860'9} = 8'99 \cdot 10^{-13}\ m$$

a) El $^{214}_{82}Pb$ emite una partícula alfa y se transforma en mercurio (Hg) que, a su vez, emite una partícula beta y se transforma en talio (Tl). Escriba, razonadamente, las reacciones de desintegración descritas.
b) Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene $6\cdot 10^{21}$ átomos de un isótopo de Co, cuyo periodo de semidesintegración es de 77'27 días. Calcule: i) La constante de desintegración radiactiva del isótopo de Co. ii) La actividad inicial de la muestra. iii) El número de átomos que se han desintegrado al cabo de 180 días
FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) Como el Plomo emite 1 partícula alfa se transforma en Mercurio cuyo número atómico es 2 unidades menor y su número másico 4 unidades menor, es decir:

$$^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{210}_{80}Hg + {}^{4}_{2}He$$

Como el Mercurio emite 1 partícula beta se transforma en Talio cuyo número atómico es 1 unidad mayor y su número másico es el mismo, es decir:

$$^{210}_{80}Hg \rightarrow {}^{210}_{81}Tl + {}^{0}_{-1}\beta$$

b) La ley de desintegración radiactiva, dice: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

Sabemos que: $N_0 = 6\cdot 10^{21}$ átomos

i) $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T} = \dfrac{\ln 2}{77'27} = 8'97\cdot 10^{-3}\ \text{dias}^{-1} = 1'038\cdot 10^{-7}\ s^{-1}$

ii) $A = \lambda \cdot N_o = 1'038\cdot 10^{-7}\cdot 6\cdot 10^{21} = 6'23\cdot 10^{14}\ Bq = 6'23\cdot 10^{14}\ \dfrac{\text{desintegraciones}}{\text{segundo}}$

iii) Calculamos los átomos que quedan: $N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = 6\cdot 10^{21}\cdot e^{-8'97\cdot 10^{-3}\cdot 180} = 1'19\cdot 10^{21}$ átomos

Luego, se han desintegrado: $N_0 - N = 6\cdot 10^{21} - 1'19\cdot 10^{21} = 4'81\cdot 10^{21}$ átomos

a) Escriba las expresiones de las leyes del desplazamiento radiactivo de las emisiones alfa, beta y gamma. Razone si pueden desviarse las trayectorias de estas emisiones mediante un campo eléctrico.
b) El $^{24}_{11}Na$ tiene un periodo de semidesintegración de 14'959 horas. Calcule: i) La actividad inicial de una muestra de $5\cdot 10^{-3}$ kg. ii) El tiempo que transcurre hasta que su actividad se reduce a la décima parte de la inicial.
$1u = 1'66\cdot 10^{-27}$ kg ; $m\left(^{24}_{11}Na\right) = 23'990963$ u
FISICA. 2020. RESERVA 1. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) Para la emisión alfa, un núcleo X se transforma en otro núcleo Y con masa atómica de 4 unidades menos y número atómico de 2 unidades menos.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow \, ^{A-4}_{Z-2}Y + \, ^{4}_{2}\alpha$$

Para la emisión beta, un núcleo X se transforma en otro núcleo Y con igual masa atómica y número atómico de 1 unidad mayor.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow \, ^{A}_{Z+1}Y + \, ^{0}_{-1}\beta$$

Para la emisión gamma, el núcleo X sigue siendo el mismo pero con menos energía.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow \, ^{A}_{Z}X + \, ^{0}_{0}\gamma$$

Dentro de un campo eléctrico, la partícula alfa se desvía ya que tiene carga positiva. La partícula beta se desvía también, ya que tiene carga negativa. La emisión gamma no se desvía ya que no tiene carga.

b) i) La Actividad inicial es:

$$\lambda\cdot N_0 = \frac{\ln 2}{14'959\cdot 3600\,s}\cdot 5\cdot 10^{-3}\,kg\cdot\frac{1000\ g}{1\ kg}\cdot\frac{6'023\cdot 10^{23}\ \text{átomos}}{23'990963\ g} = 1'62\cdot 10^{18}\ desin/s$$

ii) Según la ley de desintegración radiactiva

$$N = N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t} \Rightarrow \lambda\cdot N = \lambda\cdot N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t} \Rightarrow \frac{1}{10}\cdot\lambda\cdot N_0 = \lambda\cdot N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t} \Rightarrow \frac{1}{10} = e^{-\lambda\cdot t}$$

$$\Rightarrow \ln\frac{1}{10} = -\lambda\cdot t \Rightarrow t = -\frac{\ln\frac{1}{10}}{\lambda} = -\frac{\ln\frac{1}{10}}{\frac{\ln 2}{T}} = -\frac{\ln\frac{1}{10}}{\frac{\ln 2}{14'959\,h}} = 49'69\ \text{horas}$$

a) Analice las siguientes proposiciones razonando si son verdaderas o falsas: i) La energía cinética máxima de los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente. ii) El trabajo de extracción de un metal aumenta con la frecuencia de la luz incidente.

b) Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2\cdot 10^{15}$ Hz se observa que los electrones emitidos pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 5 V. Si la luz que se emplea con el mismo fin tiene una frecuencia de $3\cdot 10^{15}$ Hz, dicho potencial alcanza un valor de 9'125 V. Determine: i) El valor de la constante de Plank que se obtiene en esta experiencia. ii) La frecuencia umbral del metal.

$e = 1'6\cdot 10^{-19}$ C

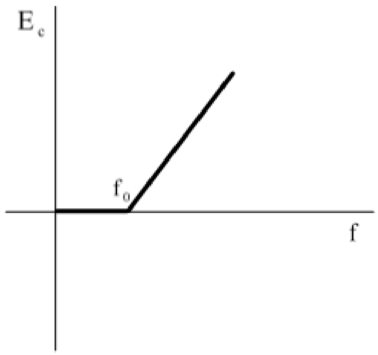
FISICA. 2020. RESERVA 1. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) (i) Por la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow E_c = h\cdot f - W_0 = h\cdot f - h\cdot f_0$$

Por debajo de la frecuencia umbral (f_0) no se produce efecto fotoeléctrico y por encima de f_0, la energía cinética crece linealmente conforme crece f.



Conclusión: Por debajo de f_0, la afirmación es falsa. Por encima de f_0, la afirmación es verdadera.

ii) El trabajo de extracción del metal es: $W_0 = h\cdot f_0$ y no depende de la frecuencia de la luz incidente. W_0 es una característica del metal. Luego, la afirmación es falsa.

b) ii)

$$\text{Luz}1: f = 2\cdot 10^{15} \text{ Hz y } V_f = 5 \text{ V} \Rightarrow E_c = q\cdot V_f = 1e\cdot 5V = 5eV$$

$$\text{Luz}2: f' = 3\cdot 10^{15} \text{ Hz y } V'_f = 9'125 \text{ V} \Rightarrow E_c = q\cdot V'_f = 1e\cdot 9'125V = 9'125eV$$

Aplicamos la ecuación de Einstein

$$\left.\begin{array}{l} Luz\,1: h\cdot f = h\cdot f_0 + E_c \Rightarrow E_c = h\cdot(f - f_0) \\ Luz\,2: h\cdot f' = h\cdot f_0 + E'_c \Rightarrow E'_c = h\cdot(f' - f_0) \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{E_c}{E'_c} = \frac{f - f_0}{f' - f_0} \Rightarrow \frac{5\,eV\cdot\dfrac{1'6\cdot 10^{-19}\,C}{1\,eV}}{9'125\,eV\cdot\dfrac{1'6\cdot 10^{-19}\,C}{1\,eV}} = \frac{2\cdot 10^{15} - f_0}{3\cdot 10^{15} - f_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{8\cdot 10^{-19}}{1'46\cdot 10^{-18}} = \frac{2\cdot 10^{15} - f_0}{3\cdot 10^{15} - f_0} \Rightarrow 0'548 = \frac{2\cdot 10^{15} - f_0}{3\cdot 10^{15} - f_0} \Rightarrow 0'452\, f_0 = 3'56\cdot 10^{14} \Rightarrow f_0 = 7'87\cdot 10^{14}\ Hz$$

i) Calculamos la constante de Plank: $h = \dfrac{E_c}{f - f_0} = \dfrac{8\cdot 10^{-19}}{2\cdot 10^{15} - 7'87\cdot 10^{14}} = 6'59\cdot 10^{-34}\ J\cdot s$

a) Ajuste razonadamente las siguientes reacciones nucleares:

$$^{27}_{13}\mathrm{Al} + ^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{30}_{15}\mathrm{P} + ^{A}_{Z}\mathrm{X} \quad ; \quad ^{23}_{11}\mathrm{Na} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{24}_{11}\mathrm{Na} + ^{A'}_{Z'}\mathrm{X}$$

b) Calcule la energía liberada en la formación de $5\cdot 10^{25}$ núcleos de helio $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He}$

$1\,\mathrm{u} = 1'66\cdot 10^{-27}$ kg; $c = 3\cdot 10^{8}\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$; $m(^{4}_{2}\mathrm{He}) = 4'002603$ u ; $m(^{2}_{1}\mathrm{H}) = 2'014102$ u

FISICA. 2020. RESERVA 2. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) 1ª Reacción:

Usando la ley de conservación del número de nucleones, tenemos que: $27+4=30+A \Rightarrow A=1$

Usando la ley de conservación de la carga eléctrica: $13+2=15+Z \Rightarrow Z=0$

Luego: $^{1}_{0}\mathrm{X}$ es un neutrón

2ª Reacción:

Usando la ley de conservación del número de nucleones, tenemos que: $23+2=24+A' \Rightarrow A'=1$

Usando la ley de conservación de la carga eléctrica: $11+1=11+Z' \Rightarrow Z'=1$

Luego: $^{1}_{1}\mathrm{X}$ es un protón

b) En la reacción: $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He}$

$$\Delta m = 2\cdot m\left(^{2}_{1}\mathrm{H}\right) - m\left(^{4}_{2}\mathrm{He}\right) = 2\cdot 2'014102 - 4'002603 = 0'025601\ \mathrm{u}\cdot\frac{1'67\cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}}{1\ \mathrm{u}} = 4'249\cdot 10^{-29}\ \mathrm{kg}$$

Luego, la energía liberada en la formación de 1 núcleo de Helio es:

$$E_e = \Delta m\cdot c^2 = 4'249\cdot 10^{-29}\cdot(3\cdot 10^{8})^2 = 3'82\cdot 10^{-12}\ \mathrm{J}$$

$$5\cdot 10^{25}\ \text{núcleos de He}\cdot\frac{3'82\cdot 10^{-12}\ \mathrm{J}}{1\text{núcleo de He}} = 1'91\cdot 10^{14}\ \text{Julios}$$

a) Las partículas α son núcleos de helio, de masa cuatro veces la del protón y carga dos veces la del protón. Consideremos una partícula α y un protón que poseen la misma energía cinética. ¿Qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie de ambas partículas?.
b) Determine la diferencia de potencial con la que debe acelerarse una partícula α para que su longitud de onda asociada sea de 10^{-13} m, teniendo en cuenta las relaciones entre las masas y las cargas indicadas en el apartado a).
$h = 6'63\cdot 10^{-34}$ J·s ; $e = 1'6\cdot 10^{-19}$ C ; $m_p = 1'7\cdot 10^{-27}$ kg
FISICA. 2020. RESERVA 2. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

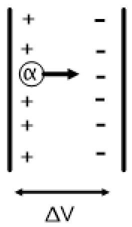
a)

$$E_c(\alpha) = E_c(p) \Rightarrow \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2} m_p v_p^2 \Rightarrow 4 m_p v_\alpha^2 = m_p v_p^2 \Rightarrow v_p = 2 v_\alpha$$

Calculamos la relación entre las longitudes de onda de De Broglie de ambas partículas

$$\frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p} = \frac{\dfrac{h}{m_\alpha v_\alpha}}{\dfrac{h}{m_p v_p}} = \frac{m_p v_p}{m_\alpha v_\alpha} = \frac{m_p 2 v_\alpha}{4 m_p v_\alpha} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

b)



$$\lambda = 10^{-13}\ \text{m} = \frac{h}{m_\alpha v_\alpha} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{4\cdot 1'7\cdot 10^{-27}\cdot v_\alpha} \Rightarrow v_\alpha = 975.000\ \text{m/s}$$

Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica entre la placa + y la placa $-$

$$E_{pe}(+) + \cancel{E_c(+)} = E_{pe}(-) + E_c(-) \Rightarrow E_{pe}(+) - E_{pe}(-) = E_c(-) \Rightarrow q\left[V(+) - qV(-)\right] = \frac{1}{2} m v_\alpha^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{m v_\alpha^2}{2\cdot q} = \frac{4\cdot 1'7\cdot 10^{-27}\cdot 975.000^2}{2\cdot 2\cdot 1'6\cdot 10^{-19}} = 10.100'4\ \text{Voltios}$$

a) El isótopo $^{238}_{92}U$, tras diversas desintegraciones α y β, da lugar al isótopo $^{214}_{82}Pb$. Calcule, razonadamente, cuántas partículas α y cuántas β se emiten por cada átomo de $^{214}_{82}Pb$ formado.
b) Una muestra de un organismo vivo presenta en el momento de morir una actividad radiactiva por cada gramo de carbono de 0'25 Bq, correspondiente al isótopo $C-14$. Sabiendo que dicho isótopo tiene un periodo de semidesintegración de 5730 años. Determine: i) La constante de desintegración radiactiva del isótopo $C-14$. ii) La edad de una momia que en la actualidad presenta una actividad radiactiva correspondiente al isótopo $C-14$ de 0'163 Bq por cada gramo de carbono.
FISICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) La reacción es: $^{238}_{92}U \rightarrow \ ^{214}_{82}Pb + a\cdot {}^{4}_{2}\alpha + b\cdot {}^{0}_{-1}\beta$

Por el principio de conservación del número de nucleones, se cumple que:

$$238 = 214 + 4a \Rightarrow a = \frac{238-214}{4} = 6$$

Por el principio de conservación de la carga eléctrica, se cumple que:

$$92 = 82 + 2a + (-b) \Rightarrow b = 82 + 12 - 92 = 2$$

Luego, se emiten 6 partículas alfa y 2 partículas beta

b) i)

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{5730 \text{ años}} = 1'21\cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$$

ii) Según la ley de desintegración radiactiva

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda\cdot t} \Rightarrow \lambda\cdot N = \lambda\cdot N_0 \cdot e^{-\lambda\cdot t} \Rightarrow 0'163 \frac{Bq}{g} = 0'25 \frac{Bq}{g}\cdot e^{-1'21\cdot 10^{-4}\cdot t} \Rightarrow \frac{0'163}{0'25} = e^{-1'21\cdot 10^{-4}\cdot t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\frac{0'163}{0'25} = -1'21\cdot 10^{-4}\cdot t \Rightarrow t = 3534'79 \text{ años}$$

a) Iluminamos una superficie metálica con un haz de luz, provocando el efecto fotoeléctrico. Explique cómo se modifica la velocidad máxima y el número de fotoelectrones emitidos en las siguientes situaciones: i) Si disminuimos la intensidad de la luz incidente. ii) Si utilizamos luz de frecuencia inferior a la frecuencia umbral del metal.
b) Si sobre un metal incide luz de longitud de onda de $3\cdot 10^{-7}$ m, se observa que se emiten electrones cuya velocidad máxima es de $8'4\cdot 10^{5}\ m\cdot s^{-1}$. Determine: i) La energía de los fotones incidentes. ii) El trabajo de extracción del metal. iii) El potencial de frenado que habría que aplicar.
$h = 6'6\cdot 10^{-34}\ J\cdot s$; $e = 1'6\cdot 10^{-19}\ C$; $m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg$; $c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$
FISICA. 2020. RESERVA 3. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) i) Si disminuye la intensidad de la luz incidente, entonces disminuye el número de fotones por segundo de la luz incidente. No varía la energía de cada fotón y cada fotón arranca un electrón del metal. Luego, disminuye el número de fotoelectrones emitidos.
La energía de cada fotón es la misma y por la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, vemos que la E_c no cambia, con lo cual la velocidad máxima tampoco cambia.

ii) Si $f_{luz} < f_{umbral}$, no se produce efecto fotoeléctrico, con lo cual no salen electrones del metal y la velocidad máxima se reduce a cero.

b) i) Aplicamos la Ley de Plank

$$E = h\cdot f = h\cdot\frac{c}{\lambda} = 6'6\cdot 10^{-34}\cdot\frac{3\cdot 10^{8}}{3\cdot 10^{-7}} = 6'6\cdot 10^{-19}\ \text{Julios}$$

ii) $E = W_0 + E_c \Rightarrow W_0 = E - E_c = 6'6\cdot 10^{-19} - \frac{1}{2}\cdot 9'1\cdot 10^{-31}\cdot(8'4\cdot 10^{5})^2 = 3'39\cdot 10^{-19}$ Julios

iii)

$$V_{frenado}\cdot q = E_c \Rightarrow E_c = \frac{1}{2}\cdot 9'1\cdot 10^{-31}\cdot(8'4\cdot 10^{5})^2 = 3'21\cdot 10^{-19}\ \text{Julios}\cdot\frac{1\text{eV}}{1'6\cdot 10^{-19}\ \text{Julios}} = 2\text{eV} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{frenado} = 2\ \text{Voltios}$$

a) i) Defina energía de enlace nuclear. Escriba la expresión correspondiente al principio de equivalencia masa-energía y explique su significado. ii) ¿Qué magnitud nos permite comparar la estabilidad nuclear?. Defínala y escriba su expresión de cálculo
b) Tras capturar un neutrón térmico un núcleo de Uranio-235 se fisiona en la forma:

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

Calcule i) El defecto de masa de la reacción. ii) La energía desprendida por cada neutrón formado.

$1\,u = 1'66\cdot 10^{-27}$ **kg**; $c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$; $m_n = 1'008665\,u$; $m({}^{235}_{92}U) = 235'043930\ u$

$m({}^{141}_{56}Ba) = 140'914403\ u$; $m({}^{92}_{36}Kr) = 91'926173\ u$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) La energía de enlace nuclear (E_E) es la energía que se desprende en el proceso de formación de un núcleo a partir de sus nucleones (protones y neutrones) constituyentes.

Principio de equivalencia masa-energía: $E_E = \Delta m\cdot c^2$ $\begin{cases} E_E = \text{Energía de enlace} \\ \Delta m = \text{defecto de masa} \\ c = \text{velocidad de la luz} \end{cases}$

En una reacción nuclear, la suma de las masas de los núcleos que reaccionan no coincide con la suma de las masas de los núcleos que se obtienen. Ese defecto de masa (Δm) se transforma en energía mediante la ecuación anterior (Ecuación de Einstein), de forma que se tiene que cumplir que la suma de la masa y energía de los núcleos reaccionantes coincide con la suma de la masa y energía de los núcleos que se obtienen en una reacción nuclear.
ii) La magnitud que permite comparar la estabilidad nuclear de los distintos núcleos es la energía de enlace por nucleón (E_E / A).

E_E / A es el cociente entre la energía de enlace que se produce en la formación de un núcleo y el número másico del núcleo. Representa la cantidad de energía (energía media) necesaria para poder extraer un nucleón de su núcleo.

b) i) $^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

Cumple la ley de conservación del número de nucleones, tenemos que: $235+1=141+92+3$

Cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $92+0=56+36+0$

$$\Delta m = m\left({}^{235}_{92}U\right) + m\left({}^{1}_{0}n\right) - m\left({}^{141}_{56}Ba\right) - m\left({}^{92}_{36}Kr\right) - 3m\left({}^{1}_{0}n\right) =$$

$$= 235'043930 - 140'914403 - 91'926173 - 2\cdot 1'008665 = 0'186024\ u\cdot\frac{1'66\cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} = 3'09\cdot 10^{-28}\ kg$$

ii) Luego, la energía liberada al formarse 3 neutrones es:

$$E_E = \Delta m\cdot c^2 = 3'09\cdot 10^{-28}\cdot(3\cdot 10^{8})^2 = 2'78\cdot 10^{-11}\ \text{Julios}$$

La energía por cada neutrón formado es: $E_E / 3 = \dfrac{2'78\cdot 10^{-11}}{3} = 9'27\cdot 10^{-12}$ Julios / neutrón

a) Dos partículas poseen la misma energía cinética. Sabiendo que la masa de una es 25 veces mayor que la masa de la otra, encuentre la relación entre sus longitudes de onda de De Broglie.
b) Determine la diferencia de potencial necesaria para acelerar un electrón desde el reposo y lograr que tenga asociada la misma longitud de onda de De Broglie que un neutrón de $8\cdot 10^{-19}$ J de energía cinética.

$\mathbf{h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s\ ;\ m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg\ ;\ m_n = 1'7\cdot 10^{-27}\ kg}$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 8

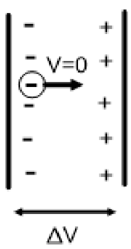
R E S O L U C I O N

a) $E_{c1} = E_{c2} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2}25m_2 v_1^2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 \Rightarrow 5v_1 = v_2$

Calculamos la relación entre las longitudes de onda de De Broglie de ambas partículas

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\dfrac{h}{m_1 v_1}}{\dfrac{h}{m_2 v_2}} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{m_2\cdot 5v_1}{25 m_2 v_1} = \frac{5}{25} = \frac{1}{5}$$

b)



$$E_{c(neutrón)} = \frac{1}{2}m_n v_n^2 \Rightarrow 8\cdot 10^{-19} = \frac{1}{2}\cdot 1'7\cdot 10^{-27}\cdot v_n^2 \Rightarrow v_n = 30.678'6\ m/s$$

$$\lambda_{neutrón} = \frac{h}{m_n v_n} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{1'7\cdot 10^{-27}\cdot 30.678'6} = 1'27\cdot 10^{-11}\ m$$

$$\lambda_{electrón} = \frac{h}{m_e v_e} \Rightarrow 1'27\cdot 10^{-11} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{9'1\cdot 10^{-31}\cdot v_e} \Rightarrow v_e = 5'74\cdot 10^{7}\ m/s$$

Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica entre la placa $-$ y la placa $+$

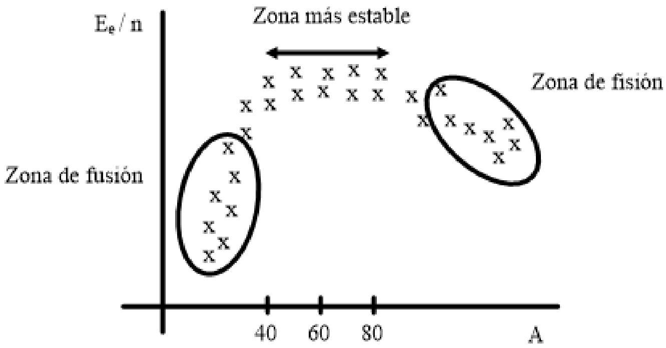
$$E_{pe}(-) + \cancel{E_c(-)} = E_{pe}(+) + E_c(+) \Rightarrow qV(-) - qV(+) = \frac{1}{2}mv_{(+)}^2 \Rightarrow q\cdot\Delta V = \frac{1}{2}mv_{(+)}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{mv_{(+)}^2}{2\cdot q} = \frac{9'1\cdot 10^{-31}\cdot(5'74\cdot 10^{7})^2}{2\cdot 1'6\cdot 10^{-19}} = 9.369'47\ \text{Voltios}$$

a) Dibuje de forma aproximada la gráfica que representa la energía de enlace por nucleón en función del número másico e indique, razonadamente, a partir de ella, dónde están favorecidos energéticamente los procesos de fusión y fisión nuclear.
b) La masa atómica del isótopo $^{14}_{6}C$ es 14’003241 u. Calcule i) El defecto de masa. ii) La energía de enlace por nucleón.
$\mathbf{c = 3\cdot 10^{8}\, m\cdot s^{-1}; 1u = 1'67\cdot 10^{-27}\, kg; m_p = 1'007276\, u; m_n = 1'008665\, u}$
FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) 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 $\left(E_e / n\right)$ 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 $40 < A < 80$.
Las reacciones de fusión parten de núcleos ligeros y produce un núcleo más pesado que es más estable que los núcleos de partida.
Las reacciones de fisión rompen un núcleo pesado y producen núcleos más ligeros que son más estables que el núcleo de partida.
b) $6p + 8n \rightarrow {}^{14}_{6}C$
(i) Calculamos el defecto de masa

$$\Delta m = 6\cdot masa(p) + 8\cdot masa(n) - masa\ {}^{14}_{6}C = 6\cdot 1'007276 + 8\cdot 1'008665 - 14'003241 =$$
$$= 0'109735\ u\cdot 1'66\cdot 10^{-27} = 1'82\cdot 10^{-28}\ kg$$

(ii) Calculamos la energía de enlace por nucleón

$$E_e = \Delta m\cdot c^2 = 1'82\cdot 10^{-28}\cdot (3\cdot 10^{8})^2 = 1'638\cdot 10^{-11}\ \text{Julios}$$

La energía de enlace por nucleón es: $E_e / n = \dfrac{1'638\cdot 10^{-11}}{14} = 1'17\cdot 10^{-12}$ Julios / nucleón

a) Al incidir luz roja sobre un determinado metal se produce efecto fotoeléctrico. Explique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones: i) Si se duplica la intensidad de dicha luz se duplicará también la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) Si se ilumina con luz azul no se produce efecto fotoeléctrico.
b) Un metal tiene una frecuencia umbral de $2\cdot 10^{14}$ Hz para que se produzca efecto fotoeléctrico. Si el metal se ilumina con una radiación de longitud de onda $2\cdot 10^{-7}$ m, calcule: i) La velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) El potencial de frenado.
$\mathbf{h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s\ ;\ c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}\ ;\ e = 1'6\cdot 10^{-19}\ C\ ;\ m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg}$
FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) (i)

$\text{Luz}_1 \Rightarrow I_1$
$\text{Luz}_2 \Rightarrow I_2 = 2\cdot I_1$

La afirmación es falsa. Ya que en la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = h\cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2$, no aparece la intensidad de luz (nº de fotones por segundo), por lo que la intensidad de luz no influye en la energía cinética de los electrones arrancados.

(ii) La afirmación es falsa. La frecuencia de la luz azul es mayor que la frecuencia de la luz roja, que a su vez, es mayor que la frecuencia umbral. Luego, la luz azul también produce efecto fotoeléctrico.

b)

$f_0 = 2\cdot 10^{14}\ \text{Hz}$

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

(i) Aplicamos la ecuación de Einstein

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = h\cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6'63\cdot 10^{-34}\cdot 1'5\cdot 10^{15} = 6'63\cdot 10^{-34}\cdot 2\cdot 10^{14} + \frac{1}{2}9'1\cdot 10^{-31}v^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v = 1.376.330\ m/s = 1'38\cdot 10^{6}\ m/s$$

(ii) Calculamos el potencial de frenado
La frecuencia umbral de la célula fotoeléctrica es aquella frecuencia a partir de la cual se produce efecto fotoeléctrico.

$$\Delta E_c = \Delta E_p = q_e\cdot V_f \Rightarrow V_f = \frac{\Delta E_c}{q_e} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}\cdot 1'5\cdot 10^{15} - 6'63\cdot 10^{-34}\cdot 2\cdot 10^{14}}{1'6\cdot 10^{-19}} = 5'39\ V$$

Este potencial aplicado a cada electrón le quita una energía de 5’39 V (lo frena)