

a) Un planeta A tiene triple de masa y doble de radio que otro planeta B. Determine las relaciones entre: i) Los campos gravitatorios en la superficie de los dos planetas. ii) Los potenciales gravitatorios en la superficie de ambos planetas.

b) Dos masas iguales de 1000 kg se encuentran situadas en los puntos (0,0) m y (0,3) m, respectivamente. i) Represente y calcule el campo gravitatorio en el punto (4,0) m.

ii) Determine la fuerza gravitatoria sobre una masa de 50 kg colocada en dicho punto.

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 1

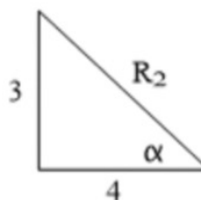
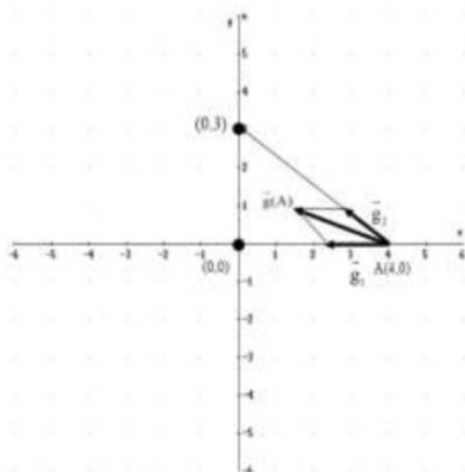
R E S O L U C I O N

a) i) Sabemos que $M_A = 3M_B$ y $R_A = 2R_B$, luego:

$$\frac{|\vec{g}(A)|}{|\vec{g}(B)|} = \frac{G \frac{M_A}{R_A^2}}{G \frac{M_B}{R_B^2}} = \frac{M_A \cdot R_B^2}{M_B \cdot R_A^2} = \frac{3M_B \cdot R_B^2}{M_B \cdot 4R_B^2} = \frac{3}{4}$$

$$\text{ii) } \frac{V_g(A)}{V_g(B)} = \frac{-G \frac{M_A}{R_A}}{-G \frac{M_B}{R_B}} = \frac{M_A \cdot R_B}{M_B \cdot R_A} = \frac{3M_B \cdot R_B}{M_B \cdot 2R_B} = \frac{3}{2}$$

b) i)



$$R_2 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 36'87''$$

Aplicamos el principio de superposición: $\vec{g}(A) = \vec{g}_1(A) + \vec{g}_2(A)$

$$|\vec{g}_1(A)| = G \frac{m_1}{r_1^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{10}{16} = 4'17 \cdot 10^{-9}$$

$$|\vec{g}_2(O)| = G \frac{m_2}{r_2^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{10}{25} = 2'67 \cdot 10^{-9}$$

$$\vec{g}(A) = -4'17 \cdot 10^{-9} \vec{i} + 2'67 \cdot 10^{-9} (-\cos 36'87'' \vec{i} + \sin 36'87'' \vec{j}) = -6'31 \cdot 10^{-9} \vec{i} + 1'6 \cdot 10^{-9} \vec{j} \quad \text{m/s}^2$$

ii) Calculamos la fuerza

$$\vec{F}_g = m \cdot \vec{g}(A) = 50 \cdot (-6'31 \cdot 10^{-9} \vec{i} + 1'6 \cdot 10^{-9} \vec{j}) = -3'16 \cdot 10^{-7} \vec{i} + 8 \cdot 10^{-8} \vec{j} \quad \text{N}$$

a) Si un satélite artificial describe una órbita circular alrededor de un planeta. i) ¿Cambia su energía potencial a lo largo de su órbita?. ii) ¿Y su energía cinética?. iii) ¿Es posible cambiar la velocidad orbital del satélite sin que éste modifique su altura respecto a la superficie de dicho planeta?. Razone todas las respuestas.

b) Un satélite artificial describe una órbita circular alrededor de la Tierra a una altura igual al radio de ésta. Si su peso en esta órbita es 1000 N, determine: i) La masa del satélite. ii) La velocidad orbital. iii) La energía necesaria para ponerlo en órbita desde la superficie de la Tierra.

$$G = 6'67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} ; M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6370 \text{ km}$$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 5

R E S O L U C I O N

$$a) \quad i) \quad E_{pg} = -G \frac{M \cdot m}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} G = \text{cte de gravitación universal} \\ M = \text{masa del planeta} \\ m = \text{masa del satélite} \\ R = \text{radio de la órbita} \end{array} \right. , \text{ en la órbita todos los valores son}$$

constantes, luego, la energía potencial no cambia.

$$ii) \quad E_c = \frac{1}{2} m \cdot V_{\text{orbital}}^2 \quad \text{y} \quad V_{\text{orbital}} = \sqrt{G \frac{M}{R}}, \text{ como el módulo de } V \text{ no cambia, la energía cinética no cambia en la órbita.}$$

$$iii) \quad V = \sqrt{G \frac{M}{R_p + h}} \quad \left\{ \begin{array}{l} R_p = \text{radio del planeta} \\ h = \text{altura del satélite respecto de la superficie del planeta} \end{array} \right.$$

Como vemos en esta expresión matemática, no es posible cambiar la velocidad orbital (V) mientras h valga lo mismo.

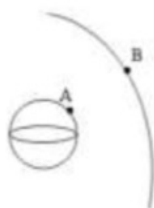
b) i) Calculamos la masa del satélite

$$1000 \text{ N} = m \cdot g = m \cdot G \frac{M_T}{R^2} \Rightarrow m = \frac{1000 \cdot R^2}{G \cdot M_T} = \frac{1000 \cdot (2 \cdot R_T)^2}{G \cdot M_T} = \frac{1000 \cdot (2 \cdot 6.370.000)^2}{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 5'98 \cdot 10^{24}} = 406'92 \text{ kg}$$

ii) Calculamos la velocidad orbital

$$V_{\text{orbital}} = \sqrt{G \frac{M_T}{R}} = \sqrt{6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24}}{2 \cdot 6.370.000}} = 5.595'37 \text{ m/s}$$

iii)



$$E_m(A) = E_m(B) \Rightarrow E_c(A) + E_{pg}(A) = E_c(B) + E_{pg}(B) \Rightarrow E_c(A) = -E_{pg}(A) + E_c(B) + E_{pg}(B) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_c(A) = G \frac{M_T \cdot m}{R_T} + \frac{1}{2} m \cdot G \frac{M_T}{2R_T} - G \frac{M_T \cdot m}{2R_T} = G \frac{M_T \cdot m}{R_T} \left(1 + \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{4} \cdot G \frac{M_T \cdot m}{R_T} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \frac{5'98 \cdot 10^{24} \cdot 406'92}{6.370.000} = 1'91 \cdot 10^{10} \text{ Julios}$$

a) Un protón atraviesa una zona en la que únicamente existe un campo magnético uniforme perpendicular a su velocidad. Responda justificadamente las siguientes cuestiones: i) ¿Realiza trabajo la fuerza magnética sobre el protón?. ii) ¿Experimenta el protón aceleración durante el recorrido?.

b) El campo magnético creado por un conductor rectilíneo muy largo a una distancia de 0'04 m de él es de $3 \cdot 10^{-5}$ T. I) Calcule razonadamente la intensidad de corriente que circula por el hilo. ii) Si se coloca un segundo alambre paralelo a 0'04 m del primero, calcule razonadamente la intensidad y sentido de la corriente que tiene que circular por el segundo alambre para que entre ellos haya una fuerza magnética atractiva por unidad de longitud de 10^{-4} N·m⁻¹.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 2

R E S O L U C I O N

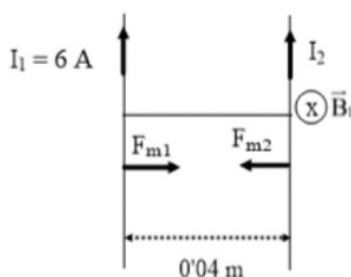
a) i) Por la Ley de Lorentz: $\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B}$, la fuerza magnética es perpendicular a la velocidad, ya que la fuerza magnética proviene del producto vectorial de $\vec{v}$ y $\vec{B}$. Por lo tanto, la fuerza magnética no realiza trabajo sobre la carga ya que forma siempre 90° con la velocidad y, por lo tanto, con el desplazamiento.

ii) Por la 2ª Ley de Newton: $F_m = m \cdot a_n$. El protón experimenta una aceleración normal (que es perpendicular a la velocidad). Por esto, la trayectoria del protón es una trayectoria circular.

b) i)

$$B(A) = 3 \cdot 10^{-5} = \frac{\mu \cdot I}{2\pi R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I}{2\pi \cdot 0'04} \Rightarrow I = 6 \text{ Amperios}$$

ii)



Para que la fuerza sea atractiva, el sentido de las intensidades de corriente debe ser el mismo, ya que sobre el hilo 2: $\vec{F}_{m2} = I_2 \vec{L} \times \vec{B}$ y $B_1 = \frac{\mu \cdot I_1}{2\pi R}$.

B_1 es entrante sobre el hilo 2 y, por lo tanto, $\vec{F}_{m2}$ por la regla del sacacorchos tiene el sentido de la figura y por la 3ª Ley de Newton, $\vec{F}_{m1}$ es igual pero de sentido contrario sobre el hilo 1

$$\frac{F_m}{L_1} = \frac{\mu \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi R} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot I_2}{2\pi \cdot 0'04} \Rightarrow I_2 = 3'33 \text{ Amperios}$$

a) Una partícula cargada se desplaza en la dirección y sentido de un campo eléctrico, de forma que su energía potencial aumenta. Deduzca de forma razonada, y apoyándose en un esquema, el signo que tiene la carga.

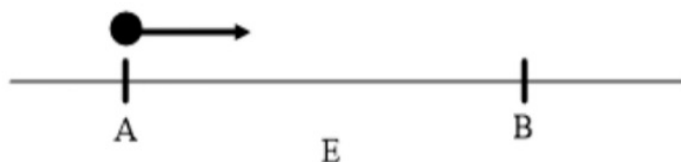
b) Un electrón dentro de un campo eléctrico uniforme, inicialmente en reposo, adquiere una aceleración de $1'25 \cdot 10^{13} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Obtener: i) La intensidad del campo eléctrico. ii) El incremento de energía cinética cuando ha recorrido 0'25 m.

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

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 6

RESOLUCION

a)



$$E_{pe}(B) > E_{pe}(A) \Rightarrow q \cdot V_e(B) > q \cdot V_e(A)$$

Como el campo eléctrico va de potenciales grandes a potenciales pequeños, entonces:

$$V_e(A) > V_e(B), \text{ luego, la carga es negativa para que: } q \cdot V_e(A) < q \cdot V_e(B) \Rightarrow E_{pe}(A) < E_{pe}(B)$$

$$b) \text{ i) 2ª Ley de Newton: } F_e = m \cdot a \Rightarrow q \cdot E = m \cdot a \Rightarrow E = \frac{m \cdot a}{q} = \frac{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 1'25 \cdot 10^{13}}{1'6 \cdot 10^{-19}} = 71'09 \text{ N/C}$$

ii) Es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, luego:

$$v_f^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot e \Rightarrow v_f^2 - 0 = 2 \cdot 1'25 \cdot 10^{13} \cdot 0'25 \Rightarrow v_f^2 = 6'25 \cdot 10^{12}$$

$$\Delta E_c = E_{c(\text{final})} - E_{c(\text{inicial})} = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 = \frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 6'25 \cdot 10^{12} = 2'84 \cdot 10^{-18} \text{ Julios}$$

a) i) Explique la relación que debe existir entre los índices de refracción de dos medios para que se produzca reflexión total. ii) Obtenga la expresión del ángulo límite.

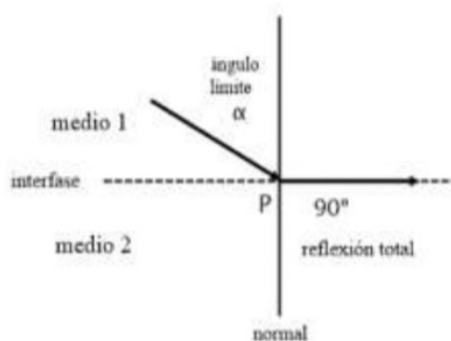
b) Una onda electromagnética de frecuencia $2 \cdot 10^{15}$ Hz se propaga en el vacío en el sentido negativo del eje OX. El campo eléctrico tiene una amplitud de $2 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ y oscila en el eje OY. Calcule: i) La longitud de onda y escriba la ecuación de la onda para el campo eléctrico. ii) La amplitud del campo magnético y deduzca la dirección de oscilación del mismo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 3

RESOLUCION

a) i)



Para ángulos mayores que el ángulo límite se produce reflexión total.

$$\text{Ley de Snell: } \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Para que haya reflexión total el ángulo de incidencia debe ser menor que el ángulo de refracción

$$\hat{i} < \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{i} < \sin \hat{r} \Rightarrow \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} < 1 \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} < 1$$

$$\text{ii) } \frac{\sin \hat{\alpha}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \sin \hat{\alpha} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{b) i) } v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 2 \cdot 10^{15} \Rightarrow \lambda = 1.5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{Como: } \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{15} = 4 \cdot 10^{15} \pi ; \quad K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{1.5 \cdot 10^{-7}} = \frac{4}{3} \pi \cdot 10^7$$

$$\text{La ecuación de onda: } E(x, t) = A \sin(\omega t + kx) = 2 \sin\left(4 \cdot 10^{15} \pi t + \frac{4}{3} \pi \cdot 10^7 x\right)$$

b) Las amplitudes de los campos eléctricos y magnéticos siguen la relación:

$$E = c \cdot B \Rightarrow 2 = 3 \cdot 10^8 \cdot B \Rightarrow B = \frac{2}{3} \cdot 10^{-8} \text{ T (amplitud del campo magnético)}$$

Los campos eléctricos y magnético están en fase y forman 90° entre si. Como el campo eléctrico oscila en el eje OY, el campo magnético oscila en el eje OZ.

a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) La amplitud de una onda estacionaria en un vientre es el doble de la amplitud de las ondas armónicas que la producen. ii) La distancia entre un nodo y un vientre consecutivo, en una onda estacionaria, es igual a media longitud de onda.

b) La ecuación de una onda estacionaria en una cuerda tensa es:

$$y(x,t) = 0'05 \cos(2\pi x) \cdot \sin(15\pi t) \quad (\text{S.I.})$$

Calcule razonadamente: i) La amplitud máxima. ii) La velocidad de propagación de las ondas armónicas que la producen. iii) La velocidad de oscilación máxima de un punto de la cuerda situado en $x = 0'75 \text{ m}$.

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 7

RESOLUCION

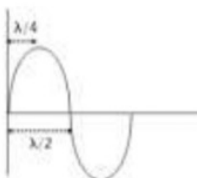
a) i) Afirmación verdadera

onda estacionaria: $y = 2A \sin kx \cdot \cos \omega t$

onda armónica: $y^* = A \sin(\omega t - kx)$

En una onda estacionaria en un vientre, la elongación vale: $y_{\text{máxima}} = 2A$, que es el doble de la amplitud de las ondas armónicas que la producen.

ii) Afirmación falsa.



La distancia entre nodo y nodo es: $\frac{\lambda}{2}$. La distancia entre vientre y vientre es: $\frac{\lambda}{2}$

Como entre dos nodos hay un vientre, la distancia nodo-vientre es: $\frac{\lambda}{4}$

b) $y(x,t) = 0'05 \cos(2\pi x) \cdot \sin(15\pi t) \quad (\text{S.I.})$

i) La amplitud es máxima cuando $\cos=1$ y $\sin=1$, luego, vale $0'05 \text{ m}$

ii) Identificando coeficientes, tenemos que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega = 15\pi = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{15}{2} \text{ Hz} \\ k = 2\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ m} \end{array} \right.$$

Luego: $v = \lambda \cdot f = 1 \cdot \frac{15}{2} = 7'5 \text{ m/s}$

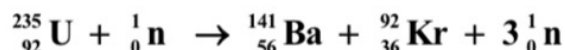
iii) $v_{\text{oscilación}} = \frac{dy}{dt} = 0'05 \cos(2\pi x) \cdot 15\pi \sin(15\pi t)$

$v_{\text{oscilación}}(x = 0'75) = 0'05 \cos(2\pi \cdot 0'75) \cdot 15\pi \sin(15\pi t) = 0 \text{ m/s}$

Como la velocidad vale 0 para cualquier valor de t , eso quiere decir que ese punto es un nodo y no oscila.

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:



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

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

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

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 4

RESOLUCION

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.

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

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.



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: $92 + 0 = 56 + 36 + 0$

$$\Delta m = m({}_{92}^{235}\text{U}) + m({}_0^1\text{n}) - m({}_{56}^{141}\text{Ba}) - m({}_{36}^{92}\text{Kr}) - 3m({}_0^1\text{n}) =$$

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

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

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

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

- 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 $8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ de energía cinética.

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

FISICA. 2020. RESERVA 4. EJERCICIO 8

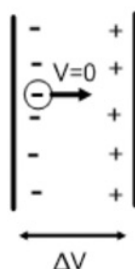
RESOLUCION

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

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

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

b)



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

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

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

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

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

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