PRIMERA PARTE CUESTIONES TIPO TEST

PRIMERA PARTE – CRITERIOS DE EVALUACIÓN
PRIMERA PARTE: Bloque de preguntas objetivas con un valor total de 5 puntos. Se incluyen 15 preguntas tipo test, pero debe contestar solo a 10, las 10 que prefiera (si se contestan a más de 10, solo se valorarán las 10 primeras respuestas). Cada acierto suma 0,5 puntos, cada error resta 0,15 y las preguntas en blanco no computan. Para contestar a este bloque debe utilizarse la hoja de respuestas tipo test. No deben entregarse soluciones detalladas de estas cuestiones, solo marcar las soluciones en la hoja de respuestas. DEBE CONTESTAR A UN MÁXIMO DE 10 PREGUNTAS. Es MUY IMPORTANTE leer las instrucciones sobre cómo deben marcarse las respuestas. Las respuestas marcadas incorrectamente no se tendrán en cuenta. Solamente se corregirán las respuestas marcadas en la hoja de lectura óptica.

1. ¿Puede un cuerpo de masa no nula moverse bajo la única acción de un campo gravitatorio permaneciendo en todo instante en la misma superficie equipotencial?

a) Sí, un ejemplo sería un cuerpo que, partiendo del reposo, está en caída libre.

b) Sí. un ejemplo sería un satélite en órbita circular alrededor de un planeta.

c) No, puesto que siempre sufrirá una fuerza hacia potenciales menores y, por tanto, dicha fuerza lo expulsará de la superficie equipotencial donde se encuentre.

En una órbita circular el radio r es constante y el potencial sólo depende de r: $V(r) = -\frac{GM}{r}$. Por lo que en una órbita circular se moverá en una superficie equipotencial.

2. Imagine dos objetos, que llamaremos A y B, de masas M_A y M_B, respectivamente, y situados sobre la superficie terrestre. Sabemos que las masas de los objetos verifican $M_A=2M_B$. Llamando v_A y v_B a la velocidad de escape del objeto A y B desde la superficie terrestre, respectivamente, podemos afirmar que:

a) $v_A = 2v_B$

b) $v_B = 2v_A$

c) $v_A = v_B$

La velocidad de escape no depende de la masa de los objetos, sólo de la masa del planeta.

3. Tomando la referencia habitual para la energía potencial gravitatoria (que tiene un valor nulo a una distancia infinita), ¿qué podemos decir acerca de la energía mecánica de un satélite en órbita circular alrededor de la Tierra?

a) Es negativa.

b) Es positiva.

c) Para que la órbita sea circular, la energía mecánica debe ser nula.

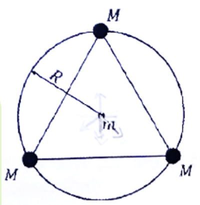
Si $U = 0$ cuando $r \to \infty$, entonces $U < 0$ para cualquier distancia finita. Por ello, como la energía mecánica de la órbita y la energía potencial se relacionan mediante $E_M = \frac{1}{2}U$, entonces $E_M < 0$.

4. Tres masas idénticas, de valor *M*, se encuentran fijas en el espacio situadas en un círculo de radio *R*, tal que sus posiciones coinciden con los vértices de un triángulo equilátero (ver figura). Una cuarta masa, de valor *m*, se sitúa en el centro del círculo. Siendo G la constante de gravitación universal, ¿cuál es el módulo de la fuerza total ejercida por las tres masas *M* sobre *m*?

a) 0

b) $G \cdot \frac{3 \cdot M \cdot m}{R^2}$

c) $G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$



Las tres masas provocarán una fuerza de igual intensidad, ya que las tres masas tienen el mismo valor y se encuentran a la misma distancia. Y por simetría las componentes de las tres fuerzas se cancelarán entre sí.

5. Se tiene un campo eléctrico constante $\vec{E}$ =3· $\vec{\imath}$ N/C, siendo $\vec{\imath}$ el vector unitario en el sentido positivo del eje x. Si colocamos una carga positiva *q* = 2 C en el seno de dicho campo, ¿qué fuerza ejercerá el campo $\vec{E}$ sobre la carga?

a) $-6\,\vec{\imath}\,N$

b) $+6\,\vec{\imath}\,N$

c) $1,5\,\vec{\imath}\,N$

Como $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$, $q = 2C$ y $\vec{E} = 3\,\vec{\imath}\,N/C$, entonces la fuerza es $\vec{F} = 6\,\vec{\imath}\,N$

6. Tenemos una carga eléctrica *q* en el seno de un determinado campo eléctrico. Desplazamos la carga desde el punto A hasta el punto B. Sabiendo que el potencial eléctrico en los puntos A y B toma el mismo valor, $V_A = V_B$, ¿cuál es el trabajo realizado por el campo eléctrico durante este desplazamiento?

a) $\boldsymbol{q \cdot V_A}$

b) $\boldsymbol{2 \cdot q \cdot V_A}$

c) 0

Dado que el campo eléctrico es conservativo, el cambio de energía en la trayectoria sólo dependerá de las posiciones inicial y final. Por ello, como $V_A = V_B = 0$ entonces $W(A \to B) = 0$

7. ¿Cuál es la relación dimensional entre el flujo magnético, φ, y la fuerza electromotriz, ε? (T representa unidades de tiempo)

a) $\frac{[\varepsilon]}{[\Phi]} = T$

b) $\frac{[\Phi]}{[\varepsilon]} = T$

c) $[\varepsilon][\Phi] = T$

Como $\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$ entonces $[\varepsilon] = \frac{[\Phi]}{T} \to T = \frac{[\Phi]}{[\varepsilon]}$

8. ¿Bajo qué circunstancias una carga moviéndose en el seno de un campo magnético no experimentará ninguna fuerza?

a) Cuando la velocidad y el campo sean perpendiculares.

b) Cuando la carga sea negativa.

c) Cuando la velocidad y el campo sean paralelos.

Como $\vec{F} = q\,(\vec{v} \times \vec{B})$, entonces si $\vec{v} \parallel \vec{B}$, $\vec{v} \times \vec{B} = \vec{0}$ y la partícula no sentirá ninguna fuerza.

9. Sabiendo que el índice de refracción del agua es 1,33 y el del aire es 1, ¿cuál es el ángulo límite a partir del que observamos reflexión interna total en luz que incide desde el agua en la superficie de separación de ambos medios?

a) 0,85°

b) 41,25°

C) 48,75°

Según la Ley de Snell-Descartes $n_1 \cdot sen(\alpha) = n_2 \cdot sen(\beta)$, por lo que si el ángulo incidente es el ángulo límite $\alpha = \alpha_L$, el ángulo refractado será $\beta = 90°$. Por ello,

$$n_1 \cdot sen(\alpha_L) = n_2 \cdot sen(90°) \rightarrow sen(\alpha_L) = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \alpha_L = arcsen\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\alpha_L = arcsen\left(\frac{1}{1{,}33}\right) = 48{,}75°$$

10. Un rayo de luz pasa del aire, con índice de refracción 1, a un aceite transparente con índice de refracción 1,6. Si el ángulo de incidencia es 30°, ¿cuál es el ángulo de refracción?

a) 53,1°

b) 18,2°

C) 71,8°

Como en ejercicio anterior $n_1 \cdot sen(\alpha) = n_2 \cdot sen(\beta)$, por lo que, despejando el ángulo refractado:

$$\beta = arcsen\left(\frac{n_1 \cdot sen(\alpha)}{n_2}\right) \rightarrow \beta = arcsen\left(\frac{1 \cdot sen(30°)}{1{,}6}\right) = 18{,}2°$$

11. La frecuencia del do de pecho que canta un tenor es de 523 Hz. Sabiendo que la velocidad de propagación del sonido en el aire es 340 m/s, ¿cuál es la longitud de onda del sonido emitido por un tenor cuando canta esta nota?

a) 17,8 m

b) 1,54 m

c) 0,65 m

La longitud de onda y la frecuencia se relacionan con la velocidad de propagación mediante v = λ · ν. Por ello,

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \rightarrow \lambda = \frac{340\ m/s}{523\ Hz} = 0{,}65\ m$$

12. La imagen de un objeto real que forma un espejo plano es:

a) Siempre virtual

b) Siempre real

c) Su carácter real o virtual depende de la posición del objeto frente al espejo.

La imagen es siempre virtual porque la imagen que vemos en el espejo es equivalente a la que nos llegaría si el objeto estuviera situado a la misma distancia, pero al otro lado del espejo.

13. Considere un cuerpo de masa en reposo m_0 que se acelera hasta alcanzar una velocidad de $0,5c$, siendo *c* la velocidad de la luz en el vacío. ¿Cuál es la relación entre la masa inercial (o relativista) del cuerpo a esa velocidad, *m*, y su masa en reposo, m_0?

a) $m = 2 \cdot m_0$

b) $m = 1{,}155 \cdot m_0$

c) $m = 1{,}414 \cdot m_0$

Suponiendo que la relación entre masas es $m = \gamma \cdot m_0$ y sabiendo que el factor γ es $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$,

entonces a $v = 0{,}5\ c$:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{0{,}5c}{c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-0{,}5^2}} = 1{,}155$$

Y por ende $m = 1{,}155 \cdot m_0$

14. Sabiendo que la constante de Planck es *h* = $6{,}63 \cdot 10^{-34}$Js, ¿cuál es la longitud de onda de De Broglie asociada a un proyectil con una masa de 15 g que se dispara con una velocidad de 1000 m/s?

a) $4{,}42 \cdot 10^{-35}$ m

b) $4{,}42 \cdot 10^{-38}$ m

c) $2{,}26 \cdot 10^{34}$ m

La masa del objeto es $m = 15g = 0{,}015\ kg$. Como la longitud de onda de DeBroglie es $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$, sustituyendo los datos:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} J \cdot s}{0{,}015\ kg \cdot 1000 m/s} = 4{,}42 \cdot 10^{-35}\ m$$

15. En el Sistema Internacional, las unidades de la constante radiactiva, λ, que determina la velocidad de desintegración de una muestra radiactiva, son:

a) s

b) kg/s

c) s^{-1}

Dado que $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$, $\lambda \cdot t$ debe ser adimensional, por lo que $[\lambda] = s^{-1}$

SEGUNDA PARTE PROBLEMAS

SEGUNDA PARTE – CRITERIOS DE EVALUACIÓN
SEGUNDA PARTE: Bloque de problemas con valor total de 5 puntos. Se incluyen 4 problemas, pero **debe contestar solo a dos problemas**, los que prefiera (si contesta a más de 2 problemas solo se calificarán los dosprimeros que aparezcan en las hojas de respuesta). Valoración máxima 2,5 puntos por cada problema. Dentro de cada problema, cada apartado tiene el mismo valor. Se valora el planteamiento del problema, su desarrollo (deben indicarse los pasos que conducen a la solución), resultado correcto y el uso adecuado de unidades y vectores. No se valorarán resultados que no estén justificados con explicaciones.

PROBLEMA 1

De un satélite artificial de masa *m* que orbita alrededor de la Tierra sabemos que su período orbital es de 16 horas. Se pide:

a) Calcule el radio de la órbita del satélite.

b) Calcule la energía potencial gravitatoria y la energía cinética del satélite.

c) ¿Cuánta energía deberíamos suministrar al satélite para que, desde su órbita, pudiera escapar de la atracción gravitatoria de la Tierra?

Datos:

G, constante de gravitación universal	**$6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m2 kg^{-2}**
M_T, masa de la Tierra	**$5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg**
***M*, masa del satélite**	**50 kg**

a) Lo primero es convertir a segundos el periodo orbital:

$$T = 16h = 16h \cdot 3600\ s/h = \ 57600\ s$$

A continuación, como la 3ª Ley de Kepler relaciona el periodo orbital con el radio orbital, podemos despejar el radio de esta expresión:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} \cdot r^3 \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}}$$

Por ello, sustituyendo los datos del enunciado obtenemos que el radio orbital mide:

$$r = \sqrt[3]{\frac{57600^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}}{4\pi^2}} = 3{,}22 \cdot 10^7\ m$$

b) La energía potencial gravitatoria viene dada por la expresión $U = -\frac{GMm}{r}$, por lo que, sustituyendo datos:

$$U = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 50}{3{,}22 \cdot 10^7} = -6{,}18 \cdot 10^9\ J$$

Para hallar una expresión de la energía cinética en órbita podemos tener en cuenta que la fuerza centrípeta del movimiento es la fuerza gravitatoria en este caso:

$$F_c = F_G \rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

Por lo que, si $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, sustituyendo la velocidad:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{GMm}{r} = -\frac{1}{2}U$$

Y como ya hemos calculado la energía potencial, la cinética será $E_c = +3{,}09 \cdot 10^9\ J$

c) La energía ΔE necesaria para que, desde su órbita, el satélite escape a la atracción de la Tierra será una tal que compense a la energía mecánica en órbita $\Delta E + E_M = 0 \rightarrow \Delta E = -E_M$. Y como $E_c = -\frac{1}{2}U, E_M = \frac{1}{2}U$, por lo que:

$$\Delta E = \frac{-1}{2}U = +3{,}09 \cdot 10^9\ J$$

PROBLEMA 2

Se tienen dos hilos conductores paralelos, rectos e indefinidos (ver figura). Están orientados verticalmente (paralelos al eje *y*). Por el hilo situado en x = 0 circula una corriente *I* en sentido ascendente (sentido positivo del eje *y*). Por el hilo situado en *x* = *L* circula una corriente 2 · *I*, también en sentido ascendente. Se pide:

a) Dividimos el espacio en tres regiones:

- **x<0**
- **0<x<L**
- **L<x**

Para cada una de estas regiones, indique si los campos magnéticos que producen los dos hilos tienen sentidos iguales u opuestos.

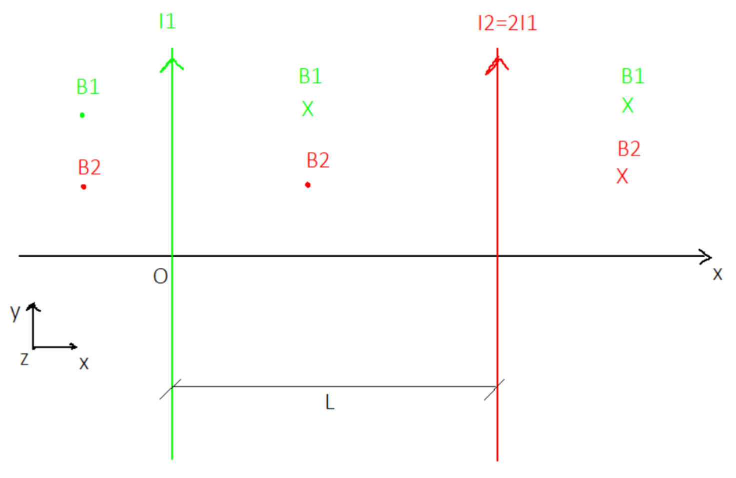
b) Con ayuda del resultado anterior, encuentre los puntos del espacio en los que el campo magnético total es nulo.

c) Considere una carga puntual *q* que se encuentra en *x = L/2* y se está desplazando en sentido ascendente con una velocidad de módulo υ_0. Calcule la fuerza magnética total sobre la carga, indicando dirección y sentido.

Datos:

μ_0, permeabilidad magnética del vacío	**$4\pi\cdot10^{-7}$ N/A^2**
I	**5 A**
L	**12 cm**
q	**1 μC**
v_0	**7,5 m/s**

a) Utilizando la regla de la mano derecha podemos ver los sentidos de ambas corrientes (ver dibujo):



Entonces, los campos tienen el mismo sentido si $x < 0$ y si $x > L$, mientras que si $0 < x < L$ los campos tienen sentidos contrarios.

b) El campo magnético total sólo podrá ser nulo si estamos entre los cables ($0 < x < L$). Atendiendo al dibujo, entonces los vectores campo magnético producidos por los dos cables serán:

$$\vec{B}_1 = \frac{-\mu_0 I_1}{2\pi x}\,\vec{k};\ \vec{B}_2 = \frac{+\mu_0 I_2}{2\pi(L-x)}\,\vec{k}$$

De modo que, si el campo total se anula,

$$\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0} \rightarrow \frac{-\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(L-x)} = 0 \rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{L-x} \rightarrow \frac{L-x}{x} = \frac{I_2}{I_1}$$

Como $I_2 = 2\,I_1$, entonces

$$\frac{L-x}{x} = 2 \rightarrow L - x = 2x \rightarrow L = 3x \rightarrow x = \frac{L}{3}$$

Finalmente, puesto que $L\ =\ 12\ cm$, el campo magnético total se anulará en $x = 4\ cm$.

c) En $x = L/2 = L - x = 6\ cm = 0{,}06\ m$, el campo total será:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \left(\frac{-\mu_0 I_1}{2\pi x} + \frac{\mu_0 2 I_1}{2\pi x}\right)\vec{k} = +\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}\ \vec{k}$$

Así que, sustituyendo datos,

$$\vec{B} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0{,}06}\,\vec{k} = 1{,}67 \cdot 10^{-5}\,\vec{k}\ T$$

Por ello, la fuerza que sufrirá será

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & v_0 & 0 \\ 0 & 0 & B \end{vmatrix} = qv_0B\,\vec{i}$$

$$\vec{F} = 10^{-6}C \cdot 7{,}5\,m\,s^{-1} \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-5}\,T\,\vec{i} = +\,1{,}25 \cdot 10^{-10}\,\vec{i}\,N$$

PROBLEMA 3

Se tiene una onda armónica transversal de ecuación

$$\boldsymbol{y(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx + \varphi)}$$

En principio, la amplitud, A, número de onda, k, frecuencia angular, ω y fase inicial φ son desconocidas. Se pide:

a) Sabiendo que la velocidad transversal máxima tiene módulo v_{max}, y que la frecuencia de la onda es f_o, calcule la amplitud de la onda, A, en m.
b) Sabiendo, además, que la velocidad de propagación de la onda es υ, calcule el número de onda, k, en m^{-1}.
c) Sabiendo, además, que en el instante t = 0 el punto x = 0 tiene una elongación A/2 (es decir, y(0,0) = A/2), y que su velocidad transversal es positiva (es decir, la elongación está aumentando), calcule la fase inicial, q, en rad.

Datos:

v_{max}	2,5 m/s
f_o	0,796 Hz
v	4 m/s

a) La frecuencia angular es $\omega = 2\pi v_0 \rightarrow \omega = 2\pi \cdot 0{,}796 = 5{,}001\,rad/s$. Por otra parte, si $y(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx + \varphi)$ la velocidad de vibración será:

$$v(x,t) = \frac{\partial y}{\partial t} = \omega A \cos(\omega t - kx + \varphi)$$

De modo que $v_{max} = \omega A$. Por tanto, la amplitud de la onda será:

$$A = \frac{v_{max}}{\omega} \rightarrow A = \frac{2{,}5}{5{,}001} = 0{,}500\,m$$

b) Dado que la velocidad de propagación puede calcularse mediante $v = \lambda \cdot \nu_0$ y ya conocemos tanto la velocidad de propagación como la frecuencia:

$$\lambda = \frac{v}{\nu_0} \rightarrow \lambda = \frac{4}{0{,}796} = 5{,}025\ m$$

Y como $k = \frac{2\pi}{\lambda}$:

$$k = \frac{2\pi}{5{,}025} = 1{,}250\ m^{-1}$$

c) Por un lado $y(x = 0, t = 0) = A/2$ y por el otro $y(x = 0, t = 0) = A \cdot sen(\varphi)$, por lo que:

$$A \cdot sen(\varphi) = \frac{A}{2} \rightarrow sen(\varphi) = \frac{1}{2}$$

Por ello, las dos posibles soluciones para la fase inicial son $\varphi = \frac{\pi}{6}\ rad$ y $\varphi = \frac{5\pi}{6}\ rad$. Para decidir entre las dos debemos revisar la condición inicial sobre la velocidad:

$$v(x = 0, t = 0) = \omega A \cos(\varphi) > 0$$

Como ω y A son cantidades positivas, el coseno también debe serlo, por lo que la fase inicial sólo puede ser

$$\varphi = \frac{\pi}{6}\ rad$$

Finalmente, juntándolo todo, la función de onda resultaría ser (en m):

$$y(x, t) = 0{,}500 \cdot sen\left(5{,}001t - 1{,}250x + \frac{\pi}{6}\right)$$

PROBLEMA 4

La función de trabajo (energía o trabajo de extracción) del sodio es 2,28 eV, mientras que la del zinc es 4,3 eV. Imagine que iluminamos la superficie de estos metales con luz de longitud de onda 400nm. Se pide:

a) Determine si se emitirán fotoelectrones en alguno de estos dos metales.
b) En caso de que alguno de estos metales emita fotoelectrones (o los dos), calcule su potencial de frenado en V.
c) Calcule la velocidad a la que son emitidos los fotoelectrones, en su caso (en m/s). Puede suponer esta velocidad como mucho menor que la velocidad de la luz y, por tanto, ignorar efectos relativistas.

Datos:

***e*, carga eléctrica del electrón**	**-1,6 ·10^{-19} C**
***c*, velocidad de la luz en el vacío**	**3·10^{8} m/s**
m_e, masa del electrón	**9,1· 10^{-31} kg**
***h*, constante de Planck**	**6.63·10^{-34} J s**

a) Si convertimos las energías a julios, las energías de extracción del sodio y el cinc son:

$$E_{Na} = 2{,}28 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 3{,}65 \cdot 10^{-19}\, J$$
$$E_{Zn} = 4{,}3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 6{,}88 \cdot 10^{-19}\, J$$

Por otra parte, como $c = \lambda \cdot \nu$, la energía del fotón de 400nm será:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{4 \cdot 10^{-7}} = 4{,}97 \cdot 10^{-19}\, J$$

Entonces, en el caso del sodio $E > E_{Na}$ y sí se producirá efecto fotoeléctrico. En cambio, en el caso del cinc, $E < E_{Zn}$ y no se producirá efecto fotoeléctrico.

b) El potencial de frenado V_{fren} es el necesario para parar los electrones. Por ello,

$$E_c + U_{fren} = 0 \rightarrow E_c = -q \cdot V_{fren} \rightarrow V_{fren} = \frac{-E_c}{q}$$

Por otro lado, despreciando pérdidas de energía, toda la energía del fotón se invertirá en arrancar electrones y lo que sobre se utilizará para acelerar los electrones hasta una cierta velocidad. Así que:

$$E = E_{Na} + E_c \rightarrow E_c = E - E_{Na} \rightarrow E_c = (4{,}97 - 3{,}65) \cdot 10^{-19} J = 1{,}32 \cdot 10^{-19}\, J$$

Por tanto, el potencial de frenado será:

$$V_{fren} = \frac{-1{,}32 \cdot 10^{-19}}{-1{,}6 \cdot 10^{-19}} = +0{,}83\, V$$

c) Despreciando efectos relativistas la energía cinética de los electrones será:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}3245 \cdot 10^{-19}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} = 5{,}40 \cdot 10^{4}\, m/s$$