FÍSICA

EXAMEN OFICIAL REALIZADO EN ESPAÑA EN LA CONVOCATORIA PCE UNEDASISS 2022

Parte 1 – Bloque test. Bloque de 10 preguntas. Debe elegir 10 de las 15 preguntas. Cada acierto suma 0,5 puntos. Cada error resta 0,15 puntos. Solo hay que una respuesta correcta por cada cuestión

Preguntas tipo test

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.

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 $M_A = 2 \cdot M_B$. 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) $v_A = 2 \cdot v_B$

b) $v_B = 2 \cdot v_A$

c) $v_A = v_B$

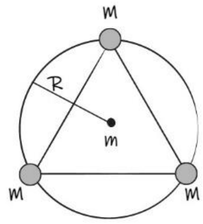
3. Tomando la referencia habitual para la energía potencial gravitatoria (que tiene un valor nulo a una distancia infinita), ¿qué podemos decir acerca de la energía mecánica de un satélite en órbita circular alrededor de la Tierra?

a) Es negativa.

b) Es positiva.

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

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

5. Se tiene un campo eléctrico constante $\vec{E} = 3 \cdot \vec{\imath}\ N/C$, 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) $-6 \cdot \vec{\imath}\ N$

b) $6 \cdot \vec{\imath}\ N$

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

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) $q \cdot V_A$

b) $2 \cdot q \cdot V_A$

c) 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) $[\varepsilon] \cdot [\phi] = T$

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

a) Cuando la velocidad y el campo sean perpendiculares.

b) Cuando la carga sea negativa.

c) Cuando la velocidad y el campo sean paralelos.

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°

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°

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

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.

13. Considere un cuerpo de masa en reposo m_0 que se acelera hasta alcanzar una velocidad de $0,5 \cdot c$, 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) $m = 1{,}414 \cdot m_0$

14. Sabiendo que la constante de Planck es $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\, J \cdot s$, ¿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) $2{,}26 \cdot 10^{34}\, m$

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}

Parte 2 – Bloque de desarrollo. Elija dos de los cuatro problemas. La calificación máxima de este bloque es de 5 puntos; 2,5 por cada pregunta.

PROBLEMA 1

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	$6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$
M_T, masa de la Tierra	$5{,}98 \cdot 10^{24}\ kg$
m, masa del satélite	$50\ kg$

Resolución:

a) Para calcular el radio de órbita del satélite alrededor de la Tierra podemos aplicar la fórmula que nos relaciona el periodo con el radio de giro, obtenida a partir de la segunda ley de Newton y de los conceptos de movimiento circular uniforme:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{R^3}{G \cdot M}}$$

Aislando el radio:

$$R = \sqrt[3]{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \cdot G \cdot M_T}$$

Aplicando el periodo en segundos:

$$T = 16\ horas \cdot \frac{3600\ s}{1\ hora} = 57600\ s$$

$$R = \sqrt[3]{\left(\frac{57600}{2\pi}\right)^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}} = 3{,}22 \cdot 10^7\ m$$

b) La energía potencial gravitatoria la podemos calcular como:

$$Ep_g = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R} = -6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 50}{3{,}22 \cdot 10^7} = -6{,}19 \cdot 10^8\ J$$

Cuando un cuerpo se encuentra en una órbita circular, su energía cinética cumple que:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{R} = \frac{1}{2} \cdot \left(-Ep_g\right) = \frac{1}{2} \cdot -(-6{,}19 \cdot 10^8) = 3{,}09 \cdot 10^8\ J$$

c) Para calcular dicho apartado debemos aplicar el principio de conservación de la energía mecánica:

$$\Delta Em = 0$$

Además, debemos tener en cuenta que la energía mecánica final (cuando el satélite escape de la atracción gravitatoria) será 0 (por definición). Por lo tanto:

$$Em_{inicial} + E_{suministrada} = 0$$

La energía mecánica inicial es la suma de las energías obtenidas en el apartado b) al tratarse de la energía del satélite en órbita:

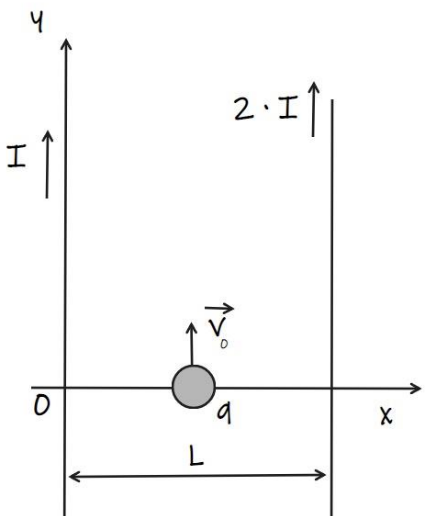
$$E_{suministrada} = -Em_{inicial} = -\left(Ep_g + Ec\right) = -(-6{,}19 \cdot 10^8 + 3{,}09 \cdot 10^8)$$
$$= 3{,}1 \cdot 10^8\ J$$

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 $2 \cdot I$, 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 v_0. Calcule la fuerza magnética total sobre la carga, indicando dirección y sentido.

Datos:

μ_0, permeabilidad magnética en el vacío	$4\pi \cdot 10^{-7}\ N/A^2$
I	$5\ A$
L	$12\ cm$
q	$1\ \mu C$
v_0	$7{,}5\ m/s$

<u>Resolución:</u>

a) Para resolver este apartado vamos a necesitar aplicar la regla del sacacorchos.

· Para x < 0:

En este caso, si aplicamos la regla de la mano derecha, podemos ver que los campos magnéticos producidos por ambos hilos tendrán el mismo sentido (sentido eje z positivo si lo tomamos como un vector que sale del papel)

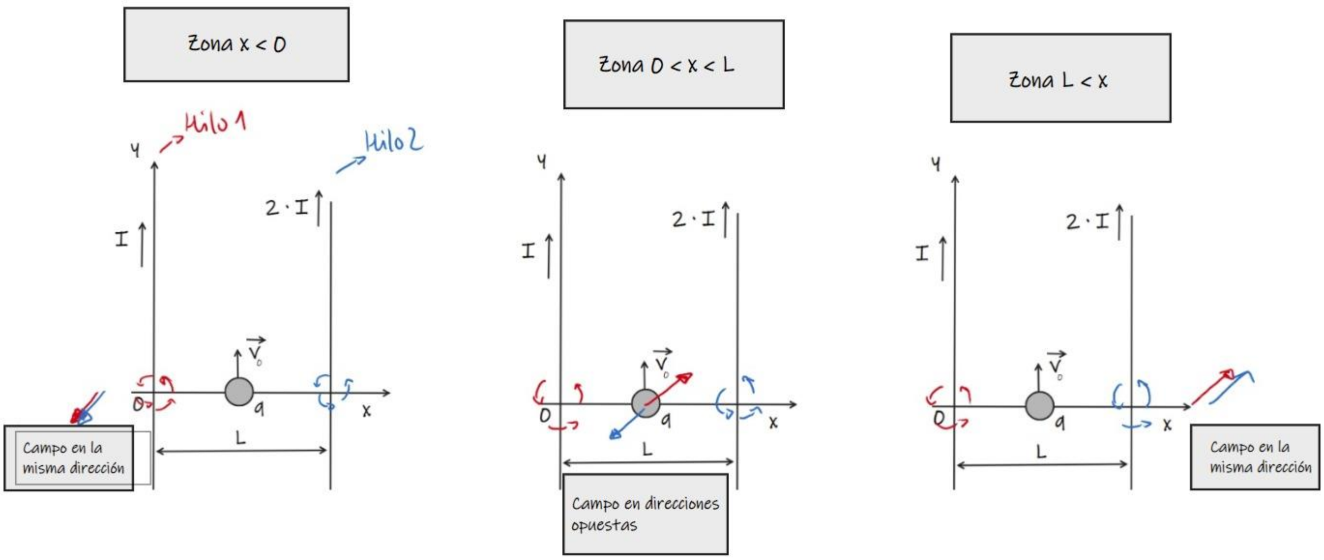
· Para 0 < x < L:

En este caso, el hilo situado en x = 0 producirá un campo magnético en sentido negativo del eje z (entrante en el papel), mientras que el hilo situado en x = L seguirá produciendo un campo magnético en sentido positivo del eje z (saliente del papel). Por lo tanto, los campos magnéticos producidos por ambos hilos tendrán sentidos distintos.

· Para L < x:

En este caso, ambos hilos producirán un campo magnético de sentido negativo en el eje z (entrante en el papel), por lo tanto, ambos campos magnéticos tendrán el mismo sentido.

En la imagen siguiente vemos un esquema explicativo para cada caso:



b) El campo magnético solo se podrá anular para el caso 0 < x < L. Vamos a ver cómo resolverlo.

Si definimos "x" la distancia del hilo 1 (hilo situado en x=0) al punto donde se anulará el campo magnético total, y "L-x" la distancia respecto del hilo 2 (hilo situado en x=L); y tenemos en cuenta la fórmula que nos permite calcular el campo magnético creado por un hilo conductor recto e indefinido:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

donde "r" es la distancia del hilo conductor al punto en cuestión:

Tenemos que:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot x}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot (L-x)}$$

Como ambos campos tendrán sentidos contrarios, solo debemos igualarlos para encontrar el valor de "x" para el cuál se anularán:

$$B_1 = B_2$$

$$\frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot x} = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot (L-x)}$$

Sabiendo que $I_2 = 2 \cdot I_1$ y simplificando la permeabilidad magnética μ_0 y el término 2π:

$$\frac{I_1}{x} = \frac{2 \cdot I_1}{(L-x)} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{x} = \frac{2}{0{,}12 - x} \quad \rightarrow \quad 0{,}12 - x = 2x \quad \rightarrow 0{,}12 = 3x \quad \rightarrow \quad x = 0{,}04\ m$$

Por lo tanto, el campo magnético se anula a 0,04 m del hilo 1 (hilo situado en x=0) y a 0,08 m del hilo 2 (hilo situado en x=L).

c) Para este caso calculamos el campo magnético sobre dicho punto:

$$B_T = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 \cdot 10}{2\pi \cdot 0{,}06} - \frac{\mu_0 \cdot 5}{2\pi \cdot 0{,}06} = 1{,}66 \cdot 10^{-5}\ T$$

Como B_2 tiene sentido positivo en el eje z (vector saliente del papel), mientras que B_1 tiene sentido negativo en el eje z (vector entrante en el papel), el campo magnético creado en dicho punto, vectorialmente, será:

$$\vec{B}_T = 1{,}66 \cdot 10^{-5}\ \vec{k}\ T$$

Ahora, aplicando la regla de la mano derecha, tenemos que la fuerza magnética sobre la carga tendrá sentido positivo en el eje x. Su valor en módulo lo obtenemos como:

$$F_m = q \cdot v_0 \cdot B \cdot sen\ \alpha = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 7{,}5 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-5} \cdot sen\ 90 = 1{,}245 \cdot 10^{-10}\ N$$

Vectorialmente:

$$\vec{F}_m = 1{,}245 \cdot 10^{-10}\ \vec{\imath}\ N$$

PROBLEMA 3

Se tiene una onda armónica transversal de ecuación:

$$y(x,t) = A \cdot sen(k \cdot x - w \cdot t + \varphi)$$

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

a) Sabiendo que la velocidad transversal máxima tiene módulo, $v_{máx}$, y que la frecuencia de la onda es f_0, calcule la amplitud de la onda, A, en m.

b) Sabiendo, además, que la velocidad de propagación de la onda es v, 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 aumentado), calcule la fase inicial, φ, en rad.

Datos:

v_{max}	$2{,}5\ m/s$
f_0	$0{,}796\ Hz$
v	$4\ m/s$

Resolución:

a) Sabiendo que la velocidad transversal máxima de una partícula en una onda puede calcularse como:

$$v_{max} = w \cdot A$$

Además:

$$w = 2\pi \cdot f_0$$

Entonces:

$$A = \frac{v_{max}}{2\pi f_0} = \frac{2{,}5}{2\pi \cdot 0{,}796} = 0{,}5\ m$$

b) Nos piden el número de onda es m^{-1} (aunque normalmente lo calculamos en rad/m). Por lo tanto, en este caso, el número de onda, k, debe calcularse como el inverso de la longitud de onda:

$$k = \frac{1}{\lambda}$$

Para obtener el número de onda podemos aplicar la ecuación que lo relaciona con la velocidad de propagación y la frecuencia de la onda:

$$v = \lambda \cdot f_0 \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{v}{f_0}$$

Por lo tanto:

$$k = \frac{1}{\frac{v}{f_0}} = \frac{f_0}{v} = \frac{0{,}796}{2{,}5} = 0{,}199\, m^{-1}$$

c) Aplicamos la condición $x = 0$ y $t = 0$ en la ecuación de la onda:

$$y(0{,}0) = A \cdot sen(k \cdot 0 - w \cdot 0 + \varphi) = A \cdot sen(\varphi)$$

Igualamos esta expresión con la condición expuesta en el enunciado, $y(0{,}0) = A/2$:

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

Por lo tanto (calculadora en radianes):

$$sen(\varphi) = \frac{1}{2} \quad \rightarrow \quad \varphi = arco\ seno\ \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{6}\pi\, rad$$

Comprobamos que para esta fase inicial la velocidad transversal es positiva:

$$v(x,t) = \frac{dy}{dt} = A \cdot (-w) \cdot \cos\,(k \cdot x - wt + \varphi)$$

$$v(0{,}0) = 0{,}5 \cdot -(2\pi \cdot 0{,}796) \cdot \cos\left(k \cdot 0 - w \cdot 0 + \frac{1}{6}\pi\right) = -2{,}16\, m/s$$

Como la velocidad transversal para x=0 y t=0 nos da negativa, no cumple con las condiciones expuestas en el enunciado del problema. Debemos sumar un ángulo de 120° grados al movimiento, equivalente a $\frac{2}{3}\pi\, rad$, lo que nos permitirá obtener la elongación positiva, así como la velocidad.

Entonces la fase inicial, φ queda como:

$$\varphi = \frac{1}{6}\pi + \frac{2}{3}\pi = \frac{5}{6}\pi\, rad$$

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 400 nm. 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	$-1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$
c, velocidad de la luz en el vacío	$3 \cdot 10^{8}\ m/s$
m_e, masa del e	$9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$
h, constante de Planck	$6{,}63 \cdot 10^{-34}\ J\ s$

Resolución:

a) Para determinar si se produce el efecto fotoeléctrico, debemos ver si la frecuencia de la onda incidente es superior a la frecuencia umbral de ambos metales.
Calculamos la frecuencia de la onda incidente a partir de su longitud de onda (en metros) y sabiendo que se trata de un rayo de luz, el cual se propaga a la velocidad de la luz en el vacío:

$$c = \lambda \cdot f \quad \rightarrow \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} = 7{,}5 \cdot 10^{14}\ Hz$$

Calculamos las frecuencias umbrales de cada metal, pero antes debemos convertir el trabajo de extracción de ambos metales de eV a J.

· Sodio:

$$W_0 = 2{,}28\ eV \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ eV} = 3{,}648 \cdot 10^{-19}\ J$$

Aplicando la fórmula del trabajo de extracción obtenemos la frecuencia umbral del sodio:

$$W_0 = h \cdot f_0 \quad \rightarrow \quad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{3{,}648 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 5{,}50 \cdot 10^{14}\ Hz$$

Para el caso del sodio, como la frecuencia incidente de la luz es mayor que la frecuencia umbral, se producirá el efecto fotoeléctrico.

· Zinc:

$$W_0 = 4{,}3\ eV \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ eV} = 6{,}88 \cdot 10^{-19}\ J$$

Entonces la frecuencia umbral del zinc es:

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{6{,}88 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 1{,}04 \cdot 10^{15}\ Hz$$

Como en este caso la frecuencia de la luz incidente es menor que la frecuencia umbral del zinc, no se producirá el efecto fotoeléctrico.

b) Solo podemos calcular el potencial de frenado para el caso del sodio, al ser el único caso en el que se emitirán fotoelectrones:

Aplicando la fórmula del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón} = W_0 + E_{cinética}$$

Y sabiendo que:

$$E_{cinética} = V_0 \cdot |e|$$

$$E_{fotón} = h \cdot f\ (frecuencia\ luz\ incidente)$$

Podemos obtener entonces el potencial de frenado V_0:

$$V_0 = \frac{h \cdot f - W_0}{|e|} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 7{,}5 \cdot 10^{14} - 3{,}648 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 0{,}828\ V$$

c) Podemos calcular dicha velocidad a partir de las fórmulas del apartado anterior:

$$E_{cinética} = V_0 \cdot |e| = 0{,}828 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 1{,}32 \cdot 10^{-19}\ J$$

Aplicando la fórmula de la energía cinética:

$$E_{cinética} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2$$

Aislamos la velocidad:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{cinética}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}32 \cdot 10^{-19}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} = 5{,}40 \cdot 10^{5}\ m/s$$