Galicia. Examen EBAU resuelto de Física. Junio 2019

OPCIÓN A

C.1. La luz incidente, la reflejada y la refractada en la superficie de separación de dos medios de distinto índice de refracció frecuencia, longitud de onda y velocidad; b) distinta frecuencia, longitud de onda y velocidad; c) igual frecuencia y distin onda y velocidad.

La respuesta correcta es la **c**. Cuando la luz pasa de un medio a otro su frecuencia no varía, pero sí la longitud de onda:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_0/f}{\lambda/f} = \frac{\lambda_0}{\lambda} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

Como vemos en la expresión anterior, la longitud de onda depende del índice de refracción del medio. Si la luz cambia de variará la longitud de onda y si varía la longitud de onda varía la velocidad a la que se desplaza esta:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

C.2. Para aumentar la potencia de una lente biconvexa simétrica situada en el aire deberíamos: a) aumentar los radios de curv el índice de refracción del material de la lente; b) disminuir los radios de curvatura y aumentar el índice de refracción d lente; c) aumentar los radios de curvatura sin variar el índice de refracción del material de la lente.

La respuesta correcta es la **b**. La potencia de una lente se calcula a partir de la ecuación del constructor de lentes:

$$(n' - 1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = \frac{1}{f'} = P$$

r_1 es el radio de curvatura de la primera cara (radio positivo), por donde entra la luz y r_2 es el radio de curvatura de la cara por negativo). Además, como las curvaturas de las caras son iguales: $r_1 = r_2 = r$.

$$(n' - 1) \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{-r}\right) = \frac{1}{f'} = P \quad \Rightarrow \quad (n' - 1) \cdot \frac{2}{r} = P$$

Si ahora disminuimos los radios de curvatura, por ejemplo, a la mitad y aumentamos el índice de refracción, por ejemplo, al do

$$(2n' - 1) \cdot \left(\frac{1}{r/2} - \frac{1}{-r/2}\right) = P' \quad \Rightarrow \quad (2n' - 1) \cdot \left(\frac{2}{r} + \frac{2}{r}\right) = P'$$

$$(2n' - 1) \cdot \frac{4}{r} = P'$$

Si comparamos las dos potencias:

$$\frac{P'}{P} = \frac{(2n' - 1) \cdot \frac{4}{r}}{(n' - 1) \cdot \frac{2}{r}} = 2 \cdot \frac{(2n' - 1)}{n' - 1} \quad \Rightarrow \quad P' = 2 \cdot \frac{(2n' - 1)}{n' - 1} \cdot P \quad \Rightarrow \quad P' > P$$

Por lo tanto, si aumentamos el índice de refracción y disminuimos los radios se consigue aumentar la potencia de la lente.

C.3. Un determinado haz de luz provoca efecto fotoeléctrico en un determinado metal. Si aumentamos la intensidad del h aumenta el número de fotoelectrones arrancados, así como su energía cinética; b) aumenta el número de fotoelectrone modificarse la energía cinética de los mismos; c) el número de fotoelectrones arrancados no varía, pero su energía cinética

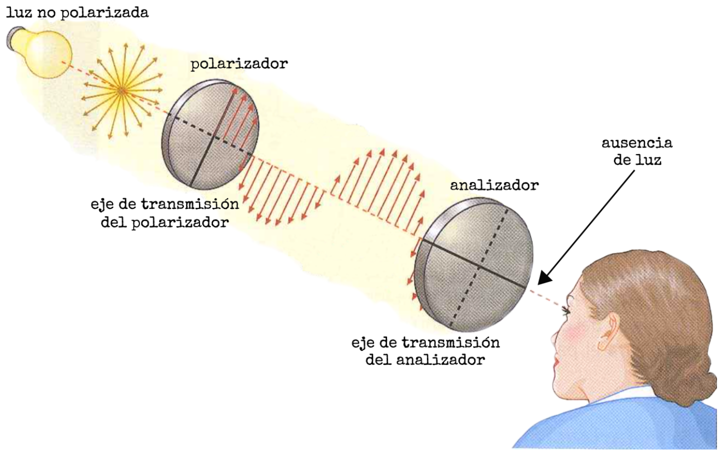
La respuesta correcta es la **b**. Si se aumenta la intensidad de la luz incidente, incidirán más fotones sobre el metal y conseg más cantidad de electrones, pero no afectará a la energía de estos. Sólo se consigue aumentar la energía cinética de los elect si los fotones incidentes tienen más energía, es decir, si tienen mayor frecuencia o menor longitud de onda.

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

C.4. Describe el procedimiento que seguirías en el laboratorio para determinar si la luz es una onda transversal o longitud material que debes utilizar

El fenómeno de polarización es exclusivo de las ondas transversales. Por lo tanto, solo debemos demostrar que la luz se pu métodos para hacerlo son la polarización por absorción, por reflexión, por difusión o esparcimiento y por birrefringencia. De t habitual es la absorción. Se hace con filtros llamados polaroid que consisten en láminas de alcohol polivinílico estiradas y ti Este compuesto forma largas moléculas alineadas en su estructura y el yodo suministra electrones libres. Cuando el campo tiene la dirección de estas moléculas, se generan corrientes de los electrones libres a lo largo de ella y la luz es absorbida. Si cuyo campo magnético oscila en la dirección perpendicular a la de alineación de las moléculas no sufre apenas variación y at la dirección perpendicular a la de absorción se la denomina *eje de transmisión* del filtro.

Una interesante experiencia que demuestra la polarización de la luz por estos filtros consiste en hacerla atravesar dos fi primero lo llamaremos *polarizador*, y al segundo, que nos permitirá averiguar cuál es el plano en el que se ha polarizado la luz,



Como se observa en la figura, la luz no polarizada se polarizará al atravesar el polarizador según la dirección de su eje de dirección del eje de transmisión del analizador coincide con la del polarizador, la luz atravesará el analizador. Pero si v analizador, veremos que la luz se va absorbiendo hasta que ya no pasa, cosa que ocurre cuando los ejes de transmisión del analizador forman 90^0.

P.1. En el punto de coordenadas (0,3) se encuentra situada una carga, $q_1 = 7{,}11$ nC, y en el punto de coordenadas (4,0) se e otra carga $q_2 = 3{,}0$ nC. Las coordenadas están expresadas en metros. Calcula:

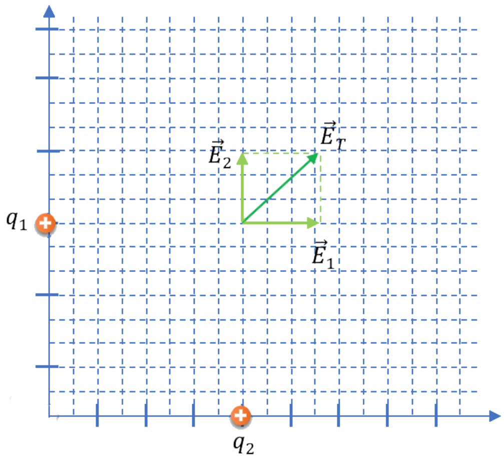
a) La expresión vectorial de la intensidad del campo eléctrico en el punto (4,3).

b) El valor del potencial eléctrico en el punto (4,3).

c) Indica el valor y el signo de la carga q_3 que hay que situar en el origen para que el potencial eléctrico en el punto (4,3) se

DATO: $K = 9 \cdot 10^9 \ N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$

a) Dibujamos los vectores campo eléctrico:



Calculamos el vector campo eléctrico que crea cada carga en ese punto:

$$\vec{E}_1 = K \cdot \frac{q_1}{r^2} \cdot \vec{u}_r = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{7{,}11 \cdot 10^{-9}}{4^2} \cdot \vec{\imath} \quad \Rightarrow \quad \vec{E}_1 = 4{,}0\,\vec{\imath} \ \ (N/C)$$

$$\vec{E}_2 = K \cdot \frac{q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_r = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3{,}0 \cdot 10^{-9}}{3^2} \cdot \vec{\jmath} \quad \Rightarrow \quad \vec{E}_2 = 3{,}0\,\vec{\jmath} \ \ (N/C)$$

O campo total é a suma vectorial:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\vec{E}_T = 4{,}0\,\vec{\imath} + 3{,}0\,\vec{\jmath} \ \ (N/C)}$$

b) El potencial eléctrico que crea una carga en un punto se calcularía:

$$V = K \cdot \frac{q}{d}$$

Si tenemos dos cargas, el potencial será la suma de los potenciales que crea cada una de ellas en ese punto:

$$V_T = V_1 + V_2 = K \cdot \frac{q_1}{d_1} + K \cdot \frac{q_2}{d_2}$$

$$V_T = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{7{,}11 \cdot 10^{-9}}{4} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3{,}0 \cdot 10^{-9}}{3}$$

$$\boldsymbol{V_T = 25{,}0 \ \ V}$$

c) La suma de los potenciales debe ser cero:

$$V_1 + V_2 + V_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad K \cdot \frac{q_1}{d_1} + K \cdot \frac{q_2}{d_2} + K \cdot \frac{q_3}{d_3} = 0$$

$$K \cdot \frac{q_3}{d_3} = -K \cdot \left(\frac{q_1}{d_1} + \frac{q_2}{d_2}\right) \quad \Rightarrow \quad q_3 = -d_3 \cdot \left(\frac{q_1}{d_1} + \frac{q_2}{d_2}\right)$$

$$q_3 = -\sqrt{4^2 + 3^2} \cdot \left(\frac{7{,}11 \cdot 10^{-9}}{4} + \frac{3{,}0 \cdot 10^{-9}}{3}\right) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{q_3 = -1{,}4 \cdot 10^{-8} \ \ V}$$

P.2. Un satélite artificial describe órbitas circulares alrededor de la Tierra a una altura de 350 km respecto a la superficie terrestr

a) La velocidad orbital del satélite.

b) Su período de revolución.

c) Compara el valor de su aceleración centrípeta con el valor de la intensidad del campo gravitatorio terrestre g a e Tierra. ¿Qué consecuencias se pueden extraer de este resultado?

DATO: $\boldsymbol{R_T = 6{,}37 \cdot 10^6 \ m \ \ ; \ \ g_0 = 9{,}81 \ m \cdot s^{-2}}$

a) Para que un satélite se mantenga en órbita, se cumple que:

$$F_g = F_c \quad \Rightarrow \quad G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$$

Como no tenemos ni la masa de la Tierra ni la constante de gravitación universal, despejamos ambas de la intensidad de ca en la superficie de la Tierra:

$$g_0 = G \cdot \frac{M_T}{{R_T}^2} \quad \Rightarrow \quad G \cdot M_T = g_0 \cdot {R_T}^2$$

Volvemos a la expresión de la velocidad orbital y sustituimos:

$$v = \sqrt{\frac{g_0 \cdot {R_T}^2}{r}} = \sqrt{\frac{g_0 \cdot {R_T}^2}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{9{,}8 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6)^2}{6{,}37 \cdot 10^6 + 3{,}5 \cdot 10^5}}$$

$$\boldsymbol{v = 7\,692{,}51 \ m/s}$$

b) La velocidad orbital se podría calcular como el espacio que recorre el satélite en dar una vuelta, en la órbita circular, ent tarda en hacerlo, el período:

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2\pi \cdot r}{v} = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{v}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot (6{,}37 \cdot 10^6 + 3{,}5 \cdot 10^5)}{7\,692{,}51} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{T = 5\,488{,}85 \ s}$$

c) La aceleración centrípeta o normal depende de la velocidad orbital y del radio de giro:

$$a_N = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{R_T + h} = \frac{7\,692{,}51^2}{6{,}37 \cdot 10^6 + 3{,}5 \cdot 10^5} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{a_N = 8{,}8 \ m/s^2}$$

Como esta aceleración es casi igual a la aceleración gravitatoria, los astronautas se encuentran en una situación de ingravide

OPCIÓN B

C.1. El estroncio-90 es un isótopo radiactivo con un período de semidesintegración de 28 años. Si disponemos de una mues moles del citado isótopo, el número de átomos de estroncio-90 que quedarán en la muestra al cabo de 112 años será 1/16·N_A; c) 1/4·N_A. ($N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ $partículas/mol$).

La respuesta correcta es la **a**. La ley de la desintegración radiactiva nos da los núcleos de muestra que quedan desintegr tiempo:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

El periodo de semidesintegración es el tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una mue radioisótopo.

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = \ln e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \Rightarrow \ln 1 - \ln 2 = -\lambda \cdot T_{1/2}$$

$$-\ln 2 = -\lambda \cdot T_{1/2} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

A partir del perído de semidesintegración calculamos la constante de desintegración:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{28} \Rightarrow \lambda = 2{,}48 \cdot 10^{-2} \ \ años^{-1}$$

De la ley de emisión radioactiva, calculamos los núcleos que quedan al cabo de 112 años, sabiendo que al principio había 2·N_A núcleos:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 2 \cdot N_A \cdot e^{-2{,}48 \cdot 10^{-2} \cdot 112}$$

$$\boldsymbol{N = \frac{1}{8} \cdot N_A}$$

C.2. ¿Cuál debería ser la distancia entre dos puntos de un medio por el que se propaga una onda armónica, con velocidad de f 200 Hz de frecuencia, para que estén en el mismo estado de vibración?: a) 2·n; b) 0,5·n; c) n, siendo n = 0, 1, 2, 3… y medid

La respuesta correcta es la **b**. La ecuación de una onda armónica que se desplaza hacia valores positivos del eje x, es la siguient

$$y(x,t) = A \cdot \mathrm{sen}(\omega t - kx + \phi_0)$$

Se llama fase de la onda al argumento de la función trigonométrica:

$$\phi = \omega t - kx + \phi_0$$

Para calcular la diferencia de fase entre dos puntos que se encuentran en el mismo estado de vibración en un instante determ sus fases:

$$\Delta\phi = \omega t - kx_1 + \phi_0 - (\omega t - kx_2 + \phi_0) = kx_2 - kx_1 = k(x_2 - x_1)$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x$$

Sabemos que para que estén en fase, es decir vibrando con la misma amplitud al mismo tiempo, deben cumplirse:

$$\Delta\phi = 2\pi \cdot n, \quad n = 0, 1, 2, 3 \ldots$$

Substituyendo esta condición en la última expresión:

$$2\pi \cdot n = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = n \cdot \lambda \Rightarrow \Delta x = n \cdot \frac{v}{f}$$

$$\Delta x = n \cdot \frac{100}{200} \Rightarrow \boldsymbol{\Delta x = 0{,}5 \cdot n}$$

C.3. Un astronauta (A) se acerca a una estrella con una velocidad de 200 000 km/s y otro astronauta (B) se aleja de la mism misma velocidad con la que se acerca el (A). La velocidad con que estos astronautas perciben la velocidad de la luz de mayor para el astronauta (A) y menor para el (B); b) menor para el astronauta (A) y mayor para el (B); c) igual para los dos

La respuesta correcta es la **c**. Esta cuestión tiene que ver con la teoría de la relatividad especial de Einstein. Esta teoría postulados:

- *Primer postulado*: todas las leyes de la física (mecánica, electromagnetismo y óptica) se cumplen por igual en todos referencia inerciales.
- *Segundo postulado*: la velocidad de la luz en el vacío, c, es la misma para todos los sistemas de referencia inerciales, y es i movimiento relativo entre la fuente emisora y el observador.

Del segundo postulado se deduce claramente que los dos astronautas percibirán igual la velocidad de la luz de la estre independiente del movimiento relativo entre la fuente emisora y el observador.

C.4. A partir de medidas del radio, r, y del período, T, de cuatro satélites que orbitan la Tierra se obtiene la tabla adjunta. Representa esos datos en una gráfica y determina a partir de ella la masa de la Tierra.

Satélite	T^2/s^2
1	$3,18 \cdot 10$
2	$3,89 \cdot 10$
3	$4,75 \cdot 10$
4	$1,44 \cdot 10$

DATO: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$

Representando r^3 frente a T^2 vamos a obtener una recta que tendrá por pendiente la constante de Kepler. Para deducir esa tercera ley de Kepler, partimos de la velocidad orbital con la que gira un satélite alrededor velocidad la deducimos en el P2 de la opción A):

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$$

Podemos relacionar la velocidad lineal del planeta con su período de revolución:

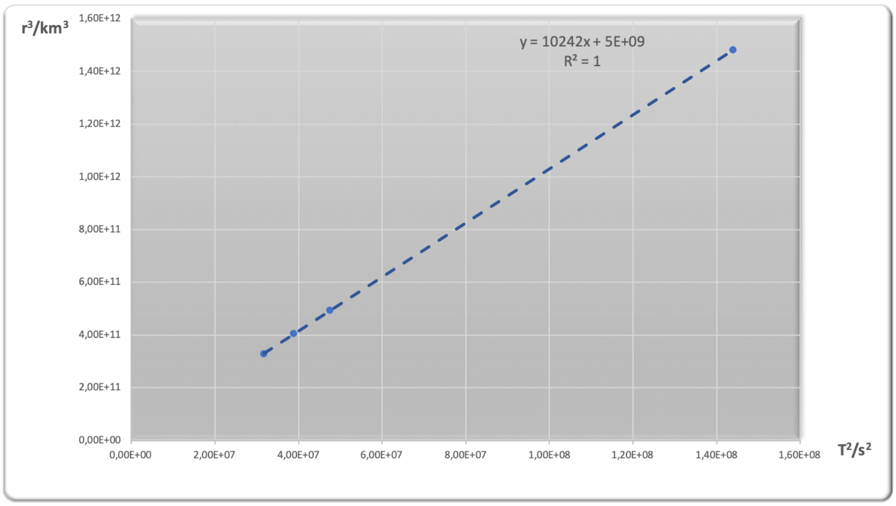
$$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi}{T} \cdot r$$

Igualando y operando esas dos expresiones llegamos a la expresión que buscamos:

$$\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} = \frac{2\pi}{T} \cdot r \quad \Rightarrow \quad \left(\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}\right)^2 = \left(\frac{2\pi}{T} \cdot r\right)^2 \quad \Rightarrow \quad \frac{G \cdot M_T}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r^2$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \quad \Rightarrow \quad \frac{T^2}{r^3} = K \quad \Rightarrow \quad r^3 = \frac{1}{K} \cdot T^2$$

Si hacemos la representación gráfica obtendremos una recta de pendiente 1/K:



De la recta de regresión obtenemos la pendiente, pero debemos ponerla en unidades del Sistema Internacional:

$$\frac{1}{K} = 10\ 242\ \frac{km^3}{s^2} \cdot \frac{(10^3)^3\ m^3}{1^3\ km^3} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{K} = 1{,}02 \cdot 10^{13}\ \frac{m^3}{s^2}$$

Y a partir de K obtenemos la masa de la Tierra:

$$K = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \quad \Rightarrow \quad M_T = \frac{4\pi^2}{G \cdot K} = \frac{4\pi^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11}} \cdot 1{,}02 \cdot 10^{13}$$

P.1. Un haz de luz de frecuencia $4,30 \cdot 10^{14}$ Hz incide desde un medio 1 de índice de refracción $n_1 = 1,50$ sobre otro med refracción $n_2 = 1,30$. El ángulo de incidencia es de 50^0. Determina:

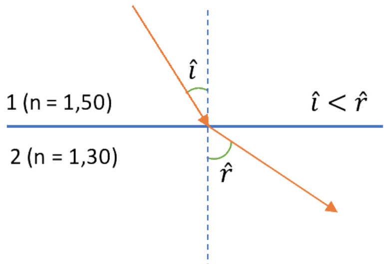
a) La longitud de onda del haz en el medio 1.

b) El ángulo de refracción.

c) ¿A partir de qué ángulo de incidencia se produce la reflexión total del haz incidente?

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

a) El haz de luz pasa de un medio más refringente a otro menos refringente:



A partir del índice de refracción del medio podemos calcular la longitud de onda en ese medio:

$$n_1 = \frac{c}{v_1} = \frac{c}{\frac{\lambda_1}{T}} = \frac{c}{\lambda_1 \cdot f} \quad \Rightarrow \quad \lambda_1 = \frac{c}{n_1 \cdot f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}50 \cdot 4{,}30 \cdot 10^{14}}$$

$$\boldsymbol{\lambda_1 = 4,65 \cdot 10^{-7}\ m = 465\ nm}$$

b) Aplicamos la ley de Snell:

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{\imath} = n_2 \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \quad \Rightarrow \quad \operatorname{sen} \hat{r} = \frac{n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{\imath}}{n_2}$$

$$\hat{r} = \operatorname{arcsen}\left(\frac{n_1 \cdot \operatorname{sen} \hat{\imath}}{n_2}\right) = \operatorname{arcsen}\left(\frac{1{,}50 \cdot \operatorname{sen} 50^0}{1{,}30}\right) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\hat{r} = 62,12^0}$$

c) Hay un ángulo, llamado ángulo límite, a partir del cual el rayo se desvía tanto que se propaga por la superficie de sepa medios, por lo que a partir de ese ángulo de incidencia ya no tenemos refracción. Para calcularlos sabemos que el rayo ref un ángulo de 90^0:

$$1{,}50 \cdot \operatorname{sen} \hat{\imath} = 1{,}30 \cdot \operatorname{sen} 90^0 \quad \Rightarrow \quad \operatorname{sen} \hat{\imath} = \frac{1{,}30 \cdot \operatorname{sen} 90^0}{1{,}50}$$

$$\hat{\imath} = \operatorname{arcsen}\left(\frac{1{,}30 \cdot \operatorname{sen} 90^0}{1{,}50}\right) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\hat{r} = 60,07^0}$$

P.2. Un protón se mueve en un círculo de radio r = 20 cm, perpendicularmente a un campo magnético B = 0,4 T. Determinar:

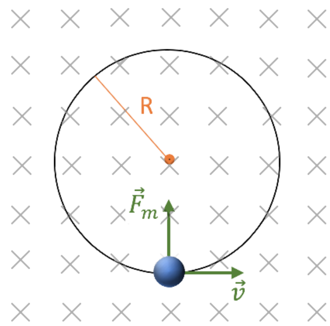
a) La velocidad del protón.

b) El período del movimiento.

c) El campo eléctrico necesario para anular el efecto del campo magnético.

DATOS: $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19}\ C\ \ ;\ \ m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}\ kg$

a) El protón se mueve tal y como se ve en el dibujo:



Cuando una partícula cargada entra de forma perpendicular a un campo magnético, aparece una fuerza magnética tambi que hace que empiece a describir orbitas circulares. Esa fuerza magnética es igual a la fuerza centrípeta:

$$F_{magnética} = F_{centrípeta}$$

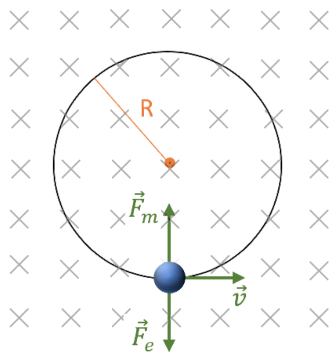
$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m}$$

$$v = \frac{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}2}{1{,}67 \cdot 10^{-27}} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{v = 7{,}7 \cdot 10^6\ \ m/s}$$

b) La velocidad a la que gira, calculada en el apartado anterior, es igual al espacio que recorre, por ejemplo, al dar una vuelta c tiempo que tarda en hacerlo, el período:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 0{,}2}{7{,}7 \cdot 10^6} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{T = 1{,}6 \cdot 10^{-7}\ \ s}$$

c) El campo eléctrico debe provocar una fuerza eléctrica sobre la carga, del mismo módulo y dirección y de sentido con provoca el campo magnético:



Para calcular el módulo de ese campo, sabemos que la fuerza eléctrica es igual al producto del campo por la carga y que, a la fuerza magnética que podemos calcular con la ley de Lorentz:

$$F_e = F_m \quad \Rightarrow \quad E \cdot q = q \cdot v \cdot B \quad \Rightarrow \quad E = \frac{q \cdot v \cdot B}{q} = v \cdot B$$

$$E = 7{,}7 \cdot 10^6 \cdot 0{,}4 \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{E = 3{,}1 \cdot 10^6\ \ N/C}$$