GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital

COMISSIÓ GESTORA DE LES PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT
COMISIÓN GESTORA DE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

SISTEMA UNIVERSITARI VALENCIÀ
SISTEMA UNIVERSITARIO VALENCIANO

PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

CONVOCATÒRIA: SETEMBRE 2020	CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE 2020
Assignatura: Física	Asignatura: Física

BAREMO DEL EXAMEN: La puntuación máxima de cada problema es de 2 puntos y la de cada cuestión de 1,5 puntos. Cada estudiante podrá disponer de una calculadora científica no programable y no gráfica. Se prohíbe su utilización indebida (almacenamiento de información). Se utilice o no la calculadora, los resultados deberán estar siempre debidamente justificados. Realiza primero el cálculo simbólico y después obtén el resultado numérico.
TACHA CLARAMENTE todo aquello que no deba ser evaluado

CUESTIONES (elige y contesta exclusivamente 4 cuestiones)

CUESTIÓN 1 - Interacción gravitatoria

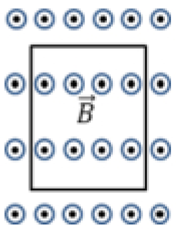
Escribe la expresión del trabajo de una fuerza y su relación con la energía potencial si la fuerza es conservativa. Un satélite gira alrededor de la Tierra siguiendo una órbita circular. Razona qué trabajo realiza la fuerza gravitatoria cuando el satélite recorre un cuarto de la órbita. ¿Y si recorre una órbita completa?

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

Una carga $q_1 = -3$ nC se encuentra situada en el origen de coordenadas del plano XY. Una segunda carga de $q_2 = 4$ nC está situada sobre el eje Y positivo a 2 m del origen. Calcula el vector campo eléctrico creado por cada una de las cargas en un punto P situado a 3 m del origen sobre el eje x positivo y el campo eléctrico total creado por ambas.
Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9$ N m^2/C^2

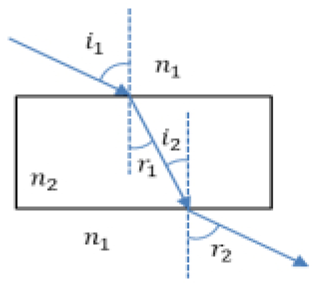
CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Dos cargas $q_1 = 8{,}9$ μC y $q_2 = 17{,}8$ μC se encuentran en el vacío y situadas, respectivamente, en los puntos $O(0,0,0)$ cm y $P(1,0,0)$ cm. Enuncia el teorema de Gauss para el campo eléctrico. Calcula, justificadamente, el flujo del campo eléctrico a través de una superficie esférica de radio 0,5 cm centrada en el punto O. ¿Cambia el flujo si en lugar de una esfera se trata de un cubo de lado 0,5 cm?
Dato: permitividad del vacío $\varepsilon_0 = 8{,}9 \cdot 10^{-12}$ C^{2}N^{-1}m^{-2}



CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

En la figura se muestra una espira rectangular de lados 10 cm y 12 cm en el seno de un campo magnético $\vec{B}$ perpendicular al plano del papel y saliente. Se hace variar $|\vec{B}|$ desde 0 a 1 T en un intervalo de tiempo de 1,2 s. Calcula la variación de flujo magnético y la fuerza electromotriz media inducida en la espira. Indica y justifica el sentido de la corriente eléctrica inducida.



CUESTIÓN 5 - Ondas

Un rayo de luz incide sobre una lámina de caras plano-paralelas de índice de refracción n_2, situada en un medio de índice de refracción n_1. Demuestra que el rayo que emerge de la lámina es paralelo al rayo incidente.

CUESTIÓN 6 - Óptica geométrica

La imagen de un objeto real, dada por una lente delgada divergente, es siempre virtual, derecha y más pequeña que el objeto. Justifícalo mediante trazado de rayos y explica el porqué de dicho trazado. ¿Qué significa imagen virtual?

CUESTIÓN 7- Óptica geométrica

Explica en qué consiste la miopía utilizando los conceptos de la óptica geométrica. ¿Qué tipo de lente hay que usar para corregirla? Si una persona miope se va acercando un objeto al ojo, existe una posición en la que ve bien, ¿por qué?

CUESTIÓN 8 - Física del s. XX

Un muon (partícula elemental) generado por un rayo cósmico en la atmósfera, a 10 km de altura, viaja hacia el suelo, donde se determina que su velocidad (constante) es $v = 0{,}98c$. Calcula cuánto tiempo dura el vuelo del muon según una observadora situada en el suelo y también según otra que viaje con el muon. Determina la altura (distancia recorrida por el muon) según la observadora que viaja con el muon.
Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

COMISSIÓ GESTORA DE LES PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT
COMISIÓN GESTORA DE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

SISTEMA UNIVERSITARI VALENCIÀ
SISTEMA UNIVERSITARIO VALENCIANO

PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

CONVOCATÒRIA: SETEMBRE 2020	CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE 2020
Assignatura: Física	Asignatura: Física

BAREMO DEL EXAMEN: La puntuación máxima de cada problema es de 2 puntos y la de cada cuestión de 1,5 puntos. Cada estudiante podrá disponer de una calculadora científica no programable y no gráfica. Se prohíbe su utilización indebida (almacenamiento de información). Se utilice o no la calculadora, los resultados deberán estar siempre debidamente justificados. Realiza primero el cálculo simbólico y después obtén el resultado numérico.
TACHA CLARAMENTE todo aquello que no deba ser evaluado

PROBLEMAS (elige y contesta exclusivamente 2 problemas)

PROBLEMA 1 - Interacción gravitatoria

El proyecto Starlink ha colocado en órbita circular alrededor de la Tierra unos 300 satélites para comunicaciones, que son fácilmente visibles desde la superficie de la Tierra. Sabiendo que la velocidad de uno de dichos satélites es de 7,6 km/s:

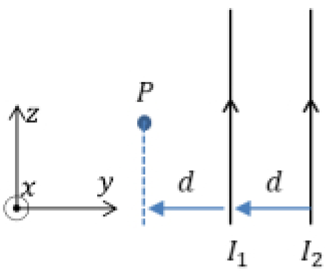
a) Calcula la altura h a la que se encuentra desde la superficie terrestre (en kilómetros). (1 punto)

b) ¿Cuántas órbitas circulares completas describe el satélite en un día? (1 punto)

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2; masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg; radio de la Tierra, $R_T = 6400$ km.

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

La figura muestra dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos entre sí, separados por una distancia d en el plano *YZ*. Se conoce la intensidad de corriente $I_1 = 1$ A, el módulo del campo magnético que esta corriente crea en el punto P de la figura, $B_1 = 10^{-5}$ T, así como el módulo del campo magnético total $B = 3B_1$.



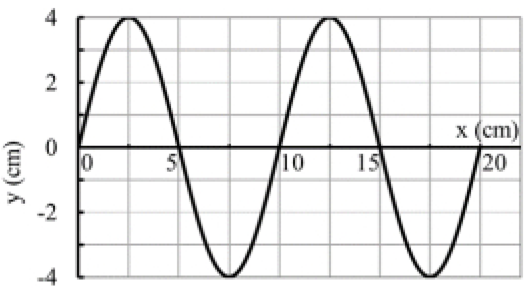
a) Calcula la distancia d y el vector campo magnético $\vec{B}_2$ en el punto P (1 punto)

b) Si una carga $q = 1$ μC pasa por dicho punto P con una velocidad $\vec{v} = 10^6\ \vec{k}$ m/s, calcula la fuerza $\vec{F}$ (módulo, dirección y sentido) sobre ella. Representa los vectores $\vec{v}$, $\vec{B}$ y $\vec{F}$. (1 punto)

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\,\pi \cdot 10^{-7}$ T m/A

PROBLEMA 3 - Ondas

Una onda armónica transversal se propaga con velocidad $v = 5$ cm/s en el sentido negativo del eje x. A partir de la información contenida en la figura y justificando la respuesta:



a) Determina la amplitud, la longitud de onda, el periodo y la diferencia de fase entre dos puntos que distan 15 cm y separados en el tiempo 3 s. (1 punto)

b) Escribe la expresión de la función de onda (usando el seno), suponiendo que la fase inicial es nula. Calcula la velocidad de un punto de la onda situado en $x = 0$ cm para $t = 0$ s. (1 punto)

PROBLEMA 4 – Física del s. XX

Una radiación monocromática de longitud de onda 500 nm incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Calcula:

a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral. (1 punto)

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos y el potencial de frenado, ambos en eV. Explica qué es el potencial de frenado. (1 punto)

Datos: carga elemental $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck, $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ J · s

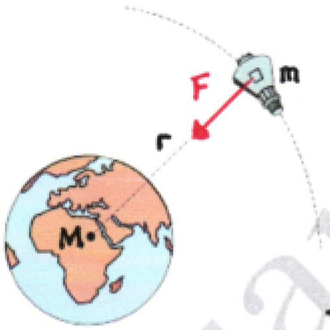
CUESTIÓN 1

El trabajo de la fuerza gravitatoria (que es una fuerza conservativa) cuando una masa "m" se traslada de un punto A hasta otro punto B viene dado por:

$$W_{\substack{\text{Fuerza}\\\text{gravitatoria}}} = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{r} = -\Delta E_p = -\left(E_{p_B} - E_{p_A}\right)$$

En el caso que se nos describe tendremos:

$$W = -\Delta E_p = -\left(-G\frac{Mm}{r_B} + G\frac{Mm}{r_A}\right)$$

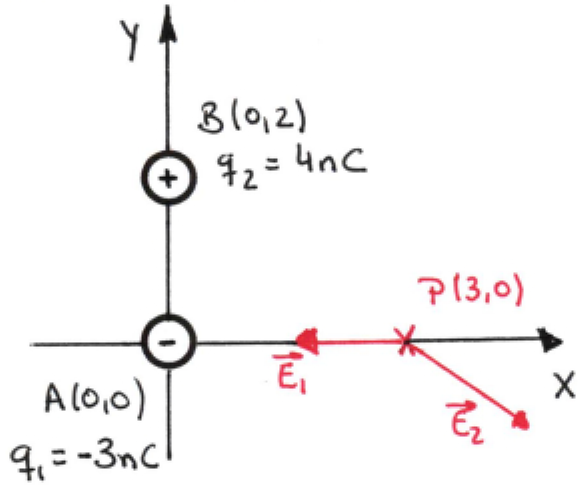


Al ser la trayectoria circular, el satélite siempre está a la misma distancia de la Tierra y por ello, tanto en el caso de recorrer un cuarto de órbita como en el caso de recorrer una órbita completa, siempre se verificará que $r_B = r_A$ y en consecuencia:

$$W = -\left(E_{p_B} - E_{p_A}\right) = 0\ J$$

$r_B = r_A \Rightarrow E_{p_B} = E_{p_A}$

CUESTIÓN 2



Campo $\vec{E_1}$:

$\vec{AP} = (3,0) - (0,0) = (3,0)$

$|\vec{AP}| = r_1 = \sqrt{3^2} = 3m$

$\vec{u_{r_1}} = \frac{1}{|\vec{AP}|} \cdot \vec{AP} = (1,0)$

$\vec{E_1} = K \cdot \frac{q_1}{r_1^2} \cdot \vec{u_r} = \cancel{9} \cdot \cancel{10^9} \cdot \frac{(-3 \cdot \cancel{10^{-9}})}{\cancel{3^2}} \cdot (1,0) =$

$= (-3,0)$ N/C

Campo $\vec{E_2}$:

$\vec{BP} = (3,0) - (0,2) = (3,-2)$

$|\vec{BP}| = r_2 = \sqrt{3^2+2^2} = \sqrt{13}$ m

$\vec{u_{r_2}} = \frac{1}{|\vec{BP}|} \cdot \vec{BP} = \left(\frac{3}{\sqrt{13}}, \frac{-2}{\sqrt{13}} \right)$

$\vec{E_2} = K \cdot \frac{q_2}{r_2^2} \cdot \vec{u_{r_2}} = 9 \cdot \cancel{10^9} \cdot \frac{4 \cdot \cancel{10^{-9}}}{(\sqrt{13})^2} \cdot \left(\frac{3}{\sqrt{13}}, \frac{-2}{\sqrt{13}} \right) = (2'3, -1'54)$ N/C

Y por tanto $\vec{E_{TOTAL}} = \vec{E_1} + \vec{E_2} = (-0'7, -1'54)$ N/C $\Rightarrow |\vec{E_T}| = 1'69$ N/C

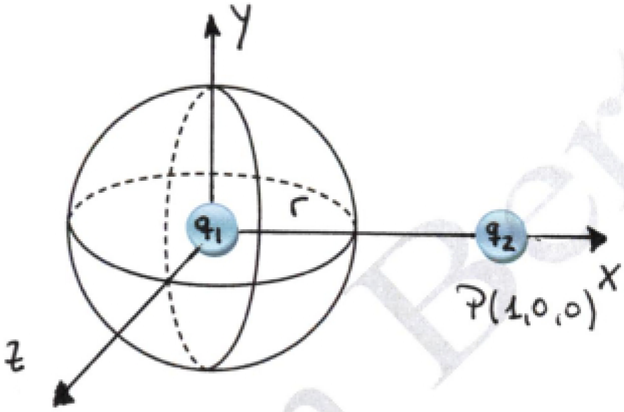
CUESTIÓN 3

El teorema de Gauss dice que el flujo del campo eléctrico que atraviesa una superficie cerrada es igual a la carga Q contenida dentro de dicha superficie dividida por la permitividad dieléctrica del medio. Esto es:

$$\Phi = \oint_S \vec{E} \cdot \vec{dS} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \quad \text{con} \quad \varepsilon_0 = 8'9 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

Fíjate que el flujo solo depende de la carga Q que haya en el interior de la superficie gaussiana que consideres y no de la forma que tenga ésta.

Ahora veamos el ejercicio:



$r = 0'5\,cm$

$q_1 = 8'9\,\mu C$

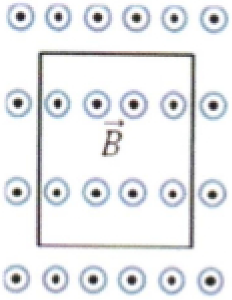
$q_2 = 17'8\,\mu C$

Como acabamos de ver, y teniendo en cuenta que en el interior de la esfera únicamente está la carga q_1:

$$\Phi = \frac{q_1}{\varepsilon_0} = \frac{8'9 \cdot 10^{-6}}{8'9 \cdot 10^{-12}} = 10^6 \ \frac{N \cdot m^2}{C}$$

Si hubiesemos elegido un cubo de lado 0'5 cm, la carga encerrada seguiría siendo la misma y en consecuencia el flujo sería el mismo.

CUESTIÓN 4



El flujo magnético viene dado por:

$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\alpha$, siendo α el ángulo que forman los vectores $\vec{B}$ y $\vec{S}$.

El vector superficie $\vec{S}$ tiene por módulo al valor de la superficie y como dirección la perpendicular a la superficie en sentido saliente. En consecuencia, dado que $\vec{B}$ también es un vector saliente, el ángulo α será $\alpha = 0°$. Por ello:

$$\Phi_{inicial} = \overset{0}{\cancel{B}} \cdot S \cdot \cos 0° = 0\ T \cdot m^2$$

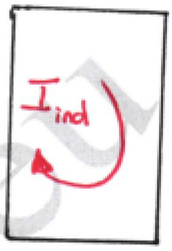
$$\Phi_{final} = B \cdot S \cdot \cos 0° = 1 \cdot 0'1 \cdot 0'12 \cdot 1 = 0'012\ T \cdot m^2$$

Según la ley de FARADAY - HENRY, sobre una espira se induce una corriente si la espira se ve sometida a una variación del flujo magnético que la atraviesa. Dicha corriente se caracteriza por una fuerza electromotriz que es igual a la variación por unidad de tiempo del flujo que atraviesa la espira.

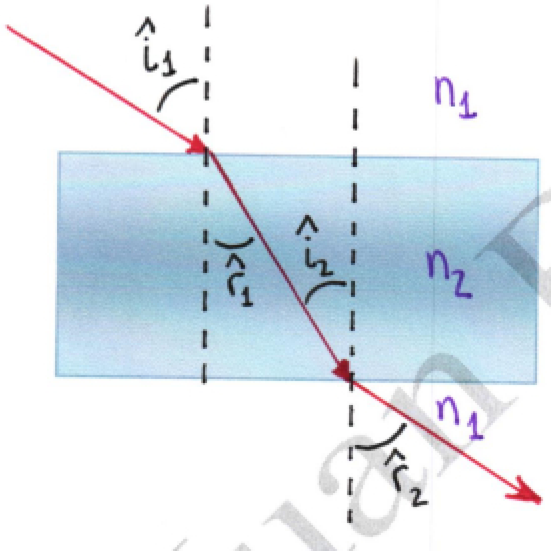
Además, según la ley de LENZ, el sentido de la corriente inducida debe ser tal que sus efectos se opongan a la causa que la ha provocado. Por todo ello:

$$\mathcal{E} = \underset{\text{LENZ}}{-}\ \underbrace{\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}_{\text{FARADAY}} = -\frac{(0'012 - 0)}{1'2} = -0'01\ \text{V}$$

El sentido de la corriente será HORARIO



CUESTIÓN 5



Aplicamos Snell en los dos cambios de medio que experimenta el rayo de luz:

Snell Medio 1 – Medio 2:

$$n_1 \cdot \text{sen}\, \hat{i}_1 = n_2 \cdot \text{sen}\, \hat{r}_1 \quad \text{1ª Ecuación}$$

Snell Medio 2 – Medio 1

$$n_2 \cdot \text{sen}\, \hat{i}_2 = n_1 \cdot \text{sen}\, \hat{r}_2 \quad \text{2ª Ecuación}$$

Como ves, el ángulo $\hat{i}_2 = \hat{r}_1$, y así, esta última ecuación la escribimos:

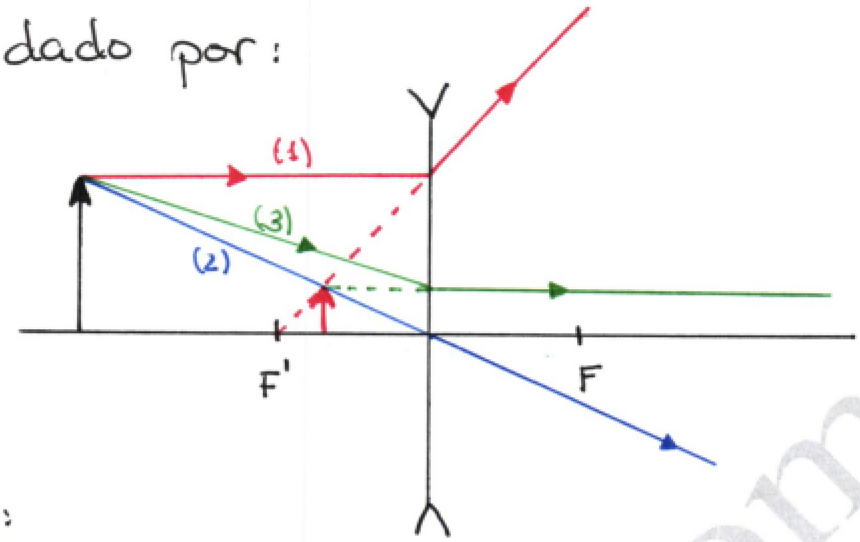
$$\underbrace{n_2 \cdot \text{sen}\, \hat{r}_1}_{\text{1ª Ecuación}} = n_1 \cdot \text{sen}\, \hat{r}_2$$

$$\cancel{n_1} \cdot \text{sen}\, \hat{i}_1 = \cancel{n_1} \cdot \text{sen}\, \hat{r}_2 \Rightarrow \text{sen}\, \hat{i}_1 = \text{sen}\, \hat{r}_2 \Rightarrow \hat{i}_1 = \hat{r}_2$$

Como $\hat{i}_1 = \hat{r}_2$, los rayos incidente y emergente son paralelos

CUESTIÓN 6

El trazado de rayos en una lente divergente es el dado por:



Donde:

- El rayo que incide en la lente paralelo al eje óptico, se refracta de modo que su prolongación teórica pasa por el foco imagen (rayo (1))

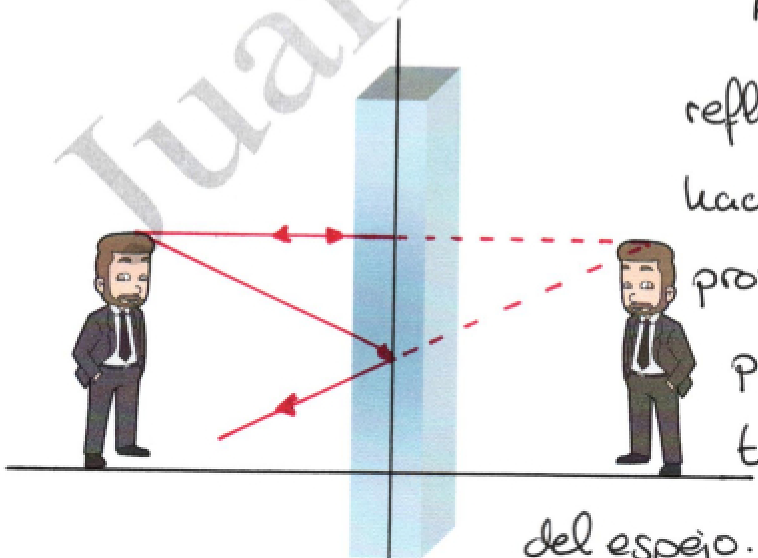
- El rayo que incide en el centro de la lente no se desviará (lentes delgadas!!) (rayo (2))

- El rayo que incide en la lente con una trayectoria hacia el foco objeto de la lente, se refracta de modo que su prolongación teórica es paralela al eje óptico (rayo (3))

Como puedes ver, el hecho de que la lente hace diverger a los rayos que se refractan en ella, implica necesariamente que para formar las imágenes tengamos que hacerlo con las prolongaciones teóricas de los rayos refractados. Este tipo de imágenes se llaman imágenes virtuales.

Fíjate que para nuestros ojos, los rayos parecerán venir de un punto por el que realmente no han pasado y es en dicho punto donde nuestro cerebro interpretará que está la imagen (que se llama virtual precisamente por dicha circunstancia)

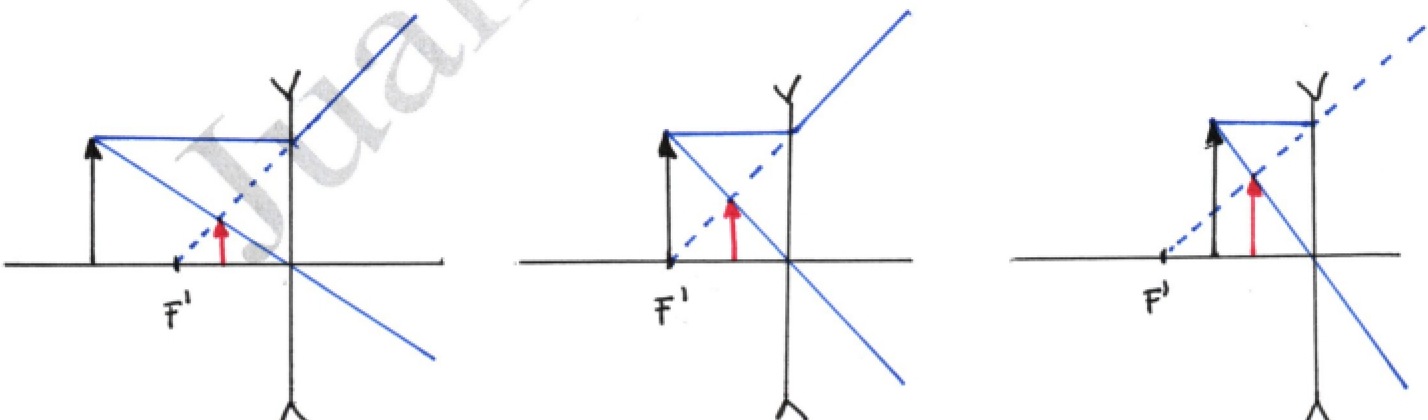
El ejemplo más cotidiano lo tenemos en los espejos planos (el normal que tienes en el cuarto de baño de tu casa). Los rayos de luz se reflejan en la superficie del espejo y salen divergentes.



Al diverger los rayos reflejados, si los prolongamos hacia atrás parecerá que provengan del interior del propio espejo y por eso tú te ves como dentro del espejo. Pero los rayos no proceden realmente de ahí. "Detrás" o "dentro" del espejo no hay nada. Los rayos proceden de la superficie del espejo. Nunca han estado al otro lado del espejo a pesar de que parece que provengan de allí.

Cuando esa procedencia "aparente" de los rayos no es su procedencia real, decimos que es virtual. No debes confundir el término "imagen virtual" con imágenes imaginarias o espejismos o similares. Son imágenes que tienen una posición y un tamaño definidos y que podrás ver como cualquier otra imagen.

Además, dicha imagen virtual será siempre menor y derecha independientemente de la posición del objeto:

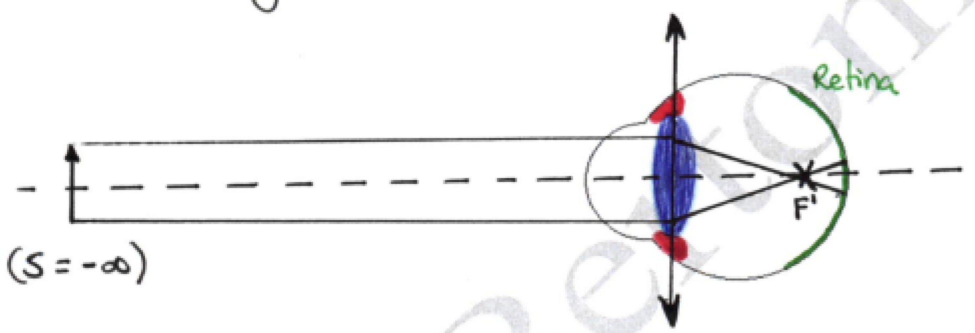


Aunque a medida que acercamos el objeto a la lente la imagen aumenta de tamaño, ésta siempre será menor que el objeto

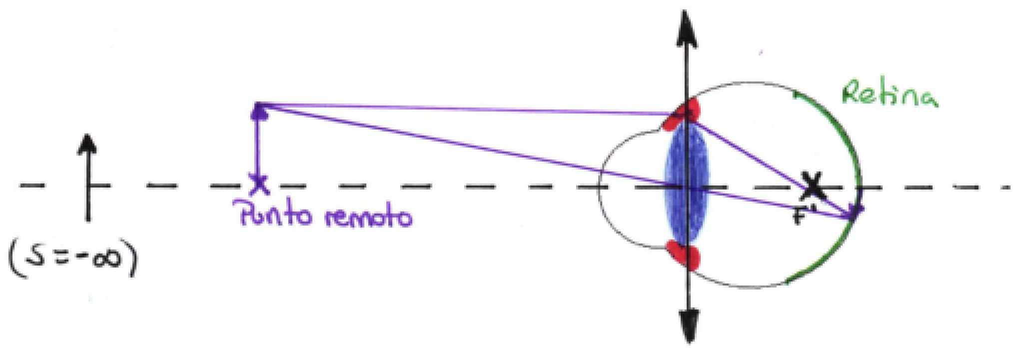
PÁGINA 8

CUESTIÓN 7

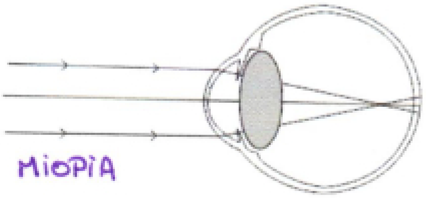
El ojo miope es aquel que presenta un exceso de convergencia por tener una córnea demasiado curvada o bien un alargamiento del globo ocular. Este defecto origina que cuando miramos objetos con $s = -\infty$ (VISTA LEJANA), éstos no se enfocan sobre la retina según:



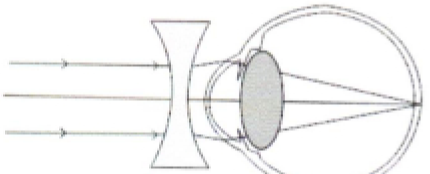
Al no poder enfocar los objetos lejanos sobre la retina el miope VE MAL DE LEJOS. Si se acerca ese objeto lejano hacia el ojo, llegará un punto (al que llamamos PUNTO REMOTO) donde la imagen ya se enfocará sobre la retina:



El miope por tanto empezará a ver bien desde su punto remoto hasta el punto próximo que su capacidad de acomodación le permita.



MIOPÍA



CORRECCIÓN CON LENTES DIVERGENTES

Para corregir ese exceso de convergencia utilizamos lentes divergentes, de modo que el foco imagen de la lente correctora coincida con el punto remoto del ojo.

CUESTIÓN 8

Según el sistema de referencia de la observadora situada en el suelo:

$$V = \frac{e}{t} \Rightarrow t = \frac{e}{V} = \frac{10000}{0'98 \cdot 3 \cdot 10^8} = 3'4 \cdot 10^{-5}\ s$$

Calculamos el factor de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(V/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{0'98\cancel{c}}{\cancel{c}}\right)^2}} = 5'025$$

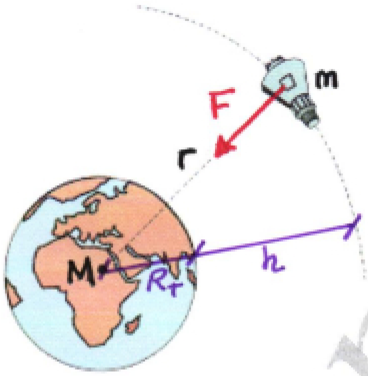
Y por tanto, según una observadora ligada al muon, y teniendo en cuenta la dilatación del tiempo:

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_p \Rightarrow \Delta t_p = \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{3'4 \cdot 10^{-5}}{5'025} = 6'766 \cdot 10^{-6}\ s$$

Del mismo modo y teniendo en cuenta la contracción de las longitudes, la distancia recorrida por el muon

$$L = \frac{1}{\gamma} \cdot L_p = \frac{10000}{5'025} = 1990'05\ m$$

PROBLEMA 1



a) La única fuerza que actua sobre el satélite es la fuerza gravitatoria. Aplicando la segunda ley de Newton al satélite:

$$F = m \cdot a_N$$

$$G \frac{M \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \cdot \frac{V^2}{\cancel{r}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \frac{G \cdot M}{V^2} = \frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(7600)^2} = 6928'67 \cdot 10^{3}\ m =$$

$$= 6928'67\ Km$$

Y como nos piden la altura:

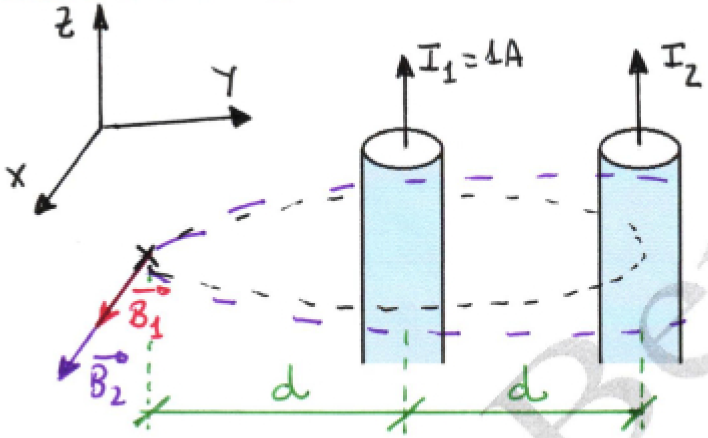
$$r = R_T + h \Rightarrow h = r - R_T = 6928'67 - 6400 = 528'67\ Km$$

b) Calculamos el periodo:

$$V = \omega \cdot r \Rightarrow V = \frac{2\pi}{T} \cdot r \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi \cdot 6928'67 \cdot 10^3}{7600} = 5728'17\,s$$

$$1 \text{ día} \times \frac{86\,400\,s}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ órbita completa}}{5728'17\,s} = 15'08 \text{ órbitas}$$

PROBLEMA 2



Con la regla de la mano derecha, podemos establecer la dirección y sentido de los vectores $\vec{B_1}$ y $\vec{B_2}$ según:

$$\vec{B_1} = +B_1 \cdot \vec{i}$$

$$\vec{B_2} = +B_2\,\vec{i}$$

Como vemos, será además:

$$\vec{B}_{TOTAL} = \vec{B_1} + \vec{B_2} = (B_1 + B_2)\,\vec{i}$$

Conocidos los módulos $B_1 = 10^{-5}\,T$ y $B_{TOTAL} = 3B_1 = 3 \cdot 10^{-5}\,T$ la resolución es inmediata:

$$B_{TOTAL} = B_1 + B_2 \Rightarrow 3 \cdot 10^{-5} = 10^{-5} + B_2 \Rightarrow B_2 = 2 \cdot 10^{-5}\,T$$

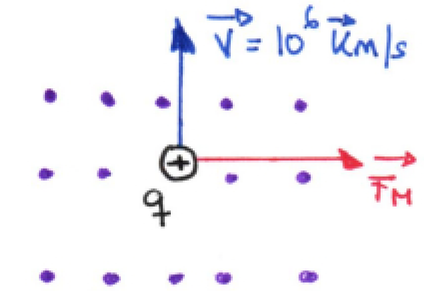
Con lo que el vector $\vec{B_2}$ pedido será:

$$\vec{B_2} = B_2\,\vec{i} = 2 \cdot 10^{-5}\,\vec{i}\;T$$

Para calcular la distancia "d" hay que aplicar la ley de BIOT-SAVART:

$$B_1 = \frac{\mu \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{4\cancel{\pi} \cdot 10^{-7} \cdot 1}{2\cancel{\pi} \cdot d} \Rightarrow d = 0'02\ m$$

b)



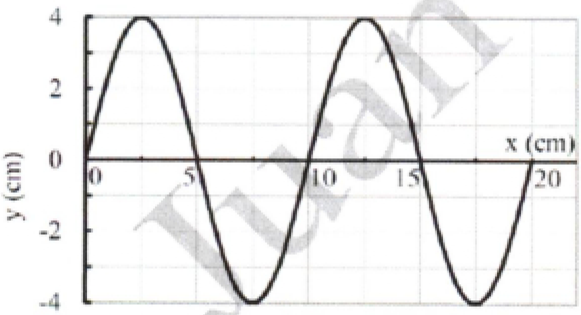
$\vec{B}_{TOTAL} = 3 \cdot 10^{-5}\ \vec{i}\ T$

La fuerza magnética pedida:

$$\vec{F}_M = q \cdot (\vec{V} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_M = 1 \cdot \cancel{10^{-6}} \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \cancel{10^{6}} \\ 3 \cdot 10^{-5} & 0 & 0 \end{vmatrix} = 3 \cdot 10^{-5}\ \vec{j}\ N$$

PROBLEMA 3



De la gráfica proporcionada podemos leer los valores:

$$A = 4cm = 0'04\ m$$

$$\lambda = 10cm = 0'1 m$$

Como además nos dan la velocidad de propagación:

$$V_p = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V_p} = \frac{0'1}{0'05} = 2\ s$$

La ecuación de la onda que se propaga en sentido negativo y suponiendo fase inicial nula es:

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

$$y(x,t) = A \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

$$y(x,t) = 0'04 \cdot \text{sen}\,(\underbrace{\pi t + 20\pi x}_{\text{FASE } \theta})\ m \quad \left(\begin{array}{l} t \text{ en segundos} \\ x \text{ en metros} \end{array}\right)$$

La diferencia de fase, por tanto:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = (\pi \cdot t_2 + 20\pi \cdot x_2) - (\pi \cdot t_1 + 20\pi x_1) =$$

$$= \pi \cdot (t_2 - t_1) + 20\pi (x_2 - x_1) =$$

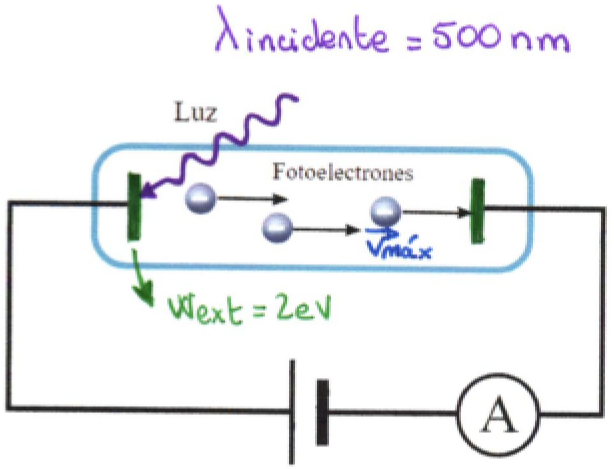
$$= \pi \cdot 3 + 20\pi \cdot 0'15 = 6\pi \text{ rad}$$

Por último, la velocidad de vibración:

$$v(x,t) = \frac{dy}{dt} = 0'04 \cdot \pi \cdot \cos(\pi t + 20\pi x)\ m/s$$

$$v(0,0) = 0'04 \cdot \pi \cdot \cos(0) = 0'04\pi\ m/s \approx 0'126\ m/s$$

PROBLEMA 4



La energía de uno de los fotones de la radiación incidente:

$$E_{fotón} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{fotón} = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}}{500 \cdot 10^{-9}} = 3'96 \cdot 10^{-19}\,J$$

$$E_{fotón} = 3'96 \cdot 10^{-19}\,J \times \frac{1\,eV}{1'6 \cdot 10^{-19}\,J} = 2'475\,eV$$

El trabajo de extracción es la energía mínima que debe tener un fotón de la radiación incidente para producir el efecto fotoeléctrico:

$$W_{ext} = 2eV \times \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\,J}{1\,eV} = 3'2 \cdot 10^{-19}\,J$$

$$W_{ext} = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{3'2 \cdot 10^{-19}}{6'6 \cdot 10^{-34}} = 4'85 \cdot 10^{14}\,Hz$$

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_{máx}} \Rightarrow \lambda_{máx} = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{4'85 \cdot 10^{14}} = 6'19 \cdot 10^{-7}\,m = 619\,nm$$

Se llama potencial de frenado al voltaje que es necesario aplicar para frenar a los electrones que han sido emitidos por efecto fotoeléctrico. También se llama potencial de corte, pues si frenamos a los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico desde el electrodo negativo, éstos no llegarán a la placa positiva. Y si conseguimos que no lleguen, pues hemos "cortado" la corriente.

Para ello, se va aumentando el voltaje poco a poco hasta que el amperímetro deja de marcar el paso de corriente. En ese momento, la energía cinética de los electrones emitidos medida en eV coincidirá numéricamente con el potencial aplicado en ese momento. Así:

Del balance energético del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón} = W_{ext} + E_{c_{máx}}$$

$$2'475 = 2 + E_{c_{máx}} \Rightarrow E_{c_{máx}} = 0'475 \text{ eV}$$

Lo que quiere decir que necesitaremos un potencial de frenado de 0'475 V para frenar a los electrones

$$V_{frenado} = 0'475 \text{ V}$$