EBAU FÍSICA CANARIAS. 2022. C. Extraordinaria. A.

P1.- Dos cargas puntuales de $4\cdot10^{-6}$ C están situadas en los puntos A (2,0) y B (-2,0) de un sistema cartesiano. Sabiendo que las coordenadas están expresadas en metros, calcule:

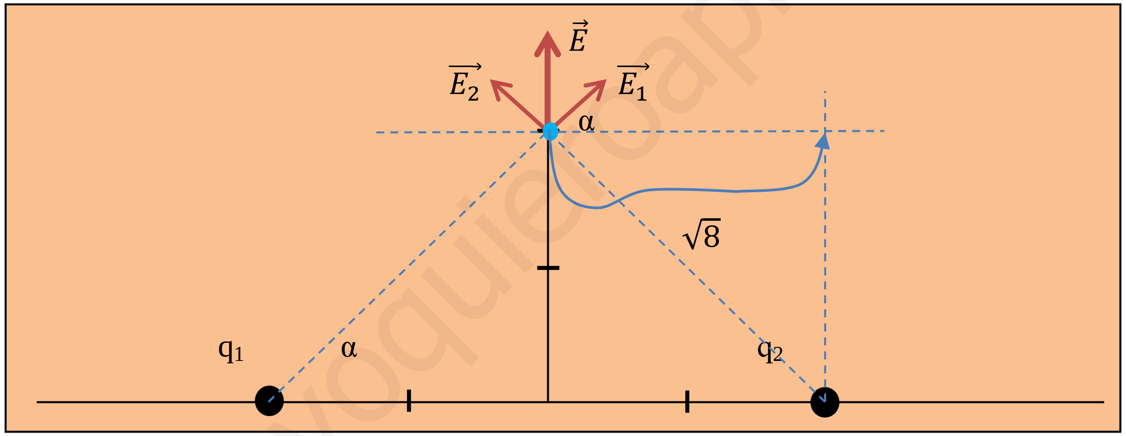
a) El potencial electrostático en el punto C (0,2).

b) El vector intensidad de campo eléctrico en el punto C (0,2).

c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga puntual de 2 C desde el punto C (0,2) al punto D (2,2).

Dato: $K = 9\cdot10^{9}$ N m^2 C^{-2}.

sen $\alpha = 2/\sqrt{8}$



a) Aplicamos el principio de superposición.

$$V(0,2) = V_1 + V_2 = 2\cdot V_1 = 2\cdot K\cdot\frac{q_1}{r_1} = 2\cdot 9\cdot 10^{9}\cdot\frac{4\cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} = \boxed{25456\ J/C}$$

b) El vector intensidad de campo eléctrico en el punto C (0,2).
c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga puntual de 2 C desde el punto C (0,2) al punto D (2,2).
Dato: K = $9\cdot10^{9}$ N m^2 C^{-2}.

b) Las componentes horizontales de los campos creados por las dos cargas se anulan entre sí. Calculamos la componente vertical y al multiplicamos por dos. Luego lo expresamos vectorialmente.

$$E_y = 2\cdot\frac{K\cdot|q_1|}{r_1^2}\cdot sen\alpha = 2\cdot\frac{9\cdot10^9\cdot4\cdot10^{-6}}{8}\cdot\frac{2}{\sqrt{8}} = 6364\ N/C \qquad \vec{E} = 6364\,\vec{j}\,N/C$$

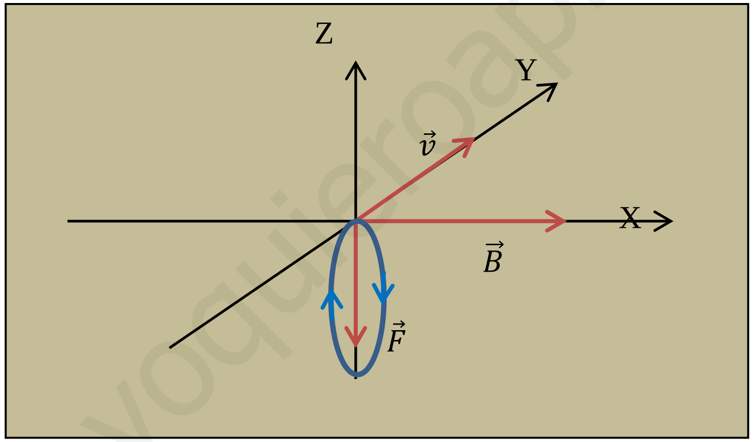
c) Recordamos que el trabajo efectuado por el campo conservativo es igual al incremento de energía potencial cambiado de signo. Previamente hay que calcular el potencial eléctrico en el punto (2,2).

$$V(2,2) = V_1 + V_2 = K\cdot\left(\frac{q_1}{r_1}+\frac{q_2}{r_2}\right) = 9\cdot10^9\cdot\left(\frac{4\cdot10^{-6}}{\sqrt{20}}+\frac{4\cdot10^{-6}}{2}\right) = 26050\ J/C$$

$$W_c = -\Delta Ep = -q\cdot\Delta V = -q\cdot\big(V(2,2)-V(0,2)\big) = -2\cdot(26050-25456) = -1188\,J$$

P2.- Un protón penetra con velocidad $\vec{v} = 2 \cdot 10^{8}\ \vec{j}\ (m/s)$ en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = 10^{-2}\ \vec{i}\ (T)$. Sabiendo que el protón describe una trayectoria circular, calcule:
a) El vector fuerza que ejerce el campo magnético sobre el protón.
b) El radio de la trayectoria circular que describe el protón, indicando en un dibujo dicha trayectoria, así como los vectores fuerza, campo magnético y velocidad.
c) El número de vueltas que da el electrón en 10^{-5} s.
Datos: $q_p = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C; $m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg

a) Para deducir la dirección y sentido de la fuerza ejercida por el campo magnético, aplicamos la regla de la mano izquierda.



$$= |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{8} \cdot 0{,}01 \cdot sen90 = 3{,}2 \cdot 10^{-13}\ N \qquad \vec{F} = -3{,}2 \cdot 10^{-13}\ \vec{k}\ N$$

b) El radio de la trayectoria circular que describe el protón, indicando en un dibujo dicha trayectoria, así como los vectores fuerza, campo magnético y velocidad.
c) El número de vueltas que da el electrón en 10^{-5} s.
Datos: q_p= $1,60 \cdot 10^{-19}$ C; m_p= $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg

b) Como indico en el esquema, la trayectoria del protón es circular y se produce en el plano Y-Z. El sentido de la trayectoria es el indicado en la figura.
La fuerza ejercida por el campo magnético es la responsable del giro del protón ya que siempre es perpendicular a la trayectoria. Por tanto es la fuerza centrípeta.

$${}_B = |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha \qquad {}_c = \frac{m \cdot v^2}{R} \qquad |q| \cdot v \cdot B \cdot sen\alpha = \frac{m \cdot v^2}{R} \qquad R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B \cdot sen\alpha}$$

$$R = \frac{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01 \cdot sen90} = \boxed{209,1\ m}$$

c)

$$v = \frac{e}{t} \qquad e = v \cdot t = 2 \cdot 10^8 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^3\ m \qquad nº\ vueltas = \frac{e}{2\pi \cdot r} = \frac{2 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 209,1} = \boxed{1,52\ vueltas}$$

No he tenido en cuenta los efectos relativistas sobre la masa del protón debido a su elevada velocidad.

P3.- Considere un material conductor sobre el que se hace incidir luz monocromática con el propósito de extraer electrones.
a) Determine el trabajo de extracción del material sabiendo que al incidir luz de frecuencia $1,4\cdot10^{15}$ s^{-1} emite electrones con velocidad máxima de 10^6 m/s.
b) Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con esa velocidad máxima de 10^6 m/s y, también, la longitud de onda de la luz incidente de frecuencia $1,4\cdot10^{15}$ s^{-1}.
c) Si incide sobre el material una nueva luz monocromática de longitud de onda de 10^{-8} m, cuál será ahora la velocidad máxima de los electrones emitidos.
Datos: $m_e = 9,11\cdot10^{-31}$ kg; $h = 6,63\cdot10^{-34}$ J s; $c = 3\cdot10^8$ m/s

a) Aplicamos la ecuación de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico.

$$E_{fotón} = W_o + Ec \qquad\qquad h\cdot f = W_o + \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2$$

$$W_o = 6,63\cdot10^{-34}\cdot 1,4\cdot10^{15} - \frac{1}{2}\cdot 9,11\cdot10^{-31}\cdot(10^6)^2 = 4,73\cdot10^{-19}\ J$$

b)

$$\lambda_{de\ Broglie} = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6,63\cdot10^{-34}}{9,11\cdot10^{-31}\cdot10^6} = 7,28\cdot10^{-10}\ m$$

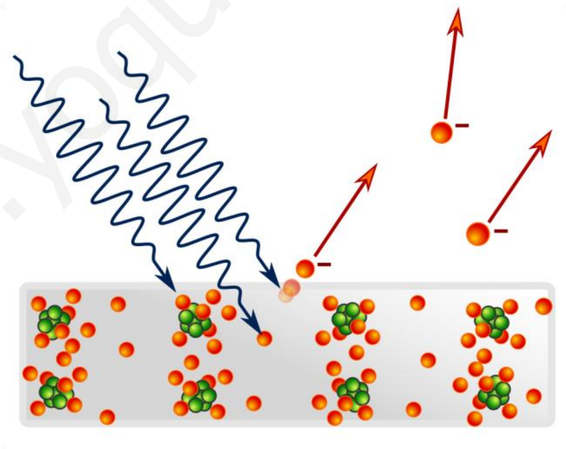
$$v = \lambda\cdot f \qquad\qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{10^6}{1,4\cdot10^{15}} = 7,14\cdot10^{-10}\ m$$

c) Si incide sobre el material una nueva luz monocromática de longitud de onda de 10^{-8} m, cuál será ahora la velocidad máxima de los electrones emitidos.
Datos: $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J s; $c = 3\cdot10^{8}$ m/s

c)

$$\frac{h\cdot c}{\lambda} = W_o + \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}\cdot\left(\frac{h\cdot c}{\lambda} - W_o\right)} = \sqrt{\frac{2}{9{,}11\cdot10^{-31}}\cdot\left(\frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{10^{-8}} - 4{,}73\cdot10^{-19}\right)} = 6{,}53\cdot10^{6}\ m/s$$



P4.- Un núcleo de fósforo tiene número atómico 15, número másico 31 y masa atómica 30,97 u. Se mueve con una velocidad de 0,25 c respecto de un observador en reposo y durante un cierto tiempo de observación recorre una longitud de 1 m, respecto de este observador. Determine:

a) La longitud de onda de De Broglie asociada al núcleo de fósforo.

b) El espacio recorrido por este núcleo para un observador asociado a él.

c) La energía de enlace por nucleón en eV.

Datos: $1u = 1{,}66\cdot 10^{-27}$ kg; $m_p= 1{,}0073$ u; $m_n= 1{,}0087$ u; $c = 3\cdot10^{8}$ m/s; $1eV = 1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s

a)

$$\lambda_{De\ Broglie} = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{30{,}97\cdot 1{,}66\cdot 10^{-27}\cdot 0{,}25\cdot 3\cdot 10^{8}} = \boxed{1{,}72\cdot 10^{-16}\ m}$$

Si tenemos el efecto relativista sobre la masa del núcleo:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}25c)^2}{c^2}}} = 1{,}0328 \qquad m = m_o\cdot\gamma$$

$$\lambda_{De\ Broglie} = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{1{,}0328\cdot 30{,}97\cdot 1{,}66\cdot 10^{-27}\cdot 0{,}25\cdot 3\cdot 10^{8}} = \boxed{1{,}66\cdot 10^{-16}\ m}$$

Como vemos hay poca diferencia.

b) El espacio recorrido por este núcleo para un observador asociado a él.
c) La energía de enlace por nucleón en eV.
Datos: 1u = 1,66· 10^{-27} kg; m_p= 1,0073 u; m_n= 1,0087 u; c = 3·10^8 m/s; 1eV = 1,6·10^{-19} J; h = 6,63·10^{-34} J·s

b) Podemos relacionar el tiempo observado por el observador asociado al núcleo y por el observador en reposo.

$$t_o = \frac{t}{\gamma} \qquad v = \frac{e_o}{t_o} = \frac{e}{t} \qquad e_o = e \cdot \frac{t_o}{t} = e \cdot \frac{t_o}{\gamma \cdot t_o} = \frac{e}{\gamma} = \frac{1}{1{,}0328} = 0{,}968\ m$$

c) Calculamos el defecto de masa y, con la ecuación de Einstein, calculamos la energía de enlace. Dividimos por el número de nucleones y obtenemos la energía de enlace por nucleón. El valor obtenido nos da una idea de la estabilidad del núcleo.

$$\Delta m = 15 \cdot m_p + 16 \cdot m_n - M_A = (15 \cdot 1{,}0073 + 16 \cdot 1{,}0087 - 30{,}97) = 0{,}2787\ u$$

$$E_N = \frac{0{,}2787 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{31} = 1{,}34 \cdot 10^{-12}\ J/nucleón$$

$$E_N = \frac{1{,}34 \cdot 10^{-12}\ J}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ J/eV} = 8{,}375 \cdot 10^6\ eV = 8{,}375\ MeV/nucleón$$

C1.- Deduzca, a partir de la Segunda Ley de Newton, la expresión de la velocidad que debe tener un cuerpo para que se encuentre en una órbita circular de radio R alrededor de un planeta de masa M ¿Cuánto vale la velocidad cuando el cuerpo describe una órbita de radio R en torno al planeta?
Datos: G = $6{,}67\cdot10^{-11}$ $N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$; M = $6{,}40\cdot10^{23}$ kg; R = 2320 km

La fuerza de atracción gravitatoria entre un astro central y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$_{g} = {}_{c} \qquad \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2} = \frac{m\cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G\cdot M/r}$$

$$v = \sqrt{G\cdot M/r} = v = \sqrt{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6{,}40\cdot10^{23}/2{,}32\cdot10^{6}} = 4289{,}5\ m/s$$

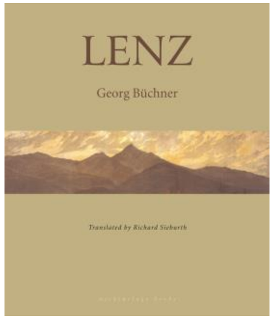
C2.- Enuncie la Ley de Faraday-Henry y Lenz. Aplíquela para calcular la intensidad de corriente inducida en una espira de resistencia 2 Ω, sabiendo que el flujo magnético a través de la espira viene dado por $\Phi(t)= 10\cdot\cos(5\pi t)$ (Tm^2).

El fenómeno de la inducción electromagnética viene gobernado por la denominada Ley de la Inducción Electromagnética o de Faraday-Lenz, cuyo enunciado es el siguiente: La fuerza electromotriz instantánea, $\varepsilon(t)$, producida o inducida por un campo magnético en una espira conductora es igual a la variación del flujo magnético a través de la espira con respecto al tiempo en un instante dado y su sentido es opuesto a dicha variación. Su expresión matemática es: $\varepsilon = - d\Phi /dt$.

Si en vez de una sola espira se tuviera una bobina formada por la superposición de N espiras enrolladas de igual área S, la expresión de la Ley de Faraday sería la siguiente: $\varepsilon = - N\cdot d\Phi /dt$

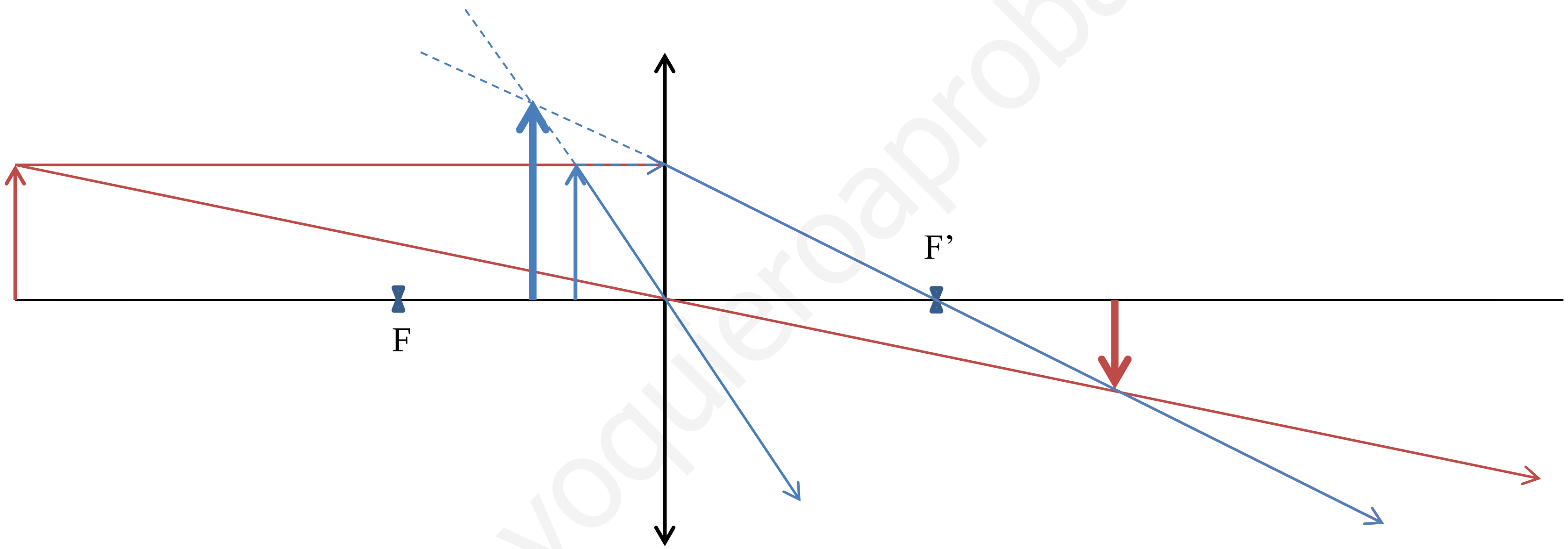
El fenómeno de la inducción electromagnética, descubierto por Faraday, permite la obtención de corrientes eléctricas mediante campos magnéticos.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(10\cdot\cos(5\pi t))}{dt} = 10\cdot 5\pi\cdot sen(5\pi t) = 50\pi\cdot sen(5\pi t)$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{50\pi\cdot sen(5\pi t)}{2} = 25\pi\cdot sen(5\pi t)$$

C3.- Considere una lente convergente. Dibuje el diagrama de rayos para formar la imagen de un objeto de altura h situado a una distancia d de la lente, en los casos:
a) d es menor que la distancia focal.
b) d es mayor que la distancia focal. Indique, en ambos casos, si la imagen formada es real o virtual.



Para distinguir los apartados utilizo el color azul para el apartado a) y el color rojo para el apartado b). La imagen es real si se cortan los rayos después de refractarse en la lente. Es virtual si no se cortan los rayos sino sus prolongaciones.
a) Se cortan las prolongaciones de los rayos. Imagen virtual, mayor y derecha.
b) Se cortan los rayos. Imagen real e invertida. En este caso la imagen es menor, ya que la distancia a la lente es mayor que el doble de la distancia focal.

C4.- Escriba la ecuación de una onda transversal armónica (senoidal) que se propaga por una cuerda en el sentido negativo del eje X, si se conoce que la velocidad de propagación de la perturbación es de 4 m s^{-1}, su longitud de onda es de 2 m, su amplitud de 0,8 m y, además, que en el instante inicial el elemento de cuerda situado en el origen de coordenadas tiene elongación nula.

La ecuación de una onda que se propaga en el sentido negativo del eje X es:

$$y(x,t) = A\,sen(\omega t + kx + \varphi_o)$$

Determinemos las distintas magnitudes:

$$A = 0{,}8\,m \qquad \lambda = \frac{2\pi}{k} \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rad/m$$

$$v = \lambda \cdot f \qquad f = \frac{v}{\lambda} \qquad \omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi \cdot v}{\lambda} = \frac{2\pi \cdot 4}{2} = 4\pi\ rad/s$$

$$y(x=0, t=0) = A\,sen(\omega t + kx + \varphi_o) \qquad 0 = A\,sen(0 + 0 + \varphi_o) \qquad \varphi_o = n \cdot \pi\,rad$$

En principio deberíamos elegir entre 0 radianes y π radianes ya que: 2π radianes = 0 radianes, 3π radianes = π radianes, etc. Pero para ello deberíamos saber si la velocidad del punto es positiva (φ_o = 0 radianes) o negativa (φ_o = π radianes). Arbitrariamente elijo φ_o = 0 radianes.

$$y(x,t) = 0{,}8\,sen(4\pi t + \pi x)$$

EBAU FÍSICA CANARIAS. 2022. C. Extraordinaria. B.

P1. Un satélite de masa m_s describe una órbita circular alrededor de un planeta con masa y radio M_p y R_p, respectivamente. Sabiendo que el periodo con el que describe la órbita es T, calcule:

a) La altura sobre la superficie del planeta a la que se encuentra el satélite.

b) La velocidad y la aceleración del satélite en su órbita.

c) La energía que se necesita suministrar al satélite para posicionarlo en una nueva órbita circular situada a 5000 km sobre la superficie del planeta.

Datos: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $R_p = 8000$ km; $M_p = 10^{25}$ kg; $m_s = 2000$ kg; T = 80 minutos.

a) La fuerza de atracción gravitatoria entre un astro central y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$_{g} = {}_{c} \qquad \frac{G\cdot M\cdot m}{r^2} = \frac{m\cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G\cdot M/r}$$

Como la velocidad orbital es constante podemos aplicar:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi r}{T} \qquad v^2 = \frac{4\pi^2\cdot r^2}{T^2} = \frac{G\cdot M}{r} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{G\cdot M\cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot10^{25}\cdot(80\cdot60)^2}{4\pi^2}} = 7{,}3\cdot10^6\ m \qquad h = r - R = 7{,}3\cdot10^6 - 6\cdot10^6 = 1{,}3\cdot10^6\ m$$

Evidentemente hay algo mal. O menor R, o mayor M, o mayor T. De los resultados oficiales he deducido que R_P = 6000 km.

b) La velocidad y la aceleración del satélite en su órbita.
c) La energía que se necesita suministrar al satélite para posicionarlo en una nueva órbita circular situada a 5000 km sobre la superficie del planeta.
Datos: G = 6,67·10^{-11} N m^2 kg^{-2}; R_p = 8000 km; M_p = 10^{25} kg; m_s = 2000 kg; T = 80 minutos.

b)

$$v = \sqrt{G \cdot M/r} = v = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{25}/7{,}3 \cdot 10^6} = 9558{,}76\ m/s$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(9558{,}76)^2}{7{,}3 \cdot 10^6} = 12{,}52\ m/s^2$$

c) La energía mecánica es la suma de la energía cinética y de la energía potencial.

$$Em = Ec + Ep = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{G \cdot M}{r} - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r}$$

$$\Delta Em = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right) = \frac{G \cdot M \cdot m}{2}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{25} \cdot 2000}{2} \cdot \left(\frac{1}{7{,}3 \cdot 10^6} - \frac{1}{11 \cdot 10^6}\right) = 3{,}07 \cdot 10^{10}\ J$$

P2.- En la superficie de un planeta de 3000 km de radio la aceleración de la gravedad es de 6 ms^{-2}. A una altura de $5·10^4$ km sobre la superficie del planeta se mueve, en una órbita circular, un satélite de masa 200 kg. Calcule:
a) La masa del planeta.
b) La velocidad y aceleración del satélite en la órbita.
c) La energía potencial y total del satélite en dicha órbita. Datos: G = $6,67·10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

a)

$$g = \frac{G \cdot M}{r^2} \qquad M = \frac{g \cdot r^2}{G} = \frac{6 \cdot (3 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 8,1 \cdot 10^{23}\ kg$$

b) La fuerza de atracción gravitatoria entre un astro central y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G \cdot M / r} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 8,1 \cdot 10^{23} / 5,3 \cdot 10^7} = 1009,6\ m/s$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(1009,6)^2}{5,3 \cdot 10^7} = 0,02\ m/s^2$$

c)

$$Ep = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 8,1 \cdot 10^{23} \cdot 200}{5,3 \cdot 10^7} = -2,04 \cdot 10^8\ J$$

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 200 \cdot 1009,6^2 = 1,02 \cdot 10^8 J \qquad Em = Ep + Ec = -2,04 \cdot 10^8 + 1,02 \cdot 10^8 = -1,02 \cdot 10^8\ J$$

P3.- Sobre una cuerda se propaga una onda transversal cuya ecuación viene dada por y(x,t) = A·sen (5 t – 10 x + φ_0), donde x e y se miden en metros y t en segundos. Si en el instante inicial (t = 0) en el origen de coordenadas (x = 0) la elongación de la cuerda es de 0,5 m y la velocidad de 2 m/s, calcule:

a) El periodo, la longitud de onda e indique el sentido de propagación de la onda.

b) La amplitud y fase inicial de la onda.

c) La velocidad de propagación de la perturbación, así como la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda.

---

a) La onda viaja hacia la derecha ya que hay un signo negativo entre ωt y kx. De la ecuación general de una onda: y = A sen (ωt – kx + φ_o), deducimos:

$$\omega = 5 = \frac{2\pi}{T} \qquad T = \frac{2\pi}{5} = 1{,}26\ s \qquad k = 10 = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = 0{,}2\pi = 0{,}63\ m$$

b)

$$y(x=0, t=0) = 0{,}5 = A \cdot sen(5 \cdot 0 - 10 \cdot 0 + \varphi_o) \qquad sen\varphi_o = 0{,}5/A$$

$$v(x=0, t=0) = 2 = \frac{dy}{dt} = 5A \cdot \cos(5 \cdot 0 - 10 \cdot 0 + \varphi_o) \qquad cos\varphi_o = 0{,}4/A$$

$$tg\varphi_o = \frac{0{,}5/A}{0{,}4/A} = \frac{0{,}5}{0{,}4} = 1{,}25 \qquad \varphi_o = 0{,}896\ rad \qquad sen\varphi_o = \frac{0{,}5}{A} \qquad A = \frac{0{,}5}{sen 0{,}896} = 0{,}64\ m$$

c)

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}63}{1{,}26} = 0{,}5\ m/s \qquad v_v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t - kx + \varphi_o) \qquad v_{vmáxima} = A \cdot \omega = 0{,}64 \cdot 5 = 3{,}2\ m/s$$

P4. Una onda armónica, senoidal y transversal se propaga por una cuerda en sentido negativo del eje X con una frecuencia de 10 Hz, una velocidad de propagación de 30 m/s y una fase inicial de π/2 rad. Si en el instante inicial y en el origen de coordenadas la elongación de la cuerda es de 5 cm, determine:
a) La ecuación de la onda.
b) La velocidad de vibración de un punto de la cuerda situado en la posición x = 20 cm en el instante t = 0,25 s.
c) La distancia entre dos puntos de la cuerda cuya diferencia de fase, en un determinado instante de tiempo, es π / 8 rad.

a) ←, f = 10 Hz, v = 30 m/s, $\varphi_o = \pi/2$ rad, y (x = 0, t = 0) = 5 cm. La ecuación general de una onda que se propaga hacia la izquierda, signo positivo entre ωt y kx, es:

$$y = A \cdot sen(\omega t + kx + \varphi_o)$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 10 = 20\pi\ Hz \qquad v = \lambda \cdot f \qquad \lambda = \frac{30}{10} = 3m \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3}$$

$$y(x = 0, t = 0) = 0{,}05 = A \cdot sen\left(0 + 0 + \frac{\pi}{2}\right) \qquad A = \frac{0{,}05}{1} = 0{,}05\ m$$

$$\boxed{y(x,t) = 0{,}05 \cdot sen\left(20\pi \cdot t + \frac{2\pi}{3} \cdot x + \frac{\pi}{2}\right)}$$

b)

$$v_v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + kx + \varphi_o) = 0{,}05 \cdot 20\pi \cdot \cos\left(20\pi \cdot 0{,}25 + \frac{2\pi}{3} \cdot 0{,}2 + \frac{\pi}{2}\right) = \boxed{1{,}28\ m/s}$$

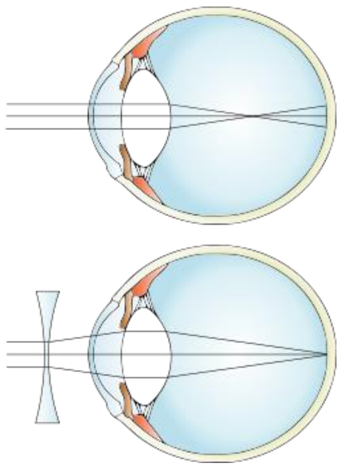
c) La distancia entre dos puntos de la cuerda cuya diferencia de fase, en un determinado instante de tiempo, es π / 8 rad.

c) Dos puntos separados por una longitud de onda están desfasados en 2π rad, Por lo tanto:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot (\pi/8) = \frac{\lambda}{16} = \frac{3}{16} = 0{,}1875\ m = 18{,}75\ cm$$

C1. ¿En qué consiste la miopía?, ¿qué tipo de lente se debe utilizar para corregirla? Ayúdese de un diagrama de rayos para aclarar en qué consiste y cómo se resuelve este defecto óptico.

En los ojos miopes, sea porque el ojo es demasiado profundo o porque el cristalino tiene demasiada curvatura, la imagen se forma antes del fondo del ojo. Este defecto se corrige con lentes divergentes que separan los rayos y hacen que se crucen en la retina.



Ojo miope y ojo con lente divergente para corregir la miopía.

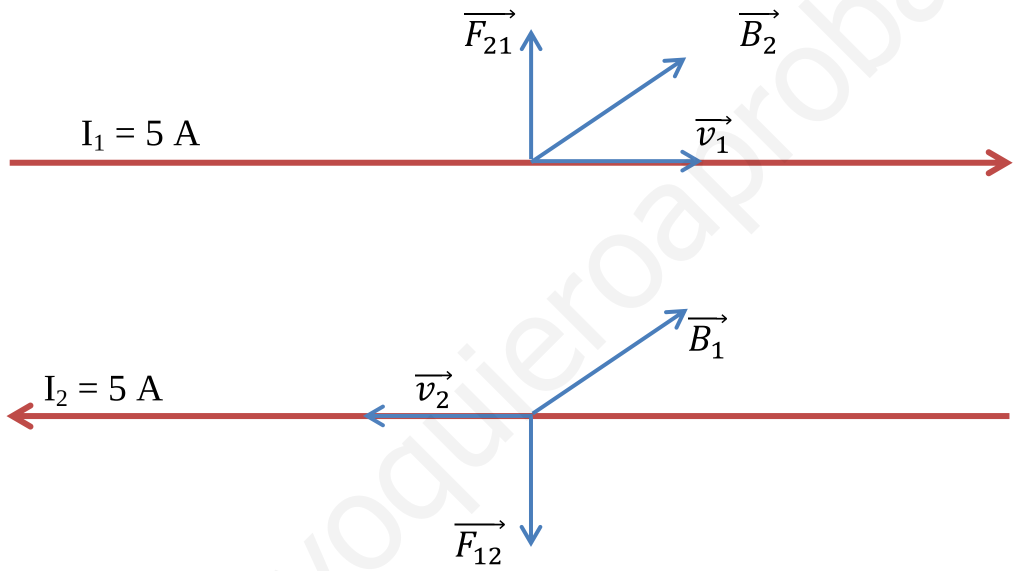
C2.- Calcule el módulo de la fuerza electrostática entre dos protones separados entre sí una distancia de $2\cdot10^{-8}$ m ¿Cuál es la energía potencial electrostática de este sistema de dos cargas?
Datos: $K = 9\cdot10^{9}$ $N\cdot m^{2}\cdot C^{-2}$; $q_p = 1{,}602\cdot10^{-19}$ C.

Aplicamos la ley de Coulomb.

$$= \frac{K\cdot|q_1|\cdot|q_2|}{r^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot1{,}602\cdot10^{-19}}{(2\cdot10^{-8})^2} = \boxed{5{,}77\cdot10^{-13}\,N}$$

$$Ep = \frac{K\cdot q_1\cdot q_2}{r} = \frac{9\cdot10^9\cdot1{,}602\cdot10^{-19}\cdot1{,}602\cdot10^{-19}}{2\cdot10^{-8}} = \boxed{1{,}15\cdot10^{-20}\,J}$$

C3. Considere dos conductores rectilíneos y paralelos recorridos por intensidades de corriente de sentidos opuestos y valor I_1=I_2= 5 A. Determine la distancia de separación d entre ambos conductores rectilíneos, sabiendo que el módulo de la fuerza magnética por unidad de longitud vale $2{,}5\cdot10^{-6}$ N/m.
Dato: $\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$ m·kg·C^{-2}.



$$\frac{\ }{L} = \frac{\mu_o \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot r} \qquad r = \frac{\mu_o \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi \cdot} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 5 \cdot 1}{2\pi \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}} = 2\ m$$

Los sentidos de los campos magnéticos los deducimos con la regla de la mano derecha. Los sentidos de las fuerzas los deducimos con la regla de la mano izquierda. Se deduce que la fuerza es de repulsión.

C4.- En qué consiste la hipótesis cuántica de De Broglie. Calcule la longitud de onda asociada con una pelota de golf de 50 g de masa que se mueve a una velocidad de 350 km/h, y la de un protón que se mueve a la misma velocidad. Comente brevemente el significado de la gran diferencia obtenida en las dos longitudes de onda calculadas.
Datos: $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; $m_p = 1{,}67\cdot10^{-27}$ kg.

Lo mismo que la luz tiene una doble naturaleza ondulatoria y corpuscular, De Broglie propuso que la materia también tiene esta doble naturaleza, comportándose de una u otra forma dependiendo de la situación concreta en la que se encuentre.
Toda partícula en movimiento tiene una longitud de onda asociada que viene dada por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Donde λ es la longitud de onda asociada a la partícula; h, la constante de Planck; m la masa de la partícula y v, su velocidad.

$$v(pelota) = \frac{350\,km/h \cdot 1000\ m/km}{60 \cdot 60\ s/h} = 97{,}22\ m/s \qquad \lambda_{pelota} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{0{,}05 \cdot 97{,}22} = \boxed{1{,}36 \cdot 10^{-34}\ m}$$

$$\lambda_{protón} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 97{,}22} = \boxed{4{,}08 \cdot 10^{-9} m}$$

En los objetos macroscópicos, con una masa apreciable, la longitud de onda es despreciable, por lo que no tiene sentido tener en cuenta su naturaleza ondulatoria. Sin embargo en las partículas elementales, la masa es tan pequeña, que la longitud de onda sí es apreciable y se debe tener en cuenta su naturaleza ondulatoria.