# PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

11 de julio de 2017

# 1. Gravitación.

1. Fobos es uno de los satélites de Marte. La masa de Fobos es de 1.08· $10^{16}$ kg. Suponiendo que Fobos describe una órbita circular alrededor de Marte a una velocidad de 2136.6 mis, calcular: a) El radio de la órbita de Fobos. b) La energía mínima necesaria para separar Fobos de Marte hasta una distancia infinita. Constante de gravitación universal: G = 6.67·$10^{-11}$ N· $m^2/kg^2$. Masa de Marte: 6.42 ·$10^{23}$ kg.

   **Respuesta:**

   a) A partir de la velocidad orbital:

   $$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

   Se puede despejar el radio de la órbita:

   $$r = \frac{GM}{v^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,42 \cdot 10^{23}}{2136,6^2} = 9,38 \cdot 10^6 \mathrm{m}$$

   b) La energía necesaria será:

   $$W = \Delta U = \frac{GMm}{r} - 0 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \cdot 1,08 \cdot 10^{16}}{9,38 \cdot 10^6} = 4,93 \cdot 10^{22} \mathrm{J}$$

   En este caso, el signo positivo del trabajo indica que debe ser realizado contra el campo gravitatorio.

2. Un satélite geoestacionario es un satélite situado sobre el ecuador terrestre en órbita circular con periodo orbital de un día. El radio de la Tierra es 6.38·$10^6$ m y la masa de la Tierra es 5.98·$10^{24}$ kg. Calcular: a) La altura sobre la superficie de la Tierra a la que se encuentra el satélite. b) La velocidad lineal del satélite. Constante de gravitación universal: G = 6.67·$10^{-11}$ N· $m^2/kg^2$

   **Respuesta:**

   a) Aplicando la Tercera ey de Kepler, y despejando r:

   $$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} 86400^2}{4\pi^2}} = 4,22 \cdot 10^7 \mathrm{m}$$

   la altura sobre la superficie de la Tierra será: $h = r - r_T = 4,22 \cdot 10^7 - 6,37 \cdot 10^6 = 3,59 \cdot 10^7 \mathrm{m}$

   b) La velocidad lineal será:

   $$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{4,22 \cdot 10^7}} = 3074 \, \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

3. a) Deducir razonadamente, a partir de la 2ª ley de Newton, la expresión del periodo orbital de un planeta en órbita circular alrededor del Sol. Dar la expresión en función de la masa del Sol, Ms, y el radio R de la órbita del planeta. b) Si el radio de la órbita de la Tierra, suponiéndola circular, es R = 1.5 x $10^{11}$ m, calcular el valor de la masa del Sol. Constante de gravitación universal: G = 6.67 x $10^{-11}$ $Nm^2/kg^2$.

   **Respuesta:**

   a) La fuerza de atracción entre el Sol y un planeta es:

   $$F = \frac{GM_S m}{R^2} = ma = m\frac{v^2}{R} = \frac{m\omega^2 R^2}{R} = \frac{4\pi^2 R m}{T^2}$$

   despejando el periodo:

   $$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM_S}}$$

b) sabiendo que el periodo de la Tierra alrededor del Sol es de un año ($3,15 \cdot 10^7$ s), tendremos, despejando de la anterior igualdad:

$$M_S = \frac{4\pi^2(1,5 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11}(3,15 \cdot 10^7)^2} = 2 \cdot 10^{30}\text{kg}$$

4. La luz del Sol tarda 3.22 minutos en llegar a Mercurio y 8.31 minutos en llegar a la Tierra. Suponiendo que las órbitas descritas por los dos planetas son circulares, calcular la velocidad angular orbital de Mercurio en torno al Sol. Velocidad de la luz en el vacío: e = 3 x $10^8$ m/s.

**Respuesta:**

a) Los respectivos radios de las órbitas de Mercurio y de la Tierra alrededor del Sol son:

$$r_M = 3,22 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 10^8 = 5,796 \cdot 10^{10}\text{m} \qquad \text{r}_\text{T} = 8,31 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 10^8 = 1,496 \cdot 10^{11}\,\text{m}$$

Dividiendo los periodos de revolución de la Tierra y Mercurio, tendremos:

$$\frac{365 \cdot 86400}{T_M} = \sqrt{\frac{r_T^3}{r_M^3}} = \sqrt{\frac{(1,496 \cdot 10^{11})^3}{(5,796 \cdot 10^{10})^3}} = 4,15 \quad T_M = 7,61 \cdot 10^6\,s$$

La velocidad angular de Mercurio será:

$$\omega = \frac{2\pi}{7,61 \cdot 10^6} = 8,26 \cdot 10^{-7}\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

## 2. Vibraciones y ondas.

1. Una onda armónica que se propaga en una cuerda en la dirección del eje X en sentido positivo, viene dada según la ecuación (en unidades del SI): y(x, t) = 0.23 sen(1.5 x - 2 t + $\pi$) Calcular: a) La velocidad de un punto de dicha cuerda situado en la coordenada x = 2 m en el instante t = 1 s. b) El periodo T de dicha onda.

**Respuesta:**

a) La velocidad es:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,23(-2)\cos(1,5x - 2t + \pi)$$

Para x = 2 y t = 1:

$$v = -0,46\cos(3 - 2 + \pi) = 0,25\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) teniendo en cuenta que: $\omega = 2 = \dfrac{2\pi}{T}$, el periodo será: $T = \pi\,\text{s}$

2. Una onda armónica con una amplitud de 15 cm y con una longitud de onda $\lambda$ = 100 cm, se propaga por una cuerda en el sentido positivo del eje X. Se sabe que el periodo de la onda es de 0.04 s y que en el Instante inicial t = 0 s, en el origen x = 0 m, el desplazamiento vertical de la cuerda es de 15 cm. Calcular: a) La ecuación de la onda expresada en unidades del SI. b) La velocidad transversal de un punto de la cuerda situado a 50 cm del origen en el instante t = 0.01 s.

**Respuesta:**

a) La ecuación serás del tipo: y = A sen ($\omega$ t - kx +$\varphi$) De los datos del enunciado se deduce lo siguiente:

$$A = 0,15\,m \quad \omega = \frac{2\pi}{0,04} = 50\pi\,s^{-1} \quad k = \frac{2\pi}{1} = 2\pi\,m^{-1}$$

Al ser y = 0,15 para x = 0 y t = 0, tendremos:

$$0,15 = 0,15\,\text{sen}\varphi \quad \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Con todos estos datos, la ecuación de la onda quedará así:

$$\text{y} = 0,15\,\text{sen}\left(50\pi\text{t} - 2\pi\text{x} + \frac{\pi}{2}\right)$$

b) La velocidad transversal será

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,15\,50\pi\cos\left(50\pi\cdot 0,01 - 2\pi\cdot 0,5 + \frac{\pi}{2}\right) = 7,5\pi\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

3. Las intensidades de dos ondas sonoras son de $20\cdot 10^{-8}$ W/m$^2$y $700\cdot 10^{-8}$ W/m$^2$ . Calcular la diferencia entre los niveles de intensidad sonora de ambas ondas.

**Respuesta:**

a) Los respectivos niveles de intensidad son:

$$\beta_1 = 10\,log\,\frac{20\cdot 10^{-8}}{I_o} \quad \beta_1 = 10\,log\,\frac{700\cdot 10^{-8}}{I_o}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10\,log\,(700\cdot 10^{-8}) - 10\,log\,I_0\text{-}[10\ \log(20\cdot 10^{-8})\text{-}10\ \log\ I_0]\text{=}15{,}44\ \text{dB}$$

# 3. Óptica.

1. A la izquierda de una lente delgada, a 20 cm de su centro óptico está situado un objeto. La altura del objeto, perpendicular al eje de la lente, es de 8 cm. La distancia focal de la lente es de -12 cm. a) Calcular la posición y altura de la imagen del objeto. b) Realizar el diagrama de rayos correspondiente.

**Respuesta:**

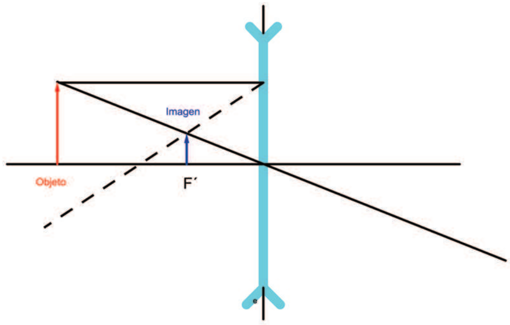
a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \qquad \frac{1}{-0,2} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,12} \rightarrow s' = -0,075\,\text{m}$$

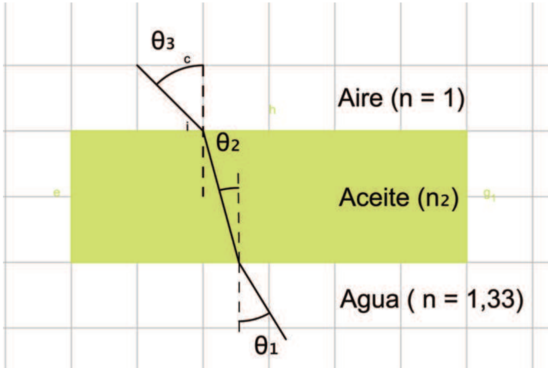
La altura de la imagen será:

$$y' = y\frac{s'}{s} = 8\frac{-0,075}{-0,20} = 3\,\text{cm}$$

b) Al tener distancia focal negativa, la lente es divergente, con lo que el diagrama de rayos será:



2. Una capa de aceite con índice de refracción $n_2$ flota sobre agua con índice de refracción $n_1$ = 1,3. Un rayo de luz que se mueve hacia arriba, incide en la capa de aceite desde el agua con un ángulo de incidencia $\theta_1$,como indica la figura. El rayo penetra en la capa de aceite con un ángulo de refracción $\theta_2$, = 25.68º. Tras atravesar la capa de aceite, ese rayo sale al aire con un ángulo de refracción $\theta_3$,= 40.54°. Calcular: a) El valor del índice de refracción $n_2$ del aceite y el ángulo de incidencia $\theta_1$ del rayo en la interfase agua-aceite. b) El valor mínimo del ángulo de incidencia $\theta_{1\,min}$ del rayo en la interfase agua-aceite para que, tras atravesar la capa de aceite, el rayo no salga al aire debido a reflexión total.




**Respuesta:**

a) Aplicando la Ley de Snell:

$$\frac{\operatorname{sen} 25,66^{\circ}}{\operatorname{sen} 40,54^{\circ}} = \frac{1}{n_{aceite}} \rightarrow n_{aceite} = 1,5$$

$$\frac{\operatorname{sen} \theta_1}{\operatorname{sen} 25,66^{\circ}} = \frac{1,5}{1,3} \rightarrow \theta_1 = 30^{\circ}$$

b) En primer lugar, calculamos el ángulo límite en la interfase aceite-aire:

$$\frac{\operatorname{sen} \theta_2}{\operatorname{sen} 90^{\circ}} = \frac{1}{1,5} = \theta_2 = 41,81^{\circ}$$

A continuación , calculamos $\theta_{1mín}$

$$\frac{\operatorname{sen} \theta_{1mín}}{\operatorname{sen} 41,81^{\circ}} = \frac{1,5}{1,3} \rightarrow \theta_{1mín} = 50,28^{\circ}$$

3. Un objeto de 4 cm de altura está situado a 25 cm de una lente delgada convergente de 20 dioptrías. a) Calcular la posición y la altura de la imagen. b) Realizar el diagrama de rayos correspondiente.

**Respuesta:**

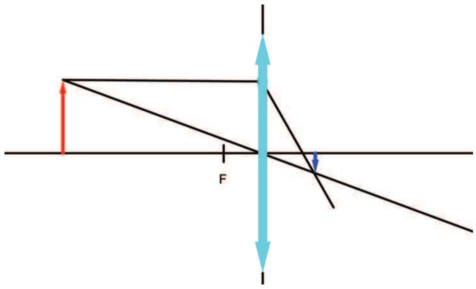
a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas, tendremos:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -P \qquad \frac{1}{-0,25} - \frac{1}{s'} = -20 \rightarrow s' = 0,0625\,\mathrm{m}$$

La altura es:

$$y' = y\frac{s'}{s} = 4\frac{-0,0625}{-0,25} = 1\,\mathrm{cm}$$

b) El diagrama de rayos es el siguiente:




4. Una lente delgada convergente con una distancia focal imagen de 18 cm forma una imagen real e invertida que es 3 veces más grande que el objeto. a) Calcular las posiciones del objeto y de la imagen respecto a la lente. b) Realizar el diagrama de rayos correspondiente.

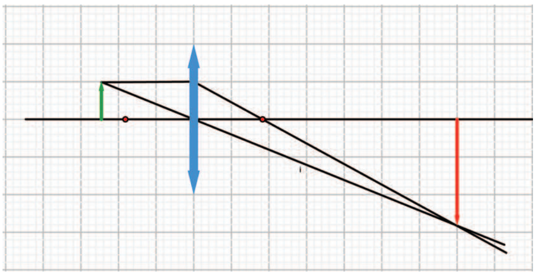
**Respuesta:**

a) A partir de la ecuación fundamental de las lentes delgadas y de la ecuación del aumento lateral, tendremos que:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{0,18} \qquad \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -3 \rightarrow s' = -3\,s$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{3s} = -\frac{1}{0,18} \qquad \mathrm{s} = -0,24\,\mathrm{m} \quad \mathrm{y} \quad \mathrm{s}' = 0,72\,\mathrm{m}$$

b) El diagrama de rayos es el siguiente:



5. Un objeto luminoso está situado a 50 cm de distancia a la izquierda de una pantalla. Se quiere proyectar la imagen del objeto sobre la pantalla mediante una lente delgada convergente de 10 dioptrías. Existen dos casos distintos en los cuales la lente produce sobre la pantalla la imagen de ese objeto. Calcular: a) La posición del objeto respecto a la lente en cada uno de esos dos casos. b) El aumento lateral producido por la lente en cada caso.

**Respuesta:**

a) La distancia entre el objeto y la pantalla será: d = -s + s$'$ = 0,5 m, de donde se deduce que s$' = 0,5 + s$ . Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -10 \quad \frac{1}{s} - \frac{1}{0,5+s} = -10$$

Resolviendo la ecuación de 2º grado que resulta, obtenemos: $s_1$ = -0,14 m y $s_2$= -0,36 m

b) Los respectivos valores de s$'$ serán:

$$s_1' = 0,5 + (-0,14) = 0,36\,\mathrm{m} \qquad s_2' = 0,5 + (-0,36) = 0,14\,\mathrm{m}$$

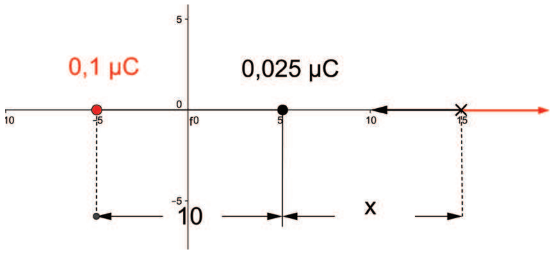
Con lo que, los respectivos aumentos laterales serán:

$$\frac{y_1'}{y} = \frac{0,36}{-0,14} = -2,57 \; y \; \frac{y_2'}{y} = \frac{0,14}{-0,36} = -0,39$$

# 4. Electromagnetismo.

1. Dos cargas eléctricas puntuales están fijas en el eje X. La carga $q_1 = 10^{-7}$ C está situada en un punto con coordenada $x_1$ = - 5 cm. La carga $q_2$ = - 2.5 x $10^{-8}$ C está situada en un punto con coordenada $x_2$ = 5 cm. Calcular: a) El punto donde el campo eléctrico total creado por las dos cargas es cero. b) El valor del potencial eléctrico total en ese punto. Constante de Coulomb: k = $9 \cdot 10^9$ $Nm^2C^{-2}$

   **Respuesta:** a) La representación gráfica es la siguiente:




De la anterior representación gráfica, se puede deducir lo siguiente:

$$\frac{k \cdot 10^{-7}}{(0,1+x)^2} = \frac{k \cdot 2,5 \cdot 10^{-8}}{x^2} \longrightarrow \left(\frac{0,1+x}{x}\right)^2 = \frac{10^{-7}}{2,5 \cdot 10^{-8}} = 4$$

Puesto que x no puede tomar valores negativos podremos poner:

$$\frac{0,1+x}{x} = 2 \longrightarrow x = 0,1\,\mathrm{m}$$

b) El potencial eléctrico será:

$$V = V_1 + V_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-7}}{0,1+0,1} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2,5 \cdot 10^{-8})}{0,1} = 4500 - 2250 = 2250\,\mathrm{V}$$

2. Una partícula alfa que tiene una masa $m_\alpha = 6.68 \cdot 10^{-27}$ kg y una carga eléctrica $q_\alpha = +2e$, se acelera desde el reposo a través de una diferencia de potencial de $\Delta V$ = 2000 V. Después de esto, la partícula alfa entra en una región donde existe un campo magnético de módulo B = 0.3 T y con dirección perpendicular a la velocidad de la partícula alfa. Calcular: a) La velocidad de la partícula alfa cuando entra en la región del campo magnético. b) El radio de la trayectoria seguida por la partícula alfa en la región donde existe el campo magnético. Carga eléctrica elemental: e = $1.6 \cdot 10^{-19}$C

   **Respuesta:**

a) La velocidad de la partícula $\alpha$ se calcula de la siguiente forma:

$$q\Delta V = \frac{1}{2} mv^2 \longrightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 2000}{6,68 \cdot 10^{-27}}} = 4,3 \cdot 10^5 \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

b)El radio de la trayectoria será:

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{6{,}68 \cdot 10^{-27} \cdot 4,3 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 0,3} = 0,030\,\mathrm{m}$$

3. Una carga puntual positiva $q_1$ = q está fija situada sobre el eje X en el punto x = -a. Una partícula P de masa m y carga positiva $q_2$ = q está situada en la parte positiva del eje X e infinitamente alejada de la carga $q_1$. a) Calcular el trabajo necesario para llevar a la partícula P desde su posición inicial en el infinito hasta una posición final en x = a sin variar su energía cinética. b) Calcular la velocidad inicial mínima que se debería dar inicialmente a la partícula P para que llegara desde su posición inicial en el infinito hasta la posición final en x = a. Constante de Coulomb: k = $9{\cdot}10^9$N$\cdot m^2 \cdot kg^{-2}$

**Respuesta:**

a) El trabajo necesario será:

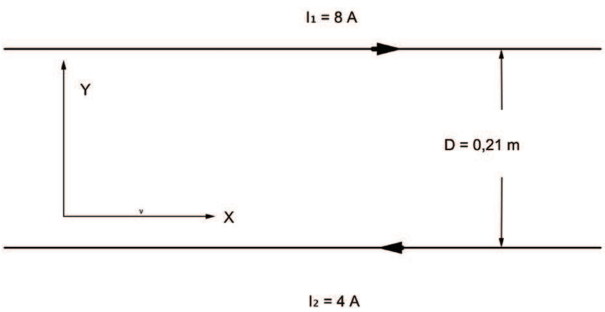
$$W = q(V_\infty - V_{-a}) = q\left(0 - \frac{kq}{2a}\right) = -\frac{kq^2}{2a}$$

Al tener este trabajo signo negativo, nos indica que el trabajo a realizar debe serlo por una fuerza que se oponga al campo gravitatorio, es decir $W_F = \frac{kq^2}{2a}$ J

b) Aplicando el Principio de Conservación de la Energía:

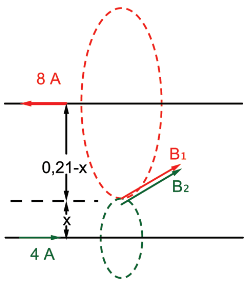
$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = 0 + \frac{kq^2}{2a} \longrightarrow v = \sqrt{\frac{kq^2}{ma}}$$

4. El dibujo muestra dos hilos conductores rectos paralelos que pueden considerarse infinitos. Ambos conductores están situados en el plano XY. Teniendo solo en cuenta el plano XY que contiene a los conductores, ¿a qué distancia del conductor por el que pasa la corriente $I_1$ se cumple que el campo magnético creado por cada uno de los conductores tiene el mismo módulo, dirección y sentido?




**Respuesta:**

a) El campo magnético creado por ambos conductores queda representado en la siguiente imagen:



[1]Los respectivos campos magnéticos tendrán el mismo módulo,dirección y sentido si se cumple:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = B_2$$

Sustituyendo, tendremos:

$$\frac{8}{0,21 - x} = \frac{4}{x} \longrightarrow x = 0,07\,\text{m}$$

5. Una carga eléctrica puntual positiva $q_1 = 10^{-6}$ C está fija en el origen. Calcular el trabajo necesario para trasladar otra carga eléctrica puntual positiva $q_2 = 5{\cdot}10^{-8}$ C desde el punto A de coordenadas (1, 0, 0) m hasta el punto B de coordenadas (0.5, 0,0) m sin variar su energía cinética. Constante de Coulomb: k = 9 x $10^9$ $\text{Nm}^2/\text{C}^2$.

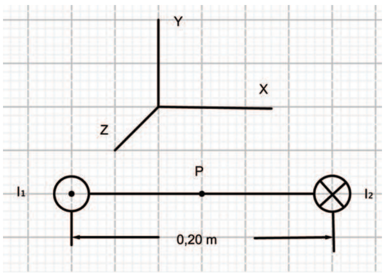
**Respuesta:**

El trabajo necesario será:

$$W = q(V_1 - V_2) = 5 \cdot 10^{-8}\left(\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{1} - \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{0,5}\right) = -4,5 \cdot 10^{-4}\text{J}$$

Al ser negativo el trabajo, debe ser realizado por una fuerza externa que se oponga al campo.

6. Por dos hilos conductores, rectilíneos y paralelos, de gran longitud y separados una distancia de 20 cm, circulan dos corrientes de intensidades iguales $I_1 = I_2 = 3$ A, en sentidos opuestos como indica la figura.




Calcular: a) El vector campo magnético total en el punto P, equidistante de ambos conductores, expresando su módulo, dirección y sentido. b) La fuerza magnética por unidad de longitud que ejerce el conductor 1 sobre el 2, expresando su módulo, dirección y sentido. Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ $\text{N/A}^2$ .

**Respuesta:**

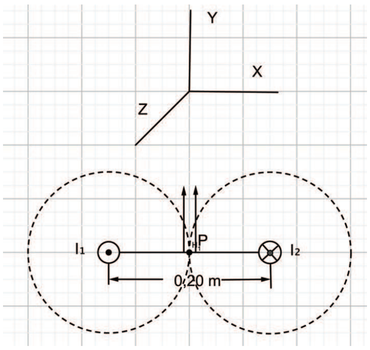
a) El campo magnético creado en el punto P por cada uno de los conductores tendrá los módulos respectivos:

$$B_1 = \frac{\mu_o I_1}{2\pi d_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2\pi \cdot 0,1} = 6 \cdot 10^{-6}\text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_o I_2}{2\pi d_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2\pi \cdot 0,1} = 6 \cdot 10^{-6}\text{T}$$

Como puede verse, los módulos de ambos campos magnéticos tienen el mismo valor. Podemos ver ver la dirección y sentido de aquellos en la siguiente representación gráfica:

[1]Los sentidos de las corrientes en la gráfica son los opuestos a los que figuran en el enunciado, pero el planteamiento numérico es el mismo. El único cambio será que los vectores campo tendrían el sentido contrario al que correspondería a los datos del enunciado.



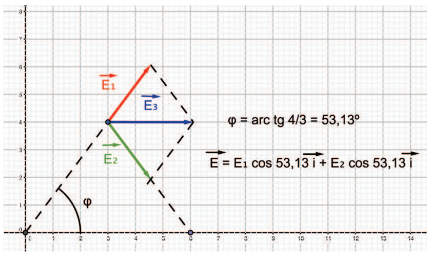

7. Una carga eléctrica puntual positiva, $q_1 = 4 \times 10^{-9}$ C, está fija en el origen. Otra carga eléctrica puntual negativa $q_2 = -4 \times 10^{-9}$ C, está fija en el eje X en un punto de coordenada x = 6 m. Calcular el vector campo eléctrico total creado por ambas cargas en el punto P del plano XY de coordenadas (3, 4) m. Expresar su módulo, dirección y sentido. Constante de Coulomb: $k = 9 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$

**Respuesta:**

Los módulos de $\overrightarrow{E_1}$ y $\overrightarrow{E_2}$ son iguales y tienen el valor:

$$\left|\overrightarrow{E_1}\right| = \left|\overrightarrow{E_2}\right| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{3^2+4^2}} = 7,2\,\mathrm{N \cdot C^{-1}}$$

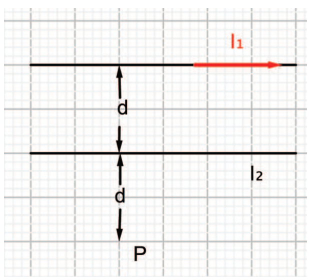
La representación gráfica es la siguiente:




Según puede verse en la imagen, tendremos:

$$\overrightarrow{E} = 2 \cdot 7,2\, cos\, 53,13\, \overrightarrow{i} = 8,64\, \overrightarrow{i}\ \mathrm{N \cdot C^{-1}}$$

8. Se tienen dos hilos conductores rectos, paralelos e infinitos, separados una distancia d = 20 cm. Por el conductor 1 circula una corriente eléctrica de intensidad 1 = 2 A hacia la derecha como indica la figura.



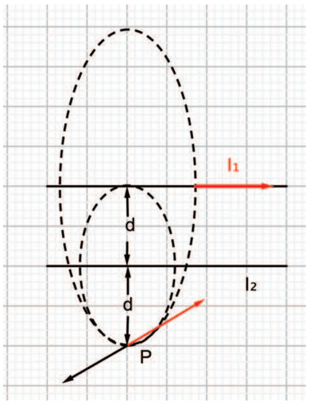

¿Qué intensidad de corriente $I_2$, y en qué sentido, debe circular por el conductor 2 para que se anule el campo magnético total en el punto P? Justifica razonadamente la respuesta. Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 .= 4\pi \cdot 10^{-7}\mathrm{N} \cdot \mathrm{A}^{-2}$ .

**Respuesta:**

La corriente $I_2$ debe circular en sentido contrario a $I_1$. En aplicación de la regla de la mano derecha, los vectores campo tendrán, en este caso, la misma dirección y sentido contrario. Por otra parte, al ser iguales los módulos de ambos, tendremos:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \qquad I_2 = \frac{I_1 d_2}{d_1} = \frac{2 \cdot 0,2}{0,4} = 1\ \mathrm{A}$$

En la siguiente representación gráfica podemos ver un esquema que justifica la respuesta:




## 5. Física moderna.

1. El LHC es un gigantesco acelerador y colisionador de protones en el que dichas partículas son aceleradas hasta alcanzar una velocidad igual al 99.99 % de la velocidad de la luz. Calcular la longitud de onda de de Broglie correspondiente a los protones cuando alcanzan dicha velocidad. Constante de Planck: h = $6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s. Masa del protón en reposo: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg. Velocidad de la luz en el vacío: c = $3 \cdot 10^8$.m/s

   **Respuesta:**

   a) La cantidad de movimiento relativista será:

$$p_{rel} = \gamma m v = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} m v = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,9999c)^2}{c^2}}} m v = 70,71 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 0,9999 \cdot 3 \cdot 10^8 = 3,54 \cdot 10^{-17} \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

   La longitud de onda de De Broglie será:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{3,54 \cdot 10^{-17}} = 1,87 \cdot 10^{-17} \mathrm{m}$$

2. El trabajo de extracción fotoeléctrico de la superficie del magnesio es $5.8 \cdot 10^{-19}$ J. Determinar la longitud de onda, correspondiente a la frecuencia umbral, necesaria para que sean emitidos electrones por la superficie del metal. Constante de Planck: h = $6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s. Velocidad de la luz en el vacío: c = $3 \cdot 10^8$.m/s

   **Respuesta:**

a) El trabajo de extracción puede ser expresado de la forma:

$$W_{ext} = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \qquad \text{Con lo que :} \quad \lambda_0 = \frac{hc}{W_{ext}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,8 \cdot 10^{-19}} = 3,43 \cdot 10^{-7}\text{m}$$

3. Una nave espacial A pasa ante un observador B con una velocidad relativa de 0.3 c, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. El observador B mide que una persona dentro de la nave espacial tarda un tiempo de 3.96 s en recorrer una distancia de 5 m en la dirección del movimiento de la nave. Calcular: a) El valor de ese tiempo medido por la persona de la nave. b) El valor de la distancia recorrida por la persona de la nave medido por ella misma.

**Respuesta:**

a) En primer lugar, debemos determinar el valor de$\gamma$:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,3\,c)^2}{c^2}}} = 1,048$$

El tiempo medido por el observador en la nave, será:

$$t = \frac{t'}{\gamma} = \frac{3,96}{1,048} = 3,78\,\text{s}$$

b) La distancia recorrida por la persona en la nave será:

$$L = \gamma\, L' = 1,048 \cdot 5 = 5,24\,\text{s}$$

4. Calcular la longitud de onda y la frecuencia de de Broglie asociadas a un electrón que se mueve de forma no relativista con una velocidad de $10^8$ m/s. Masa del electrón: $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg. Constante de Planck: $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s.

**Respuesta:**

La longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^8} = 7,29 \cdot 10^{-12}\,\text{m}$$