

PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

15 de octubre de 2017

1. Gravitación.

1. 1.- Un asteroide de 10^{13} kg viaja directamente en rumbo de colisión hacia un planeta de masa $6.39 \cdot 10^{23}$ kg. Cuando se encuentra a una distancia de 20000 km del centro, su velocidad respecto al planeta es de 4 km/s. (a) Calcular la energía mecánica del asteroide. (b) Si el radio del planeta es 3390 km, calcular la velocidad del asteroide en el momento del impacto contra la superficie planetaria y, suponiendo que toda la energía cinética se convierte en calor, calcular la energía desprendida en el choque. (c) Este planeta tiene un pequeño satélite que describe una órbita circular con una velocidad de 2.69 km/s. ¿A qué altura sobre la superficie se encuentra dicho satélite? Dato: constante de gravitación $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²

Respuesta:

a) la energía mecánica es:

$$E = U + E_C = -\frac{GMm}{r} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,39 \cdot 10^{23} \cdot 10^{13}}{2 \cdot 10^7} + \frac{1}{2}10^{13} \cdot 4000^2 = 5,87 \cdot 10^{19} \text{ J}$$

b) Aplicando el Principio de Conservación de la Energía:

$$5,87 \cdot 10^{19} = \frac{1}{2}10^{13}v^2 - \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,39 \cdot 10^{23} \cdot 10^{13}}{3,39 \cdot 10^6}$$

Despejando, se obtiene:

$$v = 6066 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

c) La altura se obtiene despejando en la expresión de la velocidad orbital:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \rightarrow r = \frac{GM}{v^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,39 \cdot 10^{23}}{(2,69 \cdot 10^3)^2} = 5,89 \cdot 10^6 \text{ m}$$

2. Un bloque de hielo que forma parte de los anillos de Saturno tiene una masa de 80 kg y describe una órbita circular a 125000 km del centro del planeta. a) Si la masa de Saturno es $5,685 \cdot 10^{26}$ kg, calcular la velocidad del bloque de hielo en su órbita. b) ¿Cuánto tiempo tardará este bloque en completar una órbita alrededor del planeta? c) Suponiendo que el bloque de hielo sufre un choque con otro de los componentes del anillo, calcular la energía mínima que deberá aportarle ese choque para que resulte expulsado del anillo, liberándose de la atracción del planeta. Se valorará ilustrar la explicación con una representación gráfica adecuada. Dato: constante de gravitación $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²

Respuesta:

a) La velocidad de la órbita es:

$$v = \sqrt{\frac{GM_s}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,685 \cdot 10^{26}}{1,25 \cdot 10^8}} = 17417 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) El periodo de la órbita valdrá:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 1,25 \cdot 10^8}{17417} = 45094 \text{ s}$$

c) Para que el bloque quede liberado de la atracción del planeta, deberá suministrarse una energía E tal que:

$$-\frac{GM_s m}{2r} + E = 0 \quad E = \frac{GM_s m}{2r} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,685 \cdot 10^{26} \cdot 80}{2 \cdot 1,25 \cdot 10^8} = 1,21 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

3. El valor de la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre es $9.80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. ¿Cuál será la aceleración de la gravedad a 350 km de altura? Radio terrestre $R = 6370 \text{ km}$.

Respuesta:

a) A partir de la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre, podemos deducir el valor de GM:

$$9,80 = \frac{GM}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \quad GM = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$$

A una altura de 350 km sobre la superficie terrestre, el valor de g será:

$$g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(6,37 \cdot 10^6 + 3,5 \cdot 10^5)^2} = 8,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. 1.- Una onda transversal de 16 Hz se propaga en el sentido positivo del eje X a lo largo de una cuerda tensa con una velocidad de 64 m/s. Si su amplitud es de 5 cm, se pide: (a) Escribir una ecuación para la onda sabiendo que en $t = 0$ la elongación del punto $x = 0$ es igual a $+ 2.5 \text{ cm}$. (b) Calcular la diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda separados una distancia de 0.5 m. (c) Determinar la velocidad de vibración transversal y la aceleración del punto $x = 0$ en el instante $t = 0$.

Respuesta:

a) Lo parámetros de la onda son los siguientes:

$$A = 0,05 \text{ m} \quad \omega = 2\pi\nu = 32\pi \text{ s}^{-1} \quad \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{64}{16} = 4 \text{ m} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{2} \text{ m}^{-1}$$

$$\text{Para } t = 0 \text{ y } x = 0, y = 0,25 \text{ por lo que : } 0,025 = 0,05 \text{ sen}\varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = 0,523$$

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

$$y = 0,05 \text{ sen} \left(323\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{6} \right)$$

b) A una longitud de onda le corresponde una diferencia de fase de 2π radianes, por lo cual, podemos escribir.

$$\frac{4 \text{ m}}{2\pi \text{ rad}} = \frac{0,5 \text{ m}}{\Delta\varphi \text{ rad}} \rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

c) La velocidad y la aceleración de un punto son, respectivamente:

$$v = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos(\omega t - kx + \varphi_0) = 0,05 \cdot 32\pi \cos\left(32\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{6}\right)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \text{ sen}(\omega t - kx + \varphi_0) = 0,05 (32\pi)^2 \text{ sen}\left(32\pi t - \frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{6}\right)$$

para $x = 0$ y $t = 0$, tendremos:

$$v = 0,05 \cdot 32\pi \cos \frac{\pi}{6} = 4,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad a = -0,05 \cdot (32\pi)^2 \text{ sen} \frac{\pi}{6} = -252,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2. En un medio elástico se propagan simultáneamente dos ondas transversales dadas por las ecuaciones y_1 e y_2 siguientes (las amplitudes de ambas son longitudes, y todos los parámetros se expresan en unidades SI):

$$y_1 = 0,12 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t \right) \quad y_2 = 0,12 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$\text{(Ayuda : } \operatorname{sen} a + \operatorname{sen} b = 2 \cos \left(\frac{a-b}{2} \right) \operatorname{sen} \left(\frac{a+b}{2} \right)$$

- a) Calcular la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de propagación y el sentido de propagación.
 b) Calcular la ecuación de onda resultante de la interferencia de las dos ondas dadas. c) Determinar la velocidad de vibración transversal y la aceleración del punto $x = 0$ en el instante $t = 0$.

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta que $\omega = 32\pi = 2\pi\nu$, se deduce que $\nu = 16 \text{ s}^{-1}$. Por otra parte, sabiendo que $\frac{\pi}{2} = k = \frac{\omega}{v}$, obtenemos que $v = 64 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La onda se propaga de **derecha a izquierda** a lo largo del eje X.

b) La ecuación de la onda resultante será:

$$y = y_1 + y_2 = 0,12 \left[\operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t \right) + \operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \right]$$

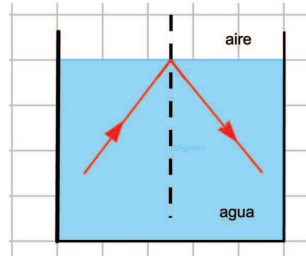
$$y = 0,24 \left[\cos \frac{\pi}{4} \operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \right] = 0,17 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi x}{2} + 32\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$$

c) La velocidad y la aceleración para $x = 0$ y $t = 0$, serán, respectivamente:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,17 \cdot 32\pi \cos \frac{\pi}{4} = 12,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad a = \frac{dv}{dt} = -0,17 (32\pi)^2 \operatorname{sen} \frac{\pi}{4} = 1215 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

3. Óptica.

1. Un rayo láser procedente de la parte inferior izquierda de la figura alcanza la superficie del agua que llena parcialmente la cubeta, y se observa que se refleja sin que haya ningún rayo refractado que atraviese la superficie pasando al aire que hay encima. (a) Explicar por qué se produce este fenómeno. (b) ¿Tiene algo que ver en este fenómeno el ángulo i con el que incide el rayo de luz por debajo de la superficie? Índice de refracción del agua: $4/3$; índice de refracción del aire: 1.



Respuesta: Este fenómeno se conoce como reflexión interna total, y tiene lugar cuando un rayo pasa de un medio de mayor a otro de menor índice de refracción. Según la Ley de Snell:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Para un cierto ángulo (ángulo límite), se cumplirá que:

$$\frac{\text{sen } \alpha_L}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$$

De forma que el rayo refractado sale rasante a la superficie de separación. Para ángulos superiores a α_L , no se producirá refracción y sí reflexión. Para el caso del agua y del aire, tendremos:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{1}{4/3} \rightarrow i = 48,59^\circ$$

2. Se estudia el fenómeno de la refracción en una lámina de vidrio haciendo incidir un rayo de luz con distintos ángulos sobre la superficie. En la tabla al margen aparecen los ángulos de incidencia y los ángulos de refracción. Calcular el índice de refracción y la velocidad de la luz en este material. Velocidad luz en aire = velocidad en el vacío $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Ángulo de incidencia ($^\circ$)	Ángulo de refracción ($^\circ$)
27	16
36	21
48	27
57	31

Respuesta:

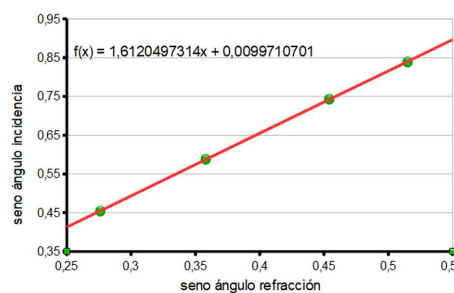
teniendo en cuenta la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen } \alpha_i}{\text{sen } \alpha_r} = \frac{n}{1} \quad \text{sen } \alpha_i = n \text{sen } \alpha_r$$

Completando la tabla anterior con los valores del seno de los ángulos de incidencia y de refracción, tendremos:

sen α_i	sen α_r
0,454	0,276
0,588	0,358
0,743	0,454
0,839	0,515

Representando gráficamente el seno del ángulo de incidencia frente al seno del ángulo de refracción, tendremos la siguiente gráfica:

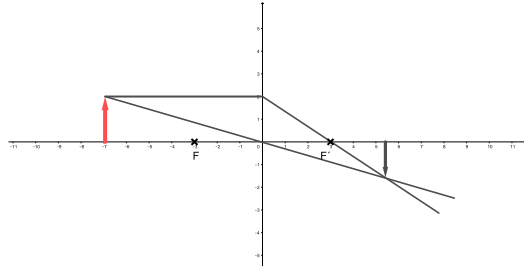


La pendiente de la recta, que aparece en la imagen es, tomada con dos decimales; 1,61 Esta pendiente es igual al índice de refracción del vidrio, pues el índice de refracción del aire vale 1, por tanto, $n = 1,61$ La velocidad de la luz en el vidrio será: $v = 3 \cdot 10^8 / 1,61 = 1,86 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

3. Los focos objeto e imagen de una lente L delgada y convergente son F y F', respectivamente. Un objeto y está situado a la izquierda del foco objeto F . Mediante trazado de rayos, indicar razonadamente donde se forma la imagen de este objeto. ¿De qué tipo de imagen se trata?

Respuesta:

El diagrama de rayos es el siguiente:



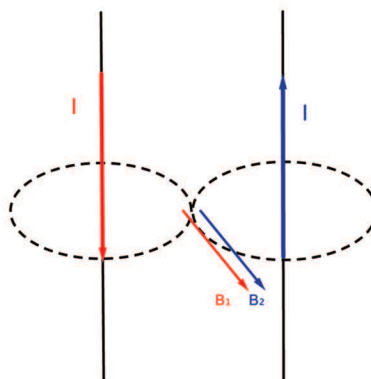
Al encontrarse el objeto a una distancia de la lente mayor que el doble de la distancia focal, la imagen formada será **menor, real e invertida**. Se formará a una distancia del foco imagen menor que el doble de la distancia focal imagen

4. Electromagnetismo.

1. Dos conductores rectilíneos paralelos muy largos transportan corrientes iguales en sentidos contrarios. La distancia entre ellos es $d = 1$ m, y el campo magnético en el punto medio de la distancia que los separa es igual a $8 \cdot 10^{-7}$ T. Se pide: a) Explicar razonadamente, ilustrando gráficamente la situación mediante un esquema adecuado, cuál es el sentido del campo magnético en el punto medio entre los dos conductores. b) Calcular el valor de la corriente que circula por cada conductor. c) Calcular la fuerza ejercida entre los dos conductores por unidad de longitud y explicar razonadamente si dicha fuerza es atractiva o repulsiva. Dato: Permeabilidad del vacío $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$

Respuesta:

- a) El campo magnético entre los dos conductores puede ser representado así:



En aplicación de la regla de la mano derecha, los campos magnéticos creados, tanto por el conductor de la derecha como por el de la izquierda, tienen la misma dirección y sentido. Sus módulos son también los mismos, al ser iguales las intensidades de corriente y las distancias.

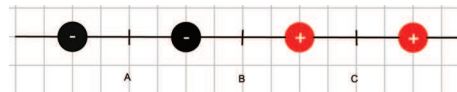
b) El campo magnético total será:

$$B = 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = 2 \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I}{2\pi \cdot 0,5} = 8 \cdot 10^{-7} \rightarrow I = 1 \text{ A}$$

c) La fuerza por unidad de longitud para cada uno de los conductores es:

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

2. Dos cargas negativas $-q$ y dos cargas positivas $+q$ están alineadas manteniendo posiciones fijas (véase esquema adjunto). Las distancias entre cargas adyacentes son iguales. Explicar razonadamente en cuál de los tres puntos señalados A, B o C será mayor el potencial eléctrico. Cada uno de los puntos A, B, C está situado a igual distancia de sus dos cargas vecinas.



Respuesta:

Los potenciales respectivos en los puntos A, B y C, serán:

$$V_A = -\frac{kq}{d} - \frac{kq}{d} + \frac{kq}{3d} + \frac{kq}{5d} = -2kq + \frac{8kq}{15}$$

$$V_B = -\frac{kq}{3d} - \frac{kq}{d} + \frac{kq}{d} + \frac{kq}{3d} = 0$$

$$V_C = -\frac{kq}{5d} - \frac{kq}{3d} + \frac{kq}{d} + \frac{kq}{d} = 2kq - \frac{8kq}{15}$$

Por tanto, el potencial eléctrico será mayor en el punto **C**.

3. En el laboratorio de física tenemos dos pequeñas esferas cargadas, cuyos radios respectivos son 2 cm y 8 cm, que tienen igual carga $q_0 = +2 \text{ mC}$. Las esferas están colocadas en posiciones fijas, siendo la distancia de centro a centro entre ellas igual a 5 m. La constante de la ley de Coulomb es $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$. a) Las dos esferas se conectan usando un hilo conductor muy fino. Calcular la carga y el potencial de cada esfera después de conectarlas. b) Calcular el campo eléctrico en el punto medio del segmento que las separa después de conectarlas. c) Calcular la fuerza repulsiva entre ellas después de conectarlas.

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta que la cantidad de carga se conserva y que, al ser comunicadas ambas esferas, el potencial será el mismo para cada una de ellas:

$$V_1 = \frac{k(2-x)}{0,02} = \frac{k(2+x)}{0,08} = V_2$$

Resolviendo la ecuación, obtenemos: $x = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$, por lo que la carga de cada esfera y su respectivo potencial es:

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ C} \quad V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{0,02} = 3,6 \cdot 10^8 \text{ V}$$

$$q_2 = 2 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^{-3} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{C} \quad V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}}{0,08} = 3,6 \cdot 10^8 \text{V}$$

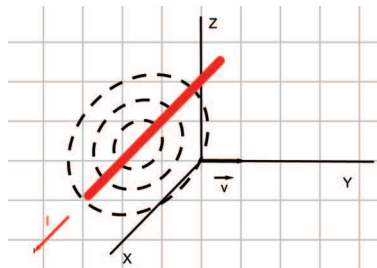
b) En el punto medio del segmento que une ambas cargas, el campo eléctrico será:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{2,5^2} \vec{i} - \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}}{2,5^2} \vec{i} = -3,46 \cdot 10^6 \vec{i} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

c) La fuerza entre ambas esferas será:

$$|\vec{F}| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{5^2} = 921,6 \text{ N}$$

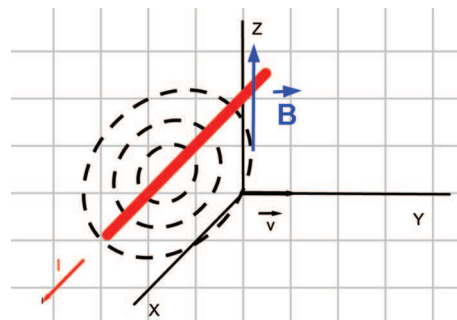
4. Un conductor rectilíneo muy largo transporta la corriente I tal y como se indica en la figura, donde también se representan las líneas del campo magnético que genera. Contestar razonadamente a las siguientes cuestiones: (a) Dibujar sobre el esquema la dirección y sentido del campo magnético. (b) Suponiendo que una partícula cargada negativamente cuya velocidad es pasa por el origen de coordenadas O mostrado en la figura, ¿cuál es la dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre ella en ese instante?



Respuesta:

a) Las circunferencias concéntricas se encuentran en un plano perpendicular al del conductor (se encontrarán, por tanto, en el plano YZ). Teniendo en cuenta la regla de la mano derecha, el campo magnético se puede representar de la siguiente forma: Es decir, el vector campo magnético es paralelo al eje Z.

b) Aplicando la regla de la mano izquierda, la fuerza sobre la partícula se dirigirá en el sentido negativo del eje X, puesto que la carga tiene signo negativo.



5. Una espira circular de radio 20 cm está colocada dentro de un campo magnético variable con el tiempo $B = 10^{-2} \text{ sen } (100\pi t + \pi/2)$, donde B se expresa en tesla y t en segundos. El plano de la espira es perpendicular a las líneas del campo magnético. Se pide: a) Calcular el flujo magnético a través de la espira en el instante $t = 0$. ¿Cuánto tiempo tarda en repetirse el mismo valor de flujo? b) Calcular la fuerza electromotriz inducida para $t = 0.005$ s y para $t = 0.010$ s. c) La espira es conductora. ¿Qué sentido tendrá la corriente inducida para $t = 0.005$ s? Explicar.

Respuesta:

- a) El flujo para $t = 0$ será:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = 10^{-2} \cdot \pi \cdot 0,2^2 \text{sen } \frac{\pi}{2} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{wb}$$

Puesto que la frecuencia es: $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = \frac{1}{T}$ por lo que el tiempo transcurrido será $t = T = 1/50 = 0,02$ s

- b) La fuerza electromotriz inducida será:

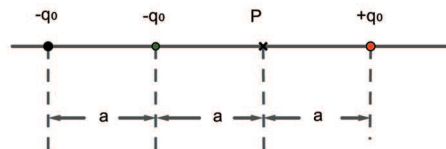
$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(10^{-2} \cdot \pi \cdot 0,2^2 \text{sen } (100\pi t + \frac{\pi}{2}))}{dt} = -0,39 \text{sen } (100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

Para $t = 0,005$ y $t = 0,010$ s, la f.e.m. inducida será, respectivamente:

$$\varepsilon_{0,005} = 0 \text{ V} \quad \varepsilon_{0,010} = 0,39 \text{ V}$$

- c) La intensidad es: $I = \frac{\varepsilon}{R} = 0 \text{ A}$, pues la fuerza electromotriz para ese tiempo es nula.

6. Tres cargas están colocadas en fila, siendo negativa la situada a la izquierda y positiva la de la derecha. Ambas son de igual valor q_0 . La tercera carga es q y está situada entre las otras dos (véase esquema). Sabiendo que el potencial eléctrico en el punto P es igual a cero: a) Determinar el signo de la carga q y su valor en función de q_0 . b) Explicar qué sentido tiene el campo eléctrico en el punto P.



Respuesta:

- a) El potencial en el punto P será:

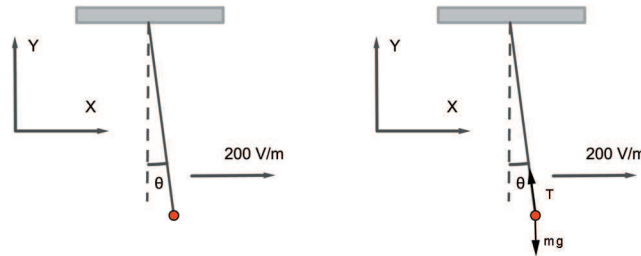
$$V = 0 = -\frac{kq_0}{2a} + \frac{kq}{a} + \frac{kq_0}{a} \quad q = \frac{q_0}{2} \quad \text{el signo es positivo}$$

- b) En el punto P, el campo eléctrico será:

$$\vec{E} = \left(-\frac{kq_0}{4a^2} + \frac{kq_0}{2a^2} + \frac{kq_0}{a^2} \right) \vec{i} = \frac{5kq_0}{4a^2} \vec{i}$$

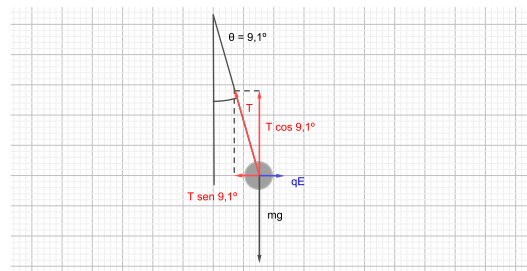
7. En el laboratorio de física tenemos una pequeña bola de 50 g de masa que está cargada eléctricamente con una carga q y se encuentra suspendida del techo mediante un hilo aislante. En este laboratorio se dispone de un sistema que permite establecer un campo eléctrico en la dirección que se prefiera, horizontal o vertical. a) Cuando establecemos un campo eléctrico de 200 V/m en la dirección del eje X

positivo, el ángulo del hilo con la vertical es 9.1° (véase figura). Hallar la carga q de la bola y su signo.
 b) Cuando se anula el campo en la dirección horizontal y en su lugar se establece un campo eléctrico en la dirección vertical, la tensión del hilo es igual a la mitad del peso de la bola. Calcular el valor de este campo vertical y su sentido. c) ¿Qué campo hay que establecer, y en qué sentido, para que la tensión del hilo sea igual a cero? Tómese la aceleración de la gravedad $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



Respuesta:

a) Para calcular el valor de la carga podemos escribir las siguiente igualdades a partir de la imagen:



$$T \text{ sen } 9,1^\circ = qE$$

$$T \text{ cos } 9,1^\circ = mg$$

Dividiendo ambas igualdades miembro a miembro, tendremos:

$$\text{tg } 9,1^\circ = \frac{qE}{mg} = \frac{q \cdot 200}{0,05 \cdot 9,8} \quad q = +3,92 \cdot 10^{-4} \text{C}$$

b) Cuando se aplica un campo vertical, la resultante de las fuerzas será:

$$T + qE_2 - mg = 0 \quad \frac{mg}{2} + qE_2 = mg \quad E_2 = \frac{0,05 \cdot 9,8}{2 \cdot 3,92 \cdot 10^{-4}} = 625 \text{ N}\cdot\text{C}$$

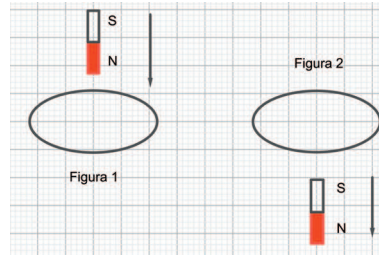
El campo irá dirigido en el **sentido positivo del eje Y**.

c) para que la tensión del hilo sea nula, deberá cumplirse:

$$qE_3 - mg = 0 \quad E_3 = \frac{0,05 \cdot 9,8}{3,92 \cdot 10^{-4}} = 1250 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$$

El sentido del campo eléctrico será el mismo que el indicado en el apartado b).

8. Un imán se acerca a una espira enfrentando con ella su polo norte tal y como indica la figura 1 ¿Cuál será el sentido de la corriente inducida en la espira? Consideremos después la situación mostrada en 2: el imán ya ha atravesado la espira y se aleja de ella como indica la figura 2 ¿Cuál será ahora el sentido



de la corriente inducida? ¿Se mantendrá igual que en el caso anterior o habrá cambiado? Explicar razonadamente.

Respuesta:

a) En la figura 1, la corriente inducida tendrá el **sentido contrario al de las agujas del reloj**. En la figura 2, el sentido de la corriente inducida será **el mismo** que en la figura 1. La explicación se basa en la Ley de Lenz, según la cual, la corriente inducida en una espira tiende a oponerse a la causa que la produce. Al acercar la cara Norte del imán, la cara que se enfrenta a dicho imán, deberá ser también Norte, para producir una repulsión sobre el imán. Cuando el imán se aleja, puesto que su cara Sur está enfrentada a la espira, por la Ley de Lenz, sobre ésta aparecerá una corriente que tenderá a oponerse a que el imán se aleje, es decir, la cara enfrentada al imán será una cara Norte.

5. Física moderna.

1. La frecuencia de un rayo gamma de alta energía es 10^{21} Hz. ¿Cuál es su longitud de onda en el vacío? ¿Cuántas veces sobrepasa su energía a la de un fotón de luz ultravioleta de 331.5 nm? Constante de Planck $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s; velocidad de la luz $= 3 \cdot 10^8$ m/s; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Respuesta:

La longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{21}} = 3 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

La energía de este fotón es: $E_1 = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{21} = 6,63 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. La energía del fotón de luz ultravioleta es:

$$E_2 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,315 \cdot 10^{-7}} = 6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

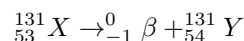
La relación entre E_1 y E_2 será:

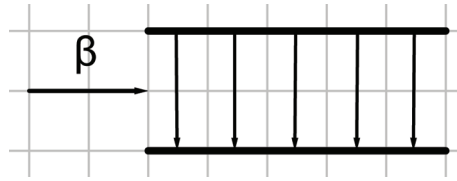
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{6,63 \cdot 10^{-13}}{6 \cdot 10^{-19}} = 1,05 \cdot 10^6$$

2. Conteste razonadamente a las siguientes preguntas sobre las partículas β . (a) Un núcleo radiactivo de número atómico 53 y número másico 131 se desintegra emitiendo una partícula β . ¿Cuáles serán los números atómico y másico del núcleo resultante? (b) Si la partícula β emitida se hace entrar en un campo eléctrico orientado en la forma que se indica en la figura, ¿se desviará hacia arriba o hacia abajo? Explicar.

Respuesta:

a) Una partícula β es un electrón, por lo que la reacción nuclear sería la siguiente:





La sumas, tanto de números atómicos como de números másicos en ambos miembros deben ser las mismas

b) La partícula β se desplazará en sentido contrario al campo eléctrico, debido a su carga negativa. Por tanto, se desplazará hacia arriba.

3. Acerca de la masa y la energía. (a) Explicar brevemente el significado de la ecuación de Einstein $E = mc^2$. (b) Si una partícula y su antipartícula chocan, se aniquilan entre si convirtiendo toda su masa en energía, que es liberada en el proceso. Calcular la energía liberada en el choque de un electrón e^- y un positrón e^+ , expresando el resultado en eV. Masa electrón = masa positrón = $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg; velocidad de la luz = $3 \cdot 10^8$ m/s; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ J

Respuesta:

a) Según la ecuación de Einstein, cualquier partícula de masa m posee una energía E , estando relacionadas ambas por la expresión $E = mc^2$, siendo c la velocidad de la luz. Una aplicación de esta ecuación la encontramos en la energía desprendida en las reacciones de fisión nuclear, en las que una pérdida de una pequeña cantidad de masa se traduce en el desprendimiento de una gran cantidad de energía

b) Al aniquilarse entre sí un electrón y un positrón, la pérdida de masa será:

$$\Delta m = 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} = 1,82 \cdot 10^{-30} \text{kg}$$

La energía desprendida, expresada en eV tendrá el valor:

$$E = \frac{\Delta mc^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{1,82 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,024 \cdot 10^6 \text{eV}$$

4. ¿A qué se refiere el concepto dualidad onda-corpúsculo? Explicarlo brevemente y comparar la longitud de onda de De Broglie de una partícula de 0.1 gramos que se mueve a 6400 m/s con la longitud de onda de un electrón que viaja a la misma velocidad. Constante de Planck $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg

Respuesta:

a) Según la hipótesis de De Broglie, toda partícula lleva asociada una característica ondulatoria, como es la longitud de onda. De la misma forma, una onda lleva asociada una característica asociada a la partícula, como es la cantidad de movimiento. De este forma, puede ponerse que:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Siendo λ la longitud de movimiento, h la constante de Planck y p la cantidad de movimiento. De este modo, podemos hablar de un doble comportamiento, tanto de la partícula como de la onda (Dualidad onda-corpúsculo).

b) La longitud de onda de De Broglie de una partícula de 0.1 gramos que se mueve a 6400 m/s es:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{10^{-4} \cdot 6400} = 1,04 \cdot 10^{-33} \text{m}$$

Mientras que la longitud de onda de De Broglie de un electrón que se mueve con la misma velocidad que la partícula es:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 6400} = 1,14 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

5. Las estrellas de tipo solar obtienen su energía durante la mayor parte de su vida fusionando núcleos de hidrógeno para formar helio (cuatro núcleos de hidrógeno originan un núcleo de helio). Explicar brevemente cual es la razón de que estas reacciones de fusión produzcan energía.

Respuesta:

La causa es la **pérdida de masa**, Δm , que se produce al fusionarse dos núcleos. Esta pérdida de masa (defecto de masa) **se transforma en energía** mediante la expresión: $E = \Delta mc^2$

6. Una superficie metálica se ilumina con luz de frecuencia $f_1 = 8 \cdot 10^{14}$ Hz y se observa que emite electrones. Después se ilumina la misma superficie con otra fuente de luz de frecuencia $f_2 = 5 \cdot 10^{14}$ Hz que es 20 veces más intensa que la primera, pero en este segundo caso no se registra la emisión de ningún electrón. Dar una explicación razonada para esta observación. ¿Cómo se llama el fenómeno físico que describe?

Respuesta:

La emisión fotoeléctrica **no depende de la intensidad de la radiación incidente, sino de su frecuencia**, por lo que para una frecuencia f_1 se produce emisión, mientras que para una frecuencia inferior, f_2 , no se produce. Esto se debe a que la frecuencia umbral para la superficie metálica es inferior a f_1 y superior a f_2 . La ecuación del efecto fotoeléctrico, que relaciona la frecuencia de la radiación incidente con la frecuencia umbral de la superficie metálica es:

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

7. Un isótopo radiactivo reduce su actividad a la mitad en un tiempo de 6 h. a) ¿Cuál es su constante de desintegración radiactiva? b) Si una muestra de este isótopo consta de N_0 núcleos, ¿cuánto tiempo tiene que transcurrir para que solo quede una décima parte? Expresar el resultado en horas.

Respuesta:

- a) La constante de desintegración radiactiva es:

$$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{6} = 0,116 \text{ h}^{-1}$$

- b) El tiempo transcurrido se calcula de la siguiente forma:

$$0,1 N_0 = N_0 e^{-0,116 \cdot t} \quad t = 19,85 \text{ h}$$