PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

12 de julio de 2017

1. Gravitación.

1. Un satélite de 900 kg describe una órbita circular de radio $3R_{Tierra}$. a) Calcula la aceleración del satélite en su órbita. b) Deduce y calcula la velocidad orbital para dicho satélite. c) Calcula la energía del satélite en su órbita . Datos: G=$6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m^{2}kg^{-2}; M_{Tierra}=$5.97 \cdot 10^{24}$ kg; R_{Tierra} = 6370 km.

   Respuesta:

   a) La aceleración del satélite en su órbita es:

   $$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{(3 \cdot 6,37 \cdot 10^6)^2} = 1,09\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

   b) Aplicando el Segundo Principio de la Dinámica, tendremos:

   $$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{3 \cdot 6,37 \cdot 10^6}} = 4564,8\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

   c) La energía del satélite es la siguiente:

   $$E = -\frac{GMm}{2r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \cdot 900}{2 \cdot 3 \cdot 6,37 \cdot 10^6} = 9,38 \cdot 10^9\,\mathrm{J}$$

2. Un pequeño satélite artificial de 1000 kg de masa, destinado a la detección de incendios, describe una órbita circular alrededor de la Tierra cada 90 minutos. Calcule: a) La altura sobre la superficie de la Tierra 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 400 km sobre la superficie de la Tierra. Datos: G = 6.67×10^{-11} N m^2 kg^{-2}; R_T = 6370 km; M_T = $5.98 \cdot 10^{24}$ kg.

   Respuesta:

   a) A partir de la expresión del periodo de la órbita:

   $$t = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

   Podemos deducir el radio de aquella.

   $$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}(90 \cdot 60)^2}{4\pi^2}} = 6,65 \cdot 10^6\,\mathrm{m}$$

   La altura respecto a la superficie terrestre será, pues:

   $$h = r - r_T = 6,65 \cdot 10^6 - 6,37 \cdot 10^6 = 280000\,\mathrm{m}$$

   b) La velocidad del satélite es:

   $$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{6,65 \cdot 10^6}} = 7738\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

   La aceleración es:

   $$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{(6,65 \cdot 10^6)^2} = 9\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

c) La energía en la órbita inicial es:

$$E_1 = -\frac{GMm}{2r} = -\frac{6,67\cdot 10^{-11}\cdot 5,97\cdot 10^{24}\cdot 1000}{2\cdot 6,65\cdot 10^{6}} = -3\cdot 10^{10}\,\mathrm{J}$$

La energía en la nueva órbita es:

$$E_2 = -\frac{GMm}{2r} = -\frac{6,67\cdot 10^{-11}\cdot 5,97\cdot 10^{24}\cdot 1000}{2\cdot 6,77\cdot 10^{6}} = -2,94\cdot 10^{10}\,\mathrm{J}$$

La energía necesaria será:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -2,94\cdot 10^{10} - (-3\cdot 10^{10}) = 6\cdot 10^{8}\,\mathrm{J}$$

3. Considere dos electrones separados una distancia arbitraria r y determine el cociente entre los módulos de la fuerza gravitatoria y de la fuerza electrostática que se ejercen mutuamente ambos electrones. Datos: G = 6.67×10^{-11} N m^2 kg^{-2}; K = 9×10^{9} N·m^2·C^{-2} q_e = -1.6×10^{-19} C, m_e= 9.11×10^{-31} kg

Respuesta:

Los respectivos módulos de las fuerzas gravitatoria y electrostática entre ambos electrones serán:

$$F_g = \frac{6,67\cdot 10^{-11}(9,11\cdot 10^{-31})^2}{r^2} \qquad F_e = \frac{9\cdot 10^{9}(1,6\cdot 10^{-19})^2}{r^2}$$

El cociente será:

$$\frac{F_m}{F_e} = \frac{6,67\cdot 10^{-11}(9,11\cdot 10^{-31})^2}{9\cdot 10^{9}(1,6\cdot 10^{-19})^2} = 2,4\cdot 10^{-43}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. Tenemos una onda armónica unidimensional que se transmite en el sentido positivo del eje X. Escribe su ecuación y explica, ayudándote de la ecuación, los conceptos de amplitud, longitud de onda y periodo.

Respuesta:

La ecuación de la onda que se propaga en sentido positivo del eje X tiene la forma:

$$y = A\,\mathrm{sen}\,(\omega t - kx + \varphi_0)$$

El signo - delante del término kx está relacionado con el sentido de propagación de la onda, en este caso, el sentido de propagación es el sentido positivo del eje X. A es la amplitud, la amplitud, es decir la máxima elongación de un punto. ω es la pulsación, relacionada con el periodo de la forma: $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$, siendo el periodo el tiempo que un punto tarda en repetir el mismo estado de vibración. La longitud de onda, λ, es la distancia que existe entre dos puntos que se encuentran en el mismo estado de vibración. En la ecuación de la onda , el valor k está relacionado con la longitud de onda por la expresión: $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$. Por último,$\varphi_0$es la fase inicial, relacionada con el valor de la elongación para los valores nulos de x y t.

2. Una onda armónica senoidal transversal se propaga en sentido positivo del eje X con una frecuencia de 10 Hz, una velocidad de propagación de 20 m/s, una amplitud de 5 cm y fase inicial nula. Determine: a) La ecuación de la onda. b) La velocidad de vibración de un punto situado en x = 10 cm en el instante t = 0,15 s. c) La distancia entre dos puntos cuya diferencia de fase, en un determinado instante, es π / 3 rad.

Respuesta:

a) La ecuación de la onda es la siguiente:

$$y = 0,05\,\mathrm{sen}\,(20\pi t - \pi x)$$

b) La velocidad de vibración es:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,05 \cdot 20\pi \, \cos\left(3\pi - 0,1\pi\right) = -2,99\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

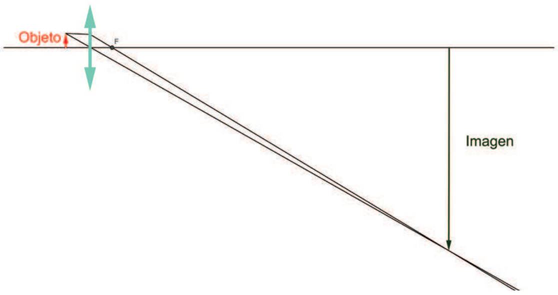
c) La longitud de onda es: $\lambda = \mathrm{v}/\nu = 20/10 = 2$ m. Teniendo en cuenta que, a una longitud de onda le corresponde una diferencia de fase de 2π radianes, podremos escribir:

$$\frac{2\,m}{2\pi\,rad} = \frac{\Delta x}{\pi/3} \qquad \Delta x = 1/3\,\mathrm{m}$$

3. Óptica.

1. Una lente convergente de un proyector de diapositivas que tiene una distancia focal de +16 cm, proyecta la imagen nítida de una diapositiva de 3 cm de alto, sobre una pantalla que se encuentra a 4 m de la lente. a) Dibuja un diagrama de rayos de forma aproximada de la situación planteada. b) ¿A qué distancia de la lente está colocada la diapositiva (objeto)? c) ¿Cuál es el aumento de la imagen formada por el proyector en la pantalla?

Respuesta: a) El diagrama aproximado sería:



b) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{s} - \frac{1}{4} = \frac{1}{-0,16} \rightarrow s = -0,17\,\mathrm{m}$$

c) El aumento lateral es el siguiente:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{4}{-0,17} = -23,52$$

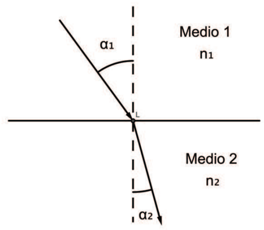
2. Representa gráficamente la refracción de las ondas electromagnéticas. En qué condiciones se produce la reflexión total de la luz.

Respuesta:

La Ley de Snell relaciona los ángulos de incidencia y de refracción de la forma:

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

Siendo α_1 el ángulo de incidencia y α_2 el ángulo de refracción. La reflexión total de la luz se producirá a partir de un ángulo de incidencia para el cual, el ángulo de refracción sea de 90º. Ésto solo se producirá cuando la onda pase de un medio de mayor a otro de menor índice índice de refracción. La representación puede ser del tipo:



3. En el banco óptico del laboratorio se dispone de una lente convergente cuya distancia focal vale +20 cm. a) Determine la posición de un objeto de 5 cm de altura que se coloca a 30 cm por delante de la lente. b) Calcule la potencia de la lente, el aumento lateral e indique las características de la imagen (real o virtual; invertida o derecha) c) Dibuje el diagrama de rayos si el objeto se sitúa en la focal de la lente.

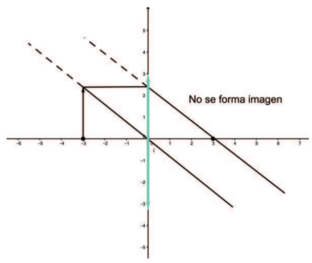
   Respuesta:

   a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s}-\frac{1}{s'}=-\frac{1}{f'} \qquad \frac{1}{-0,30}-\frac{1}{s'}=-\frac{1}{0,2} \qquad s'=0,6\,\mathrm{m}$$

   b) La potencia de la lente es: P = 1/f' =5 dioptrías. El aumento lateral será: $y'/y = s'/s = \dfrac{0,6}{-0,3} = -2$. la imagen será real, mayor e invertida.

   c) El diagrama de rayos es el siguiente:



4. Electromagnetismo.

1. Qué relación debe existir entre el campo magnético y eléctrico al actuar sobre una partícula cargada para que ésta se mueva con movimiento rectilíneo uniforme.

   Respuesta:

   Para que la partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo y uniforma, es preciso que la fuerza sobre ella, debida a los dos campos, sea nula, es decir:

$$\overrightarrow{F}=q(\overrightarrow{E}+\overrightarrow{v}\times\overrightarrow{B})=0$$

   Por tanto, los campos eléctrico y magnético deben ser perpendiculares entre sí, y el vector $\overrightarrow{E}$ debe tener la misma dirección y sentido contrario que el vector $\overrightarrow{v}\times\overrightarrow{B}$

2. Una carga puntual de 10^{-6} C está situada en el punto A(0,2) de un sistema cartesiano. Otra carga puntual de 10^{-6} C está situada en B (0,-2). Las coordenadas están expresadas en metros. Calcula: a) El valor del potencial electrostático en un punto C (2,0). b) El vector intensidad de campo eléctrico en

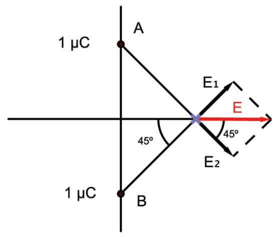
un punto C (2,0). c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga puntual de 1 C desde el punto anterior (2,0) al punto D (1,1). Datos: K=$9{\cdot}10^9$N m^2C^{-2}.

Respuesta:

a) El potencial electrostático en (2,0) será:

$$V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} = 6363\,\mathrm{V}$$

b) El campo eléctrico en el punto C está representado en la siguiente imagen: Los módulos de $\overrightarrow{E_1}$ y $\overrightarrow{E_2}$



tienen el mismo valor:

$$\left|\overrightarrow{E_1}\right| = \left|\overrightarrow{E_2}\right| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\left(\sqrt{2^2+2^2}\right)^2} = 1125\,\mathrm{N \cdot C^{-1}}$$

Dado que el módulo de cada uno de los campos es el mismo y que el ángulo formado por dichos vectores con el eje X es de 45º, las componentes verticales se anulan entre sí, quedando:

$$\overrightarrow{E} = 2\left|\overrightarrow{E_1}\right| \cos 45^{\circ}\,\overrightarrow{i} = 1591\,\overrightarrow{i}\,\mathrm{N \cdot C^{-1}}$$

c) El trabajo necesario será: $W = q(V_1 - V_2)$, siendo:

$$V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{8}} = 6363\,\mathrm{V} \qquad V_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{2}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{10}} = 9210\,\mathrm{V}$$

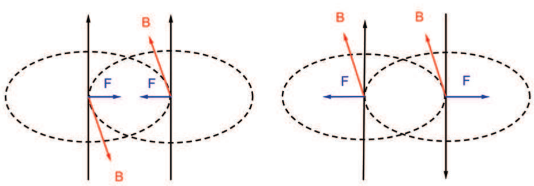
Por tanto:

$$W = 1\,(6363 - 9210) = -2847\,\mathrm{J}$$

3. Describe qué le pasará a dos conductores rectilíneos y paralelos por los que circula corriente continua en el mismo sentido y en sentido contrario.

Respuesta:

En la siguiente representación gráfica podemos comprobar que, en aplicación de la regla de la mano izquierda, la fuerza entre conductores por los que circulan corriente paralelas es de atracción, mientras que si las corrientes con antiparalelas, la fuerza es de repulsión.



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

Respuesta:

La fuerza por unidad de longitud es:

$$\frac{F}{l} = 5\cdot10^{-6} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{4\pi\cdot10^{-7}\cdot 4}{2\pi d} \qquad d = 0,16\,\mathrm{m}$$

5. Calcule la fuerza con la que se atraen un protón y un electrón separados entre sí una distancia de $1.5\cdot10^{-10}$ m ¿Cuál es la energía potencial electrostática de este sistema de cargas? Datos: $K = 9\cdot10^9$ $N\cdot m^2\cdot C^{-2}$; $q_e = -1.602\cdot10^{-19}$ C; $q_p = 1.602\cdot10^{-19}$ C.

Respuesta:

la fuerza de atracción es:

$$F = \frac{9\cdot10^9(1,602\cdot10^{-19})^2}{(1,5\cdot10^{-10})^2} = 1,03\cdot10^{-8}\,\mathrm{N}$$

La energía potencial electrostática es:

$$U = \frac{Kqq'}{r} = -\frac{9\cdot10^9(1,602\cdot10^{-19})^2}{1,5\cdot10^{-10}} = 1,54\cdot10^{-18}\,\mathrm{J}$$

6. Un electrón se mueve en un campo magnético uniforme $\vec{B} = -0,8\,\vec{j}$ T. Si en un instante dado su velocidad es $\vec{v} = 4\times10^4\,\vec{i}$ (m/s) , determine para el electrón: a) El vector aceleración. b) La energía cinética. c) El radio de la trayectoria que describe al moverse en el campo. Dibuje la trayectoria que describe el electrón, así como su velocidad y aceleración en un punto de la misma. Datos: $q_e = -1.6\times10^{-19}$ C ; $m_e = 9.11\times10^{-31}$ kg.

Respuesta:

a) La fuerza sobre el electrón es:

$$\vec{F} = q(\vec{v}\times\vec{B}) = -1,6\cdot10^{-19}\left[(4\cdot10^4\,\vec{i})\times(-0,8\,\vec{j})\right] = -1,6\cdot10^{-19}(-3,2\,\vec{k}) = 5,12\cdot10^{-19}\vec{k}\,\mathrm{N}$$

la aceleración será:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{5,12\cdot10^{-19}\vec{k}}{9,11\cdot10^{-31}} = 5,62\cdot10^{11}\,\vec{k}\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

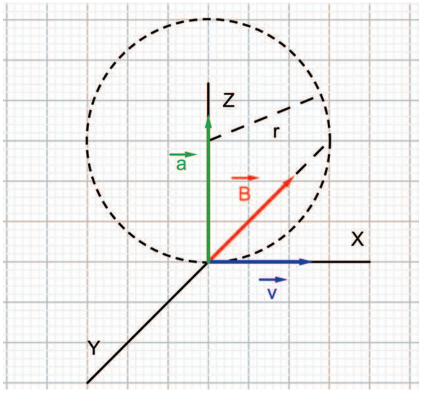
b) La energía cinética será:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}9,11\cdot10^{-31}(4\cdot10^4)^2 = 7,29\cdot10^{-22}\,\mathrm{J}$$

c) El radio de la trayectoria tendrá el valor:

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{9,11\cdot10^{-31}\cdot4\cdot10^4}{1,6\cdot10^{-19}\cdot0,8} = 2,85\cdot10^{-7}\,\mathrm{m}$$

la trayectoria seguida por el electrón puede ser representada de la forma siguiente:



5. Física moderna.

1. Una varilla, cuya longitud en reposo es de 5 m y que tiene 1 kg de masa, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0.3·c. ¿Cuál será la longitud de la varilla y la masa medida por un observador situado en reposo sobre el eje X? Dato: c = 3x10^8 m/s

   Respuesta:

   El valor de γ es:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} = 1,048$$

   La longitud medida por el observador para el que el objeto se encuentra en reposo (longitud propia) es:

$$L_0 = \gamma L \rightarrow 5 = 1,048 \cdot L \qquad \text{y} \qquad L = \frac{5}{1,048} = 4,77\,\text{m}$$

   Mientras que la masa será:

$$m = \gamma m_0 = 1,048 \cdot 1 = 1,048\,\text{kg}$$

2. Tenemos un metal cuyo trabajo de extracción para electrones es de 3.5 eV. Se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de 2·10^6 m/s. Calcula: a) La energía de los fotones incidentes y la frecuencia de los mismos. b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a .2·10^6 m/s c) La longitud de onda de la luz con que hay que iluminar el metal para que la energía cinética máxima de los electrones emitidos sea 9.0·10^{-19} J. Datos: h = 6.63·10^{-34} J·s ; c = 3x10^8 m/s ; me =9.11·10^{-31} kg; 1eV=1.6·10^{-19} J.

   Respuesta:

   a) El trabajo de extracción, expresado el J será: $W_{ext} = 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 5,6 \cdot 1o^{-19}$.Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico y sustituyendo valores, tendremos:

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2 \qquad h\nu = 5,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2}9,1 \cdot 10^{-31}(2 \cdot 10^6)^2 = 2,38 \cdot 10^{-18}\,\text{J}$$

   La frecuencia de los fotones es:

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2,38 \cdot 10^{-18}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3,59 \cdot 10^{15}\text{s}^{-1}$$

   b) La longitud de onda de De Broglie es:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^6} = 3,64 \cdot 10^{-10}\text{m}$$

c) Aplicando de nuevo la ecuación del efecto fotoeléctrico, tendremos:

$$\frac{hc}{\lambda} = 5,6 \cdot 10^{-19} + 9,0 \cdot 10^{-19} = 1,46 \cdot 10^{-18} \quad \text{de donde :} \qquad \lambda = 1,36 \cdot 10^{-7}\text{m}$$

3. Un protón y un electrón poseen la misma velocidad. ¿Serán iguales sus longitudes de onda de De Broglie? Razone la respuesta.

Respuesta:

No, puesto que la longitud de onda de De Broglie tiene la expresión:

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

Al ser diferentes las masas de electrón y protón, las respectivas longitudes de onda de De Broglie será también diferentes.

4. Para romper el enlace químico de las moléculas de la piel humana y causar quemaduras solares, se requiere un fotón con una energía de aproximadamente 3.5 eV. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación solar asociada con fotones de esa energía? ¿Cuál sería la longitud de onda de De Broglie de electrones con una energía cinética de 3.5 eV? Datos: h = 6.63×10^{-34} J·s; c = 3×10^{8} m/s; 1 eV = 1.6×10^{-19} J; m_e= $9.11\cdot10^{-31}$ kg

Respuesta:

La energía de estos fotones es: E $= 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ J $= 5,6 \cdot 10^{-19}$ J. A partir de la relación entre energía y longitud de onda:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{5,6 \cdot 10^{-19}} = 3,55 \cdot 10^{-7}\text{m}$$

La velocidad de los electrones se calcularía a partir de la energía cinética:

$$5,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9,11 \cdot 10^{-31} v^2 \qquad v = 1,11 \cdot 10^{6}\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

la longitud de onda de De Broglie será:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,11 \cdot 10^{6}} = 6,56 \cdot 10^{-10}\,\text{m}$$