PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

13 de julio de 2017

1. Gravitación.

1. La Luna es aproximadamente esférica, con radio $R_L = 1,74 \cdot 10^6$ m y masa $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg. Desde su superficie se lanza verticalmente un objeto que alcanza una altura máxima $h = R_L$.Determinar: a) la velocidad inicial con que se ha lanzado el objeto. b) la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna y en el punto más alto alcanzado por el objeto. c) periodo del objeto si describiera una órbita circular a dicha altura. Datos: G $= 6,67 \cdot 10^{-11}$N $\cdot$ m^2 $\cdot$ kg^{-2}

Respuesta:

a) Aplicando el Principio de Conservación de la Energía:

$$-\frac{GMm}{r_L} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{2r}$$

Despejando, se obtiene:

$$v = \sqrt{2GM\left(\frac{1}{r_L} - \frac{1}{2r_L}\right)} = \sqrt{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}\left(\frac{1}{1,74 \cdot 10^6} - \frac{1}{3,48 \cdot 10^6}\right)} = 1678,5\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

b) Los valores de la aceleración de la gravedad son los siguientes:

$$a)\text{En la superficie de la Luna}: \; g = \frac{GM_L}{r_L^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} = 1,62\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

$$a)\text{En el punto más alto}: \; g = \frac{GM_L}{(2r_L^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{4(1,74 \cdot 10^6)^2} = 0,405\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

c) El periodo puede ser calculado aplicando la Tercera Ley de Kepler:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(2 \cdot 1,74 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}} = 18422\,\mathrm{s}$$

2. Un satélite artificial describe una órbita en el plano ecuatorial de la Tiera con una velocidad de 3073 m/s. a) ¿A qué altura sobre la superficie de la Tierra está orbitando? b) Determinar el perido de rotación en horas. c) Determinar el valor de la aceleración de la gravedad para un satélite que realiza una órbita geoestacionaria. Datos: G $= 6,67 \cdot 10^{-11}$N $\cdot$ m^2 $\cdot$ kg^{-2}; R$_T = 6,37 \cdot 10^6$m; M$_T$ =5,98$\cdot 10^{24}$ kg.

Respuesta:

a) A partir de la expresión de la velocidad del satélite en una órbita:

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

Podemos despejar el radio de la misma:

$$r = \frac{GM}{v^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{3073^2} = 4,22\,10^7\mathrm{m}$$

Siendo la altura respectoa a la supericie terrestre: h = r - r$_T$ $= 4,22 \cdot 10^7 - 6,37 \cdot 10^6 = 3,59 \cdot 10^7$m

b) El periodo de rotación es:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(4,22\,10^7)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}} = 86245\,s \quad \text{equivalentes a}: \quad \frac{86245}{3600} \simeq 24\,\mathrm{h}$$

c) Puesto que la órbita de este satélite es, aproximadamente, geoestacionaria, utilizaremos el dato del radio de dicha órbita para calcular el valor de g:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{(4,22\,10^7)^2} = 0,22\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. La expresión matemática que representa una onda armónica que se propaga a lo largo de una cuerda tensa es: $y = 0,01\,\mathrm{sen}\,(10\pi t + 2\pi x + \pi)$, donde x e y está dadas en metros, y t en segundos. Determinar: a) frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de la onda. b) diferencia de fase de oscilación entre dos puntos de la cuerda separados 0,2 m. c) velocidad y aceleración de oscilación máximas de un punto de la cuerda. .

   Respuesta:

   a) De la ecuación expresada en el enunciado puede deducirse:

$$\omega = 10\pi = 2\pi\nu \rightarrow \nu = 5\,\mathrm{s}^{-1} \qquad k = 2\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = 1\,\mathrm{m}$$

$$k = \frac{\omega}{v} \rightarrow v = \frac{10\pi}{2\pi} = 5\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

   b) teniendo en cuenta que a una longitud de onda le corresponde una diferencia de fase de 2π radianes, tendremos que:

$$\frac{1\,\mathrm{m}}{2\pi\,\mathrm{rad}} = \frac{0,2\,\mathrm{m}}{\Delta\varphi\,\mathrm{rad}} \longrightarrow \Delta\varphi = 0,4\pi\,\mathrm{rad}$$

   c) Las respectivas expresiones de velocidad y aceleración son las siguientes:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,01\cdot 10\pi\cos(10\pi t + 20\pi x + \pi) \longrightarrow v_{máx} = 0,1\pi\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

\,

$$a = \frac{dv}{dt} = -0,01(10\pi)^2\mathrm{sen}\,(10\pi\mathrm{t} + 20\pi\mathrm{x} + \pi) \longrightarrow a_{máx} = \pi^2\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$$

2. Una onda armónica transversal de amplitud 4 cm y longitud de onda 2 cm, se propaga a través de un medio elástico a 25 cm/s en el sentido negativo del eje X. La elongación en el punto x = 0 para t = 0 es 4 cm. a) Calcula el periodo y escribe la ecuación de la onda. b) ¿Cuál es la máxima velocidad de vibración que alcanza un punto cualquiera del medio elástico en que se propaga la onda? c) Calcula el desfase entre dos puntos separados 0,5 cm.

   Respuesta:

   a) De los datos del enunciado: A = 0,04 m; λ = 0,02 m y v = 0,25 m/s se deduce lo siguiente:

$$\lambda = v\cdot T \quad T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08\,\mathrm{s}$$

   Por otra parte:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,08} = 25\pi\,s^{-1} \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,02} = 100\pi\,m^{-1}$$

   Al ser la ecuación de la onda del tipo: y = A sen (ωt + kx +φ_0) y ser y = 0,04 para x = 0 y t = 0, tendremos que:

$$0,04 = 0,04\,sen\,\varphi_o \qquad \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

   La ecuación de la onda quedará finalmente, así:

$$y = 0,04\,\mathrm{sen}\left(25\pi t + 100\pi x + \frac{\pi}{2}\right)$$

   b) La velocidad de vibración es:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,04\cdot 25\pi\cos\left(25\pi t + 100\pi x + \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{Siendo :} \quad v_{máx} = \pi\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

c) Sabiendo que a una longitud de onda le corresponde un desfase de 2π radianes, podremos poner:

$$\frac{2\pi\, rad}{0,02\, m} = \frac{\Delta\varphi\, rad}{0,005\, m} \quad \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}\,\text{rad}$$

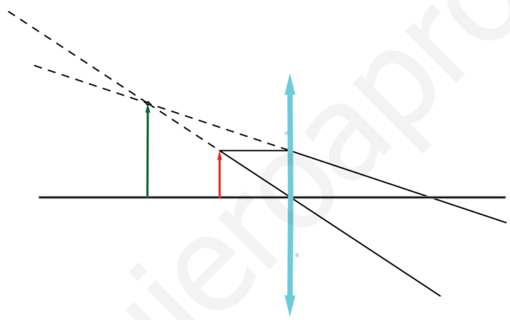
3. Óptica.

1. En un laboratorio se estudian las características de una lente perteneciente a una cámara de un teléfono móvil. Se sabe que la lente tiene una distancia focal cuyo valor absoluto es $|f|= 6$ cm. Si se sitúa un objeto a 30 mm de la lente, se obtiene una imagen derecha y de doble tamaño que el objeto. a) Determina si se trata de una lente convergente o divergente. b) Determina la posición de la imagen y realiza un trazado de rayos donde se señale claramente la posición y el tamaño, tanto del objeto como de la imagen. c) ¿Es la imagen real o virtual?

Respuesta:

a) se trata de una lente convergente, pues una lente divergente nunca produce imágenes de mayor tamaño que el objeto.

b) El diagrama de rayos es el siguiente: Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:



$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'} \qquad \frac{1}{-0,03} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{0,06} \longrightarrow s' = -0,06\,\text{m}$$

c) La imagen es virtual, pues se obtiene por la intersección de las prolongaciones de los rayos.

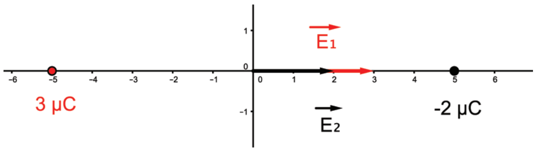
4. Electromagnetismo.

1. Dos partículas puntuales de cargas $q_1 = 3\,\mu C$ y $q_2 = -2\,\mu C$ está fijas en los puntos de coordenadas (-5,0) y (5,0), respectivamente (unidades del S.I.). a) Calcular el campo electrostático (módulo, dirección y sentido) en el origen de coordenadas. b) Determinar el trabajo necesario para trasladar una carga $q_3 = 2\,\mu C$ desde el origen de coordenadas hasta el punto (10,0). c) Si la carga q_3 se encuentra en reposo en el origen de coordenadas, ¿con qué velocidad llegará al punto (10,0)? Datos: K = $9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$; masa de la carga $q_3 = 2\,\mu g$

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta la siguiente representación gráfica:
Veremos que los dos vectores campo tienen la misma dirección y sentido, por lo que podremos poner:

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{5^2}\,\vec{i} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{5^2}\,\vec{i} = 1,8 \cdot 10^3\,\vec{i}\ \text{N/C}$$



b) El trabajo necesario será: $W = q\,(V_0 - V_{10})$, siendo:

$$V_0 = \frac{9\cdot 10^9\cdot 3\cdot 10^{-6}}{5} + \frac{9\cdot 10^9\cdot(-2\cdot 10^{-6})}{5} = 5400 - 3600 = 1800\,\mathrm{V}$$

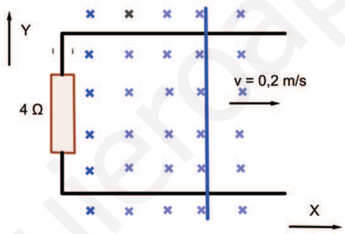
$$V_{10} = \frac{9\cdot 10^9\cdot 3\cdot 10^{-6}}{15} + \frac{9\cdot 10^9\cdot(-2\cdot 10^{-6})}{5} = 1800 - 3600 = -1800\,\mathrm{V}$$

Así pues, el trabajo realizado será: $W = q\,(V_0 - V_{10}) = 2\cdot 10^{-6}(1800+1800) = 0,0072$ **J**

c) El trabajo será igual al incremento en la energía cinética, con lo cual:

$$0,0072 = \frac{1}{2}2\cdot 10^{-9}v^2 \quad \text{y} \quad v = 2683,3\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

2. Una varilla conductora desliza sin rozamiento con una velocidad de 0,2 m/s sobre unos railes, también conductores, separados por 2 cm, tal y como se indica en la figura. El sistema se encuentra en el interior



de un campo magnético uniforma de 5 mT. Determinar: a) El flujo magnético en función del tiempo a través del circuito formado por la varilla y los railes. b) El valor de la fuerza electromotriz inducida en la varilla. c) La intensidad y el sentido de la corriente inducida.

Respuesta:

a) El flujo magnético tendrá el valor:

$$\varphi = B\cdot\Delta S = 5\cdot 10^{-3}0,02\cdot 0,2\cdot t = 2\cdot 10^{-5}t\,\mathrm{wb}$$

b) La fuerza electromotriz inducida será:

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = -2\cdot 10^{5}\,\mathrm{V}$$

c) La intensidad será:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2\cdot 10^{-5}}{4} = 5\cdot 10^{-6}\mathrm{A}$$

El sentido de la corriente será aquel que de lugar a un campo magnético opuesto al que produce la corriente inducida, por lo que dicho sentido será el contrario al de las agujas del reloj.

5. Física moderna.

1. Se emite un electrón cuando luz ultravioleta de longitud de onda 170 nm incide sobre una superficie metálica de zinc (el trabajo de extración del zinc es de 4,31 eV). a) Hallar la velocidad del electrón emitido. b) Si la longitud de onda de la luz incidente es cuatro veces menor, ¿cómo aumentará la velocidad del fotoelectrón emitido? c) ¿Que sucederá si la longitud de onda de la luz incidente es el doble?

Respuesta:

a) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico:

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

Susutituyendo valores:

$$\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,7 \cdot 10^{-7}} = 4,31 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} 9,1 \cdot 10^{-31} v_1^2 \qquad v_1 = 1,03 \cdot 10^6 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

b) La nueva velocidad se calculará a partir de:

$$\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,7 \cdot 10^{-7}/4} = 4,31 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} 9,1 \cdot 10^{-31} v_2^2 \qquad v_2 = 2,96 \cdot 10^6 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

Por lo que:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2,96}{1,03} = 2,87 \qquad v_2 = 2,87\, v_1$$

c) Si la longitud de onda se hace doble, la energía incidente será:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,4 \cdot 10^{-7}} = 5,85 \cdot 10^{-19} J \qquad \text{que equivalen a}: \quad \frac{5,85 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,65\, eV$$

Al ser menor la frecuencia de la radiación incidente que el trabajo de extracción, no se producirá emisión fotoeléctrica.