

PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

3 de octubre de 2017

1. Gravitación.

1. a) ¿ A qué altitud sobre la superficie terrestre, la intensidad del campo gravitatorio será del 20 % del valor en dicha superficie? b) Qué periodo tendría un satélite que orbitara la Tierra a la altura calculada en el apartado anterior? Dato: $r_T=6370$ km

Respuesta:

a) Las aceleraciones de la gravedad en la superficie de la Tierra y a una altura h respecto a ésta serán, respectivamente:

$$g = \frac{GM}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \quad 0,2g = \frac{GM}{(6,37 \cdot 10^6 + h)^2}$$

Dividiendo miembro a miembro:

$$\frac{g}{0,2g} = \frac{(6,37 \cdot 10^6 + h)^2}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \quad \sqrt{\frac{1}{0,2}} = \frac{6,37 \cdot 10^6 + h}{6,37 \cdot 10^6} \quad h = 7,87 \cdot 10^6 \text{ m}$$

b) Aplicando la Tercera Ley de Kepler, y suponiendo conocida la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre ($9,8 \text{ m/s}^2$):

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 (6,37 \cdot 10^6 + 7,87 \cdot 10^6)^3}{9,8 (6,37 \cdot 10^6)^2}} = 16931 \text{ s}$$

2. a) Considerando exclusivamente el campo gravitatorio terrestre, ¿cuál es la velocidad de escape desde la superficie de la Tierra? b) Un cuerpo ha alcanzado la velocidad anterior mientras se encuentra a una distancia del Sol igual al radio de la órbita de la Tierra. ¿Posee este cuerpo la energía suficiente para escapar del campo gravitatorio solar? Razone la respuesta. Datos: masa de la Tierra $M_T = 1,90 \cdot 10^{30}$ kg; radio medio de la órbita de la Tierra alrededor del Sol $R_{ST} = 1,50 \cdot 10^8$ km.

Respuesta:

a) La velocidad de escape de la Tierra tiene la siguiente expresión:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r_T}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6}} = 11181 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) La velocidad de escape para el Sol será:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r_{ST}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{1,50 \cdot 10^{11}}} = 42068 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Al ser esta velocidad mayor que la que posee el cuerpo, éste **no podrá abandonar el campo gravitatorio solar**.

3. Una sonda espacial de masa $m = 1200$ kg se ha situado en una órbita circular de radio $r = 6000$ km alrededor de un planeta. Si la energía cinética de la sonda es $E_c = 5,4 \cdot 10^9$ J, calcule: a) El periodo orbital de la sonda. b) La masa del planeta.

Respuesta:

a) La velocidad de la sonda se deduce de la energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \cdot 10^9}{1200}} = 3000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

El periodo se puede calcular a partir de la expresión:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6 \cdot 10^6}{3000} = 12566 \text{ s}$$

b) Teniendo en cuenta que la energía cinética es:

$$E_c = \frac{GMm}{2r} \quad M = \frac{2E_c \cdot r}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1200} = 8,09 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. Una partícula de 2 kg de masa efectúa un movimiento armónico simple de amplitud 1 cm. La elongación y la velocidad de la partícula en el instante inicial valen 0,5 cm y 1 cm/s, respectivamente. a) Determine la fase inicial y la frecuencia de este movimiento. b) Calcule la energía total del movimiento, así como las energías cinética y potencial en el instante $t = 1,4$ s.

Respuesta:

a) La ecuación del movimiento armónico es del tipo:

$$x = A \operatorname{sen}(\omega t + \varphi_0)$$

Mientras que la velocidad será:

$$v = \frac{dy}{dt} = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Sustituyendo los valores dados en el enunciado, tendremos:

$$0,005 = 0,01 \operatorname{sen} \varphi_0 \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

$$0,01 = 0,01 \cdot \omega \cos \frac{\pi}{6} \quad \omega = 1,15 \text{ s}^{-1} \quad \nu = 0,184 \text{ s}^{-1}$$

b) La energía total será:

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1,15^2 \cdot 0,01^2 = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

En el instante $t = 1,4$ s, la elongación será:

$$x = 0,01 \operatorname{sen} \left(1,15 \cdot 1,4 + \frac{\pi}{6} \right) = 8,46 \cdot 10^{-3}$$

La energía potencial tendrá el valor:

$$U = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1,15^2 (8,46 \cdot 10^{-3})^2 = 9,46 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Mientras que la energía cinética será:

$$E_c = E - U = 1,32 \cdot 10^{-4} - 9,46 \cdot 10^{-5} = 3,74 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

2. Una explosión libera 10^7 J de energía en un segundo. El 50% de esta energía se convierte en ondas sonoras. a) Si el sonido se propaga en forma de frentes de onda esféricos, ¿cuál es la intensidad de la onda a 110 m de la explosión? b) ¿Cuál es el nivel de intensidad a esta distancia? Dato: intensidad umbral de audición $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Respuesta:

a) La potencia de la onda sonora será:

$$P = \frac{0,5 \cdot 10^7}{1} = 5 \cdot 10^6 \text{ W}$$

La intensidad sonora será:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{5 \cdot 10^6}{4\pi \cdot 110^2} = 32,88 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

b) El nivel de intensidad valdrá:

$$\beta = 10 \log \frac{32,88}{10^{-12}} = 135,17 \text{ dB}$$

3. Óptica.

1. Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie plana que separa dos medios, parte de la luz se refleja y parte se refracta. Si el ángulo de reflexión es de 28° , el de refracción de 35° y el índice de refracción del primer medio vale $n_1 = 1,30$, determine: a) El índice de refracción del segundo medio. b) El ángulo de incidencia para el cual se produce reflexión total.

Respuesta:

a) El ángulo de reflexión y el de incidencia son el mismo (2ª ley de la reflexión). Aplicando la ley de Snell, tendremos:

$$\frac{\sin 28^\circ}{\sin 35^\circ} = \frac{n_2}{1,30} \quad n_2 = 1,06$$

b) Para que se produzca reflexión total, el ángulo de refracción debe ser de 90° , por lo que, aplicando nuevamente la ley de Snell, tendremos:

$$\frac{\sin \alpha_i}{\sin 90^\circ} = \frac{1,06}{1,30} \quad \alpha_i = 54,9^\circ$$

2. Una lente convergente forma una imagen de tamaño doble de un objeto real. Si dicha imagen se encuentra a 60 cm de la lente, calcule: a) La distancia del objeto a la lente. b) La distancia focal de la lente.

Respuesta:

a) De los datos del enunciado podemos deducir:

$$y' = -2y \quad s = -60 \text{ cm}$$

Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad -2 = -\frac{-0,6}{s} \quad s = -0,3 \text{ m}$$

b) Teniendo en cuenta la relación:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = (1 - n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Al hacer $s = \infty$, tendremos:

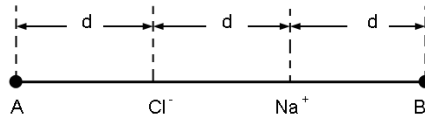
$$-\frac{1}{s'} = (1 - n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = -\frac{1}{f'} \quad \text{con lo cual : } \frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f'}$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$\frac{1}{-0,3} - \frac{1}{0,6} = -\frac{1}{f'} \quad f' = 0,2 \text{ m}$$

4. Electromagnetismo.

1. En un modelo simple del cloruro sódico, podemos considerar los iones Cl^- y Na^+ como cargas puntuales de valores respectivos $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ y $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Estas cargas están separadas por una distancia $d = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Calcule: a) La diferencia de potencial entre los puntos A y B, situados tal y como indica la figura. b) La energía necesaria para disociar el cloruro sódico, de acuerdo con este modelo.



Respuesta:

- a) Los potenciales en A y B vienen dados, respectivamente por:

$$V_A = \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} = \frac{9 \cdot 10^9 (-1,6 \cdot 10^{-19})}{1,2 \cdot 10^{-10}} + \frac{9 \cdot 10^9 (1,6 \cdot 10^{-19})}{2,4 \cdot 10^{-10}} = -12 + 6 = -6 \text{ V}$$

$$V_B = \frac{Kq_1}{r'_1} + \frac{Kq_2}{r'_2} = \frac{9 \cdot 10^9 (1,6 \cdot 10^{-19})}{1,2 \cdot 10^{-10}} + \frac{9 \cdot 10^9 (-1,6 \cdot 10^{-19})}{2,4 \cdot 10^{-10}} = 12 - 6 = 6 \text{ V}$$

Siendo la diferencia de potencial: $V_A - V_B = -6 - 6 = -12 \text{ V}$

- b) Para disociar el cloruro de sodio, debemos desplazar uno de los iones, por ejemplo el ion Cl^- hasta una distancia infinita del otro. Puesto que el trabajo debe ser realizado en contra del campo eléctrico, tendremos:

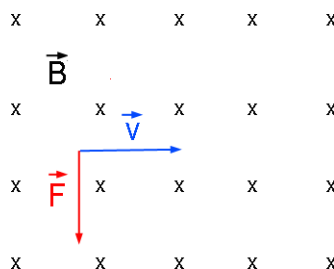
$$W = q(V_\infty - V_0) = 1,6 \cdot 10^{-19} \left[0 - \left(-\frac{9 \cdot 10^9 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,2 \cdot 10^{-10}} \right) \right] = 1,92 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

2. En una región del espacio existe un campo magnético uniforme, B . Con la ayuda de un diagrama en el que aparezca representado el campo B , indique la fuerza (en módulo, dirección y sentido) que actúa sobre una carga Q en los siguientes casos: a) La carga es positiva y se desplaza en la dirección del campo, pero en sentido contrario. b) La carga es negativa y se desplaza en dirección perpendicular a B .

Respuesta:

- a) Representamos el campo magnético de forma perpendicular al plano del papel, y penetrando en éste. La fuerza debida al campo magnético (Fuerza de Lorentz) será: $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$. Una carga positiva que salga del papel dirigiéndose hacia nosotros experimentará una fuerza nula, pues el ángulo formado entre v y B es de 180° , y el módulo de la fuerza será: $|\vec{F}| = q |\vec{v}| |\vec{B}| \text{sen } 180^\circ = 0$

- b) Suponiendo un desplazamiento como el indicado en la imagen:



La fuerza sobre la carga negativa se encontrará sobre el plano del papel, y dirigida hacia abajo. En caso de que la carga se desplace en sentido contrario al indicado, la fuerza tendría la misma dirección, pero sentido contrario.

3. Una carga Q positiva se mueve en una región donde hay un campo eléctrico uniforme E . a) ¿Cómo varía la energía potencial de Q si se desplaza en la misma dirección y sentido que el campo eléctrico? b) ¿Cómo varía la energía potencial de Q si se desplaza en una dirección perpendicular al campo E ?

Respuesta:

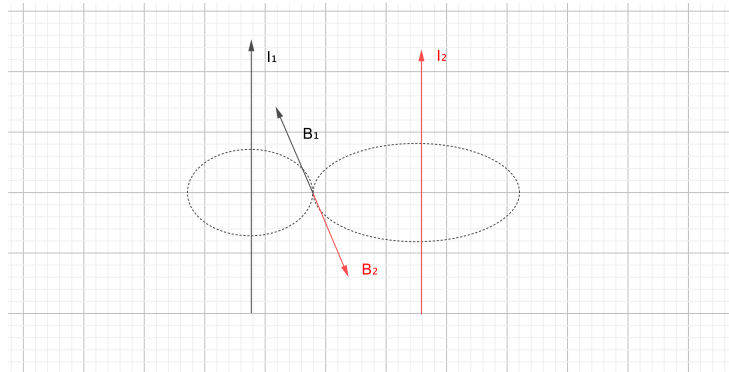
a) Puesto que el campo eléctrico se dirige desde la zona de mayor a la de menor potencial, el producto qV , igual a la energía potencial de la carga, **irá disminuyendo** según ésta se vaya desplazando

b) Al desplazarse de forma perpendicular al campo, la carga lo hace a lo largo de una superficie equipotencial, por lo que su energía potencial **no varía**.

4. Un cable conductor muy largo, situado a lo largo del eje OZ , transporta una corriente de $20,0\text{ A}$ en el sentido positivo de dicho eje. Un segundo cable, también muy largo y paralelo al eje OZ pasa por $x = 10,0\text{ cm}$. a) Determine la intensidad de corriente del segundo cable sabiendo que el campo magnético es nulo en el punto $x = 4,0\text{ cm}$. b) ¿Qué fuerza por unidad de longitud actúa sobre cada cable? Dibuje un esquema para representar la dirección y sentido de las fuerzas. Dato: permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$

Respuesta:

a) Para que el campo magnético sea nulo en un punto situado entre ambos conductores, las intensidades de corriente deben tener el mismo sentido, como se deduce de la aplicación de la regla de la mano derecha para cada uno de los conductores:



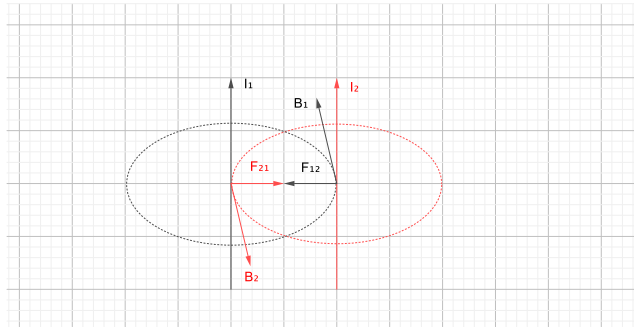
Igualando los módulos de ambos campos magnéticos, tendremos:

$$\frac{\mu_0 20}{2\pi \cdot 0,04} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot 0,06} \quad I_2 = 30\text{ A}$$

b) La fuerza por unidad de longitud será:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20 \cdot 30}{2\pi \cdot 0,1} = 1,2 \cdot 10^{-3}\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Un esquema de la dirección y sentido de las fuerzas que actúan es el siguiente:



5. Un haz de electrones de energía cinética 5 keV atraviesa sin desviarse una zona donde existe un campo eléctrico E y un campo magnético B . Ambos campos son uniformes y perpendiculares entre sí y respecto al haz de electrones. Si el módulo del campo magnético vale $B = 2,3 \cdot 10^{-3}$ T, determine: a) La velocidad de los electrones del haz. b) El valor del campo eléctrico E . Datos: masa del electrón $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg = $0,511$ MeV/ c^2

Respuesta:

- a) La energía cinética será:

$$5 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9,11 \cdot 10^{-31} v^2 \quad v = 4,19 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- b) Para que los electrones no experimenten desviación, deberá cumplirse que: $qE = qvB$, por lo que, despejando, tendremos:

$$E = 4,19 \cdot 10^7 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3} = 9,64 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

5. Física moderna.

1. Cuando incide luz de longitud de onda $\lambda = 621,5$ nm sobre una fotocélula, ésta emite electrones con una energía cinética de 0,14 eV. Calcule: a) El trabajo de extracción de la fotocélula. b) La frecuencia umbral. Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J · s = $4,135 \cdot 10^{-15}$ eV · s

Respuesta:

- a) Sustituyendo en la ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_{\text{ext}} + E_c \quad \frac{4,135 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,215 \cdot 10^{-7}} = W_{\text{ext}} + 0,14 \quad W_{\text{ext}} = 1,86 \text{ eV}$$

- b) la frecuencia umbral será:

$$\nu_0 = \frac{W_{\text{ext}}}{h} = \frac{1,86}{4,135 \cdot 10^{-15}} = 4,49 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

2. a) Calcule la actividad de una muestra de 5,0 mg de un núclido que tiene una constante radiactiva $\lambda = 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ y una masa atómica de 200 u. b) ¿Cuántos años deberán transcurrir para que la actividad de esta muestra se reduzca a un 60 % de la inicial? Dato: $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Respuesta:

a) La masa de un átomo de este núclido es:

$$m = 200 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Con lo que en 5 mg habrá una cantidad de átomos (y, por tanto, núcleos):

$$N_0 = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{200 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,51 \cdot 10^{-19} \text{ núcleos}$$

La actividad será, pues: $A = \lambda N_0 = 3,0 \cdot 10^{-9} \cdot 1,51 \cdot 10^{-19} = 4,53 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

b) Para que la actividad se reduzca a un 60 % de la inicial, el número de núcleos deberá reducirse en la misma medida, es decir:

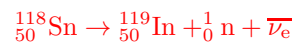
$$0,6 \cdot N_0 = N_0 e^{-3 \cdot 10^{-9} t} \quad t = 1,70 \cdot 10^8 \text{ s} \quad \text{equivalente a } 5,4 \text{ años}$$

3. Un núcleo de ${}_{49}^{118}\text{In}$ absorbe un neutrón y se transforma en el isótopo ${}_{50}^{119}\text{Sn}$ u otras partículas adicionales.

a) Indique cuáles son dichas partículas adicionales. b) Escriba la reacción ajustada.

Respuesta:

a) La reacción nuclear es la siguiente:



Las partículas adicionales son, por tanto, un **neutrón** y un **antineutrino electrónico**