

PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

9 de noviembre de 2018

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:

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

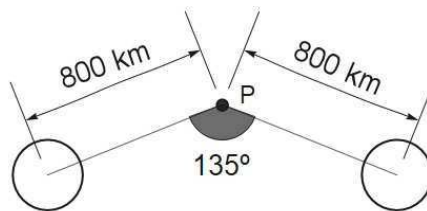
El periodo se puede calcular a partir de la expresión:

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

b) Teniendo en cuenta que la energía cinética es:

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

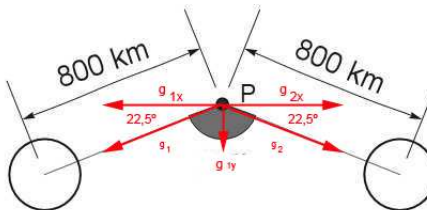
4. La figura representa dos esferas de $7.2 \cdot 10^{20}$ kg cada una y un punto P que equidista 800 km de ambas esferas. a) ¿Cuál es la intensidad del campo gravitatorio en el punto P? b) ¿Cuánto vale el potencial



gravitatorio en dicho punto?

Respuesta:

a) En el punto P tienen su origen dos vectores intensidad de campo gravitatorio, que se dirigen respectivamente hacia cada una de las masas, como puede verse en la imagen siguiente. Las componentes



horizontales anulan entre sí, siendo el módulo de la resultante del campo gravitatorio la suma de las componentes verticales, iguales entre sí, y de valor: $\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 800}{(8 \cdot 10^5)^2} \text{sen } 22,5^\circ$

$$g = 2 \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 800}{(8 \cdot 10^5)^2} \text{sen } 22,5^\circ = 6,38 \cdot 10^{-20} \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

b) El potencial gravitatorio será:

$$V_g = -2 \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 800}{8 \cdot 10^5} = 1,33 \cdot 10^{-13} \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

5. Un planeta A se mueve alrededor de una estrella con un periodo de 2,72 años, describiendo una órbita circular de radio $R_A = 17 \cdot 10^6$ km. a) ¿Cuál es el periodo de otro planeta B del mismo sistema solar que describe una órbita circular de radio $7R_A$? b) Un tercer planeta C de este sistema solar se mueve a 40 km/s cuando pasa por el periastro a 30 millones de kilómetros de la estrella. ¿Qué velocidad tendrá el planeta cuando pase por el apoastro a 34 millones de kilómetros de la estrella? c) Calcula el semieje mayor de la órbita de C y el periodo orbital.

Respuesta:

a) Sabiendo que la relación entre el cuadrado del periodo de revolución y el cubo del radio de la órbita respecto a una estrella es constante, podremos escribir:

$$\frac{T_A^2}{r_A^3} = \frac{T_B^2}{r_B^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

$$\frac{2,72^2}{(17 \cdot 10^6)^3} = \frac{T_B^2}{(7 \cdot 17 \cdot 10^6)^3} \quad T_B = \sqrt{7^3 \cdot 2,72^2} = 50,37 \text{ años}$$

b) Teniendo en cuenta que el momento angular del planeta se conserva, tendremos:

$$(rmv)_{\text{apoastro}} = (rmv)_{\text{periastro}}$$

$$30 \cdot 40 = 34 \cdot v \quad v = 35,29 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

c) El semieje mayor es la media aritmética de apoastro y periastro, es decir:

$$s_M = \frac{40 + 34}{2} = 37 \text{ millones de km}$$

El valor de GM se deduce del periodo y el radio orbital del planeta A:

$$GM = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2} = \frac{4\pi^2 (1,7 \cdot 10^{10})^3}{(2,7 \cdot 365 \cdot 86400)^2} = 2,28 \cdot 10^{24}$$

Aplicando la tercera Ley de Kepler, el periodo será:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 (3,7 \cdot 10^{10})^3}{2,28 \cdot 10^{24}}} = 29,61 \text{ años}$$

6. La masa y el radio medio de la Luna son $M_L = 7,35 \times 10^{22}$ kg y $R = 1737$ km. a) ¿A qué altura respecto a la superficie de la Luna se reduce la aceleración de la gravedad a la mitad del valor que tiene en la superficie? b) ¿Qué radio debería tener la Luna para que la aceleración de la gravedad en su superficie fuese igual que la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra?

Respuesta:

a) A partir de las igualdades:

$$g_L = \frac{G \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,737 \cdot 10^6)^2} \quad \text{y} \quad \frac{g_L}{2} = \frac{G \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,737 \cdot 10^6 + h)^2}$$

Dividiendo miembro a miembro, tendremos:

$$\frac{\frac{g_L}{2}}{g_L} = \frac{\frac{G \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,737 \cdot 10^6 + h)^2}}{\frac{G \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(1,737 \cdot 10^6)^2}} = \frac{(1,737 \cdot 10^6)^2}{(1,737 \cdot 10^6 + h)^2}$$

$$h = 7,19 \cdot 10^5 \text{ m}$$

b) Tomando como $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra, tendremos:

$$9,8 = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{r^2} \quad r = 7,07 \cdot 10^5 \text{ m}$$

7. Considera, por una parte, un satélite de 2700 kg en una órbita circular alrededor de la Tierra, y por otra, una sonda de 2500 kg que se aleja radialmente de nuestro planeta, ya sin propulsión. La masa de la Tierra es $M_T = 5.972 \cdot 10^{24}$ kg. a) Si el satélite tiene una energía cinética de $2.82 \cdot 10^{10}$ J, ¿cuál es el radio de la órbita? b) Si la sonda se mueve a 3.0 km/s a 75000 km del centro de la Tierra, ¿hasta que distancia máxima de la Tierra llegará?

Respuesta:

a) La energía cinética está relacionada con el radio de la órbita por:

$$E_c = \frac{GMm}{2r}$$

Por lo que, despejando:

$$r = \frac{GMm}{2E_c} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24} \cdot 2700}{2 \cdot 2,82 \cdot 10^{10}} = 1,907 \cdot 10^7 \text{ m}$$

b) Aplicando el Principio de Conservación de la Energía:

$$-\frac{GMm}{r_0} + \frac{1}{2}mv_0^2 = -\frac{GMm}{r}$$

$$-\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24} \cdot 2700}{7,5 \cdot 10^7} + \frac{1}{2}2700 \cdot 3000^2 = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24} \cdot 2700}{r}$$

$$r = 8,85 \cdot 10^7 \text{ m}$$

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. La amplitud de una onda esférica de presión a 17 m del centro de la onda es de 0.75 Pa. A qué distancia del centro de la onda la amplitud es de 0.3 Pa?

Respuesta:

La amplitud varía de forma inversamente proporcional al cuadrado de la amplitud, la cual está relacionada directamente con el valor de la presión. Así pues, podremos escribir:

$$0,75 = \frac{\text{cte}}{17^2} \quad \text{cte} = 216,75 \text{ Pa} \cdot \text{m}^2$$

$$0,3 = \frac{216,75}{r^2} \quad r = 26,88 \text{ m}$$

4. En la ecuación de una onda mecánica $h(x, t) = 24 \cos[2\pi(x/10,5) - 4t]$, x debe expresarse en metros, t en segundos y h en cm. a) ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda? b) ¿Cuál es la máxima velocidad de vibración de las partículas que forman la onda? c) ¿Cuánto vale el desplazamiento h de la perturbación para $x = 31,5$ m en el momento en que el desplazamiento es máximo en $x = 0$ m?

Respuesta:

a) De la ecuación de la onda se desprende:

$$k = \frac{2\pi}{10,5} \text{ m}^{-1} \quad \omega = 4 \text{ s}^{-1}$$

Teniendo en cuenta que $k = \frac{\omega}{v}$, despejamos la velocidad:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{4}{\frac{2\pi}{10,5}} = \frac{21}{\pi} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) La velocidad de vibración es:

$$v_v = \frac{dh}{dt} = -24 \cdot (-4) \text{ sen}[2\pi(x/10,5) - 4t]$$

Siendo la máxima velocidad de vibración: $v_{\text{máx}} = 96 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

c) la longitud de onda es: $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{10,5}} = 10,5$ m. Como 31,5 m es tres veces la longitud de onda, el desplazamiento en

5. La ecuación de una onda mecánica transversal es $y(x, t) = 7 \cos(8x - \omega t)$, donde x se expresa en metros, t en segundos e y en cm. ¿Cuánto vale ω si la perturbación se propaga a 3.4 m/s?

Respuesta:

De la ecuación de la onda se deduce que $k = 8 \text{ m}^{-1}$. Teniendo en cuenta que $k = \frac{\omega}{v}$, despejamos ω :

$$\omega = kv = 8 \cdot 3,4 = 27,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

6. La amplitud de una onda esférica a 12 km de su centro es de 7 mm. ¿A qué distancia del centro de la onda la amplitud es de 2 mm?

Respuesta:

La amplitud de la onda disminuye de forma inversa con la distancia, cumpliéndose que: $A_1 r_1 = A_2 r_2$, por lo cual:

$$r = \frac{7 \cdot 12}{2} = 42 \text{ km}$$

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:

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

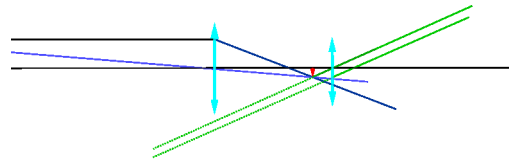
3. Se dispone de una lente de +300 mm de distancia focal. a) ¿Qué lente adicional es necesaria para construir un telescopio de Galileo de aumento angular 3? b) Dibuja un esquema con la disposición que deberá tener las dos lentes anteriores para construir el telescopio.

Respuesta:

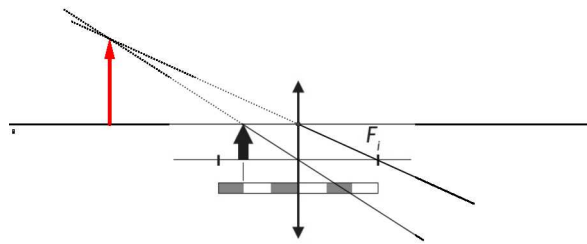
a) Se necesita además de la indicada una lente convergente de menor distancia focal que la indicada, que actuará como ocular. Para que el aumento angular sea 3, tendremos:

$$M = -\frac{f_1}{f_2} \quad 3 = -\frac{-300}{f_2} \quad f_2 = 100 \text{ cm}$$

b) El esquema es el siguiente:



4. Una lente prima de + 60 mm de distancia focal se usa como una lupa para observar una hormiga. a) Calcula a qué distancia de la hormiga se debe colocar la lente para que la imagen virtual se forme a 25 cm de la lente b) Haz un diagrama con dos rayos principales para determinar la imagen de la flecha.



Respuesta:

- a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f} \quad \frac{1}{s} - \frac{1}{-0,25} = -\frac{1}{0,06} = -\frac{1}{0,06}$$

$$s = -0,176 \text{ m}$$

5. Una lente de distancia focal + 12 cm se usa para enfocar el filamento encendido de una bombilla sobre una pantalla situada a 21 cm de la lente en un montaje como el de la figura.



- a) ¿A qué distancia del filamento se encuentra la lente cuando el filamento está enfocado sobre la pantalla? b) Si la longitud transversal del filamento es de 1.2 cm, ¿qué longitud tiene su imagen? c) La imagen del filamento es real o virtual? Es derecha o invertida?

Respuesta:

- a) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -\frac{1}{f} \quad \frac{1}{s} - \frac{1}{0,21} = -\frac{1}{0,12} = -\frac{1}{0,12}$$

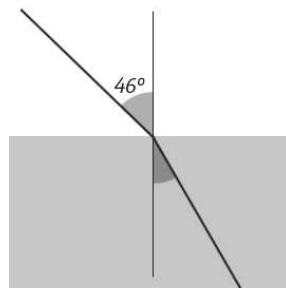
$$s = -0,28 \text{ m}$$

b) El tamaño de la imagen se obtiene de:

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad y' = 1,2 \frac{0,21}{-0,28} = -0,9 \text{ cm}$$

La imagen del filamento es real, pues puede ser proyectada sobre una pantalla. El signo negativo de y' indica que la imagen es invertida.

6. Considera la refracción de un rayo de luz monocromática a) El rayo forma con la vertical un ángulo de 46° en el aire, y de 30° en el líquido. ¿Cuál es el índice de refracción del líquido? b) Si se cambia el líquido por otro con un índice de refracción 1.72 y el rayo se dirige ahora desde el líquido hacia el aire, a partir de qué ángulo se produce reflexión total?



Respuesta:

a) por aplicación de la Ley de Snell:

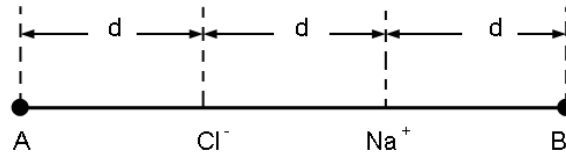
$$\frac{\text{sen } 46^\circ}{\text{sen } 30^\circ} = \frac{n}{1} \quad n = 1,44$$

b) Aplicando la misma ley:

$$\frac{\text{sen } \alpha_i}{\text{sen } 90^\circ} = \frac{1}{1,72} \quad \alpha_i = 35,55^\circ$$

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:

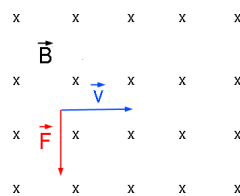
$$W = q(V_\infty - V_0) = 1,6 \cdot 10^{-19} \left[0 - \left(-\frac{9 \cdot 10^9 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,2 \cdot 10^{-10}} \right) \right] = 1,92 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

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:

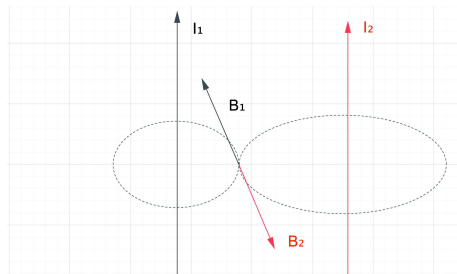
a) Puesto que el campo eléctrico se dirige desde la zona de mayor a la de menor potencial, el producto qV , igual a la energía potencial de la carga, **irá disminuyendo** según ésta se vaya desplazando

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 $20,0$ A en el sentido positivo de dicho eje. Un segundo cable, también muy largo y paralelo al eje OZ pasa por $x = 10,0$ cm. a) Determine la intensidad de corriente del segundo cable sabiendo que el campo magnético es nulo en el punto $x = 4,0$ 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:



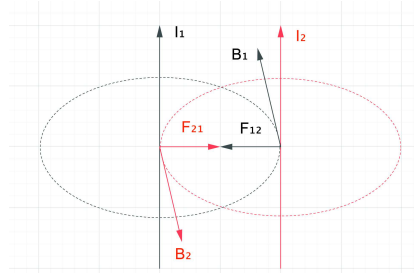
Igualando los módulos de ambos campos magnéticos, tendremos:

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

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:

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

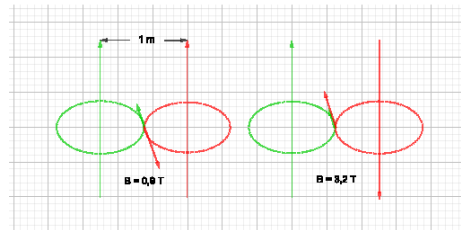
- b) Para que los electrones no experimenten desviación, deberá cumplirse que: $qE = qvB$, por lo que, despejando, tendremos:

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

6. Dos hilos rectos paralelos y largos, separados 1 m, transportan corrientes eléctricas de intensidades respectivas I_1 e I_2 . La intensidad I_1 es menor que I_2 . El campo magnético en el punto medio entre los dos conductores vale $0,9 \mu\text{T}$ cuando las corrientes circulan en el mismo sentido, y $3,2 \mu\text{T}$ cuando lo hacen en sentidos contrarios. La permeabilidad del vacío es $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N A $^{-2}$. a) ¿Cuáles son los valores de las intensidades I_1 e I_2 ? b) Si las corrientes tuviesen el mismo sentido y valiesen $I_1 = 5$ A e $I_2 = 8$ A, ¿a qué distancia del hilo atravesado por la corriente I_1 se anularía la suma de los dos campos magnéticos? c) ¿Cuál es la fuerza por unidad de longitud entre los dos hilos en el caso b)? Indica si la fuerza es atractiva o repulsiva.

Respuesta:

- a) La situación en cada uno de los casos sería la siguiente:-



El campo magnético será:

$$9 \cdot 10^{-7} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I_2}{2\pi \cdot 0,5} - \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I_2}{2\pi \cdot 0,5}$$

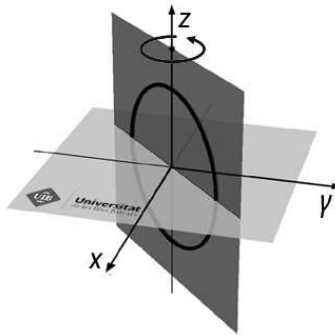
$$3,2 \cdot 10^{-6} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I_2}{2\pi \cdot 0,5} + \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I_2}{2\pi \cdot 0,5}$$

Resolviendo el sistema, tendremos: $I_1 = 10,25 \text{ A}$ e $I_2 = 1,25 \text{ A}$

b) En este caso tendríamos que:

$$0 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} 10,25}{2\pi \cdot x} - \frac{4\pi \cdot 10^{-7} 1,25}{2\pi (1-x)} \quad x = 0,89 \text{ m}$$

7. a) El flujo magnético a través de una espira entre $t = 0$ y $t = 4$ s es $\Phi(t) = 4t - t^2$ m Wb. ¿En qué instante de este intervalo es nula la fuerza electromotriz? Considera un campo magnético uniforme de 2 mT en la dirección del eje Y, y una espira circular de radio 2 cm que gira alrededor de un diámetro que coincide con el eje Z. Determina el flujo de campo magnético cuando la espira pasa por el plano: i) x-z; ii) y-z; iii) y = x (véase la figura).



Respuesta:

a) La fuerza electromotriz inducida es:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -4 + 2t$$

La fuerza electromotriz será nula para $t = 2$ s

b) i) El ángulo formado entre \vec{B} y \vec{S} será 0° , por lo que el flujo será: $\phi = \pi \cdot 0,02^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cos 0^\circ = 8\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb}$

ii) El ángulo será en este caso de 90° , por lo que el flujo es nulo.

iii) Al ser el ángulo de 45° , el flujo será: $\phi = \pi \cdot 0,02^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cos 45^\circ = 5,66\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb}$

8. Considera partículas inicialmente neutras que pueden ganar o perder electrones por fricción. a) ¿Cuántos electrones ha ganado una de estas partículas aislada si el potencial eléctrico vale aproximadamente -400 mV a $0,18 \mu\text{m}$ de distancia de la partícula? b) ¿Cuál es el módulo del trabajo que debe realizarse para acercar una partícula de 7 nC desde $0,8 \text{ mm}$ hasta a $0,2 \text{ mm}$ de una partícula de 50 nC ?

Respuesta:

a) El potencial tiene la expresión:

$$V = \frac{Kq}{r} \quad -400 = \frac{9 \cdot 10^9 q}{1,8 \cdot 10^{-7}} \quad q = -8 \cdot 10^{-15} \text{ C}$$

El número de electrones ganado será:

$$n = \frac{-8 \cdot 10^{-15}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 5 \cdot 10^4 \text{ electrones}$$

b) El trabajo será:

$$W = 7 \cdot 10^{-9} \left| \left(\frac{9 \cdot 10^9 50 \cdot 10^{-9}}{8 \cdot 10^{-4}} - \frac{9 \cdot 10^9 50 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-4}} \right) \right| = 0,0118 \text{ J}$$

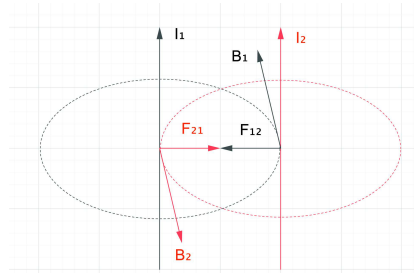
9. Dos hilos rectos de longitud infinita y paralelos son recorridos por corrientes eléctricas de intensidades respectivas I_1 e $I_2 = 4 I_1$. La permeabilidad del vacío es $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$. a) ¿Cuánto vale la corriente I_1 si los hilos se atraen con una fuerza de 0.17 mN por metro de longitud cuando están separados 12 mm ? Indica, justificando brevemente la respuesta, si los sentidos de las corriente son iguales o contrarios. b) ¿Cuánto vale el campo magnético en un punto medio entre los dos hilos? Haz un esquema para mostrar la orientación del campo respecto de los hilos y los sentidos de las corrientes.

Respuesta:

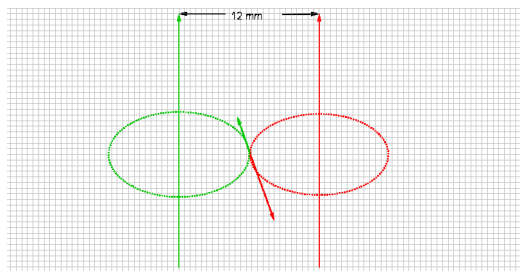
a) La fuerza por unidad de longitud entre dos hilos recorridos por sendas corrientes es:

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad 1,7 \cdot 10^{-4} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 I_1^2}{2\pi \cdot 1,2 \cdot 10^{-2}} \quad I_1 = 1,60 \text{ A} \quad I_2 = 6,40 \text{ A}$$

Los sentidos de las corrientes son iguales, como puede deducirse de la siguiente representación gráfica:



La representación puede ser la siguiente:



El módulo del campo magnético entre los dos hilos es:

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 6,40}{2\pi \cdot 0,006} - \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,60}{2\pi \cdot 0,006} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

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: $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

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

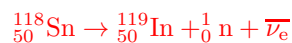
- b) Para que la actividad se reduzca a un 60 % de la inicial, el número de núcleos deberá reducirse en la misma medida, es decir:

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

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**

4. El período de semidesintegración del oxígeno-15 es $T_{1/2} = 122$ s. a) ¿Cuánto vale la constante de desintegración del oxígeno-15? b) La constante de desintegración del carbono-14 es $1,210 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$. La madera de una mesa antigua produce 14500 desintegraciones/día. La misma masa de madera actual produce 890 desintegraciones por hora. ¿Cuál es la datación de antigüedad de la mesa?

Respuesta:

a) la constante de desintegración es:

$$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{122} = 5,68 \cdot 10^{-3} \text{s}^{-1}$$

b) La constante de desintegración, expresada en s^{-1} será: $\lambda = 3,84 \cdot 10^{-12} \cdot \text{s}^{-1}$. El número de desintegraciones por segundo de la muestra de madera antigua será: $A_0 = 14500/86400 = 0,168 \text{ Bq}$, mientras que la de madera actual tendrá el valor: $A = 890/3600 = 0,247 \text{ Bq}$, por lo que podremos escribir:

$$0,168 = 0,247 e^{-3,84 \cdot 10^{-12} t} \quad t = 2,68 \cdot 10^{11} \text{s} \quad \text{equivalentes a } 8495 \text{ años}$$

5. a) ¿Cuáles son las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza? ¿Cuál es la interacción que mantiene los protones cerca los unos de los otros dentro del núcleo atómico?

Respuesta:

Se trata de las interacciones **gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil**. La **interacción fuerte** es la que permite que los protones se mantengan unos cerca de otros en el núcleo.

6. Se dispone de una célula fotoeléctrica con una placa de sodio. El potencial de trabajo del sodio es de 2.28 eV ($1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). ¿Cuál es la energía cinética máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico cuando se ilumina la placa con luz de 295 nm? Expresa la respuesta en electrón-voltios. La constante de Planck es $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Respuesta:

Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_{\text{ext}} + E_c \quad \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,95 \cdot 10^{-7}} = 2,28 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} + E_c$$

$$E_c = \frac{3,09 \cdot 10^{-19}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 1,93 \text{ eV}$$

7. Una muestra radiactiva tiene una actividad $4.77 \cdot 10^7 \text{ Bq}$ y hace 25 días su actividad era $3.80 \cdot 10^8 \text{ Bq}$. a) ¿Cuánto vale la constante de desintegración? b) ¿Cuánto vale el periodo de semidesintegración expresado en horas? c) Si una muestra tuviese una actividad de $3.80 \cdot 10^8 \text{ Bq}$ y el periodo de semidesintegración fuese de 240 h, ¿qué actividad se mediría 10 días más tarde? ¿y 14 días más tarde?

Respuesta:

a) Podemos relacionar la actividad de la forma:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad 4,77 \cdot 10^7 = 3,80 \cdot 10^8 e^{-\lambda \cdot 25} \quad \lambda = 0,083 \text{ días}^{-1}$$

b) El periodo de semidesintegración será:

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{0,083} = 8,35 \text{ días equivalentes a : } 200 \text{ h}$$

c) La constante de desintegración tendría el valor:

$$\lambda = \frac{0,693}{240} = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1} \quad \text{equivalentes a : } 8 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

Al cabo de diez días, la actividad sería la mitad de la inicial, pues los diez días coinciden con el periodo de semidesintegración:

$$A = 3,80 \cdot 10^8 e^{-8 \cdot 10^{-7} \cdot 10 \cdot 86400} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ Bq}$$

Tras catorce días:

$$A = 3,80 \cdot 10^8 e^{-8 \cdot 10^{-7} \cdot 14 \cdot 86400} = 1,44 \cdot 10^8 \text{ Bq}$$