El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 1

Julio 2019

CAMPO GRAVITATORIO

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 1

Explica brevemente el concepto de velocidad de escape de un planeta y deduce su expresión en función del radio R del planeta y de la aceleración de la gravedad en su superficie, g_0 .

Solución:

La velocidad de escape es la <u>mínima</u> velocidad que debe tener un objeto para que escape del campo gravitatorio, es decir, para que <u>llegue al infinito con una velocidad de 0 m/s</u>.

Cuando un objeto está en reposo en la superficie de un planeta, para que pueda escapar del campo gravitatorio hay que comunicarle energía. Al comunicarle energía, de una forma o de otra, esta se transformará en energía cinética. Si esa energía cinética es lo suficientemente grande, el objeto escapará del campo gravitatorio.

$E_P(\infty)=0$ J
$E_C(\infty)=0$ J

$E_P(R)$
$E_C(Esc)$

Puesto que el campo gravitatorio es conservativo y no hay más fuerzas que la gravitatoria actuando, la energía mecánica se conserva.

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0 \longrightarrow E_p(R) + E_c(Esc) = E_p(\infty) + E_c(\infty)$$

$$-G\frac{M \cdot m}{R} + \frac{1}{2}mv_{esc}^2 = 0 + 0$$

Fuente: Wikipedia

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Cuestión 1

$$-G\frac{M\cdot m}{R}+\frac{1}{2}mv_{esc}^2=0+0 \longrightarrow \frac{1}{2}mv_{esc}^2=G\frac{M\cdot m}{R} \longrightarrow \frac{1}{2}v_{esc}^2=G\frac{M}{R}$$

$$\longrightarrow v_{esc}=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Vamos a introducir el término g_0 en la ecuación de la velocidad de escape:

$$g_0=\frac{GM}{R^2} \longrightarrow GM=g_0\cdot R^2 \longrightarrow v_{esc}=\sqrt{\frac{2g_0\cdot R^{\cancel{2}}}{\cancel{R}}} \longrightarrow \boxed{v_{esc}=\sqrt{2g_0\cdot R}}$$

Se puede observar que a mayor gravedad del planeta (para un radio dado), mayor velocidad de escape, lo cual es lógico. También observamos que a mayor radio del planeta, mayor velocidad de escape (a igualdad de gravedad del planeta).

BONUS

Tabla de velocidades de escape de los planetas del Sistema Solar

Mercurio	15300 km/h	**Júpiter**	210744 km/h
Venus	37296 km/h	**Saturno**	127764 km/h
Tierra	40248 km/s	**Urano**	76644 km/h
Marte	18072 km/s	**Neptuno**	85356 km/h

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 2

Julio 2019

ELECTROSTÁTICA

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

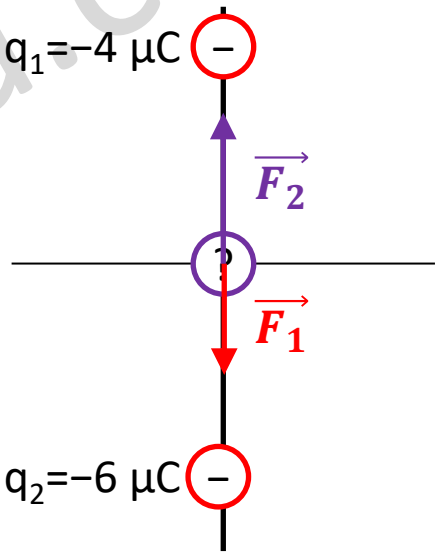
Cuestión 2

Las posiciones, respecto al origen de coordenadas, de dos cargas −4 μC y −6 μC son, respectivamente, $\vec{r_1} = 3\vec{j}$ (m) y $\vec{r_2} = -3\vec{j}$ (m) . Calcula el valor de una carga , situada en el origen de coordenadas, si la fuerza eléctrica total que actúa sobre ella es $\vec{F} = 2 \cdot 10^{-3}\,\vec{j}$ (N).

Dato: *constante de Coulomb,* $K = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$

Solución:

Hacemos un esquema de la situación.



Debido a que la fuerza neta tiene el sentido positivo del eje Y, nos damos cuenta de que la carga en el origen debe tener signo negativo. Ello es debido a que q_2, es mayor y marcará el sentido de la fuerza. Como la fuerza neta es hacia arriba, es porque está siendo repelida por q_2. q_1 también la repele, pero con menor fuerza.

Para calcular el valor de la carga, q, utilizaremos la ley de Coulomb y el principio de superposición.

La ley de Coulomb dice: La magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

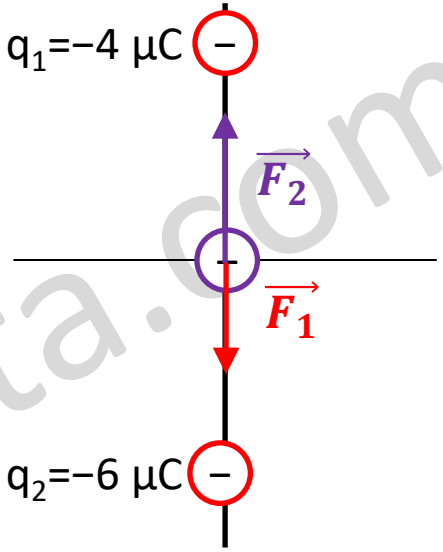
El principio de superposición indica que la fuerza de interacción entre cargas puntuales no varía por la presencia de otras cargas y que la fuerza resultante es igual a la suma de las fuerzas individuales que sobre esta carga ejercen las demás.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 2

Expresado matemáticamente:



Ley de Coulomb: $\vec{F} = K\dfrac{Q \cdot q}{r^2} \cdot \vec{u_r}$

Principio de superposición: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$

Aplico la ley de Coulomb para cada una de las parejas de cargas:

$$\vec{F_1} = K\frac{q_1 \cdot q}{r_1^2} \cdot \vec{u_{r1}} = 9 \cdot 10^9 \frac{(-4 \cdot 10^{-6}) \cdot q}{3^2} \cdot (-\vec{j}) = \quad 4000 \cdot q\,\vec{j}\ \ N$$

$$\vec{F_2} = K\frac{q_2 \cdot q}{r_2^2} \cdot \vec{u_{r2}} = 9 \cdot 10^9 \frac{(-6 \cdot 10^{-6}) \cdot q}{3^2} \cdot \vec{j} = \quad -6000 \cdot q\,\vec{j}\ \ N$$

Como nos dan como dato la fuerza neta, aplicamos el principio de superposición y despejamos la carga.

$$2 \cdot 10^{-3}\,\vec{j} = 4000 \cdot q\,\vec{j} - 6000 \cdot q\,\vec{j} \longrightarrow 2 \cdot 10^{-3}\,\cancel{\vec{j}} = -2000 \cdot q\,\cancel{\vec{j}} \longrightarrow q = -1 \cdot 10^{-6}\ C$$

$\boxed{\text{El valor de la carga que está en el origen de coordenadas es de } -1\ \mu C.}$

Si las dos cargas hubieran sido positivas, ¿Cuál habría sido el valor de la carga en el origen de coordenadas? **(BONUS)**

Si lo sabes, deja tu respuesta en los comentarios.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, PROBLEMA 3

Julio 2019

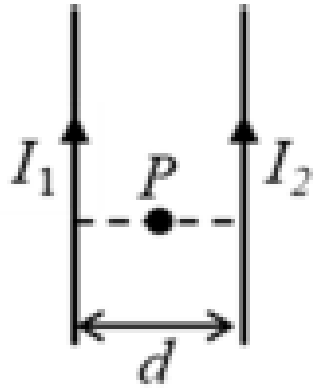
CAMPO MAGNÉTICO

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Problema 3

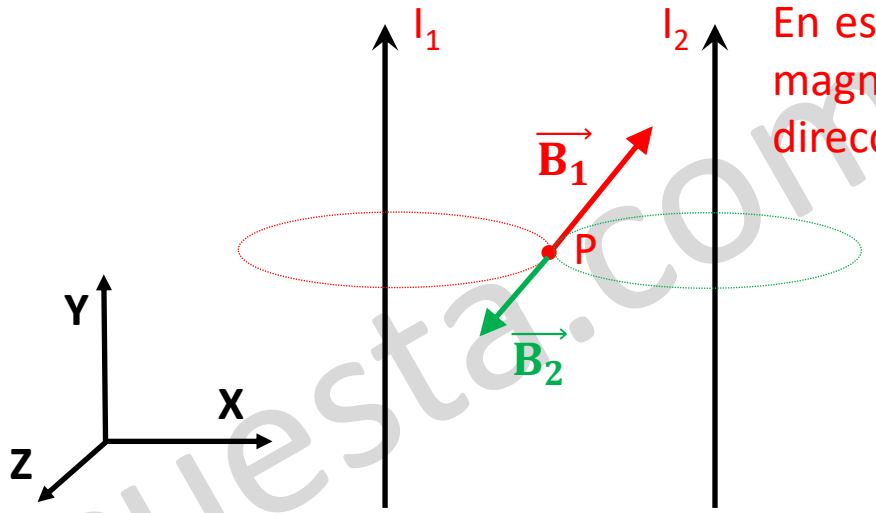
Dos hilos rectilíneos indefinidos, paralelos y separados una distancia d= 2cm conducen las corrientes I_1 e I_2, con los sentidos representados en la figura. En el punto P, equidistante a ambos hilos, el modulo del campo magnético creado sólo por la corriente I_1 es 0,06 mT, y el del campo total debido a las dos corrientes es 0,04 mT. Ambos campos (el debido a I_1 y el total) tienen la misma dirección y sentido.



www.angelcuesta.com

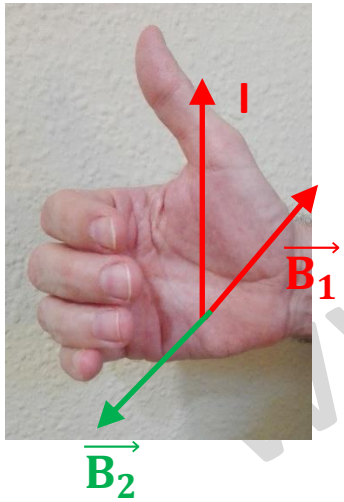
© Angel Cuesta Arza

Representamos gráficamente la situación:



En este caso, ambos campos magnéticos tendrán la dirección del Eje Z.

Para definir el sentido del campo magnético, utilizamos <u>la regla de la mano derecha</u>, señalando el pulgar en el sentido en la corriente eléctrica y los dedos en el sentido del campo magnético. Podemos comprobar en este caso, que el campo magnético $\overrightarrow{B_1}$ es entrante y $\overrightarrow{B_2}$ es saliente.



Tomamos los datos del enunciado referidos a los campos magnéticos:

$\overrightarrow{B_1} = -0'06\ mT\ \vec{k}$ $\quad \overrightarrow{B_2} = B_2\ \vec{k}$ $\quad \overrightarrow{B_T} = -0'04\ mT\ \vec{k}$

Recordamos que $\overrightarrow{B_1}$ y $\overrightarrow{B_T}$ tienen el mismo sentido.

Aplicando el principio de superposición:

$$\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2} \longrightarrow -0'04\ \vec{k} = -0'06\ \vec{k} + \overrightarrow{B_2} \longrightarrow \overrightarrow{B_2} = 0'02\ \vec{k}\ (mT)$$

El campo magnético pedido será $\overrightarrow{B_2} = 0'02\ \vec{k}\ (mT)$

a) Calcula razonadamente el campo magnético generado por la corriente I_2 y representa claramente todos los vectores campo magnético involucrados.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 3

Aplicando la ley de Biot-Savart, se puede demostrar que:

Un hilo conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica, genera un campo magnético de módulo:

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}}$$

Calculo las intensidades de corriente a partir de los módulos de los vectores campo magnético:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1} \longrightarrow I_1 = \frac{2\pi \cdot r_1 \cdot B_1}{\mu_0} = \frac{2\pi \cdot 0'01 \cdot 0'06 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 3\ A$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi \cdot r_2} \longrightarrow I_2 = \frac{2\pi \cdot r_2 \cdot B_2}{\mu_0} = \frac{2\pi \cdot 0'01 \cdot 0'02 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1\ A$$

Las intensidades de corriente serán, I_1=3 A e I_2=1 A

¡RETO!

¿Sabrías calcular en que punto del espacio se anularía el campo magnético generado por ambos hilos conductores?

Si lo sabes, deja de comentario, y si no lo sabes, también.

b) Calcula el valor de las corrientes I_1 e I_2.

Datos: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$ Tm/A

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 4

Julio 2019

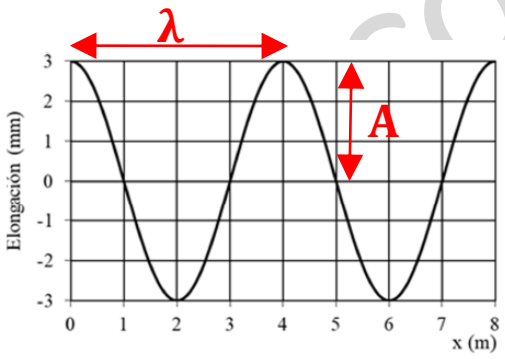
ONDAS

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 4

El gráfico representa una onda armónica en un instante arbitrario t propagándose hacia la derecha del eje X con una velocidad de 2 m/s. Determina razonadamente la amplitud y la frecuencia de la onda. ¿Cuál es la diferencia de fase entre dos puntos de la onda situados en x_2=5 m y x_1=4 m?



Solución:

La longitud de onda es la distancia entre dos puntos que oscilan en fase. Es fácil medirla, si observamos la distancia entre dos máximos.

Se observa que entre x=0 m y x=4 m hay una longitud de onda.

Por ello puedo escribir: El valor de la longitud de onda es λ =4 m.

La amplitud de la onda es la distancia desde el punto de equilibrio al máximo.

Por ello puedo escribir: El valor de la amplitud de la onda es A =3 mm.

A partir de la velocidad de propagación de la onda, puedo calcular la frecuencia.

$v = \lambda \cdot f \longrightarrow 2 = 4 \cdot f \longrightarrow f = 0'5\ Hz$ El valor de la frecuencia de la onda es $f = 0'5\ Hz$.

Aunque no se pide, calcularé el período y la frecuencia angular:

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0'5} = 2\ s \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \longrightarrow \omega = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rad/s$

El período es 2 s.
La frecuencia angular es de $\pi\ rad/s$.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcu.com

Cuestión 4

¿Cuál es la diferencia de fase entre dos puntos de la onda situados en x_2=5 m y x_1=4 m?

La fase de una onda, nos indica en que posición del ciclo se encuentra la onda.

En la práctica, la fase de una onda expresada en radianes, es la parte que está en el interior del seno o del coseno en la ecuación de la onda.

La ecuación de una onda que se desplaza de izquierda a derecha se puede expresar con la ecuación siguiente:

$$y = A \cdot sen\,(wt - kx + \delta)$$

Para un instante dado, las dos fases para x_1 y x_2 serán:

$$\begin{cases} \vartheta_1 = wt - kx_1 + \delta \\ \vartheta_2 = wt - kx_2 + \delta \end{cases} \longrightarrow \Delta\theta = |\vartheta_2 - \vartheta_1| = |(\cancel{wt} - kx_2 + \cancel{\delta}) - (\cancel{wt} - kx_1 + \cancel{\delta})\,|$$

La diferencia de fase se puede expresar como: $\Delta\theta = |k(x_1 - x_2)|$

Sustituyendo:

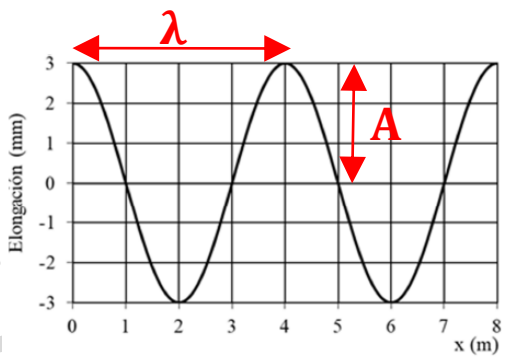
$$\Delta\theta = \left|\frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2)\right| \longrightarrow \Delta\theta = \left|\frac{2\pi}{4}(4-5)\right| = \frac{\pi}{2}\,rad$$

$$\boxed{\text{El valor de la diferencia de fase es } \Delta\theta = \frac{\pi}{2}\,rad.}$$

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

BONUS



¿Y si nos hubieran pedido que escribiéramos la función de la onda?

En este caso, disponemos de casi todos los datos. Sólo nos falta δ.

Datos: $\omega = \pi \ rad/s \quad \lambda = 4\ m \quad A = 3\ mm = 3 \cdot 10^{-3}\ m$

La ecuación de una onda que se desplaza de izquierda a derecha se puede expresar con la ecuación siguiente:

$$y = A \cdot sen\ (wt - kx + \delta)$$

Calculamos k: $k = \dfrac{2\pi}{\lambda} \longrightarrow k = \dfrac{2\pi}{4} = \dfrac{\pi}{2}\ m^{-1}$

El valor de la fase inicial, δ lo podemos deducir de la forma de la gráfica:

En este caso, al comenzar desde +A, en sentido descendente, podemos deducir que δ es $\frac{\pi}{2}$

Por ello, podemos escribir la ecuación de la onda como :

$$\boxed{y = 3 \cdot 10^{-3} \cdot sen\left(\pi \cdot t - \frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{2}\right)}$$

Expresada en unidades del S.I.

Deja tu respuesta en los comentarios!!!!

RETO: ¿Cómo se haría esta función de onda con el coseno?.

© Ángel Cuesta Arza

www.angelcuesta.c

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 5

Julio 2019

ÓPTICA

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 5

Para observar una hormiga de 3 mm de longitud se usa una lupa de distancia focal f'=12 cm situada a una distancia de 6 cm respecto a la hormiga.

a) Calcula la posición, respecto a la lupa, a la que se encuentra la imagen y el tamaño con el que veremos la hormiga.

b) Representa el diagrama de rayos, señalando claramente la posición y tamaño de objeto e imagen. Indica cómo es la imagen ¿real o virtual? ¿derecha o invertida?

Solución:

Datos: y=3 mm f'=12 cm s= – 6 cm

Puesto que f' es positiva, podemos decir que la lente es convergente.

Sustituyendo la distancia focal y el valor de s en la ecuación de las lentes, puedo calcular la distancia de la imagen:

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \longrightarrow \frac{1}{s'}-\frac{1}{-6}=\frac{1}{12} \longrightarrow \frac{1}{s'}=\frac{1}{12}-\frac{1}{6} \longrightarrow \frac{1}{s'}=\frac{-1}{12} \longrightarrow \boxed{s'=-12\ cm}$$

El aumento lateral se calcula aplicando la fórmula correspondiente:

$$A_L=\frac{s'}{s} \longrightarrow A_L=\frac{-12}{-6} \longrightarrow A_L=2$$

Este valor nos indica que la imagen se duplicará de tamaño y será derecha.

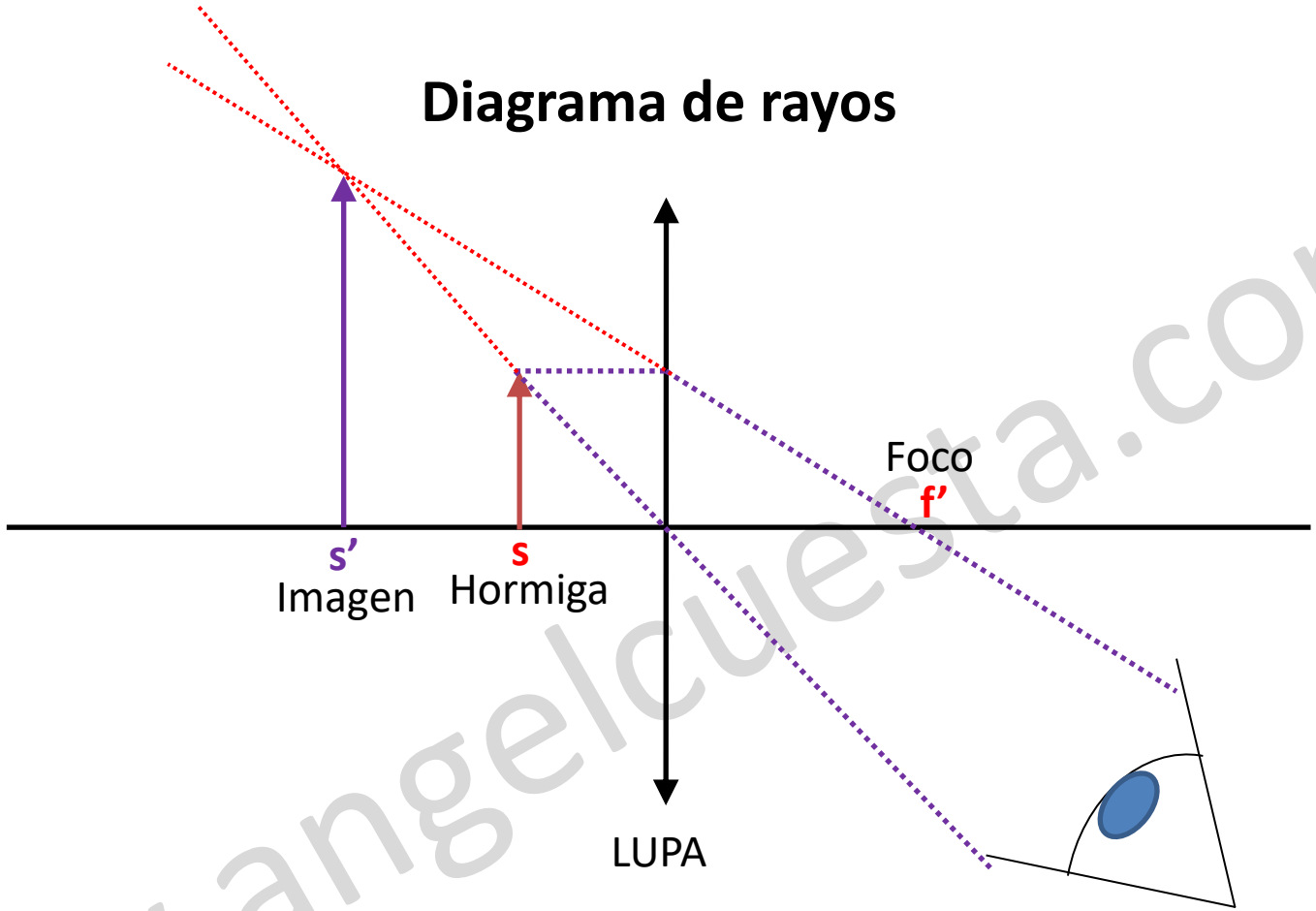
$$A_L=\frac{y'}{y} \longrightarrow 2=\frac{y'}{3} \longrightarrow \boxed{y'=6\ mm}$$

La posición de la imagen estará a 12 cm de la lupa y el tamaño de la imagen de la hormiga será de 6 mm.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Diagrama de rayos



Se puede observar que la imagen es: derecha, virtual y aumentada.

Como se puede observar, veremos la hormiga con el doble de tamaño que su tamaño real. La imagen que vemos es virtual.

b) Representa el diagrama de rayos, señalando claramente la posición y tamaño de objeto e imagen. Indica cómo es la imagen ¿real o virtual? ¿derecha o invertida?

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

BONUS

¿Cuál sería la potencia de la lente de la lupa del problema?.

La potencia la podemos calcular con la fórmula:

$$P = \frac{1}{f'} \longrightarrow P = \frac{1}{0'12} = \mathbf{8'33\ dipotrías}$$

¿Sabes cuantas dioptrías tiene una lupa de las que venden en los comercios?

Yo he visto lupas en los comercios con distancias focales de unos 0'25 cm que te dicen que aumentan 45 veces. Su coste es de 10 euros. **Tienen 400 dioptrías.**

Muchas más que las del problema

¿A qué distancia del objeto deberíamos situar una lupa de este tipo para obtener los 45 aumentos?

$$\left.\begin{array}{l} A_L = \dfrac{s'}{s} \longrightarrow 45 = \dfrac{s'}{s} \\ \dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{f'} \longrightarrow \dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{0'0025} \end{array}\right\} \longrightarrow \begin{array}{l} s = -0'00244\ m = -2'44\ mm \\ s' = -0'11\ m \end{array}$$

Ambas negativas, por ser una imagen virtual.

Habrá que situar la lupa a 2'44 mm del objeto, o sea, más cerca que la distancia focal. Para lograr aumentos grandes, hay que acercar mucho la lupa al objeto.

En el caso de la hormiga eran 6 cm, es decir, 60 mm.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 6

Julio 2019

FÍSICA MODERNA

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 6

Escribe la expresión de la longitud de onda de De Broglie y explica su significado. Calcula la longitud de onda de De Broglie de una bacteria que se mueve a una velocidad de 66 µm/s, sabiendo que la masa de un millón de bacterias es de 1 µg.
Dato: constante de Planck, h= $6{,}6\cdot10^{-34}$ J·s,

Solución:

La hipótesis de De Broglie dice lo siguiente: "*Toda la materia presenta características tanto ondulatorias como corpusculares comportándose de uno u otro modo dependiendo del experimento específico*."

Esto significa, que la materia, además de tener propiedades propias de la materia, tiene propiedades ondulatorias. Eso se ha demostrado mediante el experimento en el cual se observó la difracción de los electrones. La difracción es una propiedad ondulatoria, y se daba por hecho que no podrían difractarse.

La expresión matemática es: $\boxed{\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}}$

h= constante de Planck
m= masa de la partícula
v= velocidad de la partícula

Como se puede ver en la fórmula, un objeto con una masa m y una velocidad v, podría tener asociada una longitud de onda.

La ecuación de De Broglie se puede aplicar a toda la materia. Los cuerpos macroscópicos, también tendrían asociada una onda, pero, dado que su masa es muy grande, la longitud de onda resulta tan pequeña que en ellos se hace imposible apreciar sus características ondulatorias.

www.angelcuesta.com

© Ángel Cuesta Arza

Cuestión 6

Datos: v=66 µm/s=6'6·10^{-5} m/s m=1 ·10^{-6} µg=1 ·10^{-15} kg h= 6,6·10^{-34} J·s

Puesto que 1 millón de bacterias tienen una masa de 1 µg, una bacteria tendrá una masa un millón de veces menor. Basta dividir la masa que nos dan entre 1 millón.

$$m(1\ Bacteria) = \frac{m(1\ millon\ bacterias)}{10^6} = \frac{1\ \mu g}{10^6} = 10^{-6}\ \mu g = 10^{-15}\ kg$$

Aplicamos la fórmula para calcular la longitud de onda de la bacteria:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} \longrightarrow \lambda = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34}}{1 \cdot 10^{-15} \cdot 6'6 \cdot 10^{-5}} \longrightarrow \boxed{\lambda = 1 \cdot 10^{-14}\ \text{m}}$$

La longitud de onda de esa bacteria sería de 1 ·10^{-14} m

Esta longitud de onda, ¿es grande o pequeña?

Rayos X: 10^{-8} –10^{-11} m

Rayos γ : 10^{-12} m

Protón: 1'75^{-15} m

Calcula la longitud de onda de De Broglie de una bacteria que se mueve a una velocidad de 66 µm/s, sabiendo que la masa de un millón de bacterias es de 1 µg.
Dato: constante de Planck, h= 6,6·10^{-34} J·s,

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

BONUS (para entusiastas de la física)

Calculo de la energía total de una partícula en función de su masa en reposo y de su cantidad de movimiento.

(luego calcularemos la energía de un objeto en reposo y el momento lineal de un fotón)

A partir de los conceptos de cantidad de movimiento y energía relativista se puede deducir una ecuación que relaciona las magnitudes Energía (E), masa (m_0) y cantidad de movimiento (p).

$$\boxed{E^2 = (p \cdot c)^2 + (m_0 \cdot c^2)^2}$$

¡Vamos a demostrarlo!

Partimos de la Ecuación de la energía de Einstein: $E = \gamma \cdot m_0 \cdot c^2$

Y del momento lineal relativista: $p = \gamma \cdot m_0 \cdot v$

Siendo $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, el coeficiente de Lorentz .

Si operamos:

$$E^2 - p^2 \cdot c^2 = \frac{(m_0 \cdot c^2)^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} - \frac{(m_0 \cdot v)^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot c^2 \longrightarrow E^2 - p^2 \cdot c^2 = \frac{{m_0}^2 \cdot c^4 - {m_0}^2 \cdot v^2 \cdot c^2}{\frac{c^2 - v^2}{c^2}} = \frac{{m_0}^2 \cdot c^2 \cdot \cancel{(c^2 - v^2)}}{\frac{\cancel{c^2 - v^2}}{c^2}}$$

$$E^2 - p^2 \cdot c^2 = {m_0}^2 \cdot c^4 \longrightarrow E^2 = p^2 \cdot c^2 + {m_0}^2 \cdot c^4 \longrightarrow \boxed{E^2 = (p \cdot c)^2 + (m_0 \cdot c^2)^2}$$

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Energía de una partícula en reposo y momento lineal de un fotón.

$$\boxed{E^2 = (p \cdot c)^2 + (m_0 \cdot c^2)^2}$$

Se puede observar, que si la partícula está en reposo, la energía de la misma será:

$\mathbf{E = m_0 \cdot c^2}$ Ya que p=0 cuando una partícula está en reposo.

Aunque los fotones no tienen masa (y por eso se pueden desplazar a la velocidad de la luz), si tienen asociado un momento lineal.

En el caso de los fotones, podemos sustituir m_0=0 (ya que el fotón no tiene masa en reposo) entonces se deduce:

$\mathbf{E = p \cdot c} \longrightarrow \boxed{\mathbf{p = \frac{E}{c}}}$ Este sería el momento lineal de un fotón.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción B, PROBLEMA 1

Julio 2019

CAMPO GRAVITATORIO

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Problema 1

Se sitúan dos masas puntuales de 1 kg en las posiciones (−3,0) m y (3,0) de un sistema de coordenadas cartesiano. Calcula para el punto (0,4) m :

a) Los vectores campo gravitatorio que generan cada una de ellas y el vector campo gravitatorio total. Razona si existe algún punto de esta configuración donde se anula el campo gravitatorio y en caso afirmativo identifícalo.

b) El potencial gravitatorio debido a cada una de las masas y el potencial total. Razona si existe algún punto donde el potencial gravitatorio se anula.

Dato: constante de gravitación universal, $G=6{,}67 \cdot 10^{-11}\ Nm^2/Kg^2$

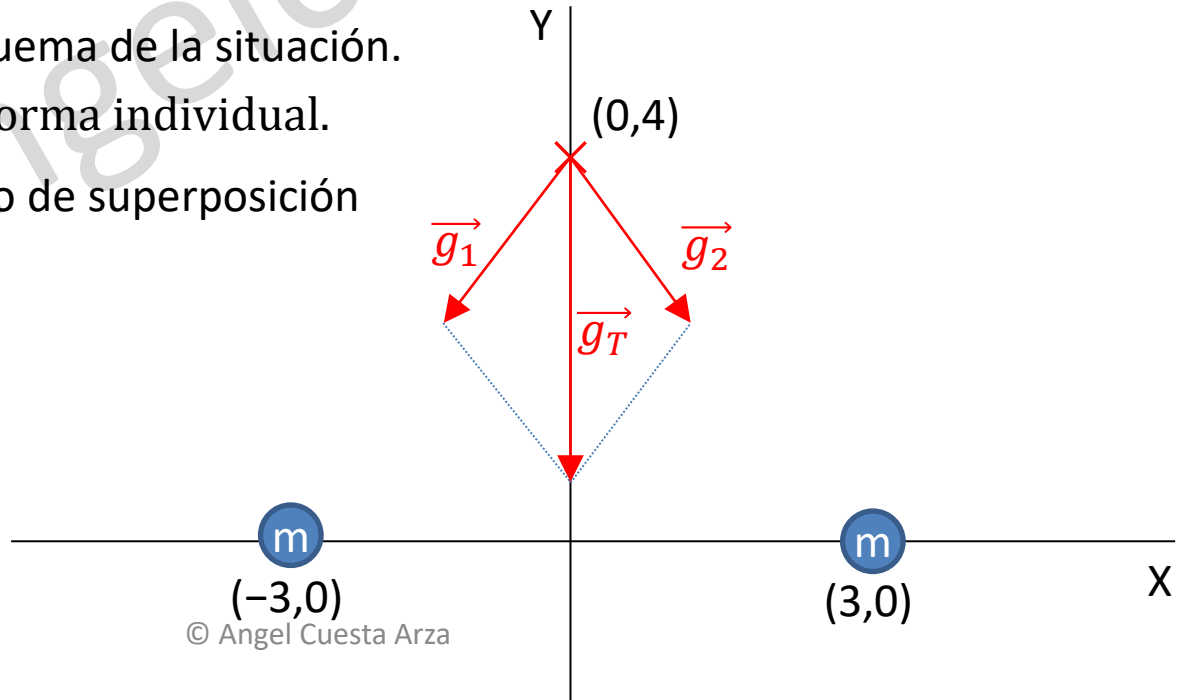
Solución:

En primer lugar dibujo un esquema de la situación.

Se deben calcular $\overrightarrow{g_1}$ y $\overrightarrow{g_2}$ de forma individual.

Y después se aplica el principio de superposición para calcular $\overrightarrow{g_T}$.

Vamos a hacer los cálculos a continuación.



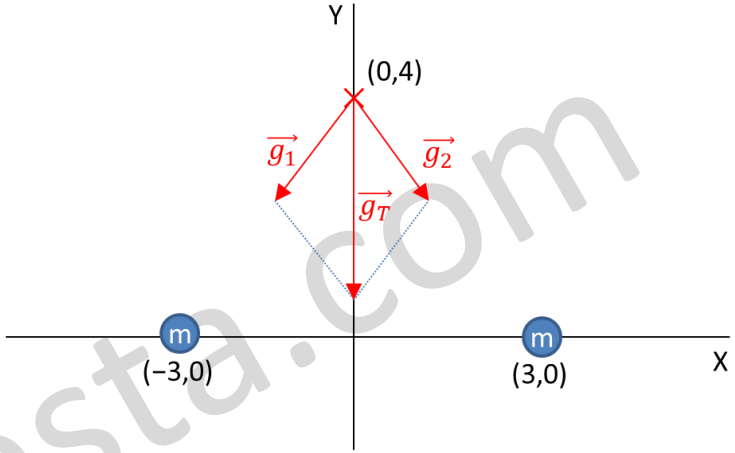
© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 1

El campo gravitatorio generado por una carga puntual se puede calcular con la fórmula:

$$\boxed{\overrightarrow{g} = -G\frac{m}{r^2}\cdot\overrightarrow{u_r}}$$



$\overrightarrow{g_1}$: Campo generado por la masa en (− 3,0):

1) Calculo el vector desde la masa al punto donde se calcula el campo. $\overrightarrow{r_1} = (0,4) - (-3,0) = (3,4) = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$

2) Calculo el vector unitario de $\overrightarrow{r_1}$: $\overrightarrow{u_{r1}} = \frac{\overrightarrow{r_1}}{|\overrightarrow{r_1}|} = \frac{3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 0'6\vec{\imath} + 0'8\vec{\jmath}$

3) Calculo la distancia (que es el módulo de $\overrightarrow{r_1}$): $|\overrightarrow{r_1}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\ m$

4) Calculo el vector $\overrightarrow{g_1}$: $\overrightarrow{g_1} = -6'67\cdot 10^{-11}\frac{1}{5^2}\cdot(0'6\vec{\imath} + 0'8\vec{\jmath})$

Obteniendo: $\boxed{\overrightarrow{g_1} = -1'6\cdot 10^{-12}\vec{\imath} - 2'13\cdot 10^{-12}\vec{\jmath}\ \ (N/kg)}$

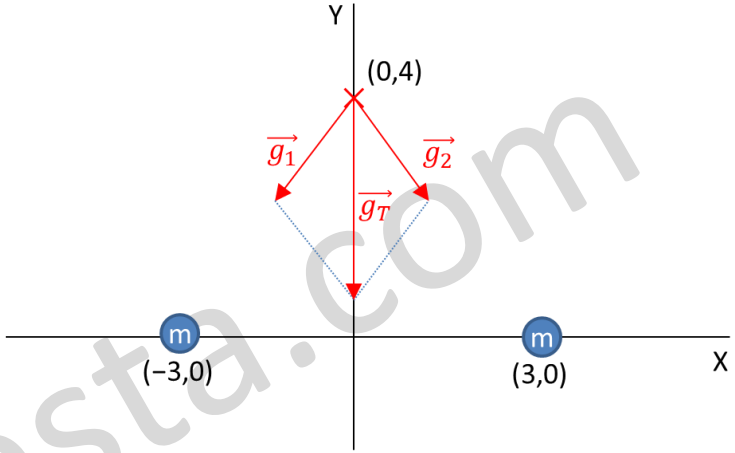
a) Los vectores campo gravitatorio que generan cada una de ellas y el vector campo gravitatorio total.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 1

Hacemos el mismo procedimiento con la masa situada en el punto (3,0).



1) Calculo el vector desde la masa al punto donde se calcula el campo. $\overrightarrow{r_2} = (0,4) - (3,0) = (-3,4) = -3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$

2) Calculo el vector unitario de $\overrightarrow{r_2}$: $\overrightarrow{u_{r2}} = \dfrac{\overrightarrow{r_2}}{|\overrightarrow{r_2}|} = \dfrac{-3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}}{\sqrt{(-3)^2+4^2}} = -0'6\vec{\imath} + 0'8\vec{\jmath}$

3) Calculo la distancia (que es el módulo de $\overrightarrow{r_2}$): $|\overrightarrow{r_2}| = \sqrt{(-3)^2+4^2} = 5\ m$

4) Calculo el vector $\overrightarrow{g_2}$: $\overrightarrow{g_2} = -6'67 \cdot 10^{-11} \dfrac{1}{5^2} \cdot (-0'6\vec{\imath} + 0'8\vec{\jmath})$

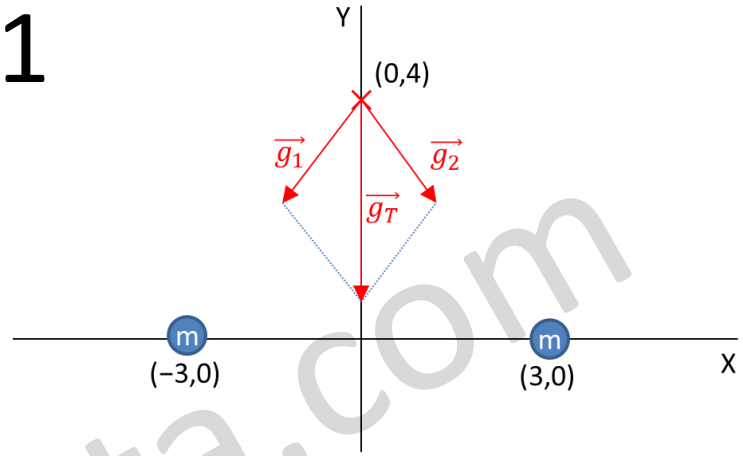
Obteniendo: $\boxed{\overrightarrow{g_2} = 1'6 \cdot 10^{-12}\vec{\imath} - 2'13 \cdot 10^{-12}\vec{\jmath}\ \ (N/kg)}$

a) Los vectores campo gravitatorio que generan cada una de ellas y el vector campo gravitatorio total.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 1



Aplicamos el principio de superposición para calcular el campo total en (0,4).

$$\boxed{\overrightarrow{g_T} = \overrightarrow{g_1} + \overrightarrow{g_2}}$$

$$\overrightarrow{g_T} = -1'6 \cdot \cancel{10^{-12}}\vec{i} - 2'13 \cdot 10^{-12}\vec{j} + 1'6 \cdot \cancel{10^{-12}}\vec{i} - 2'13 \cdot 10^{-12}\vec{j}$$

$$\boxed{\overrightarrow{g_T} = -4'26 \cdot 10^{-12}\vec{j}\ N/Kg}$$

Como se puede ver en el esquema gráfico, las componentes X de los campos $\overrightarrow{g_1}$ y $\overrightarrow{g_2}$ se anulan y se obtiene un campo gravitatorio en la dirección del eje Y, en su sentido negativo.

La solución de esta primera parte del apartado a) la hemos ido dando a lo largo del ejercicio, aquí la resumimos:

$$\boxed{\begin{aligned} \overrightarrow{g_1} &= -1'6 \cdot 10^{-12}\vec{i} - 2'13 \cdot 10^{-12}\vec{j}\ \ (N/k\,g) \\ \overrightarrow{g_2} &= 1'6 \cdot 10^{-12}\vec{i} - 2'13 \cdot 10^{-12}\vec{j}\ \ (N/kg) \\ \overrightarrow{g_T} &= -4'26 \cdot 10^{-12}\vec{j}\ (N/Kg) \end{aligned}}$$

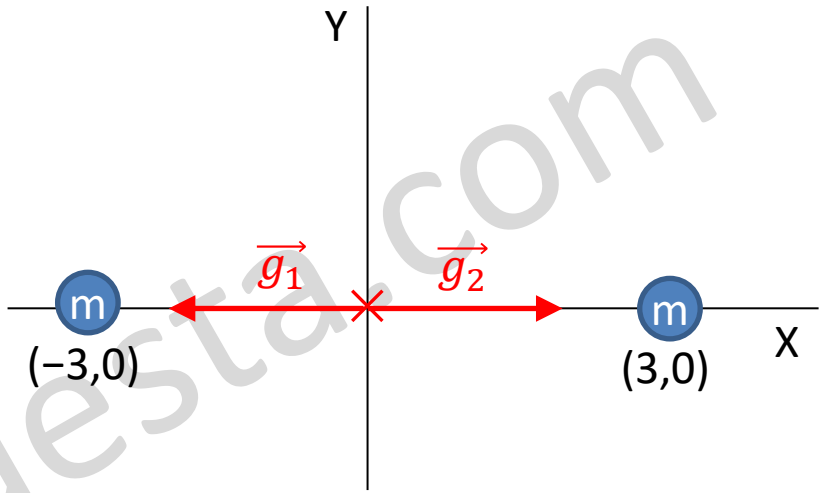
a) Los vectores campo gravitatorio que generan cada una de ellas y el vector campo gravitatorio total.

© Angel Cuesta Aza

www.angelcuesta.com

Problema 1

Hacemos un esquema de la situación:



Para que el campo se anule, ambos campos deben tener la <u>misma dirección</u> y <u>sentidos opuestos</u>. Además deben tener el <u>mismo módulo</u>. El punto estará en el segmento que los une.

En este caso concreto, por la simetría del problema y el hecho de que ambas masas sean iguales, se observa que ese punto es el Origen de Coordenadas, es decir el punto (0,0).
En ningún otro punto se anulará el campo.

Al final del vídeo os cuento como habría que hacer el ejercicio si las masas fueran distintas.

a) Razona si existe algún punto de esta configuración donde se anula el campo gravitatorio y en caso afirmativo identifícalo.

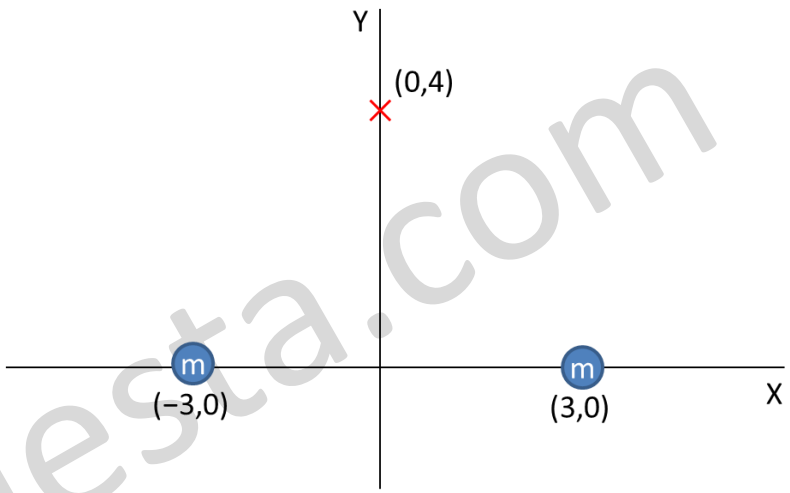
© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 1

El potencial gravitatorio es un valor escalar, que se calcula con la fórmula:

$$\boxed{U = -G\frac{m}{r}}$$



En este caso y dado que las masas y las distancias son iguales, los dos potenciales serán iguales.

$$U_1 = U_2 = -6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1}{5} = \boxed{-1'334 \cdot 10^{-11}\ J/kg}$$

Para calcular el potencial total se aplica el principio de superposición:

$$U = U_1 + U_2 = -1'334 \cdot 10^{-11} - 1'334 \cdot 10^{-11} = \boxed{-2'668 \cdot 10^{-11}\ J/kg}$$

El potencial generado por cada masa m, en el punto (0,4) es: $-1'334 \cdot 10^{-11}\ J/kg$

El potencial total en el punto (0,4) es : $-2'668 \cdot 10^{-11}\ J/kg$

No existe ningún punto donde el potencial se anule, pues los potenciales son aditivos y siempre son negativos. Al sumar dos números negativos, es imposible que se anulen. Sólo se anularía en el infinito.

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

BONUS

Si las masas hubieran sido distintas, habría que aplicar el principio de superposición:

$$\overrightarrow{g_T} = \overrightarrow{g_1} + \overrightarrow{g_2} = \vec{0} \longrightarrow |\overrightarrow{g_1}| = |\overrightarrow{g_2}| \longrightarrow \cancel{G}\frac{m_1}{r_1^2} = \cancel{G}\frac{m_2}{r_2^2}$$

Y teniendo en cuenta que: $r_1 + r_2 = 6 \longrightarrow r_1 = 6 - r_2$

Ya que el punto donde se anula el campo está entre las dos masas.

$$\frac{m_1}{r_1^2} = \frac{m_2}{r_2^2} \longrightarrow \frac{m_1}{(6-r_2)^2} = \frac{m_2}{r_2^2} \longrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{(6-r_2)^2}{r_2^2} \longrightarrow \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \frac{6-r_2}{r_2}$$

$$r_2 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = 6 - r_2 \longrightarrow r_2 + r_2 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = 6 \longrightarrow r_2\left(1 + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\right) = 6$$

$$\boxed{r_2 = \frac{6}{\left(1 + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\right)}} \longrightarrow r_1 = 6 - \frac{6}{1 + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}} \longrightarrow \boxed{r_1 = \frac{6 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}}{1 + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}}}$$

Donde r_1 y r_2 son las distancias de las masas m_1 y m_2 al punto donde se anula el campo gravitatorio.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

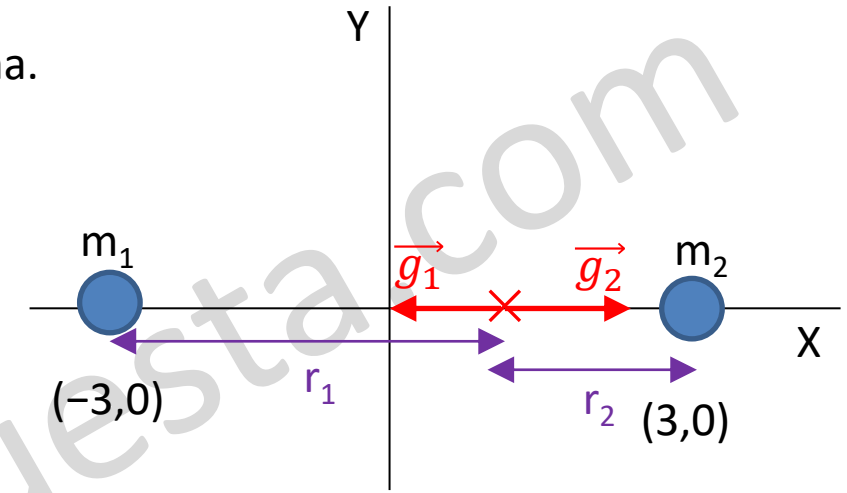
BONUS

En el esquema se ha supuesto $m_1>m_2$.

Las distancias r_1 y r_2 se muestran en el esquema.

$$r_1 = \frac{6 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}}{1+\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}}$$

$$r_2 = \frac{6}{\left(1+\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\right)}$$



Se observa que si $m_1=m_2$, entonces $r_1=r_2=3$ m

También se puede comprobar que si $m_1<m_2$, entonces el punto en el cual se anulará el campo gravitatorio estará a la izquierda del eje Y. Más cerca de m_1 que de m_2.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción B, CUESTIÓN 2

Julio 2019

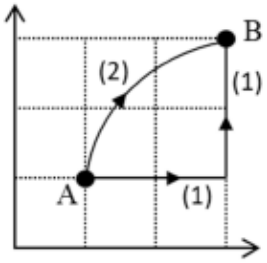
CAMPO ELÉCTRICO

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 2

Explica brevemente qué es un campo de fuerzas conservativo. Una carga positiva se encuentra en el seno de un campo electrostático. El trabajo realizado por el campo para desplazarla entre los puntos A y B de la figura es de 0,01 J si se sigue el camino (1) ¿Cuál es el trabajo si se sigue el camino (2)? ¿En qué punto, A o B, es mayor el potencial eléctrico? Razona las respuestas.



Solución:

Un campo de fuerzas es una perturbación en el espacio que provoca una fuerza sobre un cuerpo que está en él y es susceptible a ser afectado por esa perturbación. Por ejemplo, una masa en el interior de un campo generado por otra masa (campo gravitatorio).

El campo será conservativo, como el campo gravitatorio o el eléctrico, si el trabajo realizado para llevar un cuerpo de un punto A, a otro punto B, no depende del camino recorrido para ir de A a B.

En un recorrido circular el trabajo sería cero. Por ejemplo para ir desde A hasta A en la gráfica dada recorriendo el ciclo en cualquiera de los sentidos.

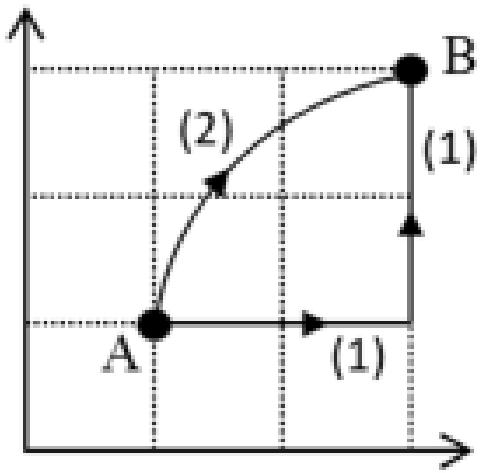
Puesto que el campo electrostático es conservativo, el trabajo por el camino 1 y el camino 2 es el mismo.

$W_{camino1}=W_{camino2}=$ 0'01 J

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Cuestión 2



¿En qué punto, A o B, es mayor el potencial eléctrico?

Según la definición de trabajo:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{dr} = \int_A^B q \cdot \vec{E} \cdot \vec{dr} = q \cdot \int_A^B \vec{E} \cdot \vec{dr} =$$

$$W_{AB} = q \cdot (-\Delta V) = -q \cdot (V_B - V_A)$$

Sustituyendo: $0'01 = -q \cdot (V_B - V_A) \longrightarrow -q \cdot (V_B - V_A) > 0$

Puesto que nos dicen que q es positiva:

$$-(V_B - V_A) > 0 \longrightarrow -V_B + V_A > 0 \longrightarrow V_A > V_B$$

$\boxed{\text{El potencial eléctrico es mayor en A}}$

BONUS: ¿Qué nos indica el signo del trabajo?

Si el trabajo es positivo, el proceso es espontáneo. Al igual que en el ejercicio.

Si el trabajo es negativo, el proceso debe realizarlo una fuerza externa al campo, el proceso es forzado.

www.angelcuesta

© Angel Cuesta Arza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción A, CUESTIÓN 3

Julio 2019

INDUCCIÓN MAGNÉTICA

www.angelcuesta.com

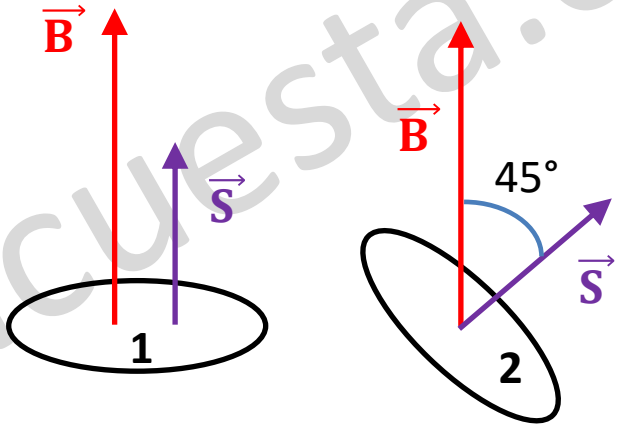
© Angel Cuesta Arza

Cuestión 3

Una espira plana de superficie 5 cm^2 está situada en el seno de un campo magnético uniforme de B= 1mT perpendicular al plano de la espira. Calcula el flujo magnético a través de la espira en esta situación y cuando la espira ha girado un ángulo α =45°. Razona si se genera una fuerza electromotriz en la espira mientras gira.

Solución:

Hago un esquema de las dos situaciones planteadas.



Supongo que la espira es circular para el esquema, aunque podría ponerla cuadrada y no cambiaría nada.

Los datos del ejercicio son:

B= 1 mT= 0'001 T S= 5 cm^2 =0'0005 m^2

El flujo magnético en un <u>campo magnético uniforme</u> se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(\alpha)$$

$$\Phi_1 = 0'001 \cdot 0'0005 \cdot \cos(0°) = 5 \cdot 10^{-7}\ Wb$$

$$\Phi_2 = 0'001 \cdot 0'0005 \cdot \cos(45°) = 3'54 \cdot 10^{-7}\ Wb$$

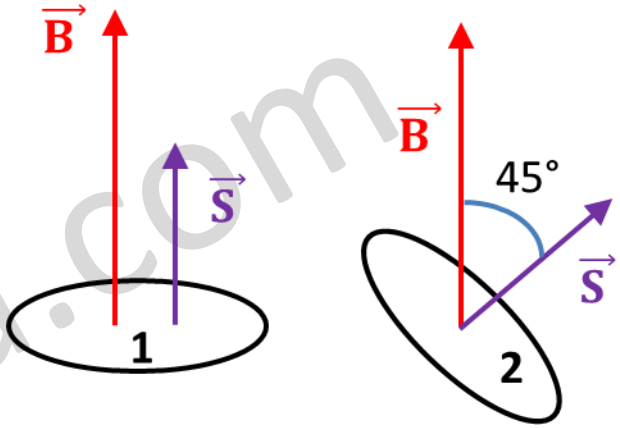
El flujo magnético en el instante inicial será de $\mathbf{5 \cdot 10^{-7}\ Wb}$ y será de $\mathbf{3'54 \cdot 10^{-7}\ Wb}$ cuando la espira haya girado 45°

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Cuestión 3

Para poder explicar la última parte del ejercicio debemos tener en cuenta una ley de la física referida a la inducción de una corriente eléctrica a partir de un campo magnético.



Ley de Faraday-Henry: La tensión inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde

Como hemos visto anteriormente, se ha producido un cambio en el flujo magnético, por lo que según la ley de Faraday-Henry, se produce una fuerza electromotriz en la espira.

BONUS: ¿Qué dato nos deberían dar para poder calcular el valor de la fuerza electromotriz?

Hay varias respuestas a esta pregunta.

Si nos dan un tiempo en el cual gira la espira, podríamos aplicar:

$$\varepsilon = -\frac{\phi_2 - \phi_1}{\Delta t}$$

Si nos dieran la velocidad angular de la espira, podríamos aplicar:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d[B \cdot S \cdot \cos(wt)]}{dt}$$

Quedando: $\varepsilon = B \cdot S \cdot w \cdot sen(wt)$ Que nos indicaría la fem instantánea.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Alza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción B, PROBLEMA 4

Julio 2019

ONDAS

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Problema 4

Una onda sinusoidal transversal en una cuerda se propaga en el sentido positivo del eje X con una velocidad de 1 m/s, y un periodo de 0,2 s. En el instante inicial, el punto de la cuerda situado en el origen de coordenadas tiene una elongación positiva igual a su amplitud.

a) Calcula los valores de la frecuencia angular, el número de onda y la fase inicial.

b) Si la amplitud de la onda es de 0,1 m, escribe la función de onda y(x,t) ¿qué elongación tiene el punto de la cuerda x=0,2 m en el instante t=0,4 s?

Solución:

Datos: v_p= 1 m/s T= 0'2 s Para x=0; t=0 , y=+A

Con los datos que nos da el ejercicio podemos calcular inmediatamente la frecuencia angular y la longitud de onda.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0'2} = \boxed{10\pi\ rad/s} \qquad v_p = \frac{\lambda}{T} \longrightarrow \lambda = v_p \cdot T \longrightarrow \lambda = 1 \cdot 0'2 = 0'2\ m$$

A partir de la longitud de onda, calculo el número de onda. $k = \frac{2\pi}{\lambda} \longrightarrow \boxed{k = \frac{2\pi}{0'2} = 10\pi\ m^{-1}}$

Para calcular la fase inicial, aunque se puede deducir a partir del enunciado, utilizaremos la función de onda.

$$y = A \cdot sen\ (wt - kx + \delta) \xrightarrow[\text{x=0; t=0}]{\text{y=+A}} A = A \cdot sen\ (0 - 0 + \delta) \longrightarrow 1 = sen\ (\delta) \longrightarrow \boxed{\delta = \frac{\pi}{2} rad}$$

© Angel Cuesta Arza

www.angelcuesta.com

Problema 4

b) Si la amplitud de la onda es de 0,1 m, escribe la función de onda y(x,t) ¿qué elongación tiene el punto de la cuerda x=0,2 m en el instante t=0,4 s?

Al darnos el dato de la amplitud, ya podemos escribir la ecuación de la onda por completo.

$$y = A \cdot sen\,(wt - kx + \delta) \longrightarrow y = 0'1 \cdot sen\left(10\pi t - 10\pi x + \frac{\pi}{2}\right)$$

Sustituyendo x=0'2 m y t=0'4 s:

$$y = 0'1 \cdot sen\left(10\pi \cdot 0'4 - 10\pi \cdot 0'2 + \frac{\pi}{2}\right) \longrightarrow \boxed{y = 0'1m}$$

La elongación será de 0'1 m, es decir, el punto se encontrará en un máximo.

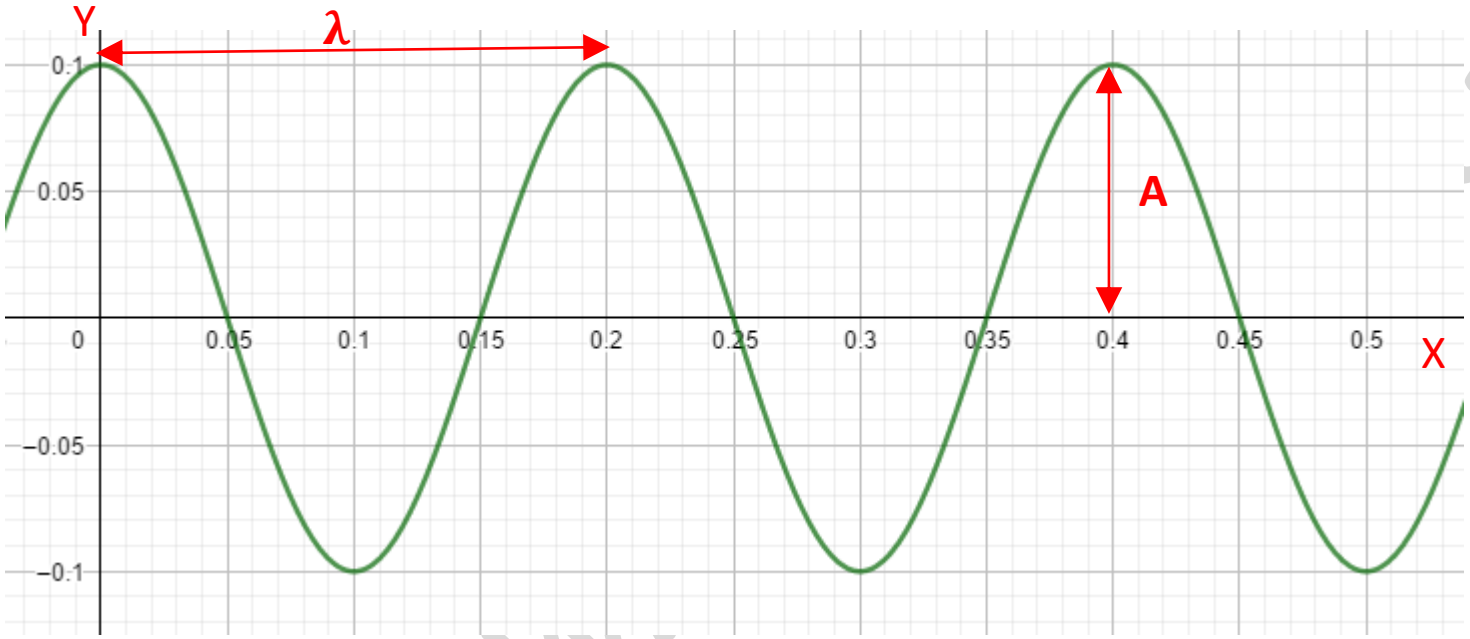
www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

BONUS

¿Cómo sería la gráfica de la elongación en función de la posición x?.

Puesto que es de tipo senoidal y parte desde y=+A, sería algo así.



¿Cuál sería la expresión de la función de onda en función del coseno? $\boxed{y = 0'1 \cdot cos(10\pi \cdot t - 10\pi \cdot x)}$

De los datos del ejercicio, se puede deducir que:

$$y = A \cdot cos\,(wt - kx + \delta) \xrightarrow[\text{x=0; t=0}]{\text{y=+A}} A = A \cdot cos\,(0 - 0 + \delta) \longrightarrow 1 = cos\,(\delta) \longrightarrow \boxed{\begin{array}{l} \delta = 0\,rad \\ \cancel{\delta = \pi\,rad} \end{array}}$$

© Angel Cuesta Arza

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción B, CUESTIÓN 5

Julio 2019

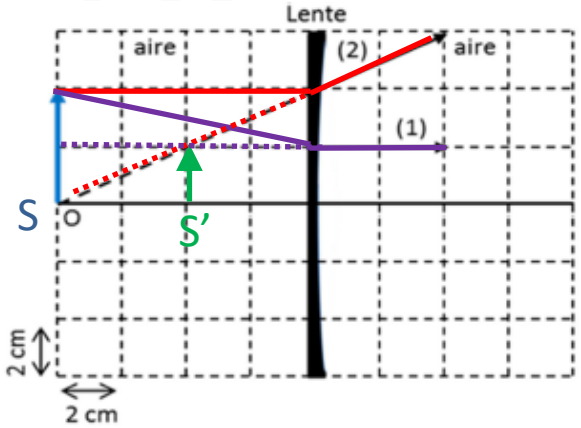
ÓPTICA

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 5

El esquema de la figura representa una lente, un objeto y dos rayos (1 y 2) que, procedentes del extremo del objeto (flecha), salen de la lente tal y como se muestra. Determina, a partir de un trazado de rayos, la posición, tamaño de la imagen y aumento, posición de los puntos focales y la potencia de la lente, ¿la imagen es real o virtual?



Solución:

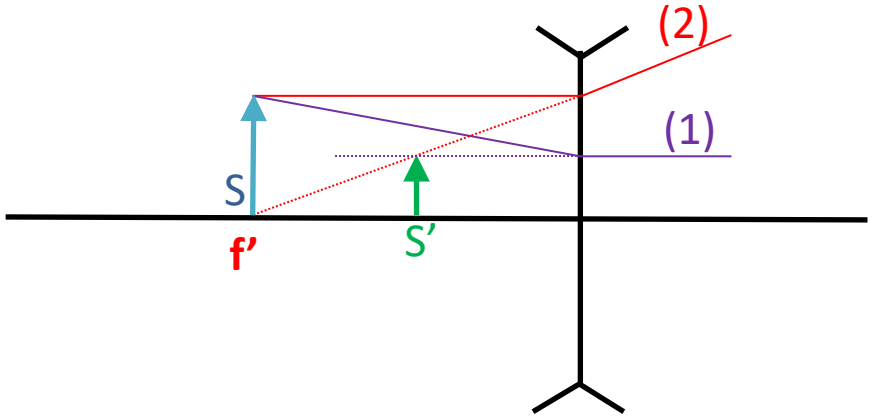
En primer lugar, trazamos los rayos, ya que los rayos (1) y (2) sólo se ven en su parte saliente de la lente.

Podemos ver por el diagrama de rayos que el rayo (2) diverge, ya que se aleja del eje óptico al atravesar la lente.

Por lo tanto, concluimos que **la lente es divergente**.

Trazamos nuestro propio diagrama de rayos, tal como pide el ejercicio.

Al prolongar el rayo (2), podemos ver que obtenemos el foco, f'.



Se puede leer en la representación que nos dan como dato, por lo tanto que f'=s=−8 cm.

También podemos deducir que: s'= − 4 cm, y=4 cm e y'=2 cm.

Para calcular el aumento lateral y la potencia:

$$A_L = \frac{s'}{s} = \frac{-4}{-8} = 0'5 \qquad P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0'08} = -12'5\ \mathrm{D}$$

© Angel Cuesta Arza

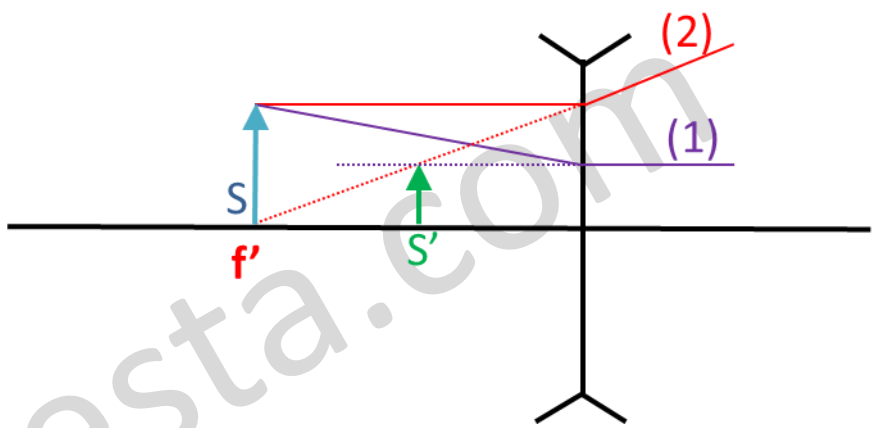
www.angelcuesta.com

Cuestión 5

Se observa que la imagen es virtual, pues se genera a partir de las prolongaciones de los rayos refractados.

Es una imagen reducida, pues su tamaño ha disminuido a la mitad.

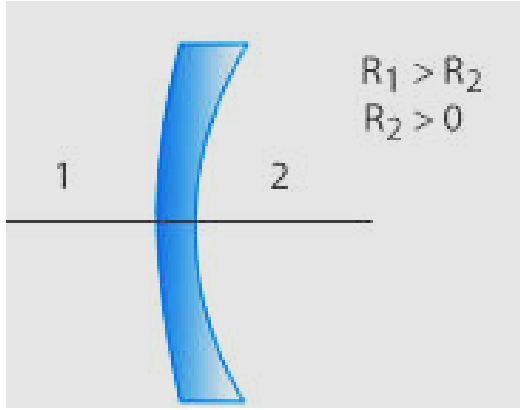
Es una imagen derecha, porque la imagen y el objeto están ambos por encima del eje óptico.



BONUS

Un tipo de lente divergente es la llamada menisco divergente, o menisco cóncava.

Está formada por una superficie convexa (1) y otra cóncava (2).



Fuente: fisicalab.com

Al ser $R_1 > R_2 > 0$, f'<0 y la lente es **divergente**.

La relación de la distancia focal con los radios de curvatura de las superficies nos la da la ecuación del fabricante de lentes (siendo el medio externo, aire):

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

Siendo:

n= índice de refracción de la lente.

R_1= Radio de curvatura de la superficie convexa. $R_1 > R_2 > 0$

R_2= Radio de curvatura de la superficie cóncava. R_2 >0

www.angelcuesta.com
© Angel Cuesta Arturo

El problema del día

Selectividad C. Valenciana

FÍSICA

Opción B, CUESTIÓN 6

Julio 2019

FÍSICA MODERNA

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 6

En la nucleosíntesis estelar de estrellas masivas, el núcleo de la estrella, al contraerse, provoca la siguiente desintegración:

$$^{20}_{10}Ne \rightarrow {}^{16}_{8}O + X$$

Determina razonadamente qué partícula es X. En esta reacción se consume una energía de 4,7 MeV. Calcula la energía consumida, en julios, cuando se desintegra un mol de núcleos de neón.
Datos: número de Avogadro, $6 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}; carga elemental, e=$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Solución:

Según la 1ª Ley de Soddy: Cuando un átomo radiactivo emite una partícula α, su número másico disminuye en cuatro unidades y su número atómico en dos. Durante la emisión de la partícula se conservan tanto la cantidad de movimiento como la energía.

Por ello, según esta ley podemos afirmar que la partícula X, es una partícula α. La partícula α es un núcleo de Helio formada por dos protones y dos neutrones y se escribe $^{4}_{2}\alpha$.

Lo podemos comprobar, ya que sabemos que la suma de números atómicos y números másicos es la misma en los reactivos que en los productos.

$^{20}_{10}Ne \rightarrow {}^{16}_{8}O + {}^{A}_{Z}X$ ⟶

Conservación número másico: $20 = 16 + A \rightarrow A = 4$

Conservación número atómico: $10 = 8 + Z \rightarrow Z = 2$

⟶ La partícula X, es una partícula $^{4}_{2}\alpha$.

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

Cuestión 6

En esta reacción se consume una energía de 4,7 MeV. Calcula la energía consumida, en julios, cuando se desintegra un mol de núcleos de neón.
Datos: número de Avogadro, $6\cdot10^{23}$ mol^{-1}; carga elemental, $e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C.

Para desintegrar un núcleo en sus nucleones es necesaria una gran cantidad de energía. En este caso, 4'7 MeV por núcleo de neón.

Puesto que ya nos dan la energía necesaria para desintegrar un núcleo, mediante factores de conversión podemos calcular la energía necesaria para desintegrar 1 mol de núcleos de neón.

$$1\ \cancel{mol\ Ne}\ \frac{6\cdot10^{23}\ \cancel{átomos\ Ne}}{1\ \cancel{mol\ Ne}}\ \frac{4'7\ MeV}{1\ \cancel{átomo\ Ne}} = \boxed{2'82\cdot10^{24}\ MeV}$$

Pero me piden la energía en Julios

$$2'82\cdot10^{24}\ \cancel{MeV}\ \frac{10^{6}\ \cancel{eV}}{1\ \cancel{MeV}}\ \frac{1'6\cdot10^{-19}\ J}{1\ \cancel{eV}} = \boxed{4'512\cdot10^{11}\ J}$$

La energía consumida en la desintegración de un mol de núcleos de neón es $4'512\cdot10^{11}$ J.

Para que os hagáis una idea de la magnitud de este valor, si lo expresamos en kWh, sería: 125333 kWh.

Teniendo en cuenta que en un hogar medio español se consumen unos 3500 kWh, la energía necesaria para desintegrar 1 mol de núcleos de Ne (unos 20 gramos) sería la que un hogar medio español consume durante unos **¡¡¡36 años!!!**

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza

BONUS

Una cuestión típica que nos pueden pedir en este tipo de ejercicios es aquella en la que nos piden la ganancia de masa que se ha producido en el proceso.

Se ha comprobado experimentalmente que la masa del núcleo es siempre menor que la suma de los nucleones que lo forman. Al descomponerse el núcleo, habrá una ganancia de masa.

A partir de la ecuación relativista: $|\Delta E| = |\Delta m| \cdot c^2$ podemos relacionar la energía necesaria para desintegrar un núcleo con su variación de la masa durante el proceso.

Podemos hacer el problema utilizando el equivalente energético que relaciona masa y energía.

El equivalente energético de una unidad de masa atómica es 931 MeV/u.

$$4'7\ \cancel{\text{MeV}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{uma}}}{931\ \cancel{\text{MeV}}} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}}{1\ \cancel{\text{uma}}} = \boxed{8'4 \cdot 10^{-30}\ \text{kg de masa se ganan en el proceso}}$$

También podemos utilizar la ecuación anteriormente mencionada. $|\Delta E| = |\Delta m| \cdot c^2$

$$4'7\ \cancel{\text{MeV}} \cdot \frac{10^6\ \cancel{\text{eV}}}{1\ \cancel{\text{MeV}}} \cdot \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\ \text{J}}{1\ \cancel{\text{eV}}} = \boxed{7'52 \cdot 10^{-13}\ \text{J}}$$

$$\longrightarrow 7'52 \cdot 10^{-13} = |\Delta m| \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \longrightarrow \boxed{|\Delta m| = 8'4 \cdot 10^{-30}\ \text{kg de masa se ganan en el proceso}}$$

www.angelcuesta.com

© Angel Cuesta Arza