SELECTIVIDAD FÍSICA ARAGÓN. 2019. JUNIO. A.

A 1. Una masa m=0,3 kg situada en un plano horizontal sin rozamiento y unida a un muelle horizontal, describe un movimiento vibratorio armónico. Su energía cinética máxima es de 15 J.
a) Si se sabe que entre los dos puntos del recorrido de la masa en los que tiene velocidad nula hay una distancia de 50 cm, calcule la amplitud, la frecuencia angular (o pulsación) y el periodo del movimiento y la constante elástica del muelle.
b) Calcule la posición, la velocidad y la aceleración de la masa en el instante t=3 s, teniendo en cuenta que cuando t=0 s la masa tiene la energía cinética máxima y se mueve según el sentido positivo del eje x.

a) La Ep máxima es la misma que la Ec máxima. A partir de la Ep máxima podemos calcular la constante elástica.

$$= \frac{0,5}{2} = 0,25\ m \qquad Ep\ (máxima) = Ec\ (máxima) = 15\ J \qquad Ep = \frac{}{2} \cdot K \cdot\ ^2 \qquad K = \frac{2 \cdot Ep}{^2} = \frac{2 \cdot 15}{0,25^2} = 480\ N/m$$

$$K = m \cdot \omega^2 \qquad \omega = \sqrt{K/m} = \sqrt{480/0,3} = 40\ rad/s \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40} = \frac{\pi}{20}\ s$$

b)
Si en el instante inicial la masa tiene la energía cinética máxima, deducimos que está pasando por la posición de equilibrio hacia la derecha. Y por lo tanto no hay desfase inicial.

$$x = \ sen\ (\omega t) \qquad x = 0,25\ sen\ (40 \cdot 3) = 0,145\ m$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \ \cdot \omega \cos\ (\omega t) = 0,25 \cdot 40 \cdot \cos\ (40 \cdot 3) = 8,14\ m/s$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot sen\ (\omega t) = -\omega^2 \cdot x = -1600 \cdot 0,145 = -232\ \ m/s^2$$

2. a) Explique el concepto de campo gravitatorio.

Un satélite de masa 350 kg describe órbitas circulares alrededor de la Tierra a una altura de 630 km sobre la superficie.
b) ¿Cuánto vale la aceleración centrípeta del satélite? ¿Cuál es su período orbital?
c) ¿Cuánto vale la intensidad del campo gravitatorio creado por la Tierra a esta altura? ¿Cuál es la energía mecánica del satélite?
Datos: G=6,67 x 10^{-11} N·m^2·kg^{-2}; M_{Tierra}=5.98 x 10^{24} kg; R_{Tierra}=6,37 x 10^6 m

a) Un campo gravitatorio se define como la zona del espacio en donde se manifiestan o actúan las fuerzas gravitatorias. Por ejemplo, si se tiene una partícula o masa puntual M situada en un punto del espacio., dicha partícula crea en el espacio que la rodea un campo gravitatorio, ya que ejerce una fuerza gravitatoria sobre cualquier otra partícula de masa m situada cerca de ella. Por eso, a la partícula M se le llama partícula creadora y a la partícula m se le llama partícula prueba.
b) m = 350 kg, h = 630 km, r = 7·10^6 m.

$$a_c = g = \frac{G \cdot M}{r^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24}}{(7 \cdot 10^6)^2} = 8{,}14\ m/s^2$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad v = \sqrt{r \cdot a_c} = \sqrt{7 \cdot 10^6 \cdot 8{,}14} = 7549\ m/s$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \qquad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 7 \cdot 10^6}{7549} = 5826\ s$$

c)

$$g = a_c = 8{,}14\ N/kg$$

$$Em = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}98 \cdot 10^{24} \cdot 350}{2 \cdot 7 \cdot 10^6} = -9{,}97 \cdot 10^9\ J$$

3. a) Escriba y comente la Ley de Coulomb.

Las cargas q_A= -2 x 10^{-6} C, q_B = -4 x 10^{-6} C y q_C = -8 x 10^{-6} C están situadas sobre una recta. La carga q_A está situada a 1 m de la carga q_B y la carga q_C se encuentra entre las cargas q_A y q_B.
b) Si la fuerza eléctrica total sobre la carga q_C debida a las otras dos cargas es 0, calcule la distancia entre q_C y q_A.
c) Calcule el trabajo que se debe realizar para trasladar la carga q_C desde la posición en la que se encuentra hasta un punto equidistante de q_A y q_B. Interprete el signo del resultado.
Dato: $k = 1/(4\pi\varepsilon_o) = 9{,}0 \times 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

a) Ley de Coulomb: Dos partículas cargadas y en reposo se atraen o se repelen con una fuerza eléctrica cuyo valor o módulo es directamente proporcional al producto de los valores absolutos de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Si son del mismo signo se repelen y si son de distinto signo se atraen.

$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}\frac{\vec{r}}{r} \qquad\qquad F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

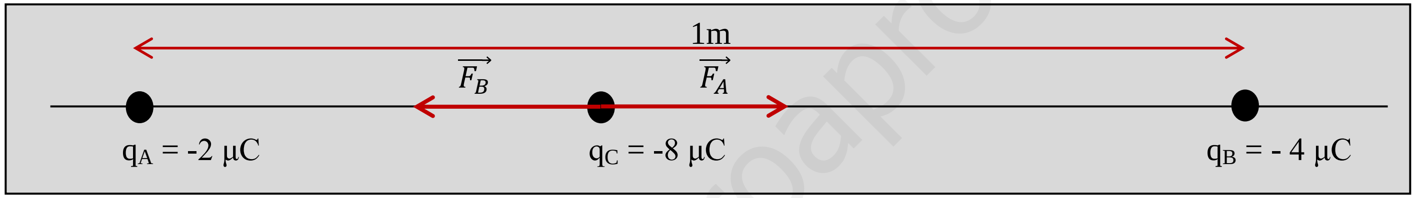
La constante de proporcionalidad K recibe el nombre de constante eléctrica y su valor en el vacío es $9\cdot10^9\ Nm^2/C^2$.
El valor de K depende del medio que rodea a las cargas. En los medios materiales el valor de K es menor que en el vacío, de donde se deduce que la fuerza electrostática entre dos cargas cualesquiera q_1 y q_2 situadas a una distancia r es mayor en el vacío que en cualquier medio material.

Las cargas q_A= -2 x 10^{-6} C, q_B = -4 x 10^{-6} C y q_C = -8 x 10^{-6} C están situadas sobre una recta. La carga q_A está situada a 1 m de la carga q_B y la carga q_C se encuentra entre las cargas q_A y q_B.

b) Si la fuerza eléctrica total sobre la carga q_C debida a las otras dos cargas es 0, calcule la distancia entre q_C y q_A.

c) Calcule el trabajo que se debe realizar para trasladar la carga q_C desde la posición en la que se encuentra hasta un punto equidistante de q_A y q_B. Interprete el signo del resultado.

Dato: k = 1/(4πε$_o$) = 9,0 x 10^9 N·m^2·C^{-2}



b)

$$\vec{F_A} + \vec{F_B} = 0 \qquad F_A = F_B \qquad \frac{K \cdot |q_A| \cdot |q_C|}{r_A^2} = \frac{K \cdot |q_B| \cdot |q_C|}{r_B^2} \qquad \frac{|q_A|}{r_A^2} = \frac{|q_B|}{r_B^2} \qquad \frac{\sqrt{2} \cdot 10^{-3}}{r_A} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 - r_A}$$

$$\sqrt{2} \cdot 10^{-3} - \sqrt{2} \cdot 10^{-3} \cdot r_A = 2 \cdot 10^{-3} \cdot r_A \qquad r_A = \frac{\sqrt{2} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3} + \sqrt{2} \cdot 10^{-3}} = 0{,}414\ m$$

c) Calcule el trabajo que se debe realizar para trasladar la carga q_C desde la posición en la que se encuentra hasta un punto equidistante de q_A y q_B. Interprete el signo del resultado.
Dato: $k = 1/(4\pi\varepsilon_o) = 9,0 \times 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$

c) El trabajo externo que se realiza es igual al incremento de energía potencial. El campo eléctrico realiza el mismo trabajo cambiado de signo.

$$V(0{,}414) = V_A + V_B = K\left(\frac{q_A}{r_A} + \frac{q_B}{r_B}\right) = 9\cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-2\cdot 10^{-6}}{0{,}414} + \frac{-4\cdot 10^{-6}}{1-0{,}414}\right) = -1{,}05\cdot 10^5\ J/C$$

$$V(0{,}5) = V_A + V_B = K\left(\frac{q_A}{r_A} + \frac{q_B}{r_B}\right) = 9\cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-2\cdot 10^{-6}}{0{,}5} + \frac{-4\cdot 10^{-6}}{0{,}5}\right) = -1{,}08\cdot 10^5\ J/C$$

$$W = \Delta Ep = q\cdot \Delta V = -8\cdot 10^{-6}\cdot(-1{,}08\cdot 10^5 + 1{,}05\cdot 10^5) = 0{,}024\ J$$

El signo positivo indica que hay que comunicar energía para trasladar q_C para trasladarlo desde el punto x = 0,414 m al punto x = 0,5 m.
El campo eléctrico realiza un trabajo de - 0,024 J.

4. a) Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es la frecuencia umbral?
b) Iluminamos una muestra con radiación de longitud de onda λ=23,7 x 10^{-9} m. Los fotoelectrones analizados tienen una energía cinética máxima de 47,7 eV. Calcule la función de trabajo (o trabajo de extracción) del material analizado en J y en eV.
c) Determine la frecuencia umbral para este material. ¿Cómo cambiaría esta frecuencia umbral si se duplicase la intensidad del haz de radiación UV?
Datos: c= 3,00 x 10^{8} m/s; h=6,63 x 10^{-34} J·s; 1 eV= 1,602 x 10^{-19} J

a) El efecto consiste en la emisión de electrones de la superficie de un metal cuando incide sobre ella luz que tiene una energía mínima. A esa energía mínima se le llama trabajo de extracción y a la frecuencia correspondiente, frecuencia umbral. La energía sobrante a los fotones incidentes se traduce en energía cinética de los fotoelectrones emitidos. Si la frecuencia de la luz es inferior a la frecuencia umbral no se produce el efecto foto eléctrico. Si aumenta la intensidad de la luz se incrementa el número de fotoelectrones emitidos pero no su energía cinética. Se cumple la ecuación de Einstein.

$$E = h \cdot f = W_0 + Ec = h \cdot f_0 + Ec$$

b) λ=23,7 x 10^{-9} m, Ec = 47,7 eV = 7,632·10^{-18} J.

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = W_0 + Ec \qquad W_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda} - Ec = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{23{,}7 \cdot 10^{-9}} - 7{,}632 \cdot 10^{-18} = 7{,}6 \cdot 10^{-19}\, J$$

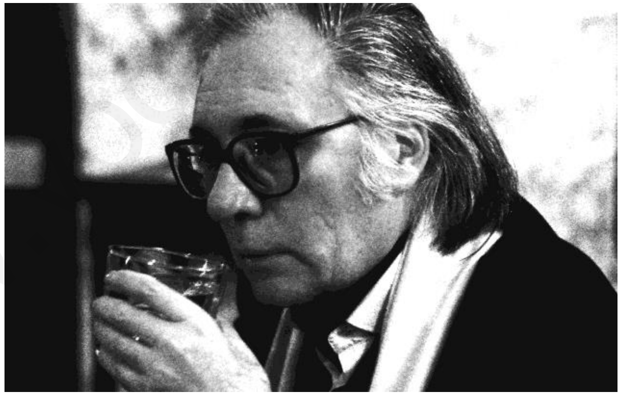
$$W_0 = \frac{7{,}6 \cdot 10^{-19}\, J}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J/eV} = 4{,}75\, eV$$

c) Determine la frecuencia umbral para este material. ¿Cómo cambiaría esta frecuencia umbral si se duplicase la intensidad del haz de radiación UV?
Datos: c= 3,00 x 10^8 m/s; h=6,63 x 10^{-34} J·s; 1 eV= 1,602 x 10^{-19} J

c)

$$W_0 = h \cdot f_0 \qquad f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{7{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 1{,}15 \cdot 10^{15}\ Hz$$

La frecuencia umbral no depende de la intensidad del haz de radiación. La frecuencia umbral solo depende del metal sobre el que incide la luz. La intensidad de la luz depende del número de fotones por unidad de tiempo. Resumiendo: la frecuencia umbral no cambia al duplicar la intensidad de la radiación.



SELECTIVIDAD FÍSICA ARAGÓN. 2019. JUNIO. B.

1. Considere un tubo de órgano lleno de aire, abierto por sus dos extremos en el que se generan ondas estacionarias.

a) Se comprueba que en su tercer armónico el aire vibra con una frecuencia de 510 Hz. ¿Cuál es la longitud del tubo? Dibuje el perfil de la onda estacionaria, indicando la posición de nodos y vientres.

b) Si la nota se toca con una potencia P=10 W y produce a una distancia de 1 m una intensidad sonora determinada. ¿En cuántos decibelios aumenta esta intensidad sonora a la misma distancia si se toca la nota con una potencia 2P?

Dato: $v_{sonido} = 340$ m/s

a) En el tercer armónico hay tres nodos en el interior del tuno. La distancia que separa dos nodos es media longitud de onda. Por ello en nuestro caso L es igual al triple de media longitud de onda.

Nodos (1/6, 3/6, 5/6) m Vientres (0, 1/3, 2/3, 1) m

$v = \lambda \cdot f \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{510} \qquad L = \frac{\lambda}{2} \cdot n = \frac{34/51}{2} \cdot 3 = 1\ m$

b) Al duplicarse la potencia también se dobla la intensidad del sonido a la misma distancia.

$$I = \frac{P}{4\pi \cdot r^2} \qquad I_2 = 2 \cdot I_1 \qquad \beta = 10\ log\ (I/I_0)$$

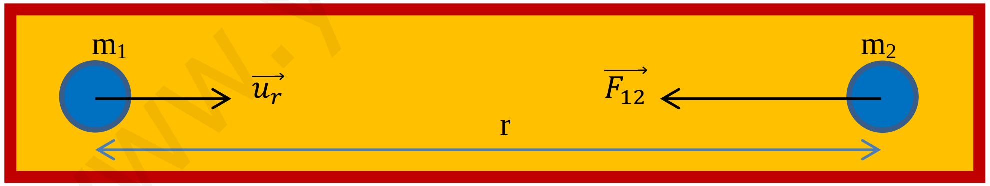
$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \left(log \frac{2 \cdot I_1}{I_0} - log \frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \cdot (log2 + logI_1 - logI_0 - logI_1 + logI_0) = 10 \cdot log2 = 3{,}0\ dB$$

2. a) Enuncie y explique la ley de gravitación universal.
Júpiter es el objeto más másico del sistema solar después del Sol. Su órbita alrededor del Sol se puede considerar circular, con un periodo de 11,86 años. Determinar:
b) La distancia de Júpiter al Sol y la velocidad de Júpiter en su órbita alrededor del Sol.
c) La energía cinética y potencial de Júpiter.
Datos: masa de Júpiter $M_{Júpiter} = 1{,}9 \times 10^{27}$ kg, masa del Sol $M_{Sol} = 2{,}0 \times 10^{30}$ kg, constante de la gravitación universal $G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2/kg^2$.

La fuerza gravitatoria es una fuerza atractiva que se establece entre dos cuerpos cualesquiera. Es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. La constante de proporcionalidad es la constante de gravitación universal cuyo valor es $6{,}67\cdot10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$. La dirección de esta fuerza es la que une ambas masas y su sentido es hacia las masas.

$$F = \frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{d^2} \qquad \vec{F} = -\frac{G\cdot m_1\cdot m_2}{r^2}\cdot\overrightarrow{u_r}$$

G, es la contante de gravitación. $\vec{F}$, es el vector fuerza, siendo F su módulo. m_1 y m_2 son las masas de los cuerpos. d es la distancia que separa los centro de gravedad de ambos cuerpos. $\overrightarrow{u_r}$, es el vector unitario en la dirección que une ambos cuerpos.



Para mayor claridad solo he representado la fuerza que ejerce m_1 sobre m_2, aunque también existe la de m_2 sobre m_1.

Júpiter es el objeto más másico del sistema solar después del Sol. Su órbita alrededor del Sol se puede considerar circular, con un periodo de 11,86 años. Determinar:
b) La distancia de Júpiter al Sol y la velocidad de Júpiter en su órbita alrededor del Sol.
c) La energía cinética y potencial de Júpiter.
Datos: masa de Júpiter $M_{Júpiter} = 1,9 \times 10^{27}$ kg, masa del Sol $M_{Sol} = 2,0 \times 10^{30}$ kg, constante de la gravitación universal $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$.

b) La fuerza de atracción gravitatoria es la fuerza centrípeta responsable de la trayectoria circular de Júpiter. La velocidad del planeta es constante.

$$F_g = F_C \qquad \frac{G \cdot M_S \cdot M_J}{r^2} = \frac{M_J \cdot v^2}{r} \qquad v^2 = \frac{G \cdot M_S}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 \qquad r = \sqrt[3]{G \cdot M_S \cdot T^2/4\pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,0 \cdot 10^{30} \cdot (11,86 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600)^2/4\pi^2} = 7,79 \cdot 10^{11}\ m$$

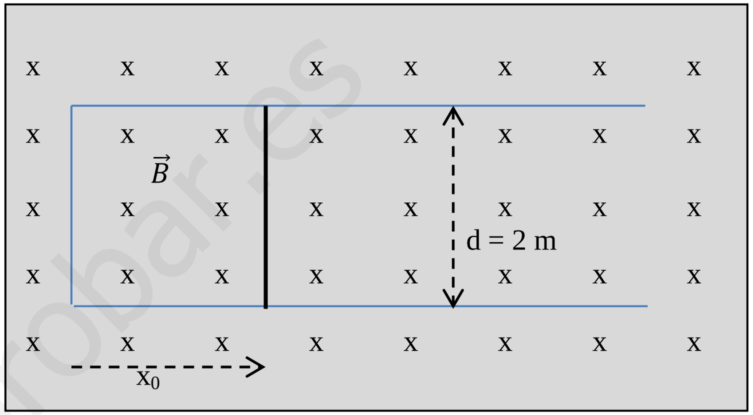
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 7,79 \cdot 10^{11}}{11,86 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 13087\ m/s$$

c)

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot M_J \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,9 \cdot 10^{27} \cdot (13087)^2 = 1,63 \cdot 10^{35} J$$

$$Ep = -\frac{G \cdot M_S \cdot M_J}{r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,0 \cdot 10^{30} \cdot 1,9 \cdot 10^{27}}{7,79 \cdot 10^{11}} = -3,25 \cdot 10^{35}\ J$$

3. Considere una varilla conductora que desliza en contacto eléctrico con un marco, de material conductor, en forma de U. Los lados paralelos del marco conductor están separados una distancia d=2 m. La varilla describe un movimiento vibratorio armónico simple alrededor de la posición de equilibrio x_0=1m, según la ecuación del movimiento siguiente (todas las magnitudes están expresadas en el sistema internacional: $x(t) = x_0 - 0{,}3\ sen\ (32t)$. Todo el conjunto se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme, perpendicular al plano del marco y en el sentido de entrada al plano del papel, de módulo B=0,5 T.



a) ¿Cuál es el flujo del campo magnético a través de la superficie comprendida entre la varilla y la parte cerrada del marco en el instante t=0?

b) Escriba una ecuación que exprese la variación del flujo en función del tiempo.

c) Determine el valor máximo que alcanza la fuerza electromotriz inducida.

a) El vector superficie es perpendicular a la superficie por lo que el ángulo entre los vectores $\vec{B}\ y\ \vec{S}$ es 0º.

$$\phi_0 = B \cdot S \cdot cos\varphi = 0{,}5 \cdot (2 \cdot 1) \cdot cos0 = 1\ Wb$$

b)

$$\phi = B \cdot S \cdot cos\varphi = 0{,}5 \cdot (1 - 0{,}3 \cdot sen\ 32t) \cdot 2 \cdot cos0 = 1 - 0{,}3 \cdot sen(32t)$$

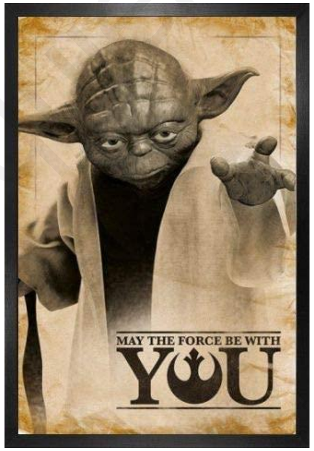
c) Determine el valor máximo que alcanza la fuerza electromotriz inducida.

c)

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -0{,}3 \cdot 32 \cdot \cos(32t)$$

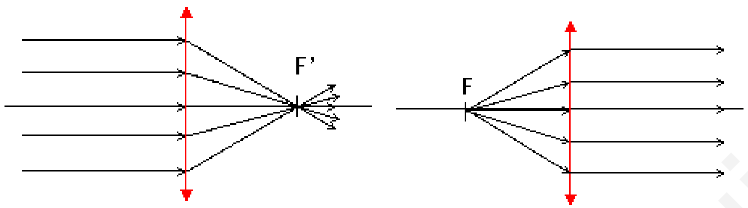
$$El\ valor\ máximo\ de\ la\ fuerza\ electromotriz\ se\ da\ cuando\ \cos(32t) = \pm 1\ \rightarrow \varepsilon_{max} = \pm 9{,}6\ V$$

El signo negativo de la ley de Lenz solo indica que el sentido de la corriente se opone a la variación que hay en el flujo magnético que atraviesa la espira. El sentido de la corriente irá cambiando de sentido cada cierto tiempo.

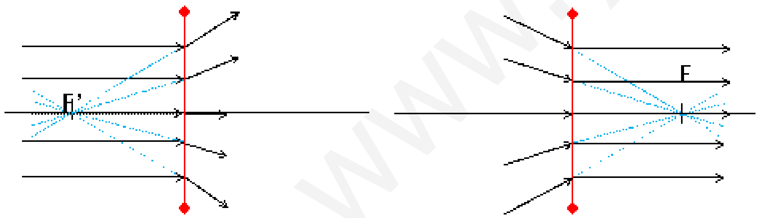


4. a) Explique qué es una lente convergente y una lente divergente. ¿Dónde están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas?
b) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de altura cuando se coloca a 1 m de una lente de potencia -2 dioptrías. Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos.

a) Una lente convergente es aquella que hace que los rayos paralelos al eje converjan en un punto, llamado foco imagen.
El foco objeto en una lente convergente es un punto en el que si colocamos un foco emisor de luz sus rayos salen paralelos al eje óptico después de atravesar. El foco imagen está a la derecha de la lente. El foco objeto está a la izquierda de la lente.



Una lente divergente es aquella que separa los rayos que llegan a ella paralelos al eje óptico de modo que sus prolongaciones hacia atrás se cruzan en el foco imagen. Los rayos que se dirigen hacia el foco objeto salen de la lente paralelos al eje óptico. El foco imagen está a la izquierda de la lente. El foco objeto está a la derecha de la lente.



b) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de altura cuando se coloca a 1 m de una lente de potencia -2 dioptrías. Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos.

b) y = 1 cm, P = -2 dioptrías → el signo negativo indica que la lente es divergente, s = -1 m.

$$\frac{1}{f'} = P = -2 \qquad \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad -2 = \frac{1}{s'} - \frac{1}{-1} \qquad \frac{1}{s'} = -\left(2 + \frac{1}{1}\right) = -3 \qquad s' = -\frac{1}{3} m$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad y' = y \cdot \frac{s'}{s} = 1 \cdot \frac{-1/3}{-1} = \frac{1}{3}\ cm$$