**PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT** PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

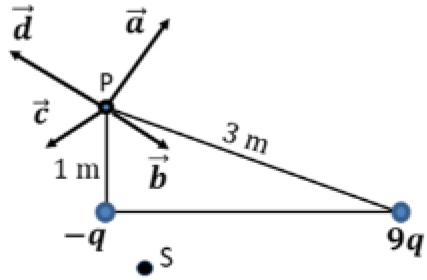
| | |
|---|---|
| **CONVOCATÒRIA: JULIOL 2023** | CONVOCATORIA: JULIO 2023 |
| **Assignatura: FÍSICA** | Asignatura: FÍSICA |

**BAREMO DEL EXAMEN: La puntuación máxima de cada problema es de 2 puntos y la de cada cuestión de 1,5 puntos. Se permite el uso de calculadoras siempre que no sean gráficas o programables y que no puedan realizar cálculo simbólico ni almacenar datos o fórmulas en memoria. Los resultados deberán estar siempre debidamente justificados. Realiza primero el cálculo simbólico y después obtén el resultado numérico.**
**TACHA CLARAMENTE todo aquello que no deba ser evaluado**

## CUESTIONES (elige y contesta exclusivamente 4 cuestiones)

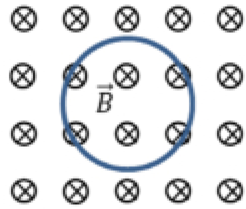
**CUESTIÓN 1 - Interacción gravitatoria**
Deduce la expresión del periodo de un satélite que sigue una órbita circular alrededor de un planeta, en función de la masa de este y del radio de la órbita. Alrededor del planeta, de masa $M$, orbitan dos satélites de igual masa $m$ y radios orbitales $r_1$ y $r_2$, siendo $r_2 > r_1$. Discute cuál de los dos satélites orbitará con mayor periodo. Razona también cuál de los dos satélites tendrá menor energía potencial gravitatoria.

**CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética**
El diagrama muestra dos cargas de magnitudes $-q$ y $9q$ con $q > 0$. Razona cuál de los vectores dibujados representa el vector campo eléctrico total en el punto $P$. Si los puntos $P$ y $S$ pertenecen a la misma superficie equipotencial, ¿cuál es el trabajo realizado al llevar una carga $Q$ desde el punto $P$ hasta el punto $S$?




**CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética**
Un protón se mueve con velocidad $\vec{v}$ y describe una trayectoria circular en un ciclotrón en el que hay un campo magnético constante $\vec{B}$, perpendicular a $\vec{v}$. Escribe la expresión de la fuerza que actúa sobre el protón y representa los vectores velocidad, campo magnético y fuerza. Razona por qué la trayectoria es circular. ¿Cómo cambiaría la trayectoria si se tratara de un neutrón?

**CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética**
En la figura se muestra una espira circular en el seno de un campo magnético dirigido hacia dentro del plano del papel. Razona si se genera corriente inducida en la espira y en qué sentido, en los siguientes casos: a) el módulo del campo magnético disminuye y la espira permanece fija y b) el radio de la espira aumenta progresivamente y el módulo del campo magnético permanece constante.



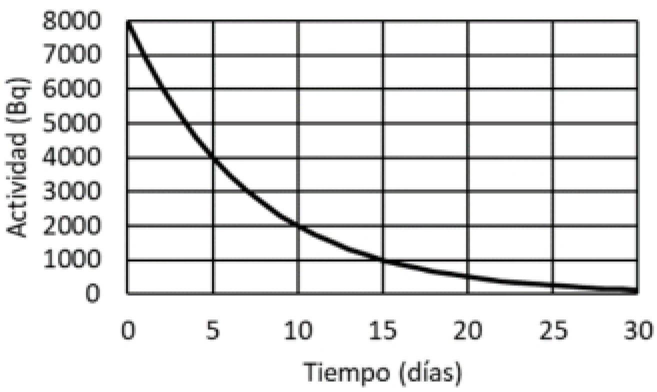

**CUESTIÓN 5 - Ondas**
Determina el periodo, la longitud de onda, el número de ondas y la velocidad de propagación de una onda sísmica trasversal cuya función es $y(x,t) = 2\,sen(50\,\pi\,t - \frac{\pi}{2}\,x)$ (todos los valores se expresan en unidades del Sistema Internacional). Si $y(0,t) = 2$ m, determina razonadamente el valor de $y(8,t)$ y el valor de $y(0, t + 0{,}04)$.

**CUESTIÓN 6 - Ondas**
Escribe la expresión del nivel sonoro (en dB) en función de la intensidad de un sonido. Demuestra que una persona expuesta a un nivel sonoro de 70 dB recibe una intensidad 100 veces menor que aquella que está expuesta a un nivel sonoro de 90 dB.

**CUESTIÓN 7- Óptica geométrica**
Demuestra que una lupa produce imágenes derechas de objetos reales si estos se encuentran entre la lupa y su foco objeto, ¿estas imágenes son reales o virtuales? ¿Dónde debería situarse un objeto real si se desea obtener una imagen invertida? ¿Qué ocurre si situamos el objeto justo en el foco objeto de la lupa? Para responder usa en cada caso un trazado de rayos.

**CUESTIÓN 8 - Física del siglo XX**

La gráfica representa la actividad de una muestra radiactiva en función del tiempo (en días). Utilizando los datos de la gráfica, deduce razonadamente el periodo de semidesintegración de la muestra y la constante de desintegración. Determina el número de periodos necesarios para que la actividad pase a valer $1000\ \mathrm{Bq}$.




**PROBLEMAS (elige y contesta <u>exclusivamente</u> 2 problemas)**

**<u>PROBLEMA 1 - Interacción gravitatoria</u>**

En enero de 2023 el telescopio espacial James Webb descubrió su primer exoplaneta, el LHS 475b. Dicho planeta gira en una órbita circular alrededor de una estrella de masa $M = 5{,}4 \cdot 10^{29}\ \mathrm{kg}$. Además, se sabe que tarda $2\ \mathrm{días}$ terrestres en describir una órbita.

a) Calcula la distancia a la que se encuentra el planeta del centro de la estrella. Primero deduce razonadamente la expresión simbólica que relaciona dicha distancia con las otras magnitudes conocidas ($M$ y el periodo orbital). (1 punto)

b) En la superficie del planeta la aceleración de la gravedad es de $9{,}2\ \mathrm{m/s^2}$ y la velocidad de escape es de $10{,}8\ \mathrm{km/s}$. Deduce la expresión de dicha velocidad de escape y calcula el valor de la masa y del radio del planeta. (1 punto)

Dato: constante de gravitación universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$

**<u>PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética</u>**

Dos cargas eléctricas de valor $q_A = +2\ \mu\mathrm{C}$ y $q_B = -2\ \mu\mathrm{C}$ están situadas en los puntos $\mathrm{A}(3{,}0)\ \mathrm{m}$ y $\mathrm{B}(0{,}3)\ \mathrm{m}$, respectivamente.

a) Calcula y representa en el punto $\mathrm{C}(3{,}3)\ \mathrm{m}$ los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas y el campo eléctrico total. (1 punto)

b) Calcula el potencial eléctrico en el punto $\mathrm{D}(4{,}4)\ \mathrm{m}$. Determina el trabajo para trasladar una carga de $10^{-6}\ \mathrm{C}$ desde el infinito hasta el punto D. (Considera nulo el potencial eléctrico en el infinito). (1 punto)

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$

**<u>PROBLEMA 3 - Óptica geométrica</u>**

Una lente delgada en aire tiene una distancia focal imagen de $-10\ \mathrm{cm}$. A $5\ \mathrm{cm}$ de la lente se sitúa un objeto de $2\ \mathrm{cm}$ de altura.

a) Calcula la posición y tamaño de la imagen. Razona si la lente es convergente o divergente. (1 punto)

b) Obtén razonadamente la posición de un objeto para que la imagen sea derecha y tenga un tamaño que sea la mitad que el del objeto. Justifica mediante un trazado de rayos la formación de la imagen. (1 punto)

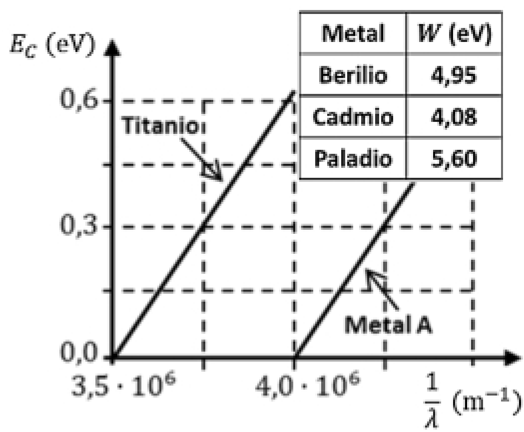
**<u>PROBLEMA 4 - Física del siglo XX</u>**

En una experiencia se ilumina, con diferentes longitudes de onda, una placa que tiene dos zonas con metales distintos, titanio y un metal A desconocido. Se mide la energía cinética de los fotoelectrones emitidos obteniendo la gráfica adjunta.

a) Calcula razonadamente la longitud de onda umbral para el metal $A$ y su trabajo de extracción. Identifícalo a partir de los datos de la tabla adjunta. (1 punto)

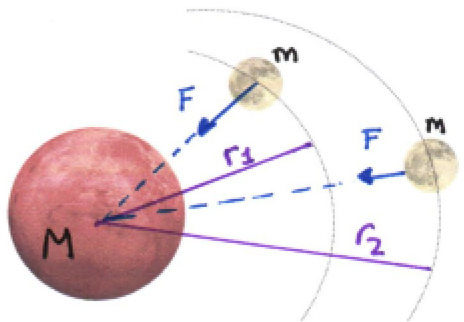
b) Determina la velocidad de los electrones emitidos por el titanio cuando se ilumina con luz de frecuencia $1{,}13 \cdot 10^{15}\ \mathrm{Hz}$. ¿Qué sucede con los electrones del metal A si se ilumina con dicha luz? (1 punto).

Datos: constante de Planck, $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$; carga eléctrica del electrón, $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$; velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^8\ \mathrm{m/s}$; masa del electrón, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$




| Metal | $W$ (eV) |
|---|---|
| Berilio | 4,95 |
| Cadmio | 4,08 |
| Paladio | 5,60 |

# CUESTIÓN 1




En su órbita circular, la única fuerza que actúa sobre un satélite es la fuerza gravitatoria. Aplicando la segunda ley de Newton:

$$F = m \cdot a_N \longrightarrow G\frac{M\cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m}\cdot\frac{V^2}{\cancel{r}}$$

$$\longrightarrow G\frac{M}{r} = V^2 \xrightarrow{V=\omega\cdot r} G\frac{M}{r} = \omega^2\cdot r^2 \xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} G\frac{M}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2}\cdot r^2$$

$$\longrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2\cdot r^3}{G\cdot M} \Longrightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2\cdot r^3}{G\cdot M}}$$

Veamos la relación entre los periodos:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{\frac{\cancel{4\pi^2}\cdot r_2^3}{\cancel{G\cdot M}}}}{\sqrt{\frac{\cancel{4\pi^2}\cdot r_1^3}{\cancel{G\cdot M}}}} = \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3} \underset{\substack{r_2>r_1\\ \Downarrow\\ r_2/r_1>1}}{\Longrightarrow} \frac{T_2}{T_1} > 1 \Rightarrow T_2 > T_1$$

$\Rightarrow$ Orbita con mayor periodo el satélite 2.

Igualmente, la relación entre las energías potenciales:

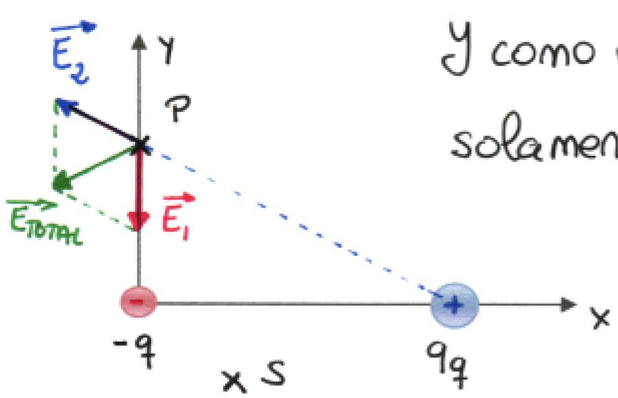
$$\frac{-Ep_2}{-Ep_1} = \frac{\cancel{G}\frac{\cancel{M}\cancel{m}}{r_2}}{\cancel{G}\frac{\cancel{M}\cancel{m}}{r_1}} = \frac{r_1}{r_2} \underset{\frac{r_1}{r_2}<1}{\Longrightarrow} \frac{-Ep_2}{-Ep_1} < 1 \Longrightarrow$$

$$\Rightarrow -Ep_2 < -Ep_1 \Longrightarrow Ep_2 > Ep_1$$

$\Rightarrow$ Tiene mayor energía potencial el satélite 2

## CUESTIÓN 2

Bastará con representar los vectores campo en P para decidir cuál de los vectores propuestos se corresponde con el vector campo eléctrico total. Así:



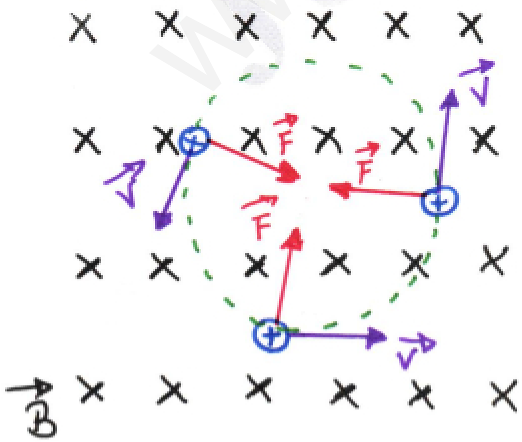

Y como ves, el vector campo total $\vec{E}_{TOTAL}$ solamente puede corresponder con $\vec{c}$.

$$\Longrightarrow \vec{E}_{TOTAL} = \vec{c}$$

Si los puntos P y S pertenecen a la misma superficie equipotencial entonces $V_P = V_S$, y por tanto el trabajo pedido:

$$W_{P\to S} = -\Delta E_p = -Q\cdot\Delta V = -Q\,(V_S - V_P) \underset{\uparrow V_P = V_S}{=} 0 \text{ J}$$

## CUESTIÓN 3



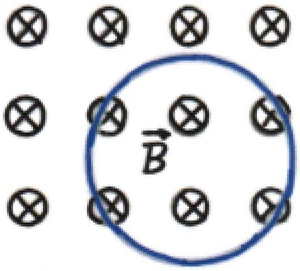

La fuerza magnética que actúa sobre el protón viene dada por:

$$\vec{F}_M = q\,(\vec{V}\times\vec{B})$$

Al estar definida con el producto vectorial, la fuerza $\vec{F}_M$ será simultaneamente perpendicular tanto al vector $\vec{v}$ como al vector $\vec{B}$. El sentido de $\vec{F_M}$ puedes determinarlo con la regla de la mano derecha para comprobar que efectivamente es el representado en la figura anterior. Al ser la $\vec{F_M}$ perpendicular a $\vec{v}$, la aceleración que provocará $\vec{F_M}$ sobre q será una aceleración perpendicular a $\vec{v}$. Es decir, una aceleración centrípeta que será capaz de "girar" a $\vec{v}$ cambiando su dirección SIN CAMBIAR SU MÓDULO. En definitiva, al ser $\vec{v}$ perpendicular a $\vec{B}$ la fuerza $\vec{F_M}$ es una fuerza centrípeta en cualquier punto de la trayectoria, lo que originará una trayectoria circular plana.

Como el neutrón no tiene carga $(q=0)$, entonces la fuerza magnética sobre el neutrón sería nula $\left(\vec{F_M} = q\,(\vec{v}\times\vec{B}) \underset{q=0}{=} \vec{0}\right)$. Y al no sufrir fuerza alguna la trayectoria sería rectilínea.

## CUESTIÓN 4




Según la LEY DE FARADAY-HENRY sobre la espira se inducirá una corriente si ésta se ve sometida a una variación del flujo magnético que la atraviesa. El flujo magnético viene dado por:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(\alpha)$$, siendo $\alpha$ el ángulo que forma el vector campo $\vec{B}$ con el vector superficie $\vec{S}$.

Por otro lado la LEY DE LENZ que el sentido de la corriente inducida debe ser tal que sus efectos se opongan a la causa que la ha provocado.

a) Si el módulo B disminuye, el flujo magnético varía y por tanto, se producirá corriente inducida. Al disminuir el campo entrante, los efectos de la corriente inducida deben generar un campo entrante que compense la variación. Razonando con la regla de la mano derecha es fácil establecer que la corriente inducida tendrá sentido HORARIO.

b) Si el radio de la espira aumenta, está aumentando la superficie S. Por tanto el flujo varía y en consecuencia habrá corriente inducida. Si la espira se hace más grande, habrá más líneas de campo entrante en la espira. Para compensar, la corriente inducida deberá crear un campo saliente que se oponga a dicha variación. Razonando con la regla de la mano derecha, el sentido de la corriente será ANTIHORARIO.

## CUESTIÓN 5

Conocemos la ecuación general de la onda:

$$y(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Nuestra ecuación: $y(x,t) = 2 \cdot sen\left(50\pi t - \frac{\pi}{2}x\right)$

Basta identificar términos:

$$A = 2\ m$$

$$\omega = 50\pi\ rad/s \rightarrow 2\cancel{\pi} \cdot f = 50\cancel{\pi} \rightarrow f = 25\ Hz \rightarrow T = 0'04\ s$$

$$K = \frac{\pi}{2}\ rad/m \rightarrow \frac{2\cancel{\pi}}{\lambda} = \frac{\cancel{\pi}}{2} \rightarrow \lambda = 4\ m$$

Y por tanto, la velocidad de propagación:

$$V_p = \lambda \cdot f = 4 \cdot 25 = 100\ m/s$$

Tenemos como dato $y(0,t) = 2m \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2 \cdot sen(50\pi t) = 2 \longrightarrow sen(50\pi t) = 1$$

$sen^2(\alpha) + cos^2(\alpha) = 1$

$cos(50\pi t) = 0$

Ahora calculemos:

$$y(8,t) = 2 \cdot sen\left(50\pi t - \frac{\pi}{2} \cdot 8\right) = 2 \cdot sen(50\pi t - 4\pi) =$$

$* \ sen(\alpha - \beta) = sen(\alpha) cos(\beta) - cos(\alpha) \cdot sen(\beta)$

$$= 2 \cdot \left[ \underbrace{sen(50\pi t)}_{1} \cdot \underbrace{cos(4\pi)}_{1} - \underbrace{cos(50\pi t)}_{0} \cdot \underbrace{sen(4\pi)}_{0} \right] = 2 \cdot 1 = 2m$$

$$y(0, t+0'04) = 2 \cdot sen(50\pi (t+0'04)) = 2 \cdot sen(50\pi t + 2\pi) =$$

$* \ sen(\alpha + \beta) = sen(\alpha) cos(\beta) + cos(\alpha) sen(\beta)$

$$= 2 \cdot \left[ \underbrace{sen(50\pi t)}_{1} \cdot \underbrace{cos(2\pi)}_{1} + \underbrace{cos(50\pi t)}_{0} \cdot \underbrace{sen(2\pi)}_{0} \right] = 2 \cdot 1 = 2m$$

Nota:

También hubieras podido EXPLICAR que:

→ Como de $x = 0\,m$ a $x = 8\,m$ hay dos longitudes de onda, ambos puntos vibran en concordancia de fase y por tanto, en un mismo instante "t", ambos vibran con la misma elongación.

→ Como $T = 0'04\,s$, la elongación en "t" y en "t+0'04" el punto $x = 0\,m$ tendrá la misma elongación.

## CUESTIÓN 6

El nivel de intensidad sonora o sonoridad viene dada por:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (dB)$$

donde:

$I \rightarrow$ Intensidad del sonido

$I_0 \rightarrow$ Intensidad umbral de audición para el humano.

Tenemos $\beta_1 = 70\ dB$ y $\beta_2 = 90\ dB$. Veamos la relación entre las intensidades.

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \Longrightarrow \frac{\beta}{10} = \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \Longrightarrow I = I_0 \cdot 10^{\beta/10}$$

Por tanto:

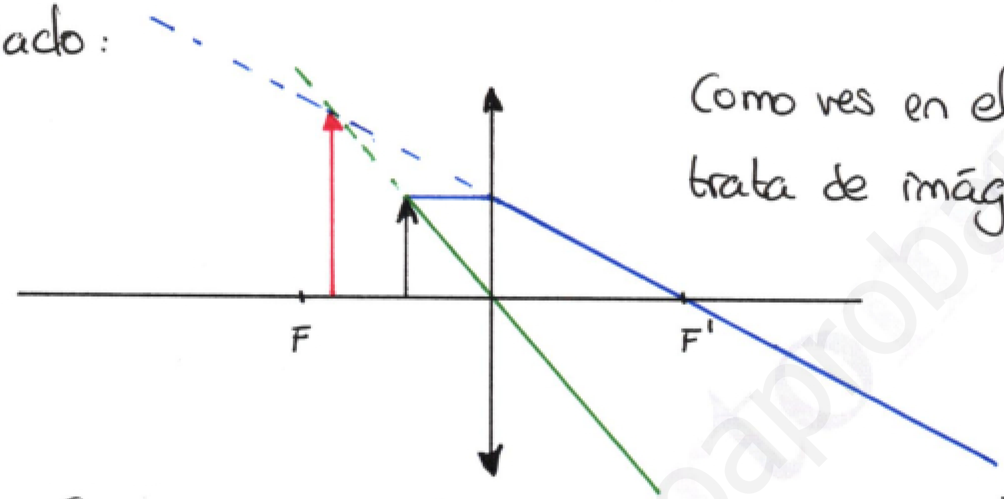
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\cancel{I_0} \cdot 10^{\frac{\beta_1}{10}}}{\cancel{I_0} \cdot 10^{\frac{\beta_2}{10}}} = 10^{\frac{\beta_1-\beta_2}{10}} = 10^{\frac{70-90}{10}} = 10^{-2} = \frac{1}{100} \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{100} \Longrightarrow I_1 = \frac{1}{100} I_2$$

Efectivamente, la intensidad $I_1$ es 100 veces menor que la intensidad $I_2$.

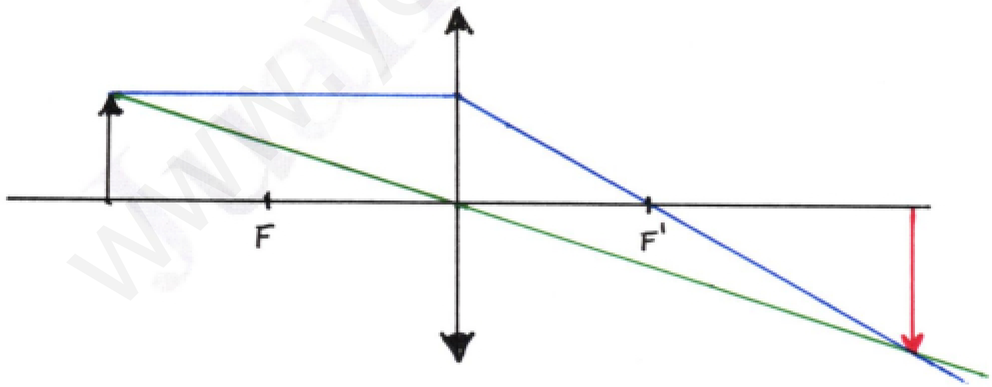
## CUESTIÓN 7

Una lupa es una lente convergente ( $f' > 0$ ) en la que colocamos el objeto entre la lente y su foco objeto F para obtener imágenes mayores según el trazado:

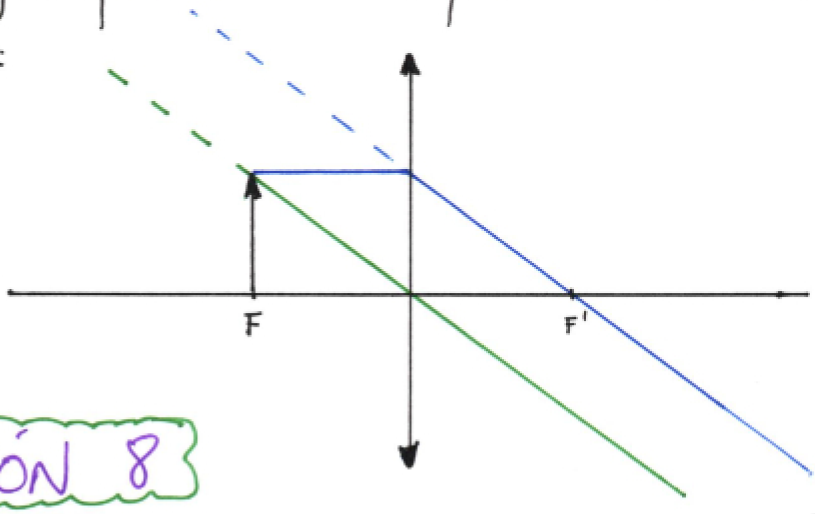



Como ves en el trazado, se trata de imágenes VIRTUALES

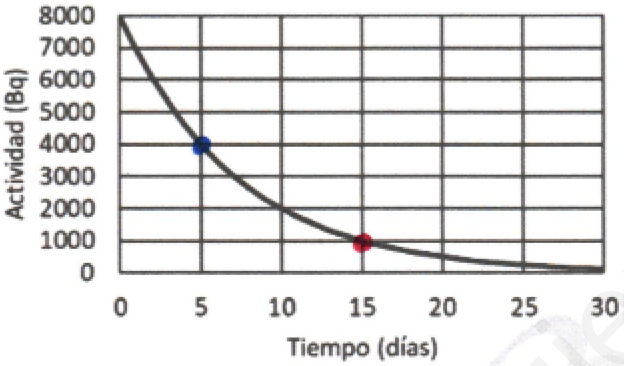
Si queremos obtener una imagen invertida, el objeto deberíamos situarlo por detrás del foco objeto F de la lente ( $|s| > |f|$ ) según:




Por último, si situamos el objeto justo en el foco objeto ( $s = f$ ) lo que sucederá es que no habrá imagen ya que los rayos refractados en la lente serán rayos paralelos. Lo puedes ver en el trazado de rayos:




## CUESTIÓN 8




El periodo de semidesintegración $T_{1/2}$ es el tiempo que transcurre desde que una muestra radiactiva de actividad inicial $A_0$ reduce su actividad a la mitad ($A = \frac{1}{2} \cdot A_0$). La relación entre ese periodo y la constante de desintegración se deduce fácilmente según:

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \xRightarrow[A = \frac{1}{2} A_0]{t = T_{1/2}} \frac{1}{2} \cancel{A_0} = \cancel{A_0} \cdot e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \Longrightarrow$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda \cdot T_{1/2} \Rightarrow \cancel{\ln(1)} - \ln(2) = -\lambda \cdot T_{1/2} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$$

De la gráfica se puede leer claramente como la muestra reduce su actividad en un 50% cada

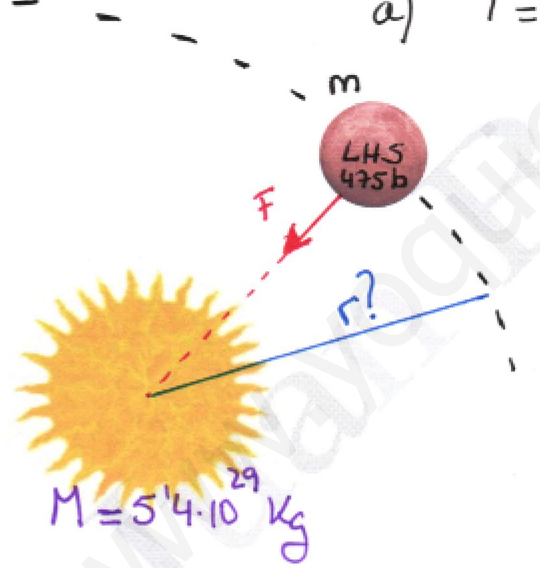
5 días y por tanto:

$$T_{1/2} = 5 \text{ días} \Longrightarrow \lambda = \frac{\ln(2)}{5} \approx 0'13863 \text{ días}^{-1}$$

Por otro lado también leemos en la gráfica que la actividad valdrá 1000 Bq a los 15 días, es decir, cuando hayan transcurrido 3 periodos:

$$8000\,Bq \xrightarrow[T_{1/2}]{50\%} 4000\,Bq \xrightarrow[T_{1/2}]{50\%} 2000\,Bq \xrightarrow[T_{1/2}]{50\%} 1000\,Bq$$

## PROBLEMA 1




a) $T = 2 \text{días} \times \frac{86400\,s}{1 \text{ día}} = 172800\,s$

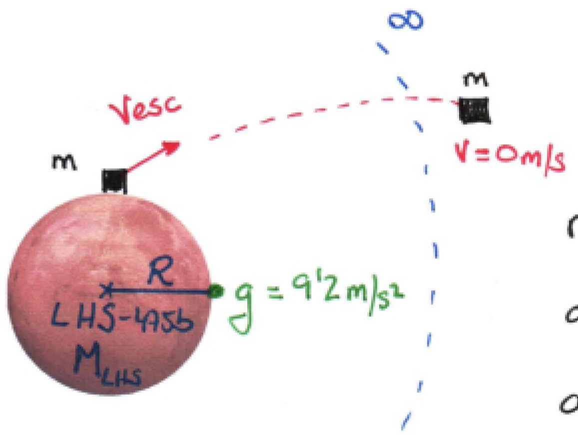
En su órbita circular, la única fuerza sobre LHS-475b es la gravitatoria. Aplicando la 2ª ley de Newton (en dirección radial):

$$F = m \cdot a_c \Longrightarrow G\frac{M\cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \cdot \frac{v^2}{\cancel{r}} \xRightarrow{v = \omega \cdot r} G\frac{M}{r} = \omega^2 \cdot r^2 \xRightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$

$$\Rightarrow G \cdot \frac{M}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r^2 \Longrightarrow r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M}{4\pi^2}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{172800^2 \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 5'4 \cdot 10^{29}}{4\pi^2}} = 3'01 \cdot 10^9\,m$$

b)




La velocidad de escape se define como la velocidad mínima que hay que comunicar a un objeto para que se aleje indefinidamente del planeta.

Es decir, la velocidad que hay que comunicar para que el objeto alcance el infinito con velocidad nula.

Por el principio de conservación de la energía:

$$Em_{inicial} = Em_{final} \Rightarrow Ep_0 + Ec_0 = \cancel{Ep_\infty}^{\,0} + \cancel{Ec_\infty}^{\,0}$$

$$\Rightarrow -G\frac{M\cancel{m}}{R} + \frac{1}{2}\cancel{m}\cdot V_{esc}^2 = 0 \Rightarrow V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Por otro lado, conocemos la aceleración de la gravedad en la superficie de LHS-475b:

$$g = G\frac{M}{R^2} \Rightarrow GM = g\cdot R^2$$

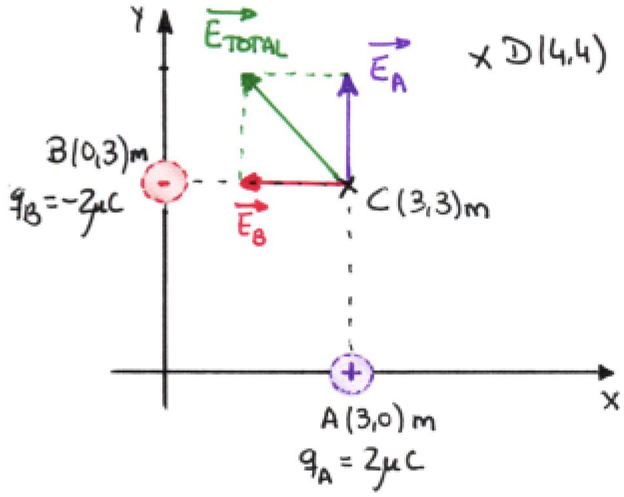
Por tanto:

$$V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\cdot g\cdot R^{\cancel{2}}}{\cancel{R}}} = \sqrt{2gR} \Rightarrow V_{esc}^2 = 2gR \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_{esc}^2}{2g} = \frac{10800^2}{2\cdot 9'2} = 6'34\cdot 10^6 m$$

Con lo que $GM = g\cdot R^2 \Rightarrow M = \dfrac{g\cdot R^2}{G} = \dfrac{9'2\,(6'34\cdot 10^6)^2}{6'67\cdot 10^{-11}} = 5'54\cdot 10^{24} kg$

# PROBLEMA 2




Campo $\vec{E}_A$:

$$\vec{AC} = (3,3)-(3,0) = (0,3)$$

$$r_{AC} = |\vec{AC}| = \sqrt{3^2} = 3\,m$$

$$\vec{u}_{r_{AC}} = \frac{1}{|\vec{AC}|}\cdot \vec{AC} = \frac{1}{3}\cdot(0,3) = (0,1)$$

$$\vec{E}_A = K\cdot\frac{q_A}{r_{AC}^2}\cdot \vec{u}_{r_{AC}} =$$

$$= 9\cdot 10^9\cdot\frac{2\cdot 10^{-6}}{3^2}\cdot(0,1) = (0,2000)\ N/C$$

Campo $\vec{E}_B$:

$$\vec{BC} = (3,3)-(0,3) = (3,0)$$

$$r_{BC} = |\vec{BC}| = \sqrt{3^2} = 3\,m$$

$$\vec{u}_{r_{BC}} = \frac{1}{|\vec{BC}|}\cdot\vec{BC} = \frac{1}{3}\cdot(3,0) = (1,0)$$

$$\vec{E}_B = K\cdot\frac{q_B}{r_{BC}^2}\cdot\vec{u}_{r_{BC}} = 9\cdot 10^9\cdot\frac{(-2\cdot 10^{-6})}{3^2}\cdot(1,0) = (-2000,0)\ N/C$$

$$\Rightarrow \vec{E}_{TOTAL} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = (-2000,2000)\ N/C = -2\cdot 10^3\,\vec{i} + 2\cdot 10^3\,\vec{j}\ N/C$$

b) Calculamos las distancias de $q_A$ y $q_B$ al punto D:

$$\vec{AD} = (4,4)-(3,0) = (1,4) \Rightarrow r_{AD} = |\vec{AD}| = \sqrt{1^2+4^2} = \sqrt{17}\ m$$

$$\vec{BD} = (4,4)-(0,3) = (4,1) \Rightarrow r_{BD} = |\vec{BD}| = \sqrt{4^2+1^2} = \sqrt{17}\ m$$

Por tanto el potencial en D:

$$V_D = V_{D_{q_A}} + V_{D_{q_B}} = K\cdot\frac{q_A}{r_{AD}} + K\cdot\frac{q_B}{r_{BD}} = 0\ V$$

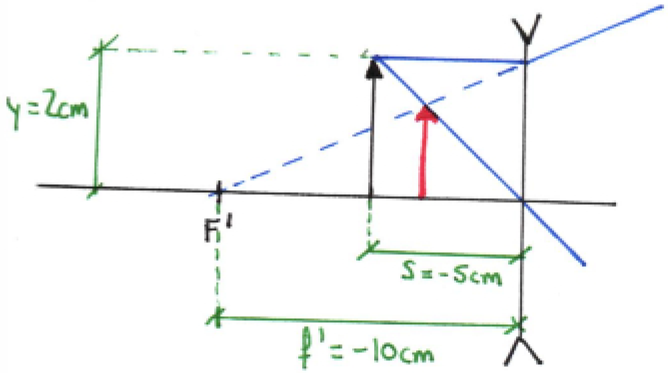
$r_{AD} = r_{BD}$
$q_B = -q_A$

Y por tanto, el trabajo pedido:

$$W = -q \cdot \Delta V = -q \cdot \left(\cancelto{0}{V_D} - \cancelto{0}{V_\infty}\right) = -q \cdot 0 = 0\ J$$

## PROBLEMA 3

a) Como nos dicen que $f' < 0$ ya sabemos que se trata de una lente divergente. Por tanto:




Con la ecuación de las lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-5} = \frac{1}{-10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{-3}{10} \Rightarrow s' = -\frac{10}{3}\ cm$$

Y para el tamaño:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = \frac{s'}{s} \cdot y = \frac{-10/3}{-5} \cdot 2 = \frac{4}{3}\ cm$$

b) Se nos da como dato el aumento lateral $A_L = \frac{1}{2}$. Así:

$$A_L = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{s'}{s} \Rightarrow s = 2s'$$

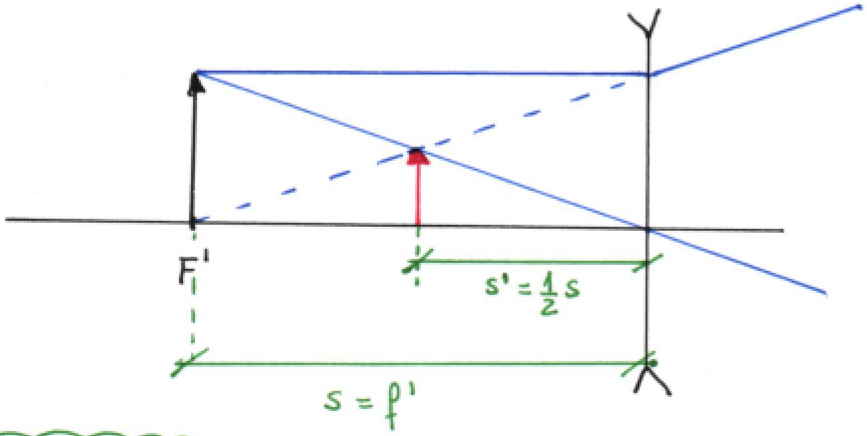
Y con la ecuación de las lentes, de nuevo:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \xRightarrow[s=2s']{} \frac{1}{s'} - \frac{1}{2s'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{2-1}{2s'} = \frac{1}{f'}$$

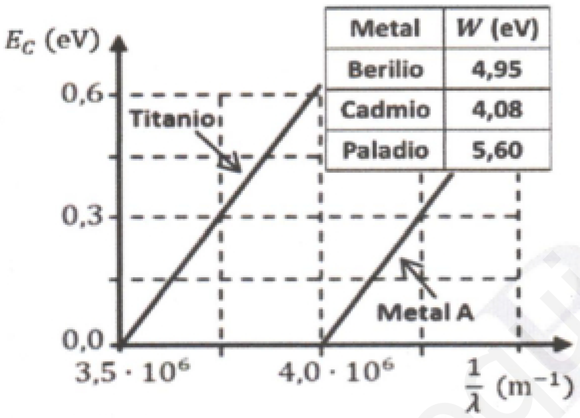
$$\Rightarrow 2s' = f' \xRightarrow[2s'=s]{} s = f' = -10\ cm$$

Hay que colocar el objeto sobre el foco imagen $F'$

Veamos el trazado de rayos pedido:




## PROBLEMA 4




| Metal | W (eV) |
|---|---|
| Berilio | 4,95 |
| Cadmio | 4,08 |
| Paladio | 5,60 |

Cuando los fotones de la radiación incidente tienen una energía igual al trabajo de extracción del metal, la energía cinética de los electrones es cero.

Por tanto:

$$\frac{1}{\lambda_{máx}} = 4 \cdot 10^6 \longrightarrow \lambda_{máx} = 2'5 \cdot 10^{-7}\ m$$

$$W_{ext} = h \cdot f_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_{máx}} = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2'5 \cdot 10^{-7}} = 7'92 \cdot 10^{-19}\ J$$

$$7'92 \cdot 10^{-19}\ J \times \frac{1\ eV}{1'6 \cdot 10^{-19}\ J} = 4'95\ eV$$

$\Longrightarrow$ El metal A es el Berilio.