PRUEBAS P.A.U. DE FÍSICA RESUELTAS

A continuación incluimos algunas pruebas resueltas con el propósito de facilitar y orientar al alumnado de Física de 2º de bachillerato sobre las pruebas de acceso. Asimismo que puedan servir de referencia a la enseñanza, aportando un material de ayuda, que pueda servir como guía, para la preparación de futuras convocatorias.

El detalle con el que se resuelven los problemas y cuestiones o el emplear en algún caso varios enfoques para resolverlos está por encima del nivel que se le exigirá al alumnado en la resolución de las pruebas. Los planteamientos utilizados en la resolución no pretenden ser la única forma de abordarlos correctamente.

Se insiste en la importancia de integrar la teoría con la práctica y la necesidad de que al resolver problemas y ejercicios no limitarse a aplicar una formula o a realizar cálculos numéricos. Para ello al abordar la solución de un problema el alumnado debe identificar y definir el problema, planificar una estrategia de resolución, aplicarla y valorar el resultado obtenido. A lo largo de su resolución debe exponer los principios físicos que se aplican y comentar los procedimientos utilizados, así como justificar físicamente los resultados obtenidos.

CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS PRUEBAS DE ACCESO-FíSICA

La Subcomisión de la materia de física del Distrito único de Canarias ha establecido los siguientes criterios generales de evaluación en los que quedan reflejadas las capacidades esperadas en el alumnado.

Criterios generales:

- Entender, interpretar y relacionar los principales, conceptos, principios y teorías de la física.
- Aplicar razonadamente los contenidos a la resolución de problemas numéricos y cuestiones. Valorar el procedimiento seguido y analizar las soluciones encontradas.
- Describir algunos procedimientos básicos propios de la física, utilizados en la realización de trabajos prácticos de laboratorio.
- Demostrar la capacidad de expresión y síntesis, así como la adecuada utilización de unidades y de sistemas de notación y representación. Realizar gráficos y/o dibujos que complementen y aclaren la exposición realizada, utilizando la notación vectorial cuando sea necesario.
- Comprender que el desarrollo de la física supone un proceso cambiante y dinámico y que es un producto de las interacciones que tienen lugar entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.

Criterios Específicos de califcación:

La opción elegida se evaluará sobre 10 puntos: 3 puntos por cada problema correcto y 1 punto por cada cuestión correcta.

Será valorado negativamente:

- El **error en las operaciones**, dentro del planteamiento correcto de un problema determinado, se descontará un 10% de la calificación máxima que corresponda al apartado de que se trate, a menos que ese error sea imputable a un desconocimiento grande de las elementales reglas de cálculo, en cuyo caso el descuento podrá llegar hasta la no valoración del apartado del problema o cuestión de que se trate.
- La confusión grave acerca de la calidad escalar o vectorial de las magnitudes físicas podrá llegar hasta la no valoración del apartado del problema o cuestión de que se trate.

Será valorado positivamente sobre la puntuación final obtenida, hasta un máximo de 1 punto:

- La presentación clara y ordenada del ejercicio total.
- La utilización de una adecuada capacidad de expresión y síntesis, representación de magnitudes y de sistemas de notación y/o la realización de graficas o dibujos complementarios con corrección.

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD LOGSE

CURSO 1999-2000 - CONVOCATORIA:

MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

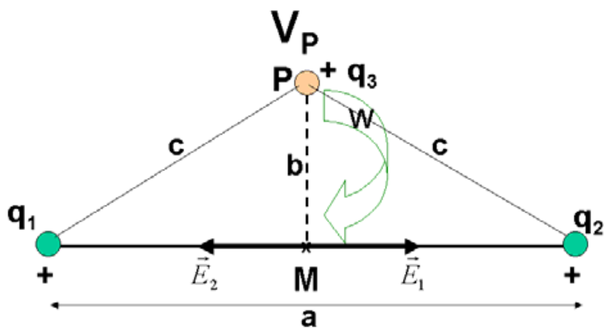
OPCIÓN A

PROBLEMAS

1. Los datos que proporciona el problema son: $q_1=q_2=2C$; $d = a = 6m$; $\frac{a}{2}=3m$; en la figura representamos la situación descrita.

Aplicando el teorema de Pitágoras: $c=\sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2+b^2} = \sqrt{3^2+4^2} = \sqrt{25} = 5m$

a) Cálculo de $\vec{E}_M$: La intensidad del campo creado por dos cargas, viene dado por el teorema de superposición, según el cuál el campo total es la suma de los campos creados por cada una de las cargas. Supongamos en el punto M, la unidad de carga positiva y representamos y calculemos la acción que sobre la misma ejercen q_1 y q_2. Como la intensidad de campo es una magnitud vectorial, la intensidad de campo en M vendrá dado por:



$$\boxed{\vec{E}_M=\vec{E}_1+\vec{E}_2=(E_1\vec{i})+(-E_2\vec{i})=(E_1-E_2)\vec{i}=0N/C}$$

pues $E_1 = E_2$, ya que:

$$\left(\vec{E}_1=E_1\cdot\vec{i}\right)\Rightarrow E_1=K\frac{q_1}{\left(\frac{a}{2}\right)^2}=9\cdot10^9\cdot\frac{2}{(3)^2}=2\cdot10^9\,\frac{N}{C}$$

$$\left(\vec{E}_2=-E_2\cdot\vec{i}\right)\Rightarrow E_2=K\frac{q_2}{\left(\frac{a}{2}\right)^2}=9\cdot10^9\cdot\frac{2}{(3)^2}=2\cdot10^9\,\frac{N}{C}$$

b) Cálculo de V_P: Aplicando el teorema de superposición y teniendo en cuenta que el potencial es una magnitud escalar

$$V_P=V_1+V_3=K\frac{q_1}{c}+K\frac{q_2}{c}=\frac{K}{c}(q_1+q_2)=\frac{9\cdot10^9}{5}(2+2)=\left(\frac{36}{5}\right)\cdot10^9=7{,}2\cdot10^9V;\ \boxed{V_P=7{,}2\cdot10^9V}$$

c) Cálculo del trabajo que hacen las fuerzas del campo eléctrico sobre q_3=1 μC para llevarla del punto P al M

Dicho trabajo es igual al producto de la carga que se traslada por la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dichos dos puntos. Por tanto $\mathbf{(W_q)_{P\rightarrow M}=q.(V_P-V_M)}$ **.** Calculemos previamente el potencial en cada uno de dichos puntos:

$$V_P = \frac{36}{5} \cdot 10^9 V = 7{,}2.10^9 V$$

$$V_M = V_1 + V_3 = K\frac{q_1}{\left(\frac{a}{2}\right)} + K\frac{q_2}{\left(\frac{a}{2}\right)} = \frac{K}{\left(\frac{a}{2}\right)}(q_1 + q_2) = \frac{9 \cdot 10^9}{3}(2+2) = \left(\frac{36}{3}\right) \cdot 10^9 = 12 \cdot 10^9 V = 1{,}2 \cdot 10^{10} V$$

Sustituyendo en l expresión del trabajo:

$$\left(W_{Q_3}\right)_{P \to M} = q_3 \cdot (V_P - V_M) = 10^{-6} \cdot \left(7{,}2 \cdot 10^9 - 12 \cdot 10^9\right) = 10^{-6}\left(-4{,}8 \cdot 10^9\right) = -4{,}8 \cdot 10^3 J$$

$$\boxed{\left(W_{Q_3}\right)_{P \to M} = -4{,}8 \cdot 10^3 J}$$

El trabajo puede ser negativo porque el desplazamiento se realiza en sentido contrario al campo. Es decir hay que realizar una fuerza para vencer al campo, por tanto el trabajo se realiza en contra del campo y es negativo.
Esto es debido a que las cargas positivas se desplazan espontáneamente perdiendo energía potencial, es decir se desplazan de potenciales altos a bajos. Y en nuestro caso $V_P < V_M$, por lo que $(V_P - V_M) < 0$ y por tanto la $\Delta E_P > 0$, como $W = -\Delta E_P < 0$.

2. La longitud de onda de de Broglie (λ) de una partícula que se mueve con una velocidad **v,** pequeña frente a la de la luz, **c**, vendrá dada por la expresión: $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$. Por tanto:

a) <u>Cálculo de la longitud de onda del protón de Ec dada</u>

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot E_c}} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot \left(1{,}66 \cdot 10^{-27}\right) \cdot \left(2{,}5 \cdot 10^{-10}\right)}} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{8{,}3 \cdot 10^{-37}}}$$

$$= \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{9{,}11 \cdot 10^{-18}} = 7{,}28 \cdot 10^{-11} m \Rightarrow \lambda = 7{,}28 \cdot 10^{-11} m$$

$\boxed{\lambda = 7{,}28 \cdot 10^{-11} m}$ = $\boxed{\mathbf{0{,}728\ \text{Å}}}$

Longitud de onda del orden del tamaño del protón

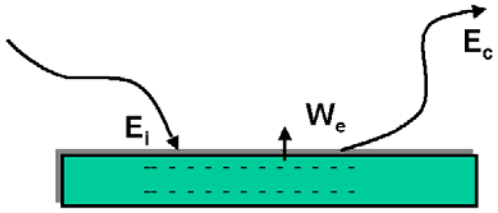
b) <u>Cálculo de la longitud de onda de la pelota de golf</u>

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{\left(6{,}63 \cdot 10^{-34}\right)(J) \cdot (s)}{\left(5 \cdot 10^{-2}\right)(kg) \cdot \left(4 \cdot 10^2\right)\left(m \cdot s^{-1}\right)} = \frac{\left(6{,}63 \cdot 10^{-34}\right)(kg) \cdot \left(m \cdot s^{-2}\right) \cdot (m) \cdot (s)}{20(kg) \cdot \left(m \cdot s^{-1}\right)} = 3{,}3 \cdot 10^{-35} m \Rightarrow$$

$\boxed{\mathbf{\lambda = 3{,}3.10^{-25}\ \text{Å}}}$

Longitud de onda muy pequeña comparada con el tamaño del objeto. Esto hace que los aspectos ondulatorios de la materia en el mundo macroscópico se encuentren enmascarados, sean indetectable, por lo que no son relevantes, pudiéndose seguir aplicando las leyes de la física clásica. Esto es debido al pequeño valor de la constante de Planck.

c) <u>Cálculo de la longitud de onda del electrón que es emitido por el sodio al iluminarlo:</u>
Calculo en primer lugar de la Ec con que sale el electrón al ser iluminado con radiación incidente de 5eV



Según el principio de conservación de la energía se cumple la llamada ecuación de Planck - Einstein del efecto fotoeléctrico: "La energía de la radiación incidente es igual al trabajo necesario para extraer al electrón más la energía cinética que le comunica una vez arrancado. Lo que viene dado por la expresión":

$$E_i = W_e + E_c \Rightarrow E_c = E_i - W_e = 5eV - 2{,}5eV = 2{,}5eV;$$

$$E_c = 2{,}5(eV)\cdot\left(1{,}602\cdot 10^{-19}\right)\left(\frac{J}{eV}\right) = 4{,}005\cdot 10^{-19}\,J$$

Como la energía cinética viene dada por la expresión: $E_c = \frac{1}{2} m\cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}}$

Sustituyendo en la ecuación de De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2\cdot m\cdot E_c}} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{\sqrt{2\cdot\left(9{,}11\cdot 10^{-31}\right)\cdot\left(4{,}005\cdot 10^{-19}\right)}} = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{\sqrt{7{,}297\cdot 10^{-49}}}$$

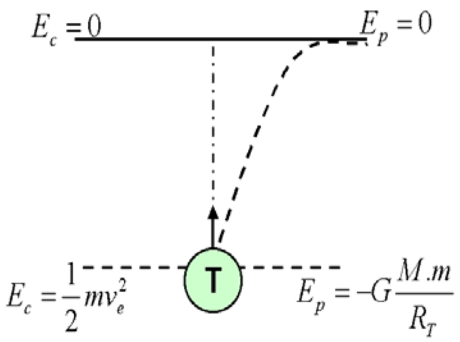
$$= \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}}{8{,}54\cdot 10^{-85}} = 7{,}76\cdot 10^{-10}\,m \Rightarrow \lambda = 7{,}76\cdot 10^{-10}\,m$$

$$\boxed{\lambda = 7{,}76\cdot 10^{-10}\,m} = \boxed{7{,}76\ \text{Å}}$$

Del orden del tamaño del electrón. Longitud de onda lo suficientemente grande comparada con las dimensiones del sistema, que hace que en el mundo microscópico las propiedades ondulatorias de la materia sean observables.

CUESTIONES

1.



La velocidad de escape es la velocidad que debe de adquirir un cuerpo para que se escape de la atracción terrestre.

Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica entre el punto de la superficie terrestre y el punto en que esta libre de ducha atracción, tendremos:

$E_{M_A} = E_{M_B} \Rightarrow E_{c_A} + E_{p_A} = E_{c_B} + E_{p_B}$ Sustituyendo:

$$\left(\frac{1}{2} m\cdot {v_e}^2\right) + \left(\frac{-GMm}{R}\right) = 0 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2\cdot G\cdot M}{R}}\ :$$

Como se cumple que: $F_g = P \Rightarrow \frac{G\cdot M\cdot m}{R^2} = mg \Rightarrow G\cdot M = g\cdot R^2$

Tendremos, sustituyendo: $\boxed{v_e = \sqrt{\frac{2\cdot G\cdot M}{R}} = \sqrt{\frac{2\cdot g\cdot R^2}{R}} = \sqrt{2\cdot g\cdot R}}$

Podemos deducir que la velocidad de escape es independiente del objeto que se lanza. Así una nave espacial, necesita la misma velocidad de escape que una molécula. Esta expresión es válida para objetos lanzados desde cualquier planeta de masa M y radio R

Numéricamente, para el caso de la velocidad de escape de un satélite, de la superficie terrestre, tendremos:

$g=9{,}81 m.s^{-2}$; $R=6{,}37.10^6 m$

$$v_e=\sqrt{2\cdot g\cdot R}=\sqrt{2\cdot 9{,}81\cdot 6{,}37.10^6}=\sqrt{1{,}25\cdot 10^8}\,\frac{m}{s}=1{,}11\cdot 10^4 m\cdot s^{-1}=11.100 m\cdot s^{-1}=11{,}1 km.s^{-1}$$

Esta es la mínima velocidad para que el cuerpo pueda salir y escapar de la influencia del planeta.

2. La energía mecánica o total de una partícula es la suma de sus energía cinética y potencial: $E_M=E_C+E_p$

Como: $X(t)=Asen(\omega t+\varphi)\Rightarrow v=\frac{dX(t)}{dt}=A\cdot\omega\cdot\cos(\omega t+\varphi)\Rightarrow a=\frac{dv(t)}{dt}=-A\cdot\omega^2.sen(\omega t+\varphi)=-\omega^2.X$

Por tanto sustituyendo en la expresión de la energía cinética y de le energía potencial elástica, tendremos:

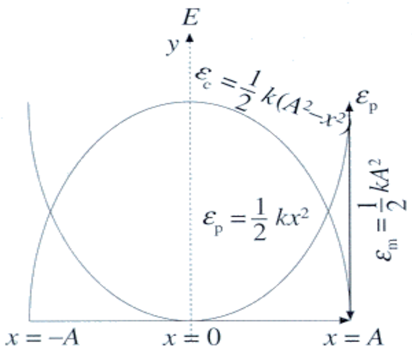
$$E_c=\frac{1}{2}m\cdot v^2=\frac{1}{2}m\cdot A^2\omega^2\cos^2(\omega t+\varphi)=\frac{1}{2}K\cdot A^2\cos^2(\omega t+\varphi)$$

Como: $\cos^2(\omega t+\varphi)=1-sen^2(\omega t+\varphi)\Rightarrow$

$$E_c=\frac{1}{2}m\cdot A^2\omega^2\left[1-sen^2(\omega t+\varphi)\right]=\frac{1}{2}m\cdot\omega^2\left[A^2-A^2sen^2(\omega t+\varphi)\right]=\frac{1}{2}m\cdot\omega^2\left(A^2-X^2\right)$$

<u>Cálculo de la energía mecánica a partir de la energía cinética máxima</u>

La energía cinética es proporcional al cuadrado de la amplitud y depende de la posición X en que se encuentra la partícula que oscila. De tal forma que si x=0 (en el centro de la trayectoria), la energía cinética es máxima, teniendo es ese punto su máxima velocidad. La energía cinética es máxima en el centro de oscilación y cero en los extremos. Para el valor máximo de la energía cinética, la energía potencial es nula y la energía cinética máxima es igual a la energía mecánica. Por tanto:



$$\boxed{E_M=E_{c\,max}=\frac{1}{2}m\omega^2\cdot A^2=\frac{1}{2}KA^2\Rightarrow dondeK=m\cdot\omega^2};$$

Lo que se deduce comparando la ecuación fundamental de la dinámica: F= ma = - m.ω^2x; con la ley de Hooke: F= - Kx , tendremos que: K=mω^2.

<u>Otra forma de obtener la expresión de la energía</u> <u>es a partir de la energía potencial máxima (en los extremos de la oscilación)</u>. En efecto, sabemos que:

$E_p=\frac{1}{2}K\cdot X^2=\frac{1}{2}m\cdot\omega^2.X^2=\frac{1}{2}m\cdot\omega^2A^2sen^2(\omega t+\varphi)=\frac{1}{2}KA^2sen^2(\omega t+\varphi)$ su valor máximo será cuando: $sen(\omega t+\varphi)=1$; con lo que:

$$\boxed{E_M=E_{p\,max}=\frac{1}{2}m\cdot\omega^2A^2=\frac{1}{2}K\cdot A^2}$$

<u>Otra forma de obtener la energía mecánica a partir de las sumas de la energías cinética y potencial:</u>

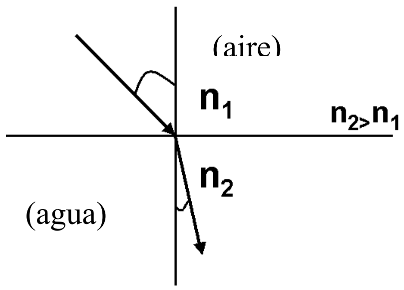
$$E_M=E_c+E_p=\frac{1}{2}K\cdot A^2\cos^2(\omega t+\varphi)+\frac{1}{2}KA^2sen^2(\omega t+\varphi)\Rightarrow$$

$$\boxed{E_M=\frac{1}{2}KA^2\left[sen^2(\omega t+\varphi)+\cos^2(\omega t+\varphi)\right]=\frac{1}{2}KA^2}$$

O bien: $E_M=E_c+E_P=1/2K(A^2-X^2)+1/2\,K\,X^2=1/2\,K\,A^2$

En la figura se representa la variación de la energía con la elongación y se observa cómo aumenta la energía potencial cuando aumenta la energía cinética y viceversa. Se observan dos valores de la elongación para los cuales ambas energía valen lo mismo, cuando las dos parábolas de la figura se cortan. En el m.a.s. la energía mecánica permanece constante.

3. La refracción se produce cuando una onda llega a la superficie de separación de dos medios de propagación distintos. La refracción consiste en un cambio en la dirección de propagación y en el valor de la velocidad.
Cuando la luz en su camino se encuentra con una superficie de separación entre dos medios transparentes, además de la reflexión, se produce un cambio en la dirección y sentido de la trayectoria de la luz en el segundo medio, debido a la distinta rapidez de propagación Cada medio transparente viene caracterizado por su índice de refracción, **n**, que indica la relación entre la rapidez de la luz en el vacío y la rapidez de la luz en dicho medio (n = c/v). En la refracción se cumple la ley de Snell.

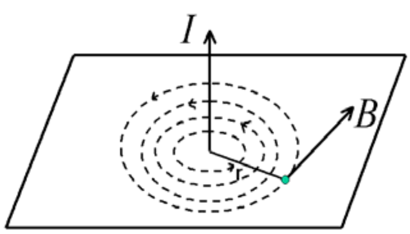


La ley de Snell de la refracción nos dice que la relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es una constante característica de los dos medios. Esta constante es igual al índice de refracción relativo del segundo medio con respecto al primero o también es igual al cociente entre la velocidad de la luz en el primer medio y en el segundo.

$$\boxed{\frac{seni}{senr}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{v_1}{v_2}=n}$$

Cuando la luz pasa de un medio a otro de mayor índice de refracción (más refringente), como del aire al agua, el rayo refractado se acerca a la normal.
Cuando la luz incide desde un medio de mayor índice de refracción (menor rapidez de la luz) como el agua a uno de menor índice de refracción (mayor rapidez de la luz) como el aire, la luz se aleja de la normal; ello hace que cuando miramos desde fuera del agua "parezca" que el objeto se halle en una posición menos profunda de lo que en realidad se encuentra.
Si seguimos la marcha de un frente de ondas en el agua, podemos apreciar que este se ensancha. Esta es la razón por la que los objetos dentro del agua se vean amplificados.

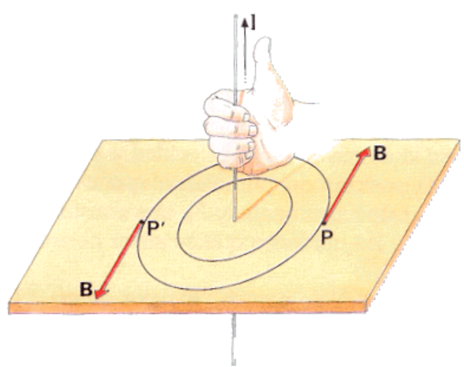
4. Los físicos franceses Biot y Savart, estudiaron los campos magnéticos que crean las corrientes, midieron el valor de la inducción magnética **B** debida a un conductor rectilíneo largo, por el que circula una corriente de intensidad **I** a una distancia **r** del mismo.



Llegaron a la conclusión de que el **campo creado en cada punto del espacio** es directamente proporcional a la intensidad de corriente que circula por el conductor e inversamente proporcional a la distancia r del mismo.
Su valor, en **módulo**, viene determinado por la expresión:

$$B = K_m \cdot \frac{I}{r} \Rightarrow Como K_m = \frac{\mu_0}{2\cdot\pi} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\cdot\pi\cdot r}$$ **Ley de Biot y Savart**

Donde, en el vacío: $K_m = 2\cdot 10^{-7};\Rightarrow \mu_0 = 4\cdot\pi\cdot 10^{-7}$ T.m/A
Además, la intensidad del campo magnético depende del medio; esta dependencia viene determinada por el valor de la permeabilidad magnética, μ
La unidad de B en el sistema internacional se llama Tesla. La **dirección** del vector inducción magnética, **B**, es tangente a la trayectoria de las líneas del campo en el punto considerado y **el sentido** de las líneas del campo viene dado por la regla de la mano derecha: " si se coge el conductor con la mano derecha, apuntando con el dedo pulgar en la dirección de la intensidad de corriente I, el resto de los dedos rodean al conductor en el mismo sentido que las líneas del campo.

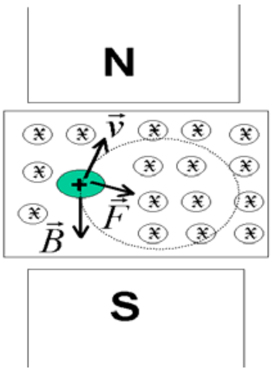


Las líneas de campo son por tanto círculos cuyo sentido se puede determinar por el de los dedos cuando se rodea el hilo conductor con la mano derecha y el pulgar señalando la dirección de la intensidad. Estas líneas se pueden visualizar atravesando una cartulina con un alambre conductor. Al espolvorear la cartulina con limaduras de hierro éstas se orientan bajo la acción del campo magnético creado formando círculos concéntricos alrededor del conductor.

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1. a) Dibujar las magnitudes que actúan sobre el protón: Cuando una carga móvil **q** se mueve con una velocidad **v** dentro de un campo magnético $\vec{B}$ se encuentra sometida a una fuerza $\vec{F}$, de valor: $\boxed{\vec{F} = q(\vec{v}x\vec{B})}$ **(Fuerza de Lorentz);** $\vec{F}$, $\vec{v}$ y $\vec{B}$ forman un triedro trirectangulo, siendo en este caso perpendiculares entre si. La dirección y sentido de $\vec{F}$ vienen dados por la regla del producto vectorial. Su dirección es siempre perpendicular al plano formado por $\vec{v}$ y $\vec{B}$ y su sentido depende del signo de la carga. Si q es positiva, la fuerza tendrá el sentido del vector $\vec{v}x\vec{B}$. Para averiguar en cada caso, la dirección y el sentido de la fuerza magnética se puede utilizar la **regla de la mano izquierda**, para una carga positiva: " Sitúa la mano izquierda de manera que los dedos índice y pulgar sean perpendiculares entre si y perpendiculares a su vez a los tres dedos restantes. Si giras la mano de manera que el índice indique el sentido del movimiento ($\vec{v}$), los tres dedos corazón, anular y meñique indican las líneas de inducción del campo ($\vec{B}$) y el pulgar indicará la fuerza a la que esta sometida la carga ($\vec{F}$)".



Sea un campo magnético uniforme en el que $\vec{B}$ es perpendicular al plano del papel y dirigido hacia dentro. Si una carga positiva q^+ penetra perpendicularmente a este campo con una velocidad $\vec{v}$, estará sometida a una fuerza $\vec{F}$ perpendicular a la velocidad y contenida en el plano del papel dirigiéndose hacia el centro de la trayectoria circular que describe la carga al cambiar de dirección su velocidad. Al ser constantes q, v y B, la fuerza también lo será. Esta fuerza no tiene componente en la dirección del movimiento, por tanto es siempre perpendicular a dicha dirección. El campo magnético aunque no realiza ningún trabajo sobre la carga, le imprime una aceleración constante, perpendicular a la dirección de la velocidad, es una fuerza centrípeta**.** La partícula describe una circunferencia en la que $\vec{F}$ es la fuerza centrípeta y $\vec{v}$ la velocidad tangencial**.** La fuerza magnética no modifica el módulo de la velocidad sino que le proporciona una aceleración normal.

b) Cálculo del radio de la órbita que describe el protón

Si igualamos la fuerza magnética de Lorentz con la fuerza centrípeta o normal se tiene:

$$F = qvB = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{(1,67.10^{-27})(kg) \cdot (2,5 \cdot 10^6)(m \cdot s^{-1})}{(1,6 \cdot 10^{-19})(C) \cdot (3)(T)} = \frac{(4,75 \cdot 10^{-21})}{(4,8 \cdot 10^{-19})} m =$$

$$= 8,70 \cdot 10^{-3}\, m = 0,87 cm$$

$$\boxed{\boldsymbol{R = 8,70.10^{-3} m = 0,87 cm}}$$

Este será el radio de la circunferencia descrito por la partícula que atraviesa la región donde existe el campo magnético.

c) Cálculo del número de vueltas que da en 0,1 s

Como el protón gira siguiendo un movimiento periódico, circular uniforme, el número de vueltas dependerá del ángulo total girado. Para ello calculamos en primer lugar el ángulo girado:

$$\theta = \omega \cdot t = \frac{v}{R} \cdot t = \frac{2,5 \cdot 10^6}{8,7.10^{-3}} \cdot 10^{-1} = 2,87 \cdot 10^7 rad$$

El número de vueltas será: $N = \dfrac{\theta}{2\cdot\pi} = \dfrac{2{,}87\cdot 10^{7}}{6{,}28} = 4{,}57\cdot 10^{6}\,vueltas$; $\boxed{\boldsymbol{N = 4{,}57\cdot 10^{6}\,vueltas}}$

La partícula recorre millones de vueltas en décimas de segundo, debido a su gran velocidad.

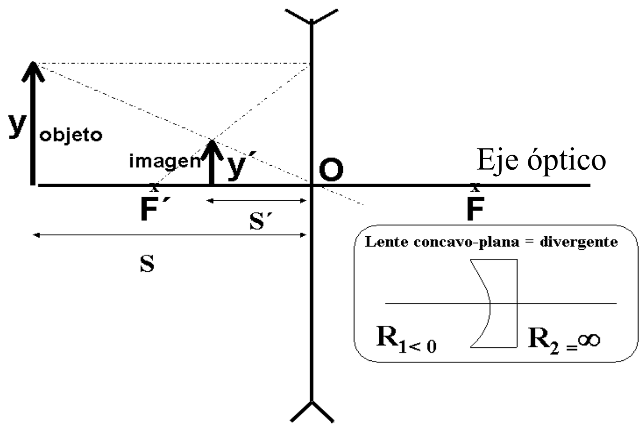
2. Las lentes son objetos transparentes limitados por superficies esféricas. Son sistemas ópticos centrados formados por dos dioptrios en, de los que uno al menos es un dioptrio esférico. Una lente cóncavo - plana es una lente divergente más gruesa por el extremo que por el centro. En las lentes divergentes f´<0 y todas las imágenes son virtuales. Las imágenes formadas por lentes divergentes siempre son virtuales, derechas y de menor tamaño que el objeto.

Las ecuaciones a emplear serán las de las lentes delgadas son:

Ecuación fundamental: $\boxed{\dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{f'}}$; Distancia focal: $\boxed{\dfrac{1}{f'} = (n-1)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)}$; donde f´= -f;

Aumento lateral: $\boxed{M_L = \dfrac{y'}{y} = \dfrac{s'}{s}}$; Potencia de una lente: $P = \dfrac{1}{f'}$

Donde s y s´ son las distancias objeto y la distancia imagen respecto a la lente, f´ es la distancia focal imagen, y e y´ son los tamaños del objeto y de la imagen respectivamente.



Empezaremos a resolver el problema por el apartado gráfico, **c)**.

<u>Dibujando el objeto, la imagen, la lente y el diagrama de rayos.</u>

El objeto esta situado a una distancia mayor que el doble de la distancia focal imagen. Dibujamos la lente divergente perpendicular al eje óptico que pasa por su centro.

Para la construcción gráfica de las imágenes se trazan dos rayos conocidos de los tres siguientes y hallando su intersección después de refractarse en la lente:

- Un rayo paralelo al eje óptico una vez refractado pasa por el foco imagen F´
- Un rayo que pase por el centro óptico de la lente no se desvía
- Un rayo que pase por el foco objeto F se refracta emergiendo paralelo al eje óptico. (No dibujado en el gráfico)

a) <u>Cálculo de la distancia focal y la potencia de la lente</u>

Según el convenio de signos (Normas DIN) los datos del problema son: R_1= - 70 cm = - 0,7 m; n = 1,8; y = 15 cm = - 0,15 m; s = - 3,5 m = - 350 cm

Aplicando la ecuación de la distancia focal de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{f'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{f'} = (1{,}8-1)\left(\frac{1}{-70} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{-0{,}80}{70} = -0{,}0114\ cm^{-1};$$

$\boxed{f' = -87{,}72cm = -0{,}88m}$

<u>Cálculo de la potencia de la lente</u>:

$P = \dfrac{1}{f'} = -0{,}0114cm^{-1} = -1{,}14m^{-1} = -1{,}14dioptrias$; $\boxed{P = -1{,}14dioptrias}$

El signo negativo tanto de la distancia focal imagen, como de la potencia, nos indica que la lente es divergente.

b) <u>Calculo de La distancia a la que se formará la imagen "s´" y tipo de imagen</u>

Cálculo de la posición de la imagen: Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:
$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'}-\frac{1}{-0,7}=\frac{1}{-0,88} \Rightarrow s'=\frac{616}{1580}m=-0,389m=-38,9cm$; $\boxed{s'=-38,9cm}$

Cálculo del tamaño de la imagen y´: Aplicando la ecuación del aumento lateral:
$\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{y'}{15}=\frac{-38,9}{-350} \Rightarrow y'=1,667cm$

Como era de esperar el tamaño de la imagen es menor que la del objeto.

Tipo de imagen: La imagen formada es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.

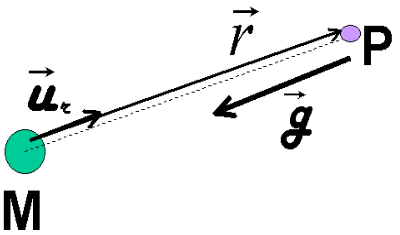
CUESTIONES

1. El valor de la fuerza de módulo F vendrá dado por la ley de Coulomb, de expresión: $F=K\frac{Q_1Q_2}{r^2}$. La nueva fuerza F_2 en función de los cambios realizados: $Q_1'=2Q_1$; $Q_2'=-Q_2$; $r'=2r$, vendrá dada por:

$$F_2=K\frac{(2Q_1)\cdot(-Q_2)}{(2r)^2}=-2K\frac{Q_1\cdot Q_2}{4r^2}=-\frac{1}{2}\left[K\frac{Q_1Q_2}{r^2}\right]=-\frac{1}{2}F=\frac{-F}{2}$$

El módulo de la nueva fuerza valdrá: $\boxed{F_2=\frac{F}{2}}$ y tendrá la misma dirección y sentido contrario que $\vec{F}$.

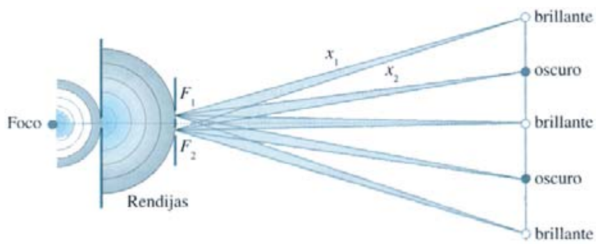
2. La intensidad del campo gravitatorio creado por una masa M en un punto P situado a una distancia r de ella, viene dada por la expresión:



$$\boxed{\vec{g}=-G\frac{M}{r^2}\vec{u}_r}$$

siendo: $\vec{g}$ = Intensidad del campo gravitatorio en N.kg^{-1}= m.s^{-2}; G= constante de gravitación universal = $6,67\cdot10^{-11}\frac{N\cdot m^2}{kg^2}$; M=Masa creadora del campo gravitatorio en kg; r = distancia de la masa al punto P donde queremos calcular el campo, en m; $\vec{u}_r$ = vector unitario en la dirección de la línea que une la masa con el punto, su sentido es contrario al vector intensidad de campo, lo que explica el signo negativo del vector intensidad de campo.

3. Cuando una onda se encuentra al avanzar una rendija o un obstáculo de dimensiones del orden de su longitud de onda se produce el fenómeno de la difracción.



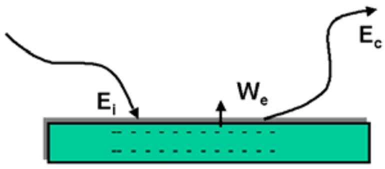
La difracción se produce cuando un obstáculo o rendija impide el avance de un frente de onda. Los puntos del frente de ondas que no están tapados por el obstáculo se convierten en centros emisores de nuevos frentes de onda, según el principio de Huygens, logrando la onda bordear el obstáculo o contornear las rendijas y propagarse detrás del mismo.

La rendija se comporta como una infinidad de rendijas muy finas que dan lugar al fenómeno de interferencias de Young. Las ondas secundarias emitidas por el foco, permiten que el frente de ondas rebasar el obstáculo.

Así una onda plana en el agua se difracta al chocar contra un obstáculo produciendo detrás de él ondas circulares.

Las ondas sonoras tienen la propiedad de difractarse de doblar las esquinas, lo que nos permite el poder oír detrás de un obstáculo. Las sombras proyectadas por objetos opacos no son perfectamente nítidas dando lugar a franjas brillantes y oscuras, que se pueden recoger en una pantalla. En la pantalla se observa un máximo central de luz, alternando con zonas oscuras y zonas de luz debido al fenómeno e interferencias que tienen lugar después de la difracción de la luz en la experiencia de las dos rendijas de Young.

4. El trabajo de extracción (W_o) es la energía que es necesario comunicar para arrancar un electrón del metal.
Si E es la energía que incide y absorbe el electrón. De acuerdo con el principio de conservación de la energía, la diferencia E - W_o es la energía cinética E_c del electrón que escapa. Esto es: Energía incidente = Trabajo de extracción + Energía cinética.



$E_i = W_o + E_c$; $E_c = E - W_o = h.\nu - W_o$; $E_c = h.\nu - h.\nu_o$. Si la energía incidente ($h.\nu$) es mayor que el trabajo de extracción (W_o) se produce el efecto fotoeléctrico. Existe una frecuencia umbral (ν_o) a partir de la cual se produce el efecto fotoeléctrico. La frecuencia umbral ($\nu_o = W_o/h$) es la frecuencia de la luz para que la energía cinética de los electrones emitidos sea cero.
La energía máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico depende de la energía incidente y de la frecuencia umbral (o sea del trabajo de extracción del metal ($W_e = h.\nu_o$).

5. Según la teoría de la relatividad, a velocidades próximas a las de la luz, cuanto más rápidamente se mueve una barra, tanto más corta aparece. Un cuerpo que se mueve respecto de un observador tiene para éste una longitud en dirección del movimiento que es menor $\frac{1}{\gamma}$ veces su longitud propia.

La longitud de un objeto medido en el Sistema de Referencia en el cuál esta el objeto en reposo se denomina longitud propia. En un S.R. en el cuál se esta moviendo el objeto, la longitud medida es más corta que la longitud propia.

Por tanto cualquier longitud es menor que la propia ya que $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} > 1$

La expresión: $\boxed{L' = \frac{L_P}{\gamma}}$ recibe el nombre de contracción de Fitzgerald - Lorentz; $(L' < L_P)$

Como $\boxed{\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}$ tendemos que: $L' = L_P \cdot \sqrt{1-\beta^2} = L_P \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

Los objetos no se contraen realmente, sino que al medir su longitud desde otro sistema de referencia ésta resulta ser menor que la longitud propia. La teoría de la relatividad de Einstein muestra que la contracción de Fitzgerald no constituye un cambio físico real en los cuerpos, sino una apariencia debida al movimiento relativo de los cuerpos.
Si en el sistema en reposo O, que ve el objeto en movimiento mide la longitud de la varilla es L En el sistema en movimiento se mide la longitud de la varilla en movimiento es L/γ . Por tanto el observador O en reposo, que ve el objeto en movimiento, mide una longitud menor que el observador O´ que ve el objeto en reposo.

En nuestro problema:
v = $7{,}2.10^7$ km/h = $(7{,}2.10^7)$. (1.000/3.600) m/s = 2.10^7 m/s
c=300.000 km/s = 3.10^8 m/s

Sustituyendo: $$\boxed{L' = L_P \cdot \sqrt{1-\beta^2} = L_P \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 20 \cdot \sqrt{1-\left(\frac{2.10^7}{3.10^8}\right)^2} = 20 \cdot \sqrt{1-0{,}0444} = 20.\sqrt{0{,}995} = \\ = 20.0{,}9978 = 19{,}955 m}$$

$\Delta L = L' - L_P = 19{,}955 - 20{,}000 = -0{,}045m = -4{,}5cm$

Como se puede apreciar la contracción de la longitud de la varilla no es mucha, por ser su velocidad aún mucho más pequeña que la velocidad de la luz.

Por lo que, una barra reduce su longitud a la mitad, al moverse con una velocidad aproximadamente igual al 90 % de la velocidad de la luz. En efecto en este caso:

$$\boxed{L' = L_P \cdot \sqrt{1-\beta^2} = L_P \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 20 \cdot \sqrt{1-\left(\frac{0{,}9 \cdot c}{c}\right)^2} = 20 \cdot \sqrt{1-0{,}81} = 20.\sqrt{0{,}19} = 20.0{,}436 = 8{,}72m}$$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD LOGSE

CURSO 1999-2000 - CONVOCATORIA:

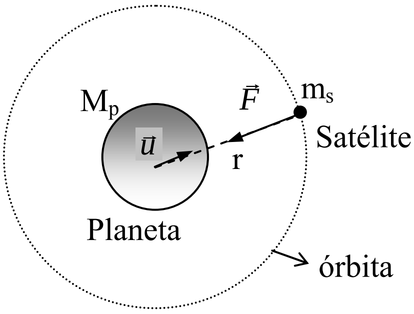
MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1. a) La fuerza que actúa sobre el satélite es la fuerza gravitatoria que ejerce el planeta, que es atractiva y se encuentra en la línea que une los centros de ambos cuerpos.



$$\vec{F} = -G\frac{M_p m_s}{r^2}\vec{u}$$

M_p y m_s son las masas del planeta y del satélite respectivamente, r es la distancia de separación entre ambos cuerpos (aquí consideramos al satélite puntual y el planeta esférico, por lo que la distancia se ha tomado desde el centro del planeta hasta el satélite), $\vec{u}$ es un vector unitario en la dirección definida por la recta que une ambos cuerpos y sentido hacia el satélite, y G es la constante de gravitación universal que tiene el valor 6.67 10^{-11} Nm^2kg^{-2}.

b) La gravedad del planeta, es decir, la intensidad del campo gravitatorio creado por el planeta a una distancia r de su centro viene dada por

$$\vec{g}_p = -G\frac{M_p}{r^2}\vec{u} \Rightarrow g_p(r) = G\frac{M_p}{r^2}$$

Para un punto situado en la superficie del planeta, es decir a una distancia R_p del centro del planeta, tenemos que

$$\left.\begin{array}{l} g_p(R_p) = G\dfrac{M_p}{R_p^2} \Rightarrow M_p = \dfrac{g_p(R_p)R_p^2}{G} \\ g_p(R_p) = 4ms^{-2}; R_p = 3\cdot 10^6\, m \end{array}\right\} \Rightarrow M_p = \frac{4\cdot\left(3\cdot 10^6\right)^2}{6.67\cdot 10^{-11}} = 5.4\cdot 10^{22}\, kg$$

c) Para que el satélite se mantenga en órbita circular, la distancia entre el satélite y el centro del planeta debe permanecer constante e igual a R_s. Teniendo en cuenta esta condición y a partir de que la fuerza gravitatoria $\vec{F}$ que actúa sobre el satélite es en todo momento en la dirección centrípeta, se tendrá

$$\vec{F} = m_s\vec{a}_{centrípeta} \Rightarrow -G\frac{M_p m_s}{R_s^2}\vec{u} = -m_s\frac{v_s^2}{R_s}\vec{u} \Rightarrow G\frac{M_p m_s}{R_s^2} = m_s\frac{v_s^2}{R_s}$$

Donde: R_s es el radio de la órbita circular que describe el satélite y viene dado por $R_s = R_p + h = 3\cdot 10^6 + 2.5\cdot 10^7 = 28\cdot 10^6\, m$

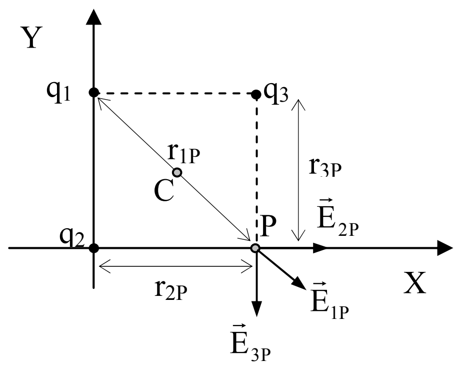
Despejando de la ecuación anterior la velocidad, se tiene

$$v_s = \sqrt{G\frac{M_p}{R_s}} = \sqrt{6.67\cdot 10^{-11}\,\frac{5.4\cdot 10^{22}}{28\cdot 10^{6}}} = 1075.7\,ms^{-1}$$

La energía total del satélite viene dada por

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}m_s v_s^2 - G\frac{M_p m_s}{R_s} = \frac{1}{2}m_s G\frac{M_p}{R_s} - G\frac{M_p m_s}{R_s} = -\frac{1}{2}G\frac{M_p m_s}{R_s} =$$

$$= -\frac{1}{2}6.67\cdot 10^{-11}\,\frac{5.4\cdot 10^{22}\cdot 100}{28\cdot 10^{6}} = -6.4\cdot 10^{6}\,J$$

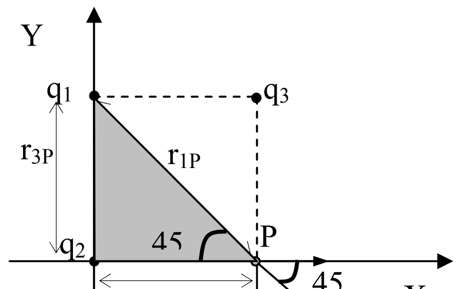


2. a) En la figura de la derecha se tiene la distribución de carga especificada en el enunciado siendo r_{iP} la distancia de la carga q_i al punto P y $\vec{E}_{iP}$ el campo eléctrico creado por la carga qi en el punto P (i=1,2,3).

En el enunciado además se nos dice que $r_{2P} = r_{3P} = 2\ \mathrm{m}$, y aplicando el Teorema de Pitágoras al triángulo formado por las cargas 1 y 2 y el punto P, se tiene

$$r_{1P}^2 = r_{2P}^2 + r_{3P}^2 \Rightarrow r_{1P} = \sqrt{r_{2P}^2 + r_{3P}^2} = \sqrt{2^2+2^2} = \sqrt{8}\left(=2\sqrt{2}\right)$$

También conviene tener en cuenta que el ángulo que forma el vector $\vec{E}_{1P}$ con el eje X es de 45º, que es consecuencia de que las cargas se encuentren en los vértices de un cuadrado.

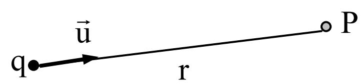


La expresión del campo eléctrico creado por una carga puntual q en un punto del espacio situado a una distancia r de la misma viene dado por

$\vec{E} = k\frac{q}{r^2}\vec{u}$, siendo $\vec{u}$ un vector unitario definido como indica la figura. Aplicando dicha expresión a cada una de las cargas se tiene

$$\vec{E}_{1P} = E_{1P}\cos 45^{o}\,\vec{i} - E_{1P}\,\mathrm{sen}\,45^{o}\,\vec{j} = \frac{\sqrt{2}}{2}E_{1P}\left(\vec{i}-\vec{j}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}k\frac{q_1}{r_{1P}^2}\left(\vec{i}-\vec{j}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}9\cdot 10^{9}\,\frac{10\cdot 10^{-6}}{8}\frac{q_1}{r_{1P}^2}\left(\vec{i}-\vec{j}\right)$$

$$\vec{E}_{1P} = 30.45\ \left(\vec{i}-\vec{j}\right)\quad (N/C)$$



$$\vec{E}_{2P} = k\frac{q_2}{r_{2P}^2}\vec{i} = 9\cdot 10^{9}\,\frac{10\cdot 10^{9}}{2^2}\vec{i} \Rightarrow \quad \vec{E}_{2P} = 2.25\cdot 10^{4}\,\vec{i}\quad (N/C)$$

$$\vec{E}_{3P} = -k\frac{q_3}{r_{3P}^2}\vec{j} = -9\cdot 10^{9}\,\frac{10\cdot 10^{9}}{2^2}\vec{j} \Rightarrow \vec{E}_{3P} = -2.25\cdot 10^{4}\,\vec{j}\quad (N/C)$$

Aplicando el Principio de Superposición calculamos el campo eléctrico total en el punto P, que viene dado por

$$\vec{E}_P = \vec{E}_{1P} + \vec{E}_{2P} + \vec{E}_{3P} = 30.45\ \left(\vec{i}-\vec{j}\right) + 2.25\cdot 10^{4}\vec{i} - 2.25\cdot 10^{4}\vec{j} \approx 2.25\cdot 10^{4}\ \left(\vec{i}-\vec{j}\right)$$

$$\vec{E}_P = 2.25\cdot 10^{4}\ \left(\vec{i}-\vec{j}\right)\quad (N/C)$$

b) La expresión del potencial electrostático creado por una carga puntual a una distancia r viene dado por

$$V = k\frac{q}{r}$$

Aplicando dicha expresión para calcular el potencial en el punto P debido a cada una de las cargas, y teniendo encuentra el Principio de Superposición, se tiene

$$V_P = V_{1P} + V_{2P} + V_{3P} = k\frac{q_1}{r_{1P}} + k\frac{q_2}{r_{2P}} + k\frac{q_3}{r_{3P}} = 9\cdot 10^{9}\cdot 10\cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{\sqrt{8}}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right) = 54.3\cdot 10^{3}\ \mathrm{V}$$

$V_P = 54.3 \cdot 10^3\ V$

c) Determinaremos el trabajo (realizado por el campo) necesario para llevar una carga desde el punto P al C a partir de la expresión

$$W_{P\to C} = q_4(V_P - V_C) = -5\cdot 10^{-6}(54.3\cdot 10^3 - 19.1\cdot 10^4) = 0.68\ J \qquad W_{P\to C} = 0.68\ J$$

CUESTIONES

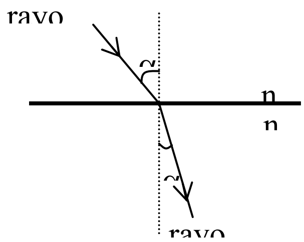
1. El movimiento armónico simple se produce gracias a una fuerza recuperadora proporcional al desplazamiento: F= -k·x. Si tenemos en cuenta la ecuación de este movimiento: x=Asen w.t; podemos escribir: F=-k·A·sen wt, en donde se pone de manifiesto el carácter periódico de la fuerza recuperadora.
Por otro lado, la aceleración del m.a.s. viene dado por: $a= - w^2 \cdot x$
Si aplicamos la segunda ley de la dinámica, se obtiene para la fuerza recuperadora: $F=m\cdot a=m\cdot (- w^2 \cdot x) =-mw^2x$
Comparándola con la ley de Hooke (F=-k·x), obtenemos la relación entre la constante recuperadora y la pulsación pedida:
$-k\cdot x = -mw^2\cdot x \Rightarrow k=m\cdot w^2 \Rightarrow k/m = w^2$

2. La fuerza magnética sobre un electrón que se mueve con velocidad $\vec{v}$ y se encuentra en una región del espacio donde se hay definido un campo magnético $\vec{B}$ viene dada por $\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$. Evidentemente la fuerza es nula cuando es nula la velocidad del electrón o el campo magnético, pero cuando esto no ocurre, también se tiene fuerza nula cuando la velocidad es paralela al vector campo ya que el producto vectorial de vectores paralelos es nulo.

3. La relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción viene dada por la Ley de refracción o ley de Snell que establece que $n_i \operatorname{sen}\alpha_i = n_r \operatorname{sen}\alpha_r$, siendo ni y nr los índices de refracción y α_i y α_r los ángulos de incidencia y de refracción respectivamente (ver figura). En nuestro caso tenemos $n_i=n_{aire}=1$ y $n_r=n_{agua}=1.33$, por tanto

$$1\cdot \operatorname{sen}\alpha_i = 1.33\cdot \operatorname{sen}\alpha_r \Rightarrow \operatorname{sen}\alpha_r = \frac{1}{1.33}\operatorname{sen}\alpha_i \Rightarrow$$

$$\operatorname{sen}\alpha_r = 0.752\cdot \operatorname{sen}\alpha_i \Rightarrow \operatorname{sen}\alpha_r < \operatorname{sen}\alpha_i \Rightarrow \alpha_r < \alpha_i$$



Por lo tanto el ángulo de refracción cuando la luz pasa del aire al agua es menor que el ángulo de incidencia.

4. La fisión nuclear consiste en la división de un núcleo masivo (número másico A>230) en dos fragmentos más ligeros. En la fisión nuclear se libera energía debido a que la energía de enlace por nucleón es menor en los núcleos masivos (7.6MeV) que en los de masa media (8.5 MeV), en los que se escinde, de modo que esta diferencia de energía es la que se libera en dicho proceso. Ésta aparece en forma de energía cinética y de excitación de los fragmentos más ligeros, de energía cinética de los neutrones liberados en el proceso así como de los electrones y neutrinos que surgen de la desintegración de los fragmentos radiactivos, y también en forma de radiación electromagnética.
Por ejemplo, para el caso del U-236 se tiene una energía total de 236 x 7.6MeV mientras que la de los fragmentos es de 236 x 8.5, lo que da lugar a una energía liberada del orden de 200MeV de los cuales aproximadamente el 85% corresponde a la energía cinética de los fragmentos y el 15% restante se invierte en la energía cinética de los neutrones emitidos en la fisión y en la energía de excitación de los fragmentos. $^{236}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{144}_{56}Ba + ^{89}_{36}Kr + 3\ ^{1}_{0}n + 200\,MeV$

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1. **a)** Recordemos que la expresión general de una onda armónica unidimensional se puede expresar como $y(x,t) = A\,\mathrm{sen}\left[\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right]$

Identificando la onda dada en el enunciado con la expresión anterior, obtenemos

$$\frac{2\pi}{T} = 2 \Rightarrow T = \pi\ s \Rightarrow f\left(=\frac{1}{T}\right) = \frac{1}{\pi} = 0.32\ s^{-1}; \qquad \frac{2\pi}{\lambda} = 5 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{5} = 1.26\ m; \qquad A = 0.25\ m$$

b) La velocidad en cada instante de tiempo de una partícula del medio situada en x' viene dada por

$$v(x',t) = \frac{dy(x',t)}{dt} = 0.25 \cdot 2 \cdot \cos(2t - 5x) = 0.5 \cdot \cos(2t - 5x)$$

y, para el caso x'=2m y t=4s se tiene $v(x',t) = 0.5 \cdot \cos(2\cdot 4 - 5 \cdot 2) = -0.21\ m/s$

c) La diferencia de fase viene dada por $\delta = (2t_2 - 5x_2) - (2t_1 - 5x_1)$. Para el caso de un mismo punto del espacio se tiene que $x_1 = x_2$ por lo que queda

$$\delta = 2(t_2 - t_1) = 2 \cdot 10 = 20\ \mathrm{rad}$$

2. **a)** Podemos expresar el vector velocidad de la partícula y el vector campo magnético como $\vec{v} = 5 \cdot 10^5 \vec{i}\ (m/s)$ $\vec{B} = 0.5\vec{k}\ (T)$ y entonces la fuerza que sufre la partícula la calculamos como: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = 3.2 \cdot 10^{-19}\left(5 \cdot 10^5 \vec{i} \times 0.5\vec{k}\right) = -8 \cdot 10^{-14}\vec{j}\ (N)$

b) Sabiendo que la trayectoria es en esta situación circular y que el módulo de la velocidad es constante, por lo que sólo hay aceleración centrípeta, podemos determinar el radio de la órbita a partir de la segunda ley de Newton

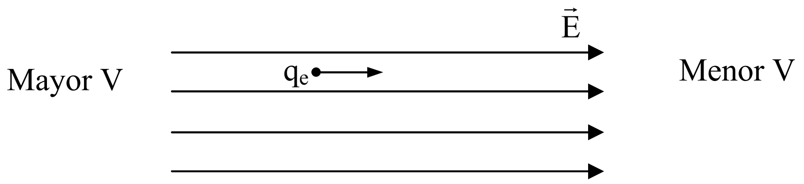
$$\vec{F} = m\vec{a}_{centrípeta} \Rightarrow qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{6.64 \cdot 10^{27} \cdot 5 \cdot 10^5}{3.2 \cdot 10^{-19} \cdot 0.5} = 20.75 \cdot 10^{-8}\ m$$

c) Como la fuerza es perpendicular a la velocidad, sólo hay aceleración centrípeta, luego la aceleración tangencial es nula y entonces el módulo de la velocidad constante. Entonces: $\Delta E_c = \frac{1}{2} m \Delta v^2 = 0$

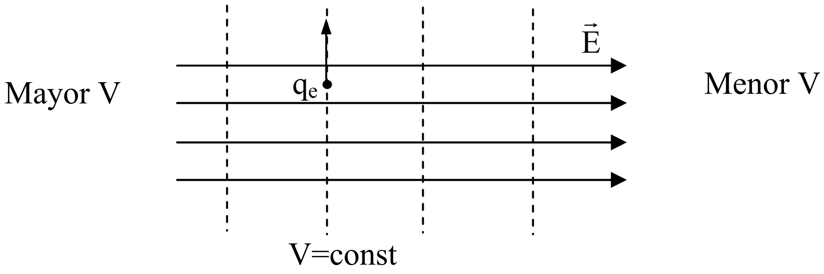
También podemos llegar al mismo resultado teniendo en cuenta que la fuerza es perpendicular a la trayectoria en cada punto, por lo que la fuerza es perpendicular al desplazamiento y por tanto el trabajo de la fuerza es nulo. Como esta es la única fuerza que actúa sobre la partícula, se tiene por el Teorema del trabajo y la energía cinética ($W_{(\vec{F})} = \Delta E_c$) que la variación de la energía cinética es nula.

CUESTIONES

1. El vector campo está dirigido hacia la región de menor potencial, de modo que el potencial electrostático del electrón disminuirá. Como la energía potencial del electrón viene dada por $U_e = q_e V$, y la carga del electrón es negativa, se tiene que donde hay mayor potencial habrá menor energía potencial y donde hay menor potencial habrá mayor energía potencial. Por tanto, el electrón aumentará su energía potencial al moverse en el mismo sentido que las líneas de campo.

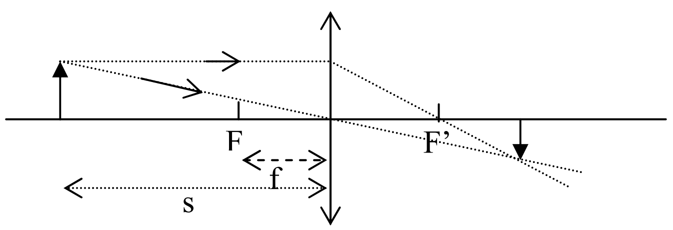


Para un campo eléctrico uniforme las superficies equipotenciales son superficies planas perpendiculares a las líneas de campo.



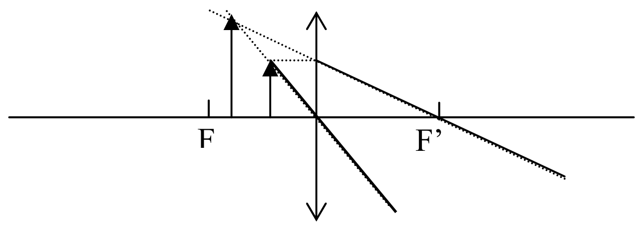
En este caso el electrón se mueve sobre una superficie equipotencial, por lo que el potencial es constante y entonces la energía potencial del electrón es también constante.

2. Para construir la imagen en lentes delgadas mediante un diagrama de rayos debemos trazar dos de los tres rayos principales: el que llega paralelo al eje óptico de la lente, el que pasa por el centro óptico de la lente y el que pasa por el foco del objeto.
Estos tres rayos cumplen las siguientes propiedades:
a) Un rayo que llegue paralelo al eje óptico pasa, tras refractarse, por el foco imagen.
b) Un rayo que pase por el centro óptico de la lente no modifica la dirección en que se propaga.
c) Un rayo que pase por el foco objeto y se refracte en la lente emerge paralelo al eje óptico. Dibujamos los dos primeros.



s>f

Si el objeto, con una lente convergente, se sitúa entre el foco y el infinito (a una distancia mayor que el doble de la distancia focal), es decir [s] >f, se forman imágenes reales invertidas y de menor tamaño que el objeto.

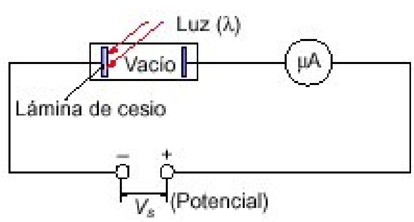


s<f

Si el objeto, con una lente convergente, se sitúa entre el foco y la lente, es decir [s] <f, se forman imágenes virtuales derechas y mayores

3. En general un campo conservativo es aquél cuyo trabajo por unidad de carga entre un punto A y otro B es independiente de la trayectoria, es decir, conserva su valor entre dichos puntos al cambiar la trayectoria. Como consecuencias podemos citar que entonces el trabajo por unidad de carga a lo largo de una curva cerrada es nulo, y además, podemos destacar **que todo campo conservativo tiene asociado una función escalar denominada potencial** cuya variación entre dos puntos cambiada de signo da el trabajo por unidad de carga entre dichos puntos.

4. Dos hechos experimentales que pusieron en crisis la validez de la Física Clásica fueron el **Efecto fotoeléctrico** y los **Espectros discontínuos.**
El **efecto fotoeléctrico** consiste en la emisión de electrones por la superficie de un metal cuando luz de frecuencia suficientemente elevada incide sobre él. La luz incidente sobre el cátodo (metálico) produciendo la emisión de e^- que llegan al ánodo y establecen una corriente que es detectada por el amperimetro. La teoría clásica ondulatoria de la luz no consigue explicar los siguientes aspectos observados experimentalmente:



- La energía de los electrones emitidos es independiente de la intensidad de la luz incidente.
- Los electrones se emiten de forma instantánea a la llegada de la luz.

- La energía de los electrones emitidos depende de la frecuencia de la luz incidente y existe un valor de la frecuencia denominada frecuencia umbral (ν_o), que depende del tipo de metal, por debajo de la cual no existe emisión de electrones.

Einstein considera la luz formada por un conjunto de partículas sin masa y sin carga denominados fotones, y siguiendo la teoría de Planck, considera que la energía de estas partículas está cuantizada. Además utiliza la conservación de la energía para interpretar dicho efecto, en concreto la siguiente forma "La energía de la radiación incidente es igual al trabajo necesario para extraer al electrón más la energía cinética que le comunica una vez arrancado. Lo que viene dado por la expresión": Energía incidente = Trabajo de extracción + Energía cinética

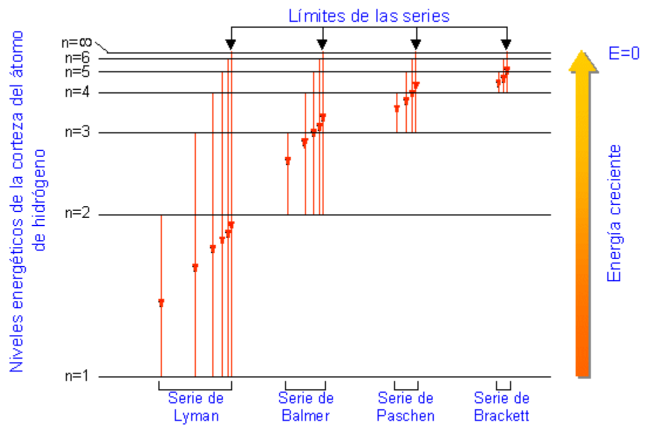
$h\nu = E_{c\,\max} + h\nu_o$, donde h$\nu$ es la energía de los fotones que componen la luz incidente, $E_{c\ max}$ es la energía cinética máxima del electrón emitido y $h\nu_o$ es el trabajo de extracción que da cuenta de la energía mínima necesaria para arrancar un electrón de la superficie del metal siendo ν_o la denominada frecuencia umbral.

Los espectros discontinuos

Si en un tubo se introduce un gas a baja presión y se produce una descarga eléctrica, los átomos presentes en el tubo emiten radiación electromagnética, y después de ser registrada se encuentra que dicha radiación es discreta a diferencia de los presupuestos de la teoría clásica. Niels Bohr formula una teoría para el átomo de hidrógeno, en concreto para la dinámica del electrón en el campo eléctrico del núcleo. Considera que los electrones sólo se pueden mover en ciertas órbitas circulares alrededor del núcleo, es decir, las órbitas y por tanto las energías del electrón en el interior del átomo están cuantizadas. Para ello considera que el momento angular del electrón sólo puede tomar ciertos valores discretos. Interpretando que la radiación emitida tiene una energía que es la diferencia de energías de dos órbitas electrónicas, consigue **interpretar los espectros discontinuos** observados experimentalmente, en concreto logra deducir a partir de su teoría la expresión fenomenológica deducida por diferentes experimentalistas (como Balmer, Lyman,…) para el átomo de hidrógeno, dada por:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2}\right),$$ donde R_H es la constante de Rydberg cuyo valor es R_H=1.09 10^7 m^{-1}, y n_i y n_j son números naturales con la condición $n_i<n_j$. Como se ha dicho, Bohr deduce la expresión anterior y además interpreta n_i y n_j como cantidades asociadas a las diferentes órbitas o estados energéticos del electrón.

La cuantización de la materia. Los espectros discontínuos



Los espectros atómicos son una prueba de la cuantización de la materia

Los espectros atómicos son una prueba de la cuantización de la energía.

Bohr aplicó las ideas cuánticas a la interpretación de los espectros atómicos y a la explicación de la estructura atómica del hidrogeno. Bohr calculo los radios de las órbitas, la energía del electrón en cada órbita e interpreto las rayas del espectro del hidrógeno. Cada raya corresponde a un salto electrónico entre órbitas, cuya variación de energía viene dado por la ecuación cuántica de Planck: $\Delta E = h\cdot\nu$

$$E_2 - E_1 = h\cdot\nu = h.c/\lambda = h\cdot c\cdot R_H\cdot [(1/n_i^2) - (1/n_j^2)]$$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD LOGSE

CURSO 2000-2001 - CONVOCATORIA:

MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1. El objeto, con una lente convergente, debe situarse entre el foco y la lente, es decir [s] <f´, para conseguir imágenes virtuales derechas y mayores. Al ser la imagen virtual s´<0 y al ser la imagen derecha: signo de y = signo de y´**;** y/ý = s/´s >0.

a) La distancia focal es de *f* ’=5cm. Recordemos que el aumento lateral es la relación que existe entre el tamaño del objeto y el tamaño de la imagen o entre las distancias objetos e imagen: $M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$.

La posición de la imagen producida por una lente depende de la posición del objeto y de la distancia focal imagen de la lente, según la ecuación de la lente delgadas: $\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s}$. Si la imagen virtual es 10 veces mayor $10 = \frac{s'}{s}$ por lo que: *s’*=10*s*. Utilizando la ecuación de la lente delgada con *f’*=5cm, tendremos que: $\frac{1}{5} = \frac{1}{10s} - \frac{1}{s}$; $s = \left(\frac{1}{10} - 1\right) \cdot 5$

Nos queda que $\boxed{s=-4{,}5\ cm}$ que es la distancia a la que se deben de encontrar los sellos.

El resultado es razonable, ya que la imagen formada por una lente convergente de un objeto cuya distancia objeto es menor que la distancia focal objeto (s<f) es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto. (4,5 < 5).

b) Análogamente: Si la imagen virtual es 20 veces mayor $20 = \frac{s'}{s}$ por lo que *s’*=20*s*. Utilizando la ecuación de la lente delgada con *f’*=5cm, $\frac{1}{5} = \frac{1}{20s} - \frac{1}{s}$; $s = \left(\frac{1}{20} - 1\right) \cdot 5$. Nos queda que $\boxed{s=-4{,}75\ cm}$ que es la distancia a la que se deben de encontrar los sellos.

El resultado es igualmente razonable, ya que la imagen formada por una lente convergente de un objeto cuya distancia objeto es menor que la distancia focal objeto (s<f) es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto. (4,75 < 5)

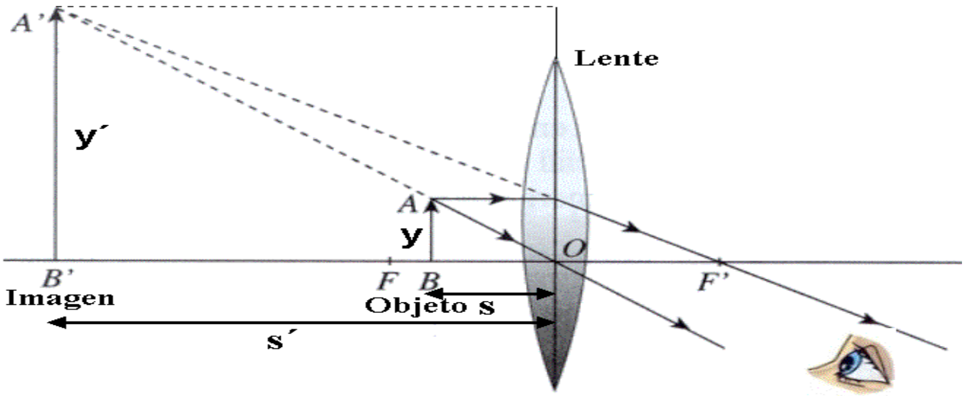
Analizando y comparando el resultado se comprueba que al acercar el sello al foco de la lente la imagen aumenta.

c) Para construir la imagen en lentes delgadas mediante un diagrama de rayos debemos trazar dos de los tres rayos principales: el que llega paralelo al eje óptico de la lente, el que pasa por el centro óptico de la lente y el que pasa por el foco del objeto.

Estos tres rayos cumplen las siguientes propiedades:

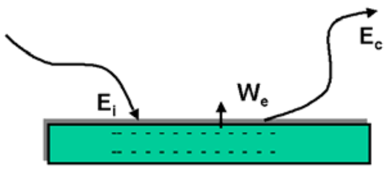
1. Un rayo que llegue paralelo al eje óptico pasa, tras refractarse, por el foco imagen.
2. Un rayo que pase por el centro óptico de la lente no modifica la dirección en que se propaga.
3. Un rayo que pase por el foco objeto y se refracte en la lente emerge paralelo al eje óptico.

Dibujamos los dos primeros.



La lupa es una lente convergente que se utiliza para aumentar el tamaño aparente de un objeto. Proporciona imágenes virtuales, derechas y mayores. El objeto debe situarse entre el foco y la lente convergente. Un observador situado al otro lado de la lente recibe los rayos del objeto como procedentes de AB', donde está la imagen virtual que, por supuesto, no puede recogerse en una pantalla, pero sí verse y fotografiarse. Esa imagen virtual está formada por las prolongaciones de los rayos divergentes.

2. El trabajo de extracción (W_o) es la energía que es necesario comunicar para arrancar un electrón del metal. Si E es la energía que incide y absorbe el electrón. De acuerdo con el principio de conservación de la energía, la diferencia E - W_o es la energía cinética E_c del electrón que escapa.
Esto es: Energía incidente = Trabajo de extracción + Energía cinética



$E_i = W_o + E_c$; $E_c = E - W_o = h.\nu - W_o$; $E_c= h.\nu - h.\nu_o$
Si la energía incidente ($h.\nu$) es mayor que el trabajo de extracción (W_o) se produce el efecto fotoeléctrico. Existe una frecuencia umbral (ν_o) a partir de la cual se produce el efecto fotoeléctrico. La frecuencia umbral ($\nu_o= W_o/h$) es la frecuencia de la luz para que la energía cinética de los electrones emitidos sea cero.

La energía máxima de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico depende de la energía incidente y de la frecuencia umbral (o sea del trabajo de extracción del metal ($W_e= h.\nu_o$).

a) El trabajo de extracción será igual a $W=h\nu_0$ siendo ν_0 la frecuencia umbral:
$W= 6{,}63\cdot10^{-34} J\cdot s\cdot 4{,}5\cdot10^{14}\ s^{-1} = \boxed{2{,}98\cdot10^{-19} J}$

b) Calcularemos la energía que comunica la luz incidente $E_{luz}=h\nu=hc/\lambda$

$$E_{luz} = \frac{(6{,}63\cdot10^{-34})(3\cdot10^{8})}{1700\cdot10^{-10}} J = 1{,}17\cdot10^{-18} J$$

La energía cinética de los electrones será la comunicada por la luz incidente menos la empleada en la extracción, es decir,
$E_{luz} = W + E_{cin}$. Por lo tanto $E_{cin} = E_{luz} - W = 1{,}17\cdot10^{-18} J - 2{,}98\cdot10^{-19} J = \boxed{8{,}72\cdot10^{-19} J}$

c) La longitud de onda de de Broglie (λ) de una partícula que se mueve con una velocidad **v,** pequeña frente a la de la luz**, c,** vendrá dada por la expresión: $\lambda = \frac{h}{m\cdot v}$. Necesitaremos la velocidad de los electrones emitidos que la obtendremos de la energía cinética, $E_{cin} = mv^2/2$, es decir, $v^2 = 2E_{cin}/m$.

$$v=\sqrt{\frac{2\cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot(8{,}72\cdot10^{-19})}{9{,}31\cdot10^{-31}}} = 1{,}38\cdot10^{6}\ m\cdot s^{-1}$$

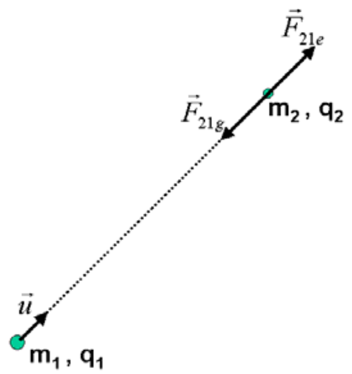
Con lo que**:** $v = 1{,}38x10^6 m/s$. Calcularemos por último la longitud de onda, sustituyendo en la ecuación de De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}(J\cdot s)}{9{,}11\cdot10^{-31}(kg)\cdot1{,}38\cdot10^{6}(m/s)} = 5{,}2\cdot10^{-10} m = \boxed{5{,}2\ Å}$$ Valor de la longitud de onda del orden del tamaño del electrón. La longitud de onda es lo suficientemente grande, comparada con las dimensiones

del sistema, que hace que en el mundo microscópico las propiedades ondulatorias de la materia sean observables y significativas.

CUESTIONES

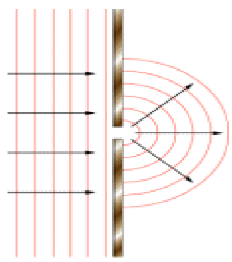
1. Empezamos describiendo las diferencias entre ambas leyes, la gravitatoria se pone de manifiesto entre masas y la segunda entre cargas.
La constante de gravitación "G" es la misma para las partículas en cualquier medio, mientras que la constante eléctrica "k" depende del medio. Otra diferencia importante es el orden de la interacción, es decir, dadas las diferencias de magnitud entre la constante eléctrica k $=9\cdot10^{9}N.C^{2}/m^{2}$ y $G=6{,}67\cdot10^{-11}N\cdot m^{2}/kg^{2}$. Esto tiene como consecuencia que la fuerza eléctrica se pone de manifiesto incluso con cargas muy pequeñas, pero la fuerza gravitatoria solo se pone físicamente de manifiesto de forma apreciable con interacciones entre masas muy grandes, como la de los planetas.



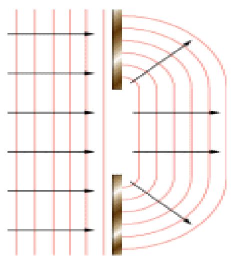
Otra importante diferencia es que la interacción eléctrica puede ser atractiva y repulsiva, dependiendo del signo de las cargas, mientras que la interacción gravitatoria será siempre atractiva. Esto se pone de manifiesto en el signo negativo de la fuerza gravitatoria al ser la fuerza que m_1 ejerce sobre m_2 la fuerza de atracción tendrá diferente signo que el vector unitario radial
Suponiendo que la partícula 1 como creadora del campo y la partícula 2 como el agente sensible o testigo sobre la que actúa. La expresión de las fuerzas que sobre la partícula 2 ejerce sobre la 1 son:

$$\vec{F}_{21g} = -G\cdot\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}\cdot\vec{u}_r\ ; \quad \vec{F}_{21e} = k\cdot\frac{q_1\cdot q_2}{r^2}\cdot\vec{u}_r$$

2. El **principio de Huygens** dice que: "Todo punto de un frente de onda es centro emisor de nuevas ondas elementales cuya envolvente es el nuevo frente de onda". O sea que cada punto de un medio que es alcanzado por un frente de ondas, se convierte a su vez en un nuevo foco secundario emisor de ondas.



La **difracción** es el cambio en la dirección de propagación que sufre una onda, sin cambiar de medio, cuando se encuentra un obstáculo en su camino. Para poder observar este fenómeno, las dimensiones del objeto deben ser del mismo orden o menor que la longitud de onda.

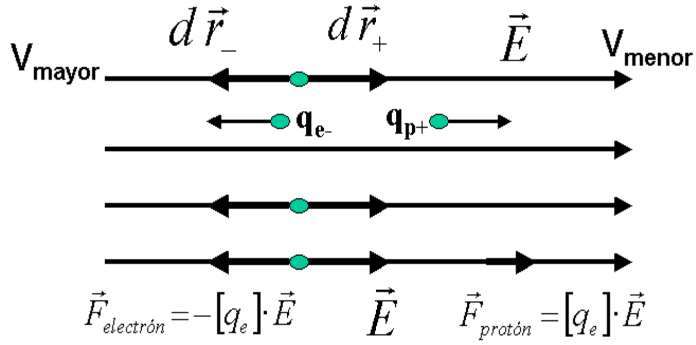


El principio de Huygens nos permite explicar el fenómeno de la difracción: pues al llegar a la abertura los puntos del frente de onda actúan como emisores de onda elementales. El frente de la nueva onda queda determinado por la relación entre el tamaño de la longitud de onda y del obstáculo. Los puntos del frente de ondas que no están tapados por el obstáculo se convierten en centros emisores de nuevos frentes de onda, según el **principio de Huygens**, **logrando la onda bordear el obstáculo o contornear las rendijas y propagarse detrás del mismo. <u>La rendija se comporta como una infinidad de rendijas muy finas que dan lugar al fenómeno de interferencias de Young. Las ondas secundarias emitidas por el foco, permiten que al frente de ondas rebasar el obstáculo.</u>**
Para que tenga lugar el fenómeno de difracción la longitud de onda debe ser del mismo orden de magnitud que la longitud de la rendija o del obstáculo. $\boldsymbol{\lambda \approx d}$
Si la longitud de la onda es mayor que el tamaño de la rendija o del obstáculo interpuesto, la difracción es total y la onda supera o bordea el obstáculo. Si la longitud de onda es del orden del tamaño de la rendija o del obstáculo, la difracción es parcial y el efecto es menos intenso. Si la longitud de onda es bastante menor que el tamaño de la rendija, solo se transmite la parte correspondiente al frente del orificio. En el caso de que el obstáculo sea mayor que la longitud de onda, este se convierte en un obstáculo insalvable para el movimiento ondulatorio y no se produce la difracción de las ondas.

Podemos recibir un sonido cuando tenemos un obstáculo delante que nos impide ver la fuente. La longitud de onda del sonido audible se encuentra entre 2cm y 20m y puede salvar obstáculos de esas dimensiones. Para la luz visible la longitud de onda es de 10^{-7}m.

3. El campo eléctrico ($\vec{E}$) y el potencial V están relacionados mediante la expresión:

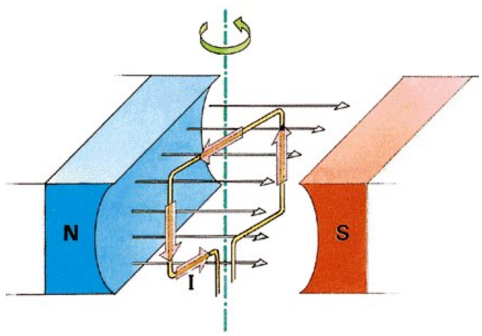
$$dV = -\vec{E}\cdot d\vec{r} = \begin{cases} dV = -\vec{E}\cdot d\vec{r}_{+} < 0 \\ dV = -\vec{E}\cdot d\vec{r}_{-} > 0 \end{cases}$$



La variación de energía potencial de una carga de prueba cuando se mueve de a hasta B es:
$\Delta U = q\cdot(V_B - V_A) = q\cdot E\cdot d$
El electrón se desplazará hacia la región de mayor potencial, hacia la izquierda, al contrario de la dirección del campo. El protón se desplazara hacia la región de menor potencial, hacia la derecha, en la dirección del campo. En ambos casos el trabajo que realiza el campo es negativo.
Si una carga positiva de prueba se libera en reposo en el seno de un campo eléctrico uniforme, experimenta una fuerza en el mismo sentido del campo. Por tanto acelera ganado energía cinética. Este incremento de energía cinética, coincide con la disminución de la energía potencial. Su potencial también disminuye.
Si q es negativo, entonces ΔU es negativo, Esto significa que una carga negativa pierde energía potencial cuando se desplaza en sentido contrario al campo. Si una carga negativa se abandona en reposo en un punto de un campo, acelera cuando se mueve en sentido contrario a dicho campo. Como en este caso el desplazamiento se realiza en sentido contrario al campo, el potencial aumenta y el trabajo que realiza el campo sobre el electrón (-) es también negativo.

4. Faraday y Henry, tras realizar numerosas experiencias con imanes y bobinas, llegaron a la siguiente conclusión: "cuando un imán y una bobina se mueven relativamente entre si, se induce una corriente eléctrica en el conductor de la bobina, llamada inducción electromagnética. Las corrientes inducidas se atribuyen a variaciones de flujo magnético que atraviesan la superficie de un circuito. Estas variaciones pueden deberse a:
- Una variación, en valor o en dirección, del vector campo ($\vec{B}$)
- Una variación, en valor o en dirección del vector superficie ($\vec{S}$)
- Variaciones simultaneas de ambas magnitudes vectoriales.

La ley de Faraday- Henry y Lenz, establece que: "Toda variación de flujo que atraviesa un circuito cerrado produce en éste una corriente inducida. La corriente inducida es una corriente instantánea, pero sólo dura mientras dura la variación del flujo."
La fuerza electromotriz inducida en un circuito (ε) es igual a la variación del flujo magnético (Φ) que lo atraviesa por unidad de tiempo. El sentido de la corriente inducida es tal que se opone a la variación del flujo que la produce.
Estas dos afirmaciones se pueden escribir por medio de la ecuación de Faraday-Lenz que nos da el valor y el sentido de la corriente inducida: $\boxed{\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}}$ (Si el flujo se expresa en Weber y el tiempo en segundos, la fem viene dada en voltios)



Una de las principales aplicaciones de la inducción electromagnética es la obtención a nivel industrial de la energía eléctrica. La inducción electromagnética permite transformar energía mecánica en energía eléctrica.
Los generadores de corriente emplean bobinas que giran dentro de

un campo magnético. Conforme giran el flujo a través de dichas bobinas cambia originándose ene ellas una corriente eléctrica.

Al girar una espira en un campo magnético, el flujo varía con el tiempo produciéndose una corriente inducida.

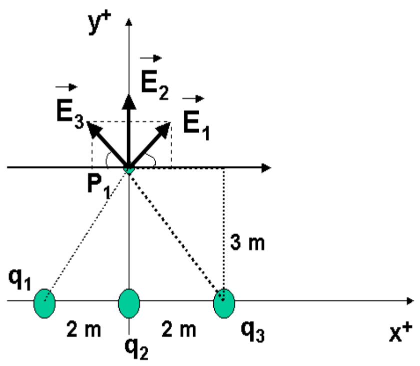
En su forma más simple un generador de corriente alterna consta de una espira que gira por algún medio externo en un campo magnético. Tanto el campo magnético como el área de la espira permanecen constantes. A medida que la espira gira, cambia de dirección y el flujo magnético a través de ella varia con el tiempo, induciéndose una fuerza electromotriz, y si existe un circuito externo, circulará una corriente. La fem que aparece en la espira es una función sinusoidal que cambia alternativamente de polaridad. La frecuencia de la corriente eléctrica que nos suministran las compañías eléctricas suele ser de 50Hz. Para que un generador funcione, hace falta una fuente externa de energía (térmica, hidráulica, nuclear, etc.) que haga que la bobina gire con la frecuencia deseada. Si la frecuencia es de 50Hz, la corriente cambia cien veces de sentido en un segundo. La variación ocurre tan rápidamente, que la intensidad de la luz que se genera en una bombilla aparenta ser constante.

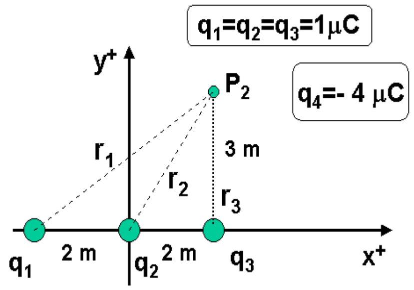
OPCIÓN B

PROBLEMAS

1. **a)** Para calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto P_1, suponemos en dicho punto la unidad de carga positiva y dibujamos las intensidades de campo en dicho punto debido a cada una de las cargas q_1 ($\vec{E}_1$), q_2 ($\vec{E}_2$) , q_3 ($\vec{E}_3$). Elegimos un sistema de referencia centrado en P_1 con el eje x positivo en la dirección P_1 P_2, según se muestra en la figura. La intensidad de campo eléctrico total en P_1, viene dado aplicando el principio de superposición:

$$\vec{E}_{P1} = \vec{E}_{1,P1} + \vec{E}_{2,P1} + \vec{E}_{3,P1}\,;\; \vec{E} = (\Sigma E_x)\vec{i} + (\Sigma E_y)\vec{j}$$





Calculamos cada uno de los campos creados por las cargas:

$$\vec{E}_1 = E_{1x}\vec{i} + E_{1y}\vec{j} = E_1\, sen\,\alpha_1\,\vec{i} + E_1\cos\alpha_1\,\vec{j} =$$

$$= 680\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\vec{i} + 680\frac{3}{\sqrt{13}}\vec{j} = \frac{680}{\sqrt{13}}(2\vec{i} + 3\vec{j}) = 377{,}2\,\vec{i} + 565{,}8\,\vec{j}\,(N/C)$$

$$La\ distancia\ sera: r_1^2 = 2^2 + 3^2 = 13;\ r_1 = \sqrt{13}$$

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_1 = k\cdot\frac{q_1}{r_1^2} = 8{,}89\cdot10^9\,\frac{1\cdot10^{-6}}{13} = 680\,N$$

$$Y\ los\ ángulos: sen\,\alpha_1 = \frac{2}{\sqrt{13}};\ \cos\alpha_2 = \frac{3}{\sqrt{13}};\ \alpha_1 = arc\ tg\,\frac{2}{3} = 33{,}7^o$$

$$\vec{E}_2 = E_2\,\vec{j} = 987{,}8\,\vec{j}\,(N/C)$$

$$La\ distancia\ sera: r_2^2 = 3^2 = 9$$

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_2 = k\cdot\frac{q_2}{r_2^2} = 8{,}89\cdot10^9\cdot\frac{1\cdot10^{-6}}{9} = 987{,}8\,(N/C)$$

$$\vec{E}_3 = E_{3x}\vec{i} + E_{3y}\vec{j} = -E_3\, sen\alpha_3\,\vec{i} + E_2\cos\alpha_3\,\vec{j} =$$

$$= -680\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\vec{i} + 680\frac{3}{\sqrt{13}}\vec{j} = \frac{680}{\sqrt{13}}(-2\vec{i} + 3\vec{j}) = -377{,}2\,\vec{i} + 565{,}8\,\vec{j}\,(N/C)$$

$$La\ distancia\ sera: r_3^2 = 2^2 + 3^2 = 13;\ r_3 = \sqrt{13}\,m$$

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_3 = k\cdot\frac{q_3}{r_3^2} = 8{,}89\cdot10^9\,\frac{1\cdot10^{-6}}{13} = 680\,N$$

$$Y\ los\ ángulos: sen\alpha_3 = \frac{2}{\sqrt{13}};\ \cos\alpha_3 = \frac{3}{\sqrt{13}};\ \alpha_3 = arc\ tg\,\frac{2}{3} = 33{,}7^o$$

Sustituyendo los valores en: $\vec{E}_{P1} = \vec{E}_{1,P1} + \vec{E}_{2,P1} + \vec{E}_{3,P1}$; $\vec{E}_{P1} = (\Sigma E_x)\vec{i} + (\Sigma E_y)\vec{j}$

$\vec{E}_{P1} = 377,2\vec{i} + 565,8\vec{j} + 987,8\vec{j} - 377,2\vec{i} + 565,8\vec{j} N/C =$ $\boxed{2.119,4\ \vec{j}\ \text{(N/C)}}$

b) El potencial eléctrico en el punto P_2, vienen dado, según el principio de superposición:

$V_{P2} = V_{1,P2} + V_{2,P2} + V_{3,P2}$

La expresión del potencial viene dado por la ecuación: $V_1 = k\dfrac{q_1}{r_{q_1P_2}}$,

$V_2 = k\dfrac{q_1}{r_{q2P2}}$ y $V_3 = k\dfrac{q_1}{r_{q3P2}}$. Sustituyendo:

En la figura del punto P_2:
Las distancias son:

$r_1 = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5\ m$

$r_2 = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}\ m$

$r_3 = 3\ m$

$$V_{P2} = k\frac{q_1}{r_1} + k\frac{q_2}{r_2} + k\frac{q_3}{r_3} = 8{,}89\,10^9 \cdot 1\cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{\sqrt{13}} + \frac{1}{3}\right) = 8{,}89\,10^3 \cdot (0{,}8107) = 7{,}2071\,0^3 V = \boxed{7.207\ \text{V}}$$

c) El trabajo necesario para trasladar la cuarta carga q_4 desde el infinito hasta el punto P_2 viene dado por:

$W_{\infty \to P2} = q_4 \cdot (V_{P2} - V_\infty) = -2\cdot 10^{-6} \cdot (7207 - 0) =$ $\boxed{-0{,}0144\ \text{J} = -1{,}44\cdot 10^{-2}\ \text{J}}$

Como el trabajo externo calculado es negativo, esto significa que la carga al trasladarse desde el infinito al punto, disminuye su energía potencial y por tanto su potencial.

2. a) Calculemos en primer lugar la velocidad de propagación de la onda. Escribimos la ecuación de onda de la siguiente manera $y(x,t) = A\cdot sen\, 2\pi(\dfrac{x}{\lambda} + \dfrac{t}{T})$

$y = 8 \sin 2\pi\left[\dfrac{x}{\left(\frac{2\pi}{2}\right)} + \dfrac{t}{\left(\frac{2\pi}{6}\right)}\right]$ con lo que por comparación: $\lambda = \dfrac{2\cdot\pi}{2} = \pi\, m$ y $t = \dfrac{2\cdot\pi}{6} = \dfrac{\pi}{3}$ m·s^{-1}

Por tanto, sustituyendo los valores hallados: $v = \dfrac{\lambda}{t} = \dfrac{\pi}{\frac{\pi}{3}} = 3\, m\cdot s^{-1}$

b) Para calcular la aceleración hacemos la derivada segunda, $a = \dfrac{d^2y}{dt^2} = \dfrac{dv}{dt}$

$v_y(x,t) = \dfrac{dy(x,t)}{dt} = 48\cdot\cos(2x + 6t)$; $a_y(x,t) = \dfrac{dv_y(x,t)}{dt} = -288\cdot sen(2x + 6\cdot t)$ y calculamos su valor en x=3m y a t=6s, es decir,

a=-288 sen(6+36) = - 288 sen (72)= -288 (0,254) = 73,10m·s^{-2}

c) La diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda separados entres si 90cm=0,9m.

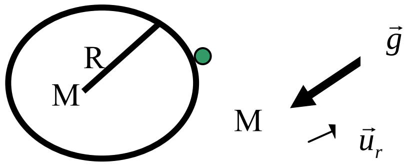
El desfase entre dos puntos separados entre si 0,9m es: $\Delta\Phi = k\cdot\Delta x = \dfrac{2\cdot\pi}{\lambda}\cdot\Delta x$;

Sustituyendo: $\Delta\Phi = \dfrac{2\cdot\pi}{\pi}\cdot 0{,}9$; $\boxed{\Delta\Phi = 1{,}8\ \text{m}}$

Si están separados x=0,9m, la diferencia del argumento de la función seno será de 1,8m.

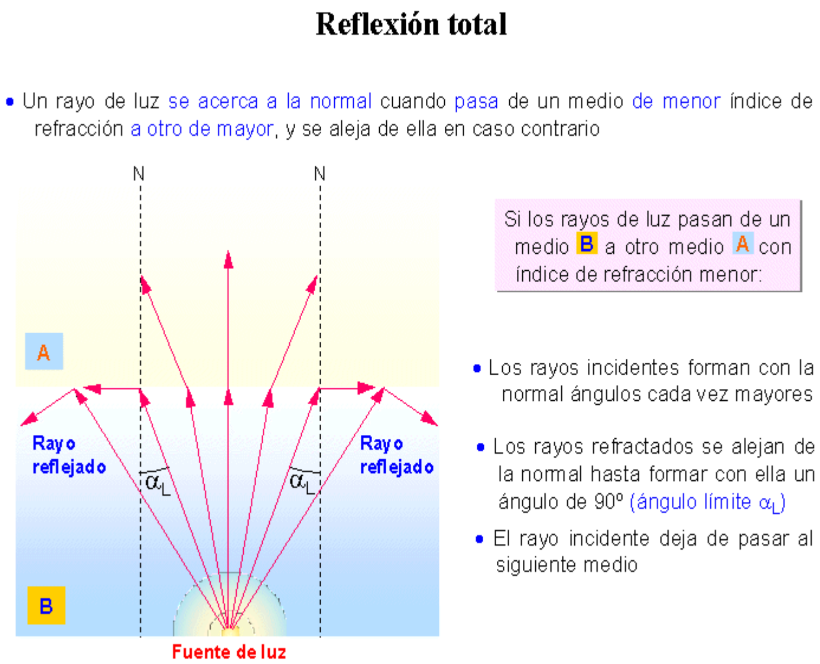
CUESTIONES

1. Teniendo en cuenta que: $\vec{g} = -G\frac{M}{r}\cdot\vec{u}_r$; $g = G\frac{M}{r}$



El módulo permanecerá constante sobre la superficie de una esfera de radio R centrada en el centro del planeta.
La dirección permanecerá constante cuando lo sea $\vec{u}_r$. Serán por tanto la dirección y sentido constantes todo punto cercano a la superficie de una esfera de radio R. Esto es los puntos situados Sobre una línea recta que pase por el centro del planeta podremos considerar constante la dirección. Sobre un radio desde el centro del planeta hacia afuera podremos considerar constante el sentido.

2. Si la luz pasa de un medio de índice de refracción n_1 a otro de mayor índice de refracción n_2 (o de mayor velocidad de propagación de la luz), el ángulo de refracción es mayor que el de incidencia. Existe un ángulo de incidencia, denominado **ángulo límite**, a partir de cuál toda la luz es reflejada, y por tanto no hay refracción. Este fenómeno recibe el nombre de **reflexión total.**
Cuando el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite no se produce refracción y toda la luz se refleja.
El ángulo límite viene dado por la ecuación: $sen\alpha_L = \frac{n_2}{n_1}$ Para ángulos de incidencia mayores que el ángulo límite, ya no puede darse la refracción, sino que únicamente se produce la reflexión, es decir hay reflexión total.
El fenómeno de la reflexión total solo se produce cuando la onda viaja desde un medio de menor rapidez a otro de mayor rapidez. Dicha luz se puede conducir mediante una fibra muy delgada de vidrio largas distancias sin atenuarse.



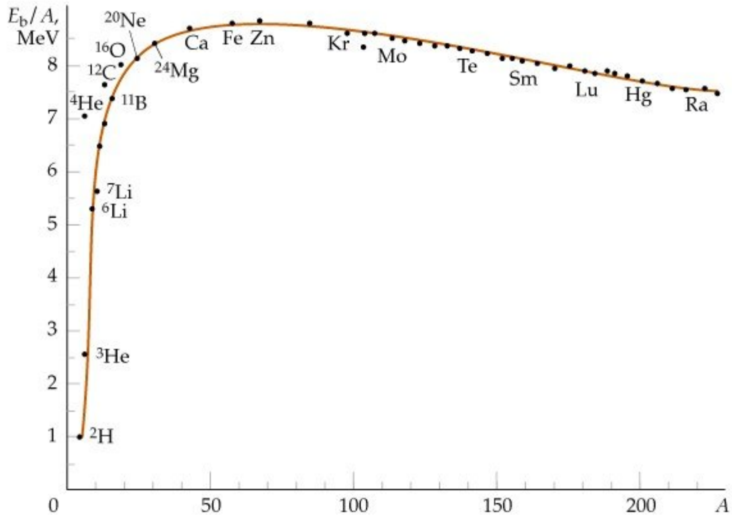
3. El físico francés Louis de Broglie explico el comportamiento dual corpuscular y ondulatorio para la luz (para los fotones) y generalizo esta dualidad a los electrones y por extensión a todos los corpúsculos de materia. Así en 1924 enuncio la hipótesis de De Broglie que establece:
"Toda partícula de cantidad de movimiento p = m·v lleva asociada una onda definida por λ, cumpliéndose que: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\cdot v}$;

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63x10^{-34}}{0{,}05x250} = 5{,}3x10^{-35}\,m$$

Comentario del resultado: La longitud de la onda es mucho menor que el orden del tamaño de la pelota. Por tanto los fenómenos cuánticos no son significativos o apreciables para objetos macroscópicos.

4. Debido al **defecto de masa nuclear.** Parte de dicha masa se emplea en la energía de enlace nuclear que mantiene unida a las partículas que constituyen los núcleos. Al romper un núcleo podemos liberar dicha energía de enlace que es lo que se conoce como fisión nuclear.

Los núcleos estables tienen masas más pequeñas que la suma de las masas de las partículas que los constituyen debido a que en el proceso de formación de los núcleos se desprende energía. A la diferencia de masas se le denomina **defecto de masa** (Δm) cantidad que al multiplicar por la velocidad de la luz al cuadrado nos da la energía que se desprende en el proceso de formación de los núcleos a partir de sus constituyentes y se llama **energía de enlace nuclear** ($E=\Delta m \cdot c^2$). El cociente entre la energía de enlace nuclear y el número de nucleones ($A=Z+N$) nos indica la estabilidad del núcleo y se denomina **energía de enlace por nucleón (E/A)**. Los núcleos más estables son los que tienen una mayor energía de enlace por nucleón. Se mide en julios (J) pero se suele expresar en maga electrones voltios (MeV). Los valores de la energía de enlace por nucleón de los núcleos, nos permite establecer una escala comparativa de la estabilidad de los diferentes núcleos. Los núcleos de mayor estabilidad son los núcleos intermedios de números másicos comprendidos entre 30 y 60. En la representación gráfica de la energía de enlace por nucleón frente al número másico, podemos diferenciar **aproximadamente** tres zonas: **zona de crecimiento** (A<30), con picos para números másicos múltiplos de 4 que implica una gran estabilidad de esos isótopos; **zona de máxima estabilidad** (30<A<60) y **zonas de decrecimiento** (A>60)



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD LOGSE

CURSO 2005-2006 - CONVOCATORIA: JUNIO

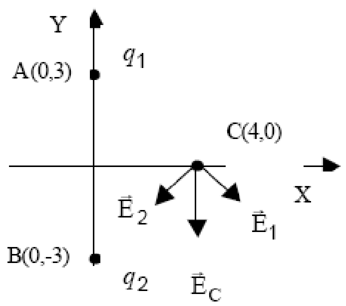
MATERIA: FÍSICA

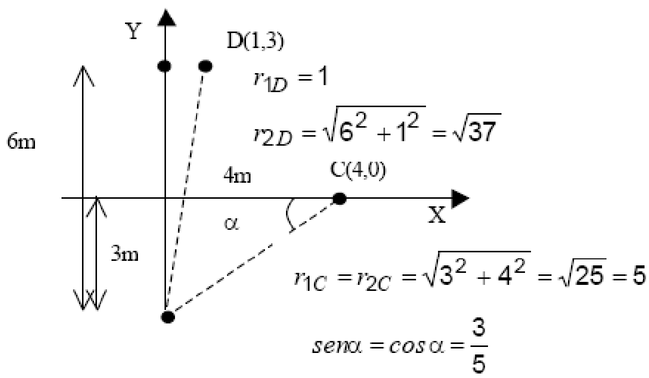
De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1. De los datos del enunciado podemos construir las siguientes figuras:





a) El potencial electrostático asociado a la distribución de dos cargas en el punto C viene dado por:

$$V_C = V_{1C} + V_{2C} = k\frac{q_1}{r_{1C}} + k\frac{q_2}{r_{2C}} = 0 \quad (V)$$

ya que $q_1 = -q_2$ y $r_{1C} = r_{2C}$.

b) Teniendo en cuenta el principio de superposición para el campo electrostático, se tiene:

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C} = E_{x,1}\,\vec{i} + E_{y,1}\vec{j} + E_{x,2}\,\vec{i} + E_{y,2}\vec{j}$$

Debido a la simetría de la geometría y de los valores de las cargas que crean el campo, se tiene que:

$E_{x,2} = -E_{x,1}$, $E_{y,1} = E_{y,2}$, $E_{y,1} = E_1 sen\alpha$, y $r_{1C} = r_{2C}$. Entonces

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C} = -2E_{y,1}\,\vec{j} = -2\ sen\alpha\ E_1\ \vec{i} = -2\frac{3}{5}E_1\ \vec{j} = -\frac{6}{5}k\frac{q_1}{r_1^2}\ \vec{j} = -\frac{6}{5}\cdot 9\cdot 10^9\ \frac{1}{25}\ \vec{j} = -4{,}32\cdot 10^8\ \vec{j}\ (N/C)$$

c) Finalmente, el trabajo realizado por el campo para desplazar una carga q desde el infinito al punto D (1,3) viene dado por:

$$V_D = V_{1D} + V_{2D} = k\frac{q_1}{r_{1D}} + k\frac{q_2}{r_{2D}} = 9\cdot 10^9\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\sqrt{37}}\right) = 7.52\cdot 10^9 \quad (V)$$

$$W_{Campo}(\infty \to D) = -q(V_D - V_\infty) = -1\times\left(7.52\cdot 10^9 - 0\right) = -7.52\cdot 10^9\ J$$

2. a)

$$\lambda\nu = c \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\cdot 10^{8}}{1400\cdot 10^{-10}} = 2.14\cdot 10^{15}\,Hertz$$

Sí se emiten electrones ya que la frecuencia de la radiación incidente es mayor que la frecuencia umbral del Wolframio.

b)

$$E_{fotón} = E_{c,electrón} + W_{ext} \Rightarrow h\nu = \frac{1}{2}m_e v_e^2 + h\nu_{umbral} \Rightarrow \nu = \frac{m_e v_e^2}{2h} + \nu_{umb} = \frac{9{,}11\times 10^{-31}\times\left(4\times 10^{5}\right)^2}{2\times 6{,}63\times 10^{-34}} + 1.3\times 10^{15}$$

$$= 0.11\times 10^{15} + 1.3\times 10^{15} = 1.41\times 10^{15}\,Hertz \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3\times 10^{8}}{1.41\times 10^{15}} = 2.13\times 10^{-7}\,m$$

c)

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow \lambda = \frac{6{,}63\times 10^{-34}}{9{,}11\times 10^{-31}\times 4\times 10^{5}} = 0.1819\times 10^{-8}\,m = 18.2\,A$$

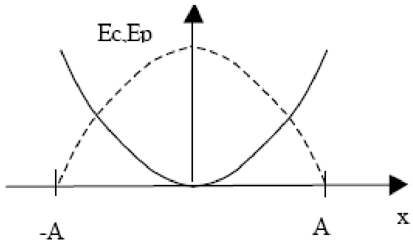
CUESTIONES

1. Péndulo simple

2.

$$Ec = \frac{1}{2}k\left(A^2 - x^2\right)$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$



3. Leyes (0.75 puntos)+ analogía y diferencias (0.25puntos)

4. Fusión y Fisión (0.75 puntos) + isótopos (0.25 puntos)

Fusión: consiste en la unión de dos núcleos ligeros para formar otro más pesado pero con menor masa que la suma de las masas de los núcleos ligeros (hidrógeno, deuterio, tritio)

Fisión: consiste en la escisión de núcleos pesados en núcleos más ligeros, de modo que la suma de las masas de los fragmentos es menor que la masa del núcleo progenitor. ($^{235}_{92}U$)

La energía desprendida en estas reacciones nucleares viene dada por la relación de Einstein E=mc^2, siendo m la diferencia de masas.

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1. a)

$$F_{gravedad} = ma_{centrípeta} \Rightarrow G\frac{M_T m}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow G\frac{M_T}{R^2} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2}R \Rightarrow R = \left(G\frac{M_T T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \left(6{,}67\times 10^{-11}\,\frac{5{,}97\times 10^{24}\times(10.5\times 3600)^2}{4\times 3.14^2}\right)^{1/3} = \left(1.442661617\times 10^{22}\right)^{1/3}$$

$$\Rightarrow R = 24\,343\,788.1\,m$$

b)

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{M_T m}{R} = -\frac{1}{2}G\frac{M_T m}{R} = -\frac{1}{2}6{,}67\times 10^{-11}\frac{5{,}97\times 10^{24}\times 100}{112924323.5} = -?$$

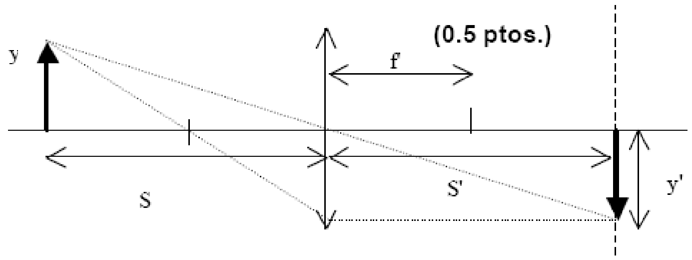
c)

$$T' = 2T \Rightarrow R' = \left(G\frac{M_T T'^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} = 4^{1/3}\left(G\frac{M_T T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} = 38\ 643\ 354.84\ m$$

2. a)

$f' = 15\ cm$

$s' = 4\ m = 400\ cm$



$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad s = \frac{s'f'}{f' - s'} = \frac{400\cdot 15}{15 - 400} = \frac{6000}{-385} = -15.58\ cm$$

b)

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{400}{-15.58} = -25.67$$

c)

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad s' = \frac{sf'}{s + f'} = \frac{-16\cdot 15}{-16 + 15} = \frac{-240}{-1} = 240\ cm$$

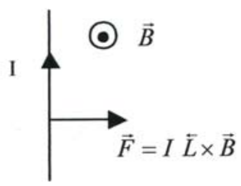
CUESTIONES

1. La masa de un núcleo atómico será menor que la suma de sus constituyentes debido a que en el proceso de formación del mismo se desprende energía (energía de enlace). Esto conlleva a una disminución de energía y según la relación de Einstein E=mc^2 a una disminución de la masa del núcleo.

2.

$$y(x,y) = A\,sen\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \Rightarrow \phi = 2\pi\left(\frac{t^*}{T} - \frac{x_1}{\lambda}\right) - 2\pi\left(\frac{t^*}{T} - \frac{x_2}{\lambda}\right) = \frac{2\pi(x_2 - x_1)}{\lambda} \Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{\phi}{2\pi}\lambda = \frac{1}{2}\lambda$$

3.



4.

- Efecto fotoeléctrico: emisión de electrones cuando la radiación electromagnética incide en la superficie de un material (metal).
- La física clásica no pudo explicar:
  - Para cada material existe una frecuencia umbral (o de corte), que es independiente de la intensidad de la radiación incidente, de modo tal que para radiación con frecuencia inferior a la umbral no tiene lugar el efecto;
  - La energía cinética máxima de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la radiación electromagnética incidente sino de su frecuencia;
  - No hay retraso apreciable entre el proceso de absorción de la radiación y la de emisión de los electrones.
- Postulados de Einstein:
  - La radiación electromagnética está constituida por entes localizados en el espacio (fotones), cuya energía está a su vez cuantizada según la expresión $E=hf$;
  - Los procesos de interacción entre la radiación y el material son individuales (electrón-fotón);
  - Se cumple la conservación de la energía en dichos procesos.

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD LOGSE

CURSO 2005-2006 - CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE

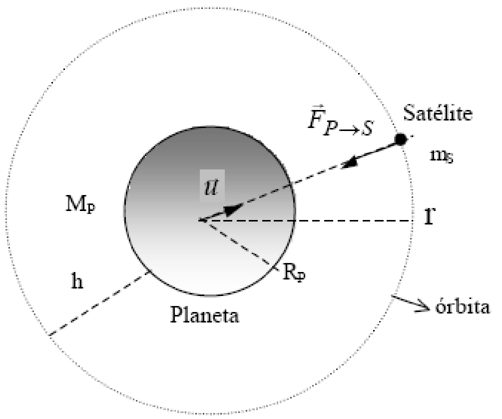
MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1. a)



$$\vec{F}_{P\to S} = -G\frac{M_P m_s}{r^2}\vec{u}$$

$$\vec{g}_P(r) = -G\frac{M_P}{r^2}\vec{u} \Rightarrow g_P(r) = G\frac{M_P}{r^2}$$

Para un punto situado en la superficie del planeta, es decir a una distancia R_p del centro del planeta, tenemos que

$$\left.\begin{array}{l} g_P(R_P) = G\dfrac{M_P}{R_P^2} \Rightarrow M_P = \dfrac{g_P(R_P)R_P^2}{G} \\ g_P(R_P) = 5\ ms^{-2};\ R_P = 2000\cdot 10^3\ m \end{array}\right\} \Rightarrow M_P = \frac{5\cdot\left(2000\cdot 10^3\right)^2}{6.67\cdot 10^{-11}} = 2.99850\cdot 10^{23}\ kg$$

b)

$$\vec{F}_{P\to S} = -G\frac{M_P m_s}{r^2}\vec{u} = -G\frac{M_P m_s}{(R_P+h)^2}\vec{u}$$

$$\vec{F}_{P\to S} = -6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{2.99850\cdot 10^{23}\cdot 200}{\left(302\cdot 10^6\right)^2}\vec{u} = -0.04386\,\vec{u}\quad (N)$$

donde r es el radio de la órbita circular que describe el satélite y viene dado por

$$r = R_P + h = 2000\cdot 10^3 + 3\cdot 10^8 = 302\cdot 10^6\ m$$

c)

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}m_s v_s^2 - G\frac{M_p m_s}{R_s} = \frac{1}{2}m_s G\frac{M_p}{R_s} - G\frac{M_p m_s}{R_s} = -\frac{1}{2}G\frac{M_p m_s}{R_s} =$$

$$= -\frac{1}{2}6.67\cdot 10^{-11}\frac{2.99850\cdot 10^{23}\cdot 200}{302\cdot 10^6} = -6.62\cdot 10^6\ J$$

2. a)

$$\left.\begin{array}{l} W_{ext} = h\nu_{umbral} \\ \lambda\nu = c \end{array}\right\} \Rightarrow \lambda_{umbral} = \frac{hc}{W_{ext}} = \frac{6{,}63\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{2.5\times 1.6\times 10^{-19}} = 4.9725\cdot 10^{-7}\,m$$

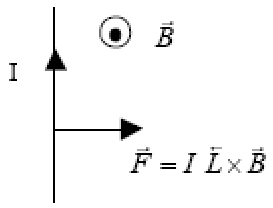
b) $E_{fotón}=E_{c,electrón}+W_{ext} \Rightarrow h\upsilon = \frac{1}{2}\,mev_e^2 + h\upsilon_{umbral} \Rightarrow \upsilon = \frac{m_e v_e^2}{2h} + \upsilon_{umbral} =$

$$= \frac{9{,}11.10^{-31}.(3.10^{6})^2}{2.6{,}63.10^{-34}} + \frac{3.10^{8}}{4{,}9725.10^{-7}} = 6{,}08.10^{15}\,\text{Hertz}$$

c) $\lambda = \frac{h}{m.v} = \frac{6{,}63.10^{-34}}{9{,}11.10^{-31}.3.10^{6}} = 0{,}24.10^{-9}\,m$

CUESTIONES

1.



2. 0.5 puntos + 0.25 puntos + 0.25 puntos

3. Debe viajar desde el diamante al aire. **(0.5 puntos)**.
Justificación: **(0.5 puntos)**:

$$sen\varphi' = \frac{n}{n'}sen\varphi \le 1 \Leftrightarrow n' \ge n$$

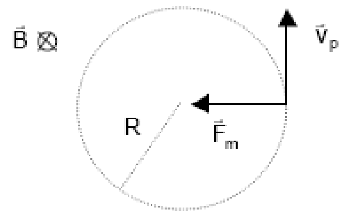
4.

$$q = \frac{mg}{E} \text{ (signo negativo)}$$

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1. a)



$$\vec{F}_m = q_p\vec{v}_p\times\vec{B} \Rightarrow F_m = q_p v_p B \quad (\vec{v}_p \text{ perpendicular a } \vec{B})$$

$$F_m = F_{centrípeta} \Rightarrow q_p v_p B = m_p\frac{v_p^2}{R} \Rightarrow v_p = \frac{q_p RB}{m_p} = \frac{1.6\cdot 10^{-19}\cdot 10\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-3}}{1.67\cdot 10^{-27}} = 0.95808\cdot 10^{4}\,m/s$$

$$F_m = q_p v_p B = 1.6\cdot 10^{-19}\cdot 0.95808\cdot 10^{4}\cdot 10^{-3} = 1.5329\cdot 10^{-18}\,N$$

b)

$$E_c = \frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} \cdot \left(0.95808 \cdot 10^4\right)^2 = 0.76646 \cdot 10^{-19}\, J$$

c)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v_p} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{v_p}{2\pi R} \Rightarrow NV(10s) = 10f = \frac{10 v_p}{2\pi R} = \frac{10 \cdot 0.95808 \cdot 10^4}{2 \cdot 3.14 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} = 152560.51$$

2. a)

$$\left.\begin{aligned} y(x,t) &= 10\, sen[t - x] \\ y(x,t) &= A\, sen\left[2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right] \end{aligned}\right\} \Rightarrow T = 2\pi\, s \quad ; \quad \lambda = 2\pi\, m$$

$$\frac{\lambda}{T} = v \Rightarrow v = 1\, m/s$$

b) Para $x=2m$ se tiene:

$$y(2,t) = 10\, sen[t-2]$$
$$v(2,t) = 10\, cos[t-2]$$

Un punto de la cuerda describe un movimiento armónico simple según la ecuación anterior de la posición.

c)

$$y(x,t) = A\, sen\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \Rightarrow \phi = 2\pi\left(\frac{t^*}{T} - \frac{x_1}{\lambda}\right) - 2\pi\left(\frac{t^*}{T} - \frac{x_2}{\lambda}\right) = \frac{2\pi(x_2 - x_1)}{\lambda} \Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{\phi}{2\pi}\lambda = \frac{\pi/3}{2\pi} 2\pi = \frac{\pi}{3} m$$

CUESTIONES

1.

$$E(R) = E(\infty)\big|_{v=0} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_R^2 - G\frac{Mm}{R} = 0 \Rightarrow v_R = \sqrt{2G\frac{M}{R}}$$

2. Para un objeto situado a una distancia arbitraria de la lente, la imagen es virtual y menor (y además es derecha).

3.

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}\right)$$

$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$ es nula si lo es la carga, la velocidad de la carga o si la velocidad es paralela o antiparalela al vector campo magnético.

4.

$L = L_o\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ donde el objeto se mueve con velocidad *v* respecto de una cierta referencia en donde el objeto se mide con una longitud *L*, y siendo *Lo* la longitud del objeto respecto de un sistema de referencia en reposo con él mismo (longitud propia).

$$L = L_o\sqrt{1 - \frac{(0.8c)^2}{c^2}} = 0.6m$$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

CURSO 2007-2008 - CONVOCATORIA: JUNIO

MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

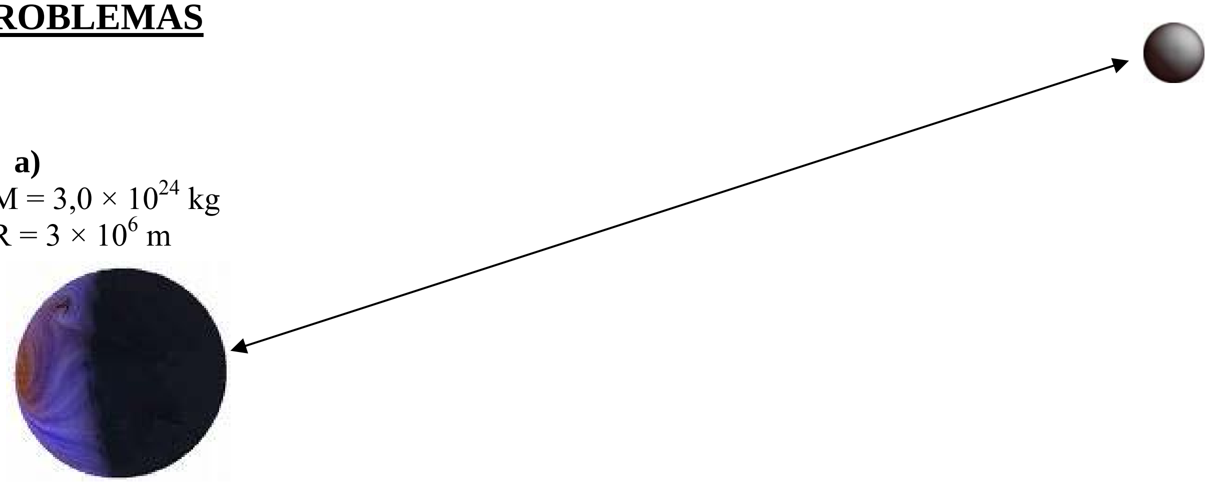
OPCIÓN A

m = 200 kg

PROBLEMAS

1.

a)
M = 3,0 × 10^{24} kg
R = 3 × 10^{6} m



En la superficie del planeta de masa M, un cuerpo de masa m estará sometido a una fuerza que viene dada por la ley de la gravitación universal de Newton:

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

siendo G la constante de la gravitación universal, M y m las masas de los cuerpos y R la distancia que los separa, que en este caso es el radio del planeta. Pero esta fuerza debe ser igual al peso del cuerpo de masa m en la superficie del planeta, P = mg_0. Identificando ambas expresiones de las fuerzas obtenemos que

$$F = \frac{GMm}{R^2} = P = mg_0 \Rightarrow g_0 = \frac{GM}{R^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \times 3{,}0 \times 10^{24} kg}{(3 \times 10^6 m)^2} = 22{,}23 \frac{m}{s^2}$$

b) La fuerza gravitatoria vendrá expresada por la ley de la gravitación universal,

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

siendo G la constante de la gravitación universal, M y m las masas de los dos planetas y R la distancia que los separa, que en este caso es la distancia entre los centros de los planetas. Como no se dice nada, supondremos que el radio del satélite es despreciable frente al radio del planeta y a la distancia entre éste y el satélite,

$$F = \frac{GMm}{R^2} = \frac{GMm}{(R + r_0)^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \times 3{,}0 \times 10^{24} kg \times 200kg}{(3 \times 10^6 m + 3 \times 10^8 m)^2} = 0{,}436 N$$

c) La velocidad del satélite se puede obtener de la expresión de la fuerza centrípeta, pues sabemos que si el movimiento es circular, la resultante de las fuerzas que actúan sobre el satélite es la fuerza centrípeta,

$$F = F_c = \frac{mv^2}{R}$$

siendo m la masa del satélite, v la velocidad en su órbita, y R el radio de su trayectoria. En nuestro caso, si despejamos la velocidad,

$F = F_c = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v^2 = \frac{FR}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{FR}{m}}$, que en nuestro caso es $v = \sqrt{\frac{F(R + r_0)}{m}}$, ya que el radio de la órbita se cuenta a partir del centro del planeta.

Sustituyendo los datos obtenemos que

$$v = \sqrt{\frac{Fr_0}{m}} = \sqrt{\frac{0{,}436N \times (3 \times 10^6 + 3 \times 10^8)m}{200kg}} = 812{,}74\,\frac{m}{s} \cong 813\,\frac{m}{s}$$

2. a) Si al iluminar conseguimos extraer electrones, significa que la radiación incidente, E, es de una frecuencia superior a la frecuencia umbral, W_L. Sabemos que si sobre un metal incidimos con una radiación de frecuencia ν, y por tanto de energía E = hν, siendo el trabajo de extracción $W_L = h\nu_0$, la energía cinética máxima de los electrones emitidos será la diferencia

$$E - W_L = \frac{1}{2}mv^2 \text{, o puesto de otra forma, } h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

Lo primero que podemos hacer es calcular la frecuencia umbral, ya que si

$$W_L = h\nu_0 = 2{,}5eV \times \frac{1{,}6 \times 10^{-19}J}{1eV} \Rightarrow \nu_0 = \frac{2{,}5 \times 1{,}6 \times 10^{-19}J}{6{,}63 \times 10^{-34}Js} = 6{,}033 \times 10^{14}Hz$$

Es decir, que para conseguir extraer electrones de este metal, hay que radiarlo con una frecuencia superior a la calculada anteriormente. Lo único que hay que hacer ahora es despejar la frecuencia ν,

$$h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \nu = \frac{\frac{1}{2}mv^2 + h\nu_0}{h} = \nu_0 + \frac{mv^2}{2h} =$$

$$6 \times 10^{14}Hz + \frac{9{,}1 \times 10^{-31}kg \times (10^6 ms^{-1})^2}{2 \times 6{,}63 \times 10^{-34}Js} = 1{,}286 \times 10^{15}Hz$$

b) Louis De Broglie planteó la hipótesis de que puesto que la luz tenía un doble comportamiento, como una onda en ocasiones (difracción), y como una partícula en otras (efecto fotoeléctrico), que se ponía de manifiesto según el fenómeno en el que participara, las partículas podrían tener, de la misma forma, un comportamiento dual, es decir, ondulatorio y corpuscular.

Su hipótesis fue la siguiente: “Toda partícula de masa m que se mueve con velocidad v lleva asociada una onda cuya longitud de onda y frecuencia vienen dadas por

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} \qquad\qquad \nu = \frac{E}{h}$$

donde h es la constante de Planck, p = m v el momento lineal de la partícula y E su energía. Por tanto, sustituyendo,

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{Js}}{9{,}1 \times 10^{-31}\text{kg} \times 10^{6}\,\text{m/s}} = 7{,}3 \times 10^{-10}\text{m} \cong 73\,\text{nm}$$

c) Si lo que queremos ahora es que los electrones salgan con una cierta energía cinética, podemos calcular la correspondiente frecuencia, o despejar directamente de la relación entre frecuencia y longitud de onda,

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

Nos interesa llegar a una expresión en la que aparezca la energía cinética. Anteriormente habíamos obtenido que

$$\nu = \nu_0 + \frac{mv^2}{2h} = \nu_0 + \frac{E_c}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \nu_0 + \frac{E_c}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{h\nu_0 + E_c}{h} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{h\nu_0 + E_c}$$

Sustituyendo ahora, tenemos que

$$\lambda = \frac{hc}{h\nu_0 + E_c} = \frac{hc}{W_L + E_c} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{Js} \times 3 \times 10^{8}\,\text{ms}^{-1}}{2{,}5\text{eV} \times \frac{1{,}6 \times 10^{-19}\,\text{J}}{1\text{eV}} + 7{,}0 \times 10^{-19}\,\text{J}} = 1{,}81 \times 10^{-7}\text{m} = 181\text{ nm}$$

Esta radiación, λ = 181 nm, se encuentra en el UV.

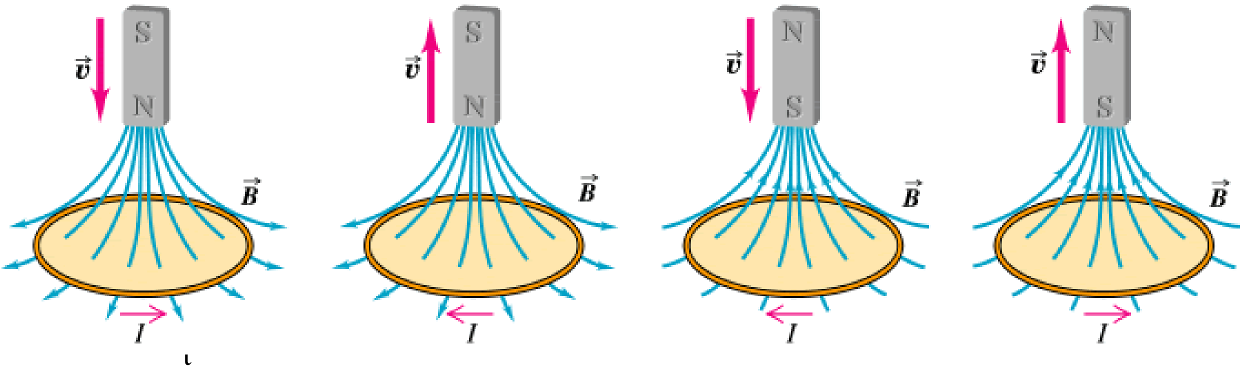
CUESTIONES

1. En un movimiento ondulatorio debe distinguirse entre la dirección de propagación y la dirección de la perturbación que se propaga. Cuando elegida una dirección cualquiera de propagación, las direcciones de oscilación de los puntos del medio coinciden con aquella, se habla de ondas longitudinales (ejemplo: el sonido; las moléculas de aire vibran en la misma dirección en la que se propaga dicha vibración), mientras que cuando los puntos del medio oscilan en direcciones perpendiculares a la dirección por la que avanza la perturbación, hablamos de ondas transversales (ejemplo: las ondas que se propagan en la superficie del agua).

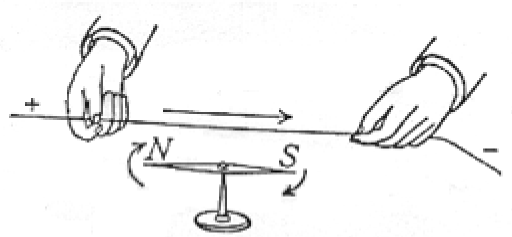
2. La ley de Faraday-Henry afirma que "siempre que un conductor cerrado es atravesado por un flujo magnético variable con el tiempo, se induce en él una fuerza electromotriz igual a menos la velocidad de variación de dicho flujo magnético"

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

La aportación de Lenz viene dada por el hecho de que el sentido de la corriente inducida por la fuerza electromotriz que circula por el conductor tiende a oponerse a la causa que la produce.



Oersted observó que al colocar un conductor sobre una aguja imantada, de modo que inicialmente la aguja y el hilo fueran paralelos, si se hacía pasar una corriente por el hilo, la aguja oscilaba durante un tiempo y terminaba colocándose prácticamente colocándose prácticamente perpendicular al hilo. También observó que al cambiar el sentido de la corriente, la aguja se desviaba en el sentido contrario.



El experimento muestra que una corriente eléctrica puede crear un campo magnético perpendicular al sentido de la corriente, que en el caso de un hilo conductor por el que circula una corriente, sus líneas del campo son circunferencias concéntricas a dicho hilo.

3. Una partícula describe un movimiento armónico simple cuando realiza un movimiento periódico y unidireccional alrededor de una posición de equilibrio, sometida a una fuerza proporcional a la distancia a dicha posición y dirigida siempre hacia ella. La ecuación general es

$$x = A \text{ sen } (\omega t + \varphi)$$

- x, la distancia de la partícula a la posición de equilibrio en el instante t.
- A, la amplitud del movimiento, que es la máxima distancia que se llega a separar la partícula respecto a la posición de equilibrio.
- ω, la frecuencia angular, que es el cociente entre 2π y el periodo, T, tiempo que tarda en completar una oscilación (o lo que es lo mismo, el tiempo que transcurre desde que la partícula pasa por un punto y vuelve a pasar por el mismo punto en el mismo sentido).
- φ, el desfase, es decir, la posición que ocupa inicialmente la partícula cuando t = 0.

Un ejemplo podría ser el movimiento de un objeto colgando de un muelle ideal en el que no se disipara ningún tipo de energía. Otro podría ser las pequeñas oscilaciones (para ángulos menores de 5º sólo se comete un error del 0,11%) de un péndulo simple.

4. Si un rayo de una determinada onda pasa de un medio a otro en el que la velocidad de propagación es mayor, se aleja de la normal. Para un determinado ángulo de incidencia (*ángulo límite*), puede ocurrir que el ángulo de refracción sea 90º (medidos respecto de la normal a la superficie), con lo cual dicho rayo no se refracta, es decir, que no atraviesa el medio. Para ángulos superiores a dicho ángulo límite, sólo se produce reflexión (*reflexión total*). En este caso,

$$n_i \operatorname{sen} i_L = n_r \operatorname{sen} 90^\circ \Rightarrow \operatorname{sen} i_L = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow i_L = \operatorname{arcsen}\frac{n_r}{n_i} = \operatorname{arcsen}\frac{1}{1{,}7} = 36^\circ$$

Esto significa que para ángulos de incidencia superiores a 36º se produce reflexión total.

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1.

a) Velocidad de propagación

De la ecuación de la onda podemos identificar ω y k, $\omega = 6$ rad s^{-1} y $k = 3$ m^{-1}

Sabemos que $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{2\pi}\frac{2\pi}{T} = \frac{\omega}{k} = \frac{6\,\text{rad/s}}{3\,\text{m}^{-1}} \Rightarrow v = 2\frac{m}{s}$

Por tanto $v = 2$ ms^{-1}

b) Velocidad transversal

Si derivamos la ecuación de la onda, obtenemos la velocidad,

$$v = \frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = 2 \cdot 6 \cos(6t - 3x)$$

Y si ahora sustituimos en la posición y el instante indicado,

$$v = \frac{\partial y(4{,}5)}{\partial t} = 2 \cdot 6 \cos(6 \cdot 5 - 3 \cdot 4) = 12\cos(18\text{rad}) = 12 \cdot 0{,}6603 \Rightarrow v = 7{,}92 \text{ ms}^{-1}$$

c) Diferencia de fase

La fase de la onda viene dada por el argumento de la función de ondas, $6t - 3x$. Por tanto, la diferencia de fase entre un punto de coordenadas x_1, t_1 y otro de coordenadas x_2, t_2 es

$$6\,t_2 - 3\,x_2 - (6\,t_1 - 3\,x_1) = 6\,(t_2 - t_1) - 3(x_2 - x_1) = 6\,\Delta t - 3\,\Delta x$$

Puesto que los puntos se encuentran separados una distancia de 2 metros, y estamos hablando del mismo instante de tiempo, $\Delta t = 0$ y $\Delta x = 2$ metros, entonces el desfase será

$$\Delta\varphi = k\,\Delta x = 3 \cdot 2 = 6 \text{ rad}$$

2.

a) El cálculo del potencial es el más sencillo, ya que se trata de una magnitud escalar. La expresión que nos permite calcularlo es

$$V = \frac{KQ}{r}$$

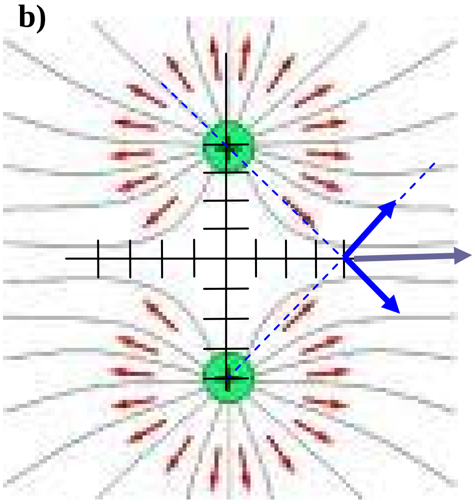
siendo Q la carga y r la distancia de la carga al punto considerado. El potencial en el punto considerado será debido a la contribución de las dos cargas,

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_A} = \frac{9\times10^9 Nm^2C^{-2}\times 1C}{\sqrt{4^2+4^2}m} = \frac{9\times10^9}{4\sqrt{2}}V = V_B$$, ya que $Q_B = Q_A$ y $r_B = r_A$

Por tanto,

$$V = V_A + V_B = 2V_A = 2\frac{9\times10^9}{4\sqrt{2}}V = \frac{9\times10^9}{2\sqrt{2}}V = \frac{9\times10^9\sqrt{2}}{4}V = 3{,}18\times10^9 V$$

b)



El campo eléctrico en el punto (4, 0) será debido a la contribución de las dos cargas eléctricas en los puntos A (0,4) y B (0, –4). La fórmula que nos permite calcular dichas contribuciones es

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^3}\vec{r}$$

En el caso de la primera carga tenemos que

$$\vec{E}_1 = \frac{KQ_1}{r^3}\vec{r} = 9\times10^9\frac{Nm^2}{C^2}\frac{1C}{\left(\sqrt{4^2+4^2}\,m\right)^3}(4\hat{i}-4\hat{j})m = 9\times10^9\frac{Nm^2}{C^2}\frac{1C}{(4\sqrt{2}m)^3}(4\hat{i}-4\hat{j})m =$$

$$\vec{E}_1 = 9\times10^9\frac{Nm^2}{C^2}\frac{1C}{4^3(\sqrt{2})^3m^3}(4\hat{i}-4\hat{j})m = 9\times10^9\frac{Nm^2}{C^2}\frac{1C}{64(2\sqrt{2})m^3}(4\hat{i}-4\hat{j})m =$$

$$\vec{E}_1 = \frac{9\times10^9}{32\sqrt{2}}(\hat{i}-\hat{j})\frac{N}{C}$$

De forma similar, y sabiendo que la carga Q_2 tiene el mismo valor, y que la distancia r_2 es la misma en módulo, obtenemos una expresión simétrica para el campo E_2 de la forma

$$\vec{E}_2 = \frac{9\times10^9}{32\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})\frac{N}{C}$$

El campo total en el punto C (4, 0) será por tanto

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{9\times10^9}{32\sqrt{2}}(\hat{i}-\hat{j}) + \frac{9\times10^9}{32\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})\ \frac{N}{C} = \frac{9\times10^9}{16\sqrt{2}}\,\hat{i}\,\frac{N}{C} = \frac{9\sqrt{2}\times10^9}{32}\,\hat{i}\,\frac{N}{C} \cong 4\times10^8\,\hat{i}\,\frac{N}{C}$$

c) La expresión que permite calcular el trabajo que se realiza al llevar una partícula desde un punto a otro es $W_{A\to B} = q\cdot(V_A - V_B)$. En nuestro caso, el punto inicial es el ∞, mientras que el punto final es el punto D(1, 4). En el ∞, el potencial es nulo, ya que en la fórmula que permite calcular el potencial, si dividimos por una distancia infinita, el resultado es nulo. Por tanto, lo que nos falta para calcular el trabajo es el potencial en el punto D, para lo cual debemos obtener las contribuciones de las dos cargas en dicho punto, Q_1 y Q_2.

$$V_\infty = \frac{KQ}{r} = \frac{KQ}{\infty} = 0$$

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_D} = \frac{9\times10^9\,Nm^2C^{-2}\times1C}{1m} = \frac{9\times10^9}{1}V = 9\times10^9\,V$$

$$V_B = \frac{KQ_B}{r_D} = \frac{9\times10^9\,Nm^2C^{-2}\times1C}{\sqrt{1^2+8^2}\,m} = \frac{9\times10^9}{\sqrt{65}}V = \frac{9\sqrt{65}}{65}\times10^9\,V$$

Por tanto, el potencial en el punto D será

$$V_D = V_A + V_B = 9\times10^9\,V + \frac{9\sqrt{65}}{65}\times10^9\,V = 1{,}012\times10^{10}\,V$$

Finalmente, el trabajo para llevar una carga puntual de 1C desde el ∞ al punto D(1, 4) será

$$W_{\infty\to D} = q\cdot(V_\infty - V_D) = 1C\times(0 - 1{,}012\times10^{10}\,V) = -1{,}012\times10^{10}\,J$$

CUESTIONES

1. Según la transformación de las longitudes de Lorentz, se pueden relacionar ambas longitudes mediante la ecuación

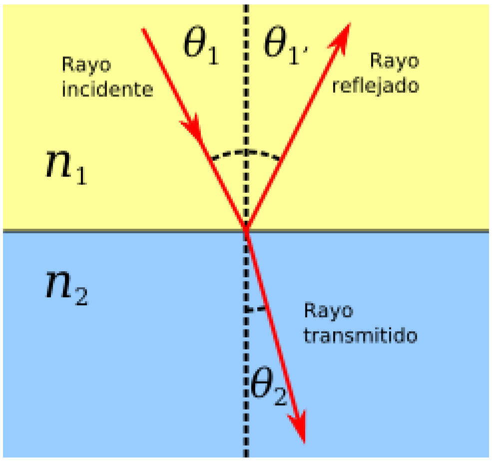
$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}},$$

siendo l_o la longitud en reposo, l la longitud en movimiento, v la velocidad y c la velocidad de la luz. Si sustituimos los datos en la ecuación obtenemos que

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 3\sqrt{1-\frac{(0{,}8c)^2}{c^2}}\,m = 3\sqrt{1-\frac{0{,}64c^2}{c^2}}\,m = 3\sqrt{1-0{,}64}\,m = 3\sqrt{0{,}36}\,m = 3\times0.6\,m = 1{,}8\,m$$

2. Conviene definir antes que nada el concepto de normal: la línea imaginaria perpendicular a la superficie de separación, en el punto de incidencia.

Las leyes de la reflexión nos dicen que:
- El rayo incidente, la normal, y el rayo reflejado se encuentran en un mismo plano.



- El ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.

Las leyes de la refracción nos dicen que:
- El rayo incidente, la normal, y el rayo refractado se encuentran en un mismo plano.
- Si un rayo incide oblicuamente sobre la superficie de separación, la relación entre las velocidades de propagación en los medios de incidencia y de refracción viene dada por:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Si además definimos el índice de refracción de la luz como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y su velocidad en otro medio,

$$n_i = \frac{c}{v_i} \Rightarrow v_i = \frac{c}{n_i}$$

Y sustituyendo en la primera ecuación llegamos a

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\cancel{c}/n_1}{\cancel{c}/n_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_1\text{sen}\theta_1 = n_2\text{sen}\theta_2$$

conocida como la ley de Snell para la refracción.

3. **1ª (Ley de las órbitas):** Los planetas se mueven en órbitas elípticas, en uno de cuyos focos está el Sol.
2ª (Ley de las áreas): En su movimiento, el radio vector de los planetas con respecto al Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.
3ª (Ley de los períodos): Los cuadrados de los períodos de revolución de los planetas alrededor del Sol son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de sus órbitas.

4. La ley de la Gravitación Universal de Newton dice que la fuerza de atracción que aparece entre dos masas separadas a una cierta distancia es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional a la distancia que los separa, mientras que la de Coulomb expresa lo mismo, salvo que la fuerza es proporcional al producto de las cargas,

$$F_N = G\frac{M_1M_2}{r^2}; F_C = K\frac{Q_1Q_2}{r^2}$$

Una de las diferencias más claras aparece en el signo de la fuerza, ya que las masas nunca pueden ser negativas, con lo que la fuerza gravitatoria siempre será positiva (atractiva), mientras que en función del signo de las cargas, las fuerzas eléctricas podrán ser positivas o negativas, es decir, atractivas o repulsivas.

Por otro lado, la diferencia en el valor de las constantes de proporcionalidad es de unos 20 órdenes de magnitud a favor de las fuerzas electrostáticas, con lo cual éstas serán mucho más intensas que las gravitatorias: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}, $K = 9 \times 10^9$ Nm^2C^{-2}.

Finalmente, la fuerza gravitatoria no puede nunca anularse (salvo partículas a una distancia∞), mientras que la eléctrica sí (partículas sin carga eléctrica).

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

Distrito Universitario de Canarias

CURSO 2007-2008 - CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE

MATERIA: FÍSICA

De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1.

a) Si aplicamos la ecuación de las lentes delgadas podemos despejar la posición de la imagen

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\Rightarrow\frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{-30}+\frac{1}{-20}=\frac{-20-30}{20\cdot30}=-\frac{50}{600}=-\frac{1}{12}\Rightarrow s'=-12\,\text{cm}$$

Para calcular el tamaño, basta con usar la definición de aumento lateral,

$$A=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}\Rightarrow y'=\frac{s'}{s}y=\frac{-12\text{cm}}{-30\text{cm}}5\text{cm}=2\text{cm}$$

b) Si aplicamos la ecuación de las lentes delgadas podemos despejar la posición de la imagen

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\Rightarrow\frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{-10}+\frac{1}{-20}=\frac{-20-10}{10\cdot20}=-\frac{30}{200}=-\frac{3}{20}\Rightarrow s'=-\frac{20}{3}\text{cm}$$

Para calcular el tamaño, basta con usar la definición de aumento lateral,

$$A=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}\Rightarrow y'=\frac{s'}{s}y=\frac{-\frac{20}{3}\text{cm}}{-30\text{cm}}5\text{cm}=\frac{10}{9}\text{cm}$$

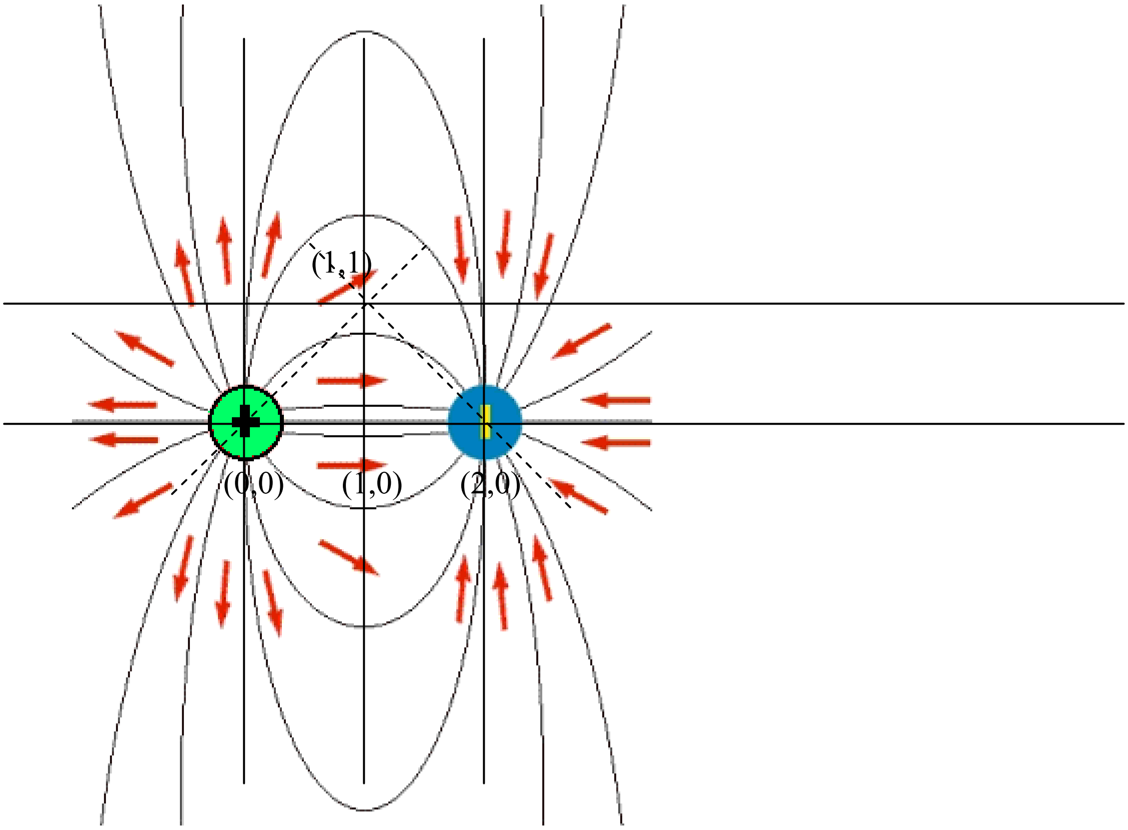
c) Como sabemos que la fórmula que relaciona la potencia de una lente con las dioptrías es la inversa de la distancia focal indicada en metros,

$$P=\frac{1}{f'}\Rightarrow P=\frac{1}{-0{,}2}=-5\text{dioptrías}$$

Al ser la potencia negativa, nos indica que la lente es divergente.

2.

a) Calcula el campo eléctrico en un punto P situado en (1, 0)



El campo eléctrico en el punto (1, 0) será debido a la contribución de las dos cargas eléctricas en los puntos A (0,0) y B (2,0). La fórmula que nos permite calcular dichas contribuciones es

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^3}\vec{r}$$

En el caso de la primera carga tenemos que

$$\vec{E}_1 = \frac{KQ_1}{r_1^{\,3}}\vec{r} = 9\times10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\,\frac{0{,}010C}{(1m)^3}\,\hat{i}\,m = 9\times10^7\,\hat{i}\,\frac{N}{C}$$

De forma similar, sustituyendo los datos de la segunda carga,

$$\vec{E}_2 = \frac{KQ_2}{r_2^{\,3}}\vec{r} = 9\times10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\,\frac{(-0{,}005C)}{(1m)^3}(-\hat{i}\,)m = \frac{9}{2}\times10^7\,\hat{i}\,\frac{N}{C}$$

El campo total en el punto P(1,0) será por tanto

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 9\times10^7\,\hat{i}\,\frac{N}{C} + \frac{9}{2}\times10^7\,\hat{i}\,\frac{N}{C} = 9\times10^7(1+\frac{1}{2})\hat{i}\,\frac{N}{C} = \frac{27}{2}\times10^7\,\hat{i}\,\frac{N}{C} = 1{,}35\times10^8\,\hat{i}\,\frac{N}{C}$$

b) El cálculo del potencial es el más sencillo, ya que se trata de una magnitud escalar. La expresión que nos permite calcularlo es

$$V = \frac{KQ}{r}$$

siendo Q la carga y r la distancia de la carga al punto considerado. El potencial en el punto considerado será debido a la contribución de las dos cargas,

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_A} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2} \times 0{,}01C}{\sqrt{1^2+1^2}m} = \frac{9\times 10^7}{\sqrt{2}}V$$

Si hacemos lo mismo para la carga situada en B,

$$V_B = \frac{KQ_B}{r_B} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2} \times (-0{,}005)C}{\sqrt{1^2+1^2}m} = \frac{9\times 10^9 \times (-\frac{10^{-2}}{2})}{\sqrt{2}}V = -\frac{9\times 10^7}{2\sqrt{2}}V$$

Por tanto, el potencial total en el punto Q (1,1) será

$$V_Q = V_A + V_B = \frac{9\times 10^7}{\sqrt{2}}V - \frac{9\times 10^7}{2\sqrt{2}}V = \frac{9\times 10^7}{\sqrt{2}}(1-\frac{1}{2})V = \frac{9\times 10^7}{2\sqrt{2}}V = 3{,}18\times 10^7 V$$

c) La expresión que permite calcular el trabajo que se realiza al llevar una partícula desde un punto a otro es $W_{P\to Q} = q\cdot(V_P - V_Q)$. Como ya tenemos el potencial en el punto Q, nos falta por calcular dicho potencial en el punto P, para lo cual debemos obtener las contribuciones de las dos cargas en dicho punto, Q_1 y Q_2.

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_A} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2} \times 0{,}01C}{1m} = \frac{9\times 10^7}{1}V = 9\times 10^7 V$$

$$V_B = \frac{KQ_B}{r_B} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2} \times (-0{,}005)C}{1m} = \frac{9\times 10^9 \times (-\frac{10^{-2}}{2})}{1m}V = -\frac{9}{2}\times 10^7 V = -4{,}5\times 10^7 V$$

Por tanto, el potencial en el punto P será

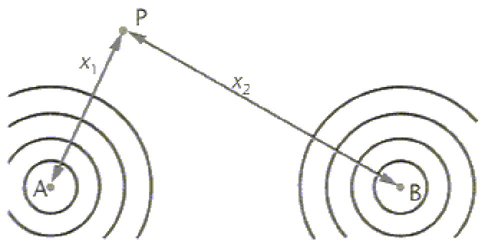
$$V_P = V_A + V_B = 9\times 10^7 V - 4{,}5\times 10^7 V = 4{,}5\times 10^7 V$$

Finalmente, el trabajo para llevar una carga puntual de 0,002C desde P hasta Q será

$$W_{P\to Q} = q\cdot(V_P - V_Q) = 0{,}002C \times (4{,}5\times 10^7\ V - 3{,}18\times 10^7\ V) = 26400\ J$$

CUESTIONES

1. La coincidencia de dos o más ondas que se propagan en un mismo medio se denomina interferencia. Cuando varias ondas avanzan y coinciden en un mismo punto, la perturbación producida en dicho punto es la suma de las perturbaciones que produciría cada una por separado (principio de superposición).



Dado un punto P cualquiera de la zona de interferencia, el conjunto de posibles valores de la amplitud, como resultado de la superposición de las ondas en dicho punto, tendrá un máximo y un mínimo. Cuando el valor es máximo se habla de interferencia constructiva, mientras que si este valor es mínimo se dice que se ha producido interferencia destructiva.

2. La expresión de la energía potencial gravitatoria es

$$E_p = -\frac{GMm}{r}$$

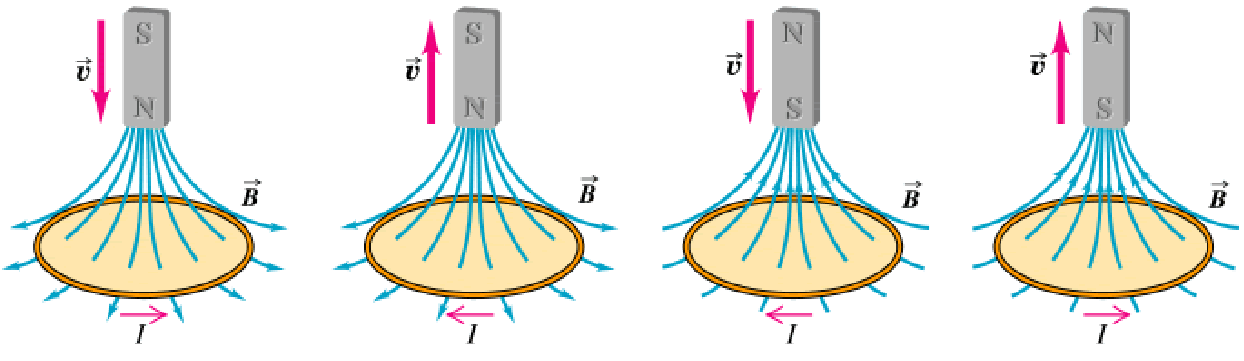
y es una medida de la capacidad de realizar trabajo que tiene una partícula susceptible de moverse bajo la acción de las fuerzas del campo gravitatorio, por el hecho de estar sometida a él.

Puesto que al alejarnos de la Tierra, r aumenta, el módulo de la energía potencial disminuye, pero al ser ésta negativa, implica que dicho alejamiento conlleva un aumento de la energía potencial.

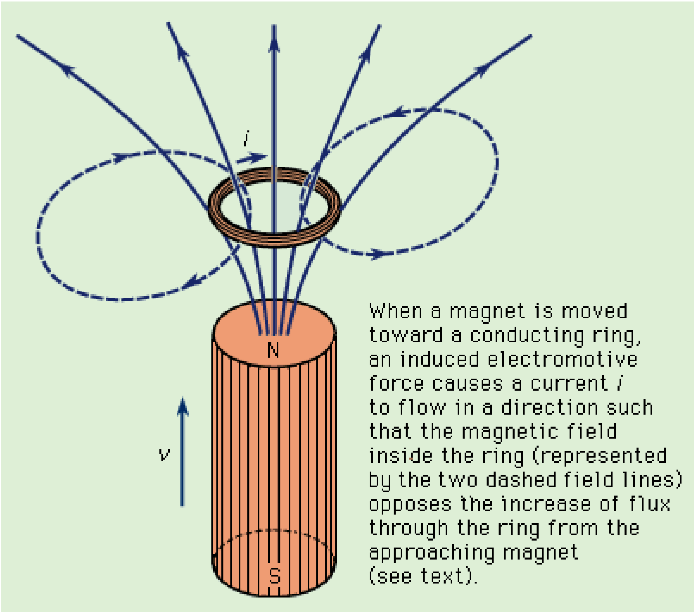
3. La ley de Faraday-Henry afirma que "siempre que un conductor cerrado es atravesado por un flujo magnético variable con el tiempo, se induce en él una fuerza electromotriz igual a menos la velocidad de variación de dicho flujo magnético"

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

La aportación de Lenz viene dada por el hecho de que el sentido de la corriente inducida por la fuerza electromotriz que circula por el conductor tiende a oponerse a la causa que la produce.



Si acercamos el imán a la espira estaremos aumentando el flujo del campo magnético a través de ella, con lo que se inducirá una corriente que deberá oponerse a dicho aumento, por lo que las líneas del campo magnético inducido en la espira deben salir de la cara enfrentada al imán. Por el contrario, si alejamos el imán de la espira estamos disminuyendo el flujo a través de ella, por lo que las líneas del campo magnético inducido en la espira, para compensar esa disminución, deberán salir de la cara opuesta al imán (entrando por la cara enfrentada al imán), con lo que la corriente inducida tiene ahora sentido opuesto.



4. Según la transformación de las longitudes de Lorentz, se pueden relacionar ambas longitudes mediante la ecuación

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}},$$

siendo l_o la longitud en reposo, l la longitud en movimiento, v la velocidad y c la velocidad de la luz. Se trata de despejar de dicha ecuación la velocidad v. Por tanto,

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow l^2 = l_0^2(1-\frac{v^2}{c^2}) \Rightarrow \frac{l^2}{l_0^2} = 1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow 1-\frac{l^2}{l_0^2} = \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow v^2 = c^2(1-\frac{l^2}{l_0^2})$$

con lo que

$$v = c\sqrt{1-\frac{l^2}{l_0^2}}$$

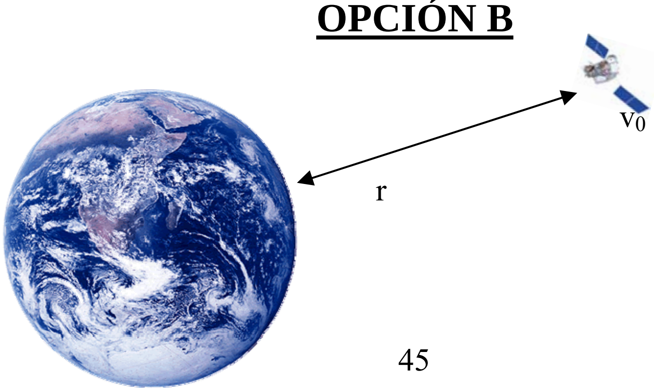
Si sustituimos nuestros datos obtenemos que

$$v = c\sqrt{1-\frac{l^2}{l_0^2}} = c\sqrt{1-\frac{1^2}{3^2}} = c\sqrt{1-\frac{1}{9}} = c\sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}c = 0{,}943\,c$$

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1.



a) Cuando un satélite de masa m se encuentra orbitando en torno a un planeta de masa M, la fuerza centrípeta que permite el movimiento circular es igual a la fuerza gravitatoria entre el planeta y el satélite,

$$\frac{mv_o^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \Rightarrow v_o^2 = \frac{GM}{r}$$

Como la velocidad orbital v_o se puede expresar en función del periodo T como

$$v_o = \omega \cdot r = \frac{2\pi}{T} r \Rightarrow v_o^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} r^2$$

Sustituyendo en la primera expresión obtenemos la 3ª ley de Kepler,

$$v_o^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} r^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow 4\pi^2 r^3 = GMT^2 \Rightarrow r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

Y despejando el periodo, $4\pi^2 r^3 = GMT^2 \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

Como el satélite está a una altura sobre la superficie terrestre igual a dos veces el radio de la Tierra, el radio de la órbita, r, que es la distancia desde el centro de la Tierra, será el triple del radio terrestre, $3R_T$. Sustituyendo en la ecuación anterior tenemos que

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(3 \times 6{,}37 \times 10^6\,m)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \cdot 5{,}97 \times 10^{24}\,kg}} = 26304\,s = 438\,min = 7{,}31\,h$$

b) En su órbita circular, la aceleración es la centrípeta,

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r = \frac{4\pi^2}{(26304s)^2} 3 \cdot 6{,}37 \times 10^6\,m \Rightarrow a_c = 1{,}09\ ms^{-2}$$

c) De la 3ª ley de Kepler, y sabiendo que si está a una altura de la superficie que es tres veces el radio de la Tierra, el radio de la órbita a partir del centro de la Tierra será cuatro veces su radio,

$$4\pi^2 r^3 = GMT^2 \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(4 \cdot 6{,}37 \times 10^6\,m)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \cdot 5{,}97 \times 10^{24}\,kg}} \Rightarrow$$

$$T = 40498\ s \approx 675\ min \approx 11{,}25\ horas$$

2.

a) El núcleo ^6Li tiene 3 protones y 3 neutrones. Si sumamos las masas de las partículas que componen este núcleo obtenemos $3m_p + 3m_n$ = 3 (1,0073 + 1,0087) uma = 6,048 uma. Sin embargo, la masa del núcleo de ^6Li es 6,0152 uma. A la diferencia entre ambas masas se le denomina defecto de masa, y es debido a que parte de la masa del núcleo es transformada en energía para mantener unido al núcleo atómico (ten en cuenta que en él se encuentran partículas con cargas positivas, que se repelen, y por tanto hace falta mucha energía para mantenerlas unidas). En este caso, el defecto de masa es Δm = 6,048 uma – 6,0152 uma = 0,0328 uma. Existe una fórmula que permite calcular el defecto de masa directamente,

$$\Delta m = [Z\ m_p + (A - Z)\ m_n] - m$$

Para el caso del ^{7}Li, que tiene 3 protones y 4 neutrones, procederemos usando la fórmula anterior, $\Delta m = [Z\ m_p + (A - Z)\ m_n] - m = (3\times1{,}0073 + (7-3)\times1{,}0087) - 7{,}0160 = 0{,}0407$ uma.

Aunque no se diga, en física nuclear se suelen dar las masas en MeV. Si lo hacemos así, tenemos que

$$\Delta m\ (^6\text{Li}) = 0{,}0328\text{uma}\,\frac{931\text{MeV}}{1\text{uma}} = 30{,}54\text{MeV}$$

$$\Delta m\ (^7\text{Li}) = 0{,}0407\text{uma}\,\frac{931\text{MeV}}{1\text{uma}} = 37{,}89\text{MeV}$$

b) Ya sabes que el principio de conservación de la energía, o primer principio de la termodinámica, indica que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se puede transformar de unas formas a otras. Se ha constatado experimentalmente que en determinados procesos nucleares la masa y la energía son equivalentes, siendo la expresión que permite calcular dicha equivalencia la famosa ecuación propuesta por A. Einstein, $E = mc^2$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío.

Por tanto, una variación en la masa,Δm, irá acompañada por una variación en la energía, ΔE:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

Aplicando esta ecuación a cada uno de nuestros núcleos atómicos tenemos que en el caso del ^{6}Li,

$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 =$

$$= 0{,}0328\text{uma} \times \frac{1{,}66\times10^{-27}\text{kg}}{1\text{uma}} \times (3\times10^8\,\text{m/s})^2 = 4{,}9\times10^{-12}\,\text{J}\,\frac{1\text{MeV}}{1{,}6\times10^{-13}\,\text{J}} = 30{,}627\text{MeV}$$

Y en el caso del ^{7}Li, $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 =$

$$= 0{,}0407\text{uma} \times \frac{1{,}66\times10^{-27}\text{kg}}{1\text{uma}} \times (3\times10^8\,\text{m/s})^2 = 6{,}08\times10^{-12}\,\text{J}\,\frac{1\text{MeV}}{1{,}6\times10^{-13}\,\text{J}} = 38{,}004\text{MeV}$$

Estas energías son muy pequeñas, pero hay que tener en cuenta que estamos hablando de un solo núcleo, y que si tenemos en cuenta 1 mol de núcleos, en el que hay $6{,}022 \times 10^{23}$ núcleos...haz los cálculos.

c) Finalmente, la energía de enlace por nucleón se puede interpretar como la contribución de cada uno de los nucleones a la estabilidad del núcleo. Se obtiene dividiendo la energía del núcleo por el número total de nucleones. Cuanto mayor sea, más estable será el núcleo.

En el caso del ^{6}Li, $E_n(^6\text{Li}) = \dfrac{\Delta E}{A} = \dfrac{30{,}627\text{MeV}}{6} = 5{,}105$

En el caso del ^{7}Li, $E_n(^7\text{Li}) = \dfrac{\Delta E}{A} = \dfrac{38{,}004\text{MeV}}{7} = 5{,}429$

Por tanto, podemos deducir que el isótopo ^{7}Li es más estable que el ^{6}Li, ya que su energía de enlace por nucleón es mayor.

CUESTIONES

1. La ecuación que describe un movimiento armónico simple es x = A sen (ωt +φ), siendo x la elongación, ω la frecuencia angular y φ el desfase.

Si derivamos esta expresión, obtenemos la velocidad y la aceleración del objeto que oscila en torno a la posición de equilibrio (cuando el objeto está en reposo colgando del resorte).

$$v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$
$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \operatorname{sen}(\omega t + \varphi) = -A\omega^2 x$$

Puesto que la velocidad depende de la función coseno, será máxima cuando éste lo sea, es decir, cuando cos (ωt +φ) = ±1, por lo que deberá cumplirse que $\omega t + \varphi = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, ..., (n-1)\pi$, con n = 1, 2, 3,...

Si sustituimos estos valores en la ecuación de la posición, x = A sen (ωt +φ), obtenemos que los máximos de la velocidad ocurren en la posición x = 0, ya que sen 0 = sen π =... = sen (n –1) π = 0.

Si hacemos lo mismo con la aceleración, como ésta depende de la función seno, los valores máximos se alcanzarán cuando sen (ωt +φ) = ±1,

Por lo que deberá cumplirse que $\omega t + \varphi = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, ..., (2n-1)\frac{\pi}{2}$, con n = 1, 2,...

Si sustituimos estos valores en la ecuación de la posición, x = A sen (ωt +φ), obtenemos que los máximos de la aceleración ocurren en las posiciones ± A, es decir, en los extremos del M.A.S., ya que

$$\operatorname{sen}\frac{(2n-1)\pi}{2} = \pm 1$$

2. La ley de Coulomb expresa que la fuerza entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional a la distancia que las separa, siendo K la constante de proporcionalidad. Su expresión matemática es

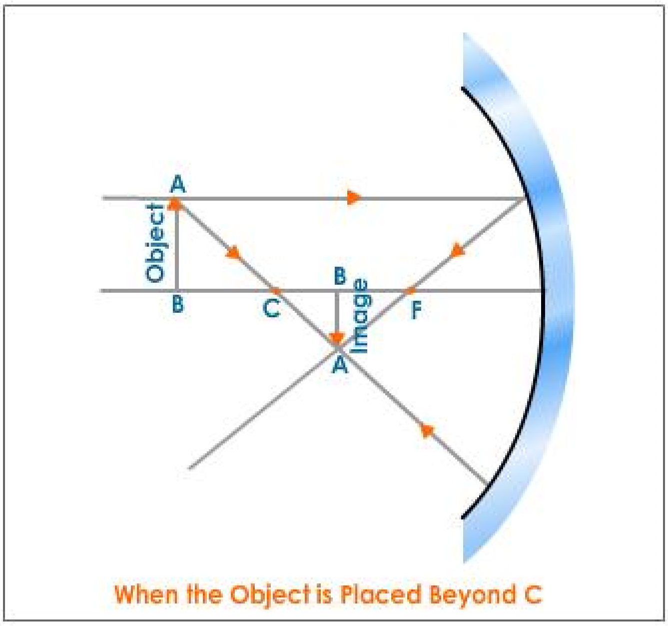
$$F = k\frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Si sustituimos los valores del átomo de Hidrógeno,

$$F = K\frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{9\times 10^9\,Nm^2C^{-2}\cdot 1{,}6\times 10^{-19}\,C\cdot(-1{,}6\times 10^{-19}\,C)}{(0{,}590\times 10^{-10}\,m)^2} = -6{,}6\times 10^{-8}\,N$$

3. En un movimiento ondulatorio debe distinguirse entre la dirección de propagación y la dirección de la perturbación que se propaga. Cuando elegida una dirección cualquiera de propagación, las direcciones de oscilación de los puntos del medio coinciden con aquella, se habla de ondas longitudinales (ejemplo: el sonido; las moléculas de aire vibran en la misma dirección en la que se propaga dicha vibración), mientras que cuando los puntos del medio oscilan en direcciones perpendiculares a la dirección por la que avanza la perturbación, hablamos de ondas transversales (ejemplo: las ondas que se propagan en la superficie del agua)

4.



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

CURSO 2008-2009 - CONVOCATORIA: JUNIO

MATERIA: FÍSICA

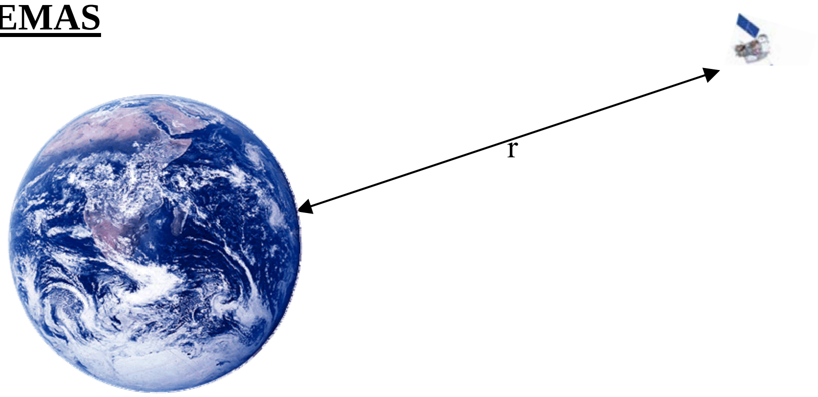
De las dos opciones propuestas, sólo hay que desarrollar una opción completa. Cada problema correcto vale por tres puntos. Cada cuestión correcta vale por un punto.

OPCIÓN A

PROBLEMAS

1.

a)



Suponemos que el movimiento es circular uniforme, por lo que la componente de la aceleración será únicamente la normal,

$$a_n = \frac{{v_0}^2}{R}$$

siendo v_0 la velocidad en la órbita, y R el radio orbital (distancia al centro de la Tierra).

Cuando un satélite de masa m se encuentra orbitando en torno a un planeta de masa M, la fuerza centrípeta que permite el movimiento circular es igual a la fuerza gravitatoria entre el planeta y el satélite,

$$\frac{mv_o^2}{R} = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow v_o^2 = \frac{GM}{R}$$

Por tanto, relacionando ambas ecuaciones, obtenemos que

$$a_n = \frac{{v_0}^2}{R} = \frac{GM}{R^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \cdot 5{,}97 \times 10^{24} kg}{(3 \cdot 6{,}37 \times 10^6 m)2} = 1{,}09 \frac{N}{kg} = 1{,}09 \frac{m}{s^2}$$

La energía de un satélite es debida a la contribución de la energía potencial debida al campo gravitatorio terrestre y a la cinética debida a su movimiento orbital,

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R}$$

Como la velocidad orbital es $v_o = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, sustituyendo en la primera expresión, $E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = \frac{1}{2}m\frac{GM}{R} - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{2R}$

Por tanto,

$$E = -\frac{GMm}{2R} = -\frac{6{,}67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\cdot 5{,}97\times10^{24}kg\cdot 900kg}{2\cdot 3\cdot 6{,}37\times10^6 m} = -9{,}377\times10^9 J = -9{,}38GJ$$

b) Sabemos que la velocidad orbital v_o se puede expresar en función del periodo T como

$$v_o = \omega\cdot R = \frac{2\pi}{T}r \Rightarrow v_o^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}R^2$$

Sustituyendo en la primera expresión obtenemos la 3ª ley de Kepler,

$$v_o^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}R^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow 4\pi^2R^3 = GMT^2 \Rightarrow R^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

y despejando el periodo, $4\pi^2R^3 = GMT^2 \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2R^3}{GM} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(3\times6{,}37\times10^6 m)^3}{6{,}67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\cdot 5{,}97\times10^{24}kg}} = 26304\,s = 438\,min = 7{,}31\,h$$

c) Para que el satélite sea geoestacionario, debe encontrarse siempre sobre el mismo punto de la superficie terrestre, es decir, recorre toda su órbita en el mismo tiempo que la Tierra efectúa una rotación completa. Por tanto, su periodo es de 24 horas. Primero debemos calcular el radio de la órbita, y luego la altura respecto de la superficie terrestre

$$4\pi^2R^3 = GMT^2 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{6{,}67\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}\cdot 5{,}97\times10^{24}kg\cdot(24\cdot3600s)^2}{4\pi^2}} \Rightarrow$$

R = 42226910 m (respecto al centro de la Tierra)

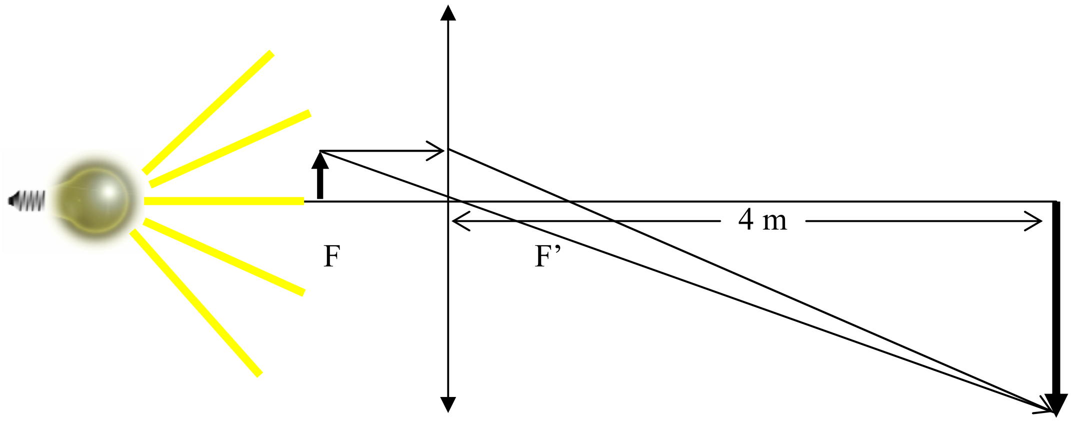
La altura respecto a la superficie terrestre será h = 42227 km – 6370 km = 35857 km

2.

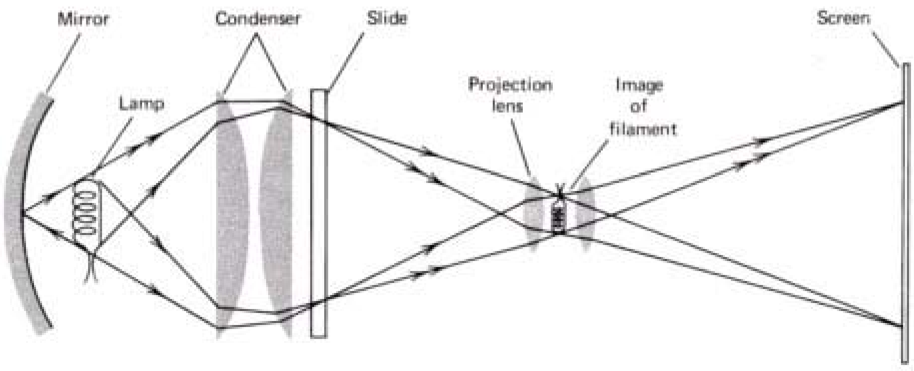
a) La información del problema nos dice que la imagen está a s'= +400 cm, f' = +16 cm. Si aplicamos la ecuación de las lentes delgadas,

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{400} - \frac{1}{16} = \frac{16-400}{400\cdot16} = -\frac{384}{6400} = -\frac{3}{50}$$

O lo que es lo mismo, $\frac{1}{s} = -\frac{3}{50} \Rightarrow s = -\frac{50}{3} = -16{,}67\,cm$ lo cual significa que hay que poner la diapositiva aproximadamente a 7mm (6,7 mm) a la izquierda de la focal objeto de la lente (suponiéndola delgada, f = – 16 cm, f' = + 16 cm).



AMPLIACIÓN



Los proyectores constan, básicamente, de cuatro componentes:

1. una lámpara, que normalmente tiene detrás un espejo para aumentar la luminosidad.
2. una lente convergente (condensador) que dirija la mayor cantidad posible de luz hacia la diapositiva y forme una imagen del filamento de la lámpara anterior en un lugar donde no sea visible.
3. la diapositiva.
4. la lente proyectora.

b) Sabemos que el aumento de una lente convergente se puede poner de la forma $A = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$,

y además sabemos que el objeto va a estar a $s = -\frac{50}{3}\,\text{cm}$ y la imagen se va a formar en la pantalla a s' = 400 cm. Por tanto, el aumento será

$$A = \frac{s'}{s} = \frac{400}{-\frac{50}{3}} = \frac{1200}{50} = 24$$

Si la imagen recogida en la pantalla mide 75 cm, las dimensiones del objeto serán

$$A = \frac{y'}{y} \Rightarrow y = \frac{y'}{A} = \frac{75\,\text{cm}}{24} = 3{,}125\,\text{cm}$$

c) Si ahora s = –20 cm, y suponiendo que la lente del proyector no va a cambiar, f' = +16 cm, la imagen se formará a

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{-20}+\frac{1}{16}=\frac{16-20}{-20\cdot 16}=\frac{-4}{-320} \Rightarrow s' = 80\,cm$$

Por lo que si la diapositiva se mueve un poco de su posición, por ejemplo por efecto del calor, parece desenfocada. Así una diferencia en la posición de la diapositiva de Δs = [– 20 – (–16,7)] cm = –3,3 cm hace que se desplace la imagen Δs' = [80 – (400)] cm = – 320 cm, que en términos de porcentajes es

$$\frac{400\,cm}{100\,\%}=\frac{320\,cm}{x} \Rightarrow x = 80\%$$

CUESTIONES

1. La energía de enlace por nucleón se puede interpretar como la contribución de cada uno de los nucleones a la estabilidad del núcleo. Se obtiene dividiendo la energía del núcleo por el número total de nucleones. Cuanto mayor sea, más estable será el núcleo.

El núcleo de Manganeso $^{55}_{25}Mn$ tiene 25 protones y 30 neutrones. Si sumamos las masas de las partículas que componen este núcleo obtenemos $25m_{protón} + 30m_{neutrón}$ = 25 (1,0073) + 30 (1,0087) u = 55,4435 u. Sin embargo, la masa del núcleo de $^{55}_{25}Mn$ es 54,938 u. A la diferencia entre ambas masas se le denomina defecto de masa, y es debido a que parte de la masa del núcleo es transformada en energía para mantener unido al núcleo atómico (en él se encuentran partículas con cargas positivas, que se repelen, y por tanto hace falta mucha energía para mantenerlas unidas). En este caso, el defecto de masa es m = 55,4435 u – 54,948 u = 0,5055 u. Si calculamos Δm en MeV, haciendo uso de la expresión 1u = 931 MeV, tenemos que

$$\Delta m\,(^{55}_{25}Mn) = 0{,}5055u\,\frac{931MeV}{1u} = 470{,}62\,MeV$$

Por último, sabemos que una variación en la masa, Δm, irá acompañada por una variación en la energía:

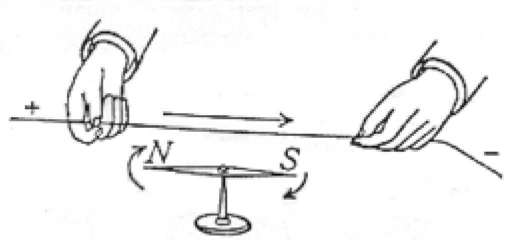
$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

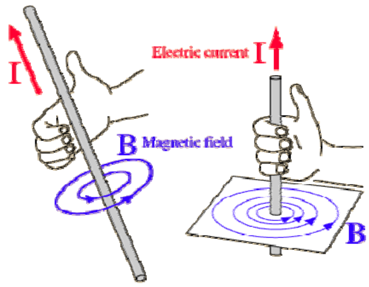
Aplicando esta ecuación a nuestro núcleo atómico tenemos que $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 =$

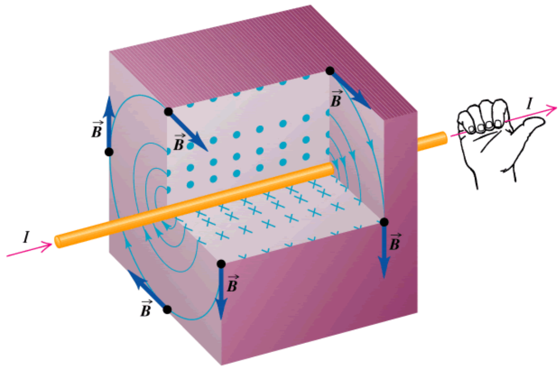
$$= 0{,}5055\,u \times \frac{1{,}66\times10^{-27}\,kg}{1u}\times(3\times10^{8}\,m/s)^2 = 4{,}9\times10^{-12}\,J\,\frac{1MeV}{1{,}6\times10^{-13}\,J} = 472\,MeV$$

Estas energías son muy pequeñas, pero hay que tener en cuenta que estamos hablando de un solo núcleo, y que en 1 mol de núcleos hay $6{,}022 \times 10^{23}$...

2. Oersted observó que al colocar un conductor sobre una aguja imantada, de modo que inicialmente la aguja y el hilo fueran paralelos, si se hacía pasar una corriente por el hilo, la aguja oscilaba durante un tiempo y terminaba colocándose prácticamente colocándose prácticamente perpendicular al hilo. También observó que al cambiar el sentido de la corriente, la aguja se desviaba en el sentido contrario.







El experimento muestra que una corriente eléctrica puede crear un campo magnético perpendicular al sentido de la corriente, que en el caso de un hilo conductor por el que circula una corriente, sus líneas del campo son circunferencias concéntricas a dicho hilo.

Si la corriente circula en sentido opuesto, las líneas del campo también serán circunferencias concéntricas, pero el campo B girará en sentido contrario.

3. La ecuación que describe un movimiento armónico simple es $x = A\ \text{sen}\ (\omega t + \varphi)$, siendo x la elongación, ω la frecuencia angular y φ el desfase.

Si derivamos esta expresión, obtenemos la velocidad y la aceleración de la partícula que oscila en torno a la posición de equilibrio (supondremos una partícula en reposo colgando de un resorte ideal en el rango elástico, es decir, sometida a una fuerza elástica de Hooke $F = -kx$, y que no disipa energía).

$$v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \,\text{sen}(\omega t + \varphi) = -A\omega^2 x$$

Como sabemos, la expresión de la energía cinética es

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

y si sustituimos v en la expresión anterior nos queda que $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi)$

Si queremos que aparezca la expresión de la posición, podemos sustituir el coseno por el seno,

$$E_c = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\left[1 - \text{sen}^2(\omega t + \varphi)\right] = \frac{1}{2}m\omega^2\left[A^2 - A^2\text{sen}^2(\omega t + \varphi)\right]$$

con lo que tenemos que $E_c = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$

Además sabemos que la 2ª ley de Newton expresa que $F = ma$, si la masa del sistema es constante, con lo que $F = ma = -kx \Rightarrow a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x \Rightarrow k = m\omega^2$. La expresión de la energía cinética nos quedará de la siguiente forma

$$E_c = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) = \frac{k}{2}(A^2 - x^2)$$

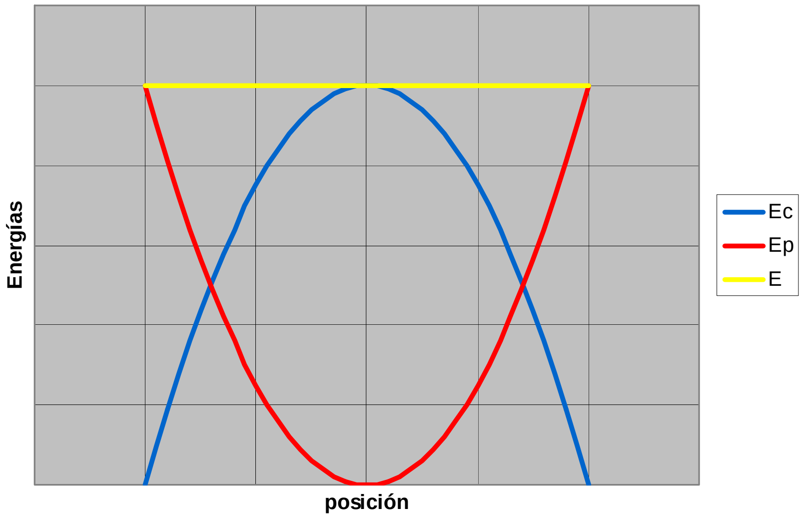
Si hacemos lo mismo con la expresión de la energía potencial elástica (una partícula unida a un resorte ideal que no disipa energía, y por tanto sometida a una fuerza de Hooke $F = -kx$, describe un movimiento armónico simple), obtenemos

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\text{sen}^2(\omega t + \varphi)$$

Por último, la energía total será la suma de ambas,

$$E = E_c + E_p = \frac{k}{2}(A^2 - x^2) + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{kA^2}{2} = \text{constante}$$

Energías cinética, potencial y total



4. La expresión que permite calcular el potencial eléctrico en un punto es $V = \frac{KQ}{r}$ siendo Q la carga y r la distancia de la carga al punto considerado. El potencial en el punto considerado será debido a la contribución de las dos cargas. Para una carga,

$$V = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times 1C}{\frac{1}{2}m} = \frac{9 \times 10^9}{\frac{1}{2}}V = 1{,}8 \times 10^{10} V$$

Teniendo en cuenta que las dos cargas generan un potencial idéntico en el punto medio, ya que ambas tienen un valor igual en módulo y signo, el potencial total será el doble,

$$V = \frac{KQ}{r} = 2 \times 1{,}8 \times 10^{10} V = 3{,}6 \times 10^{10} V$$

Para calcular la energía potencial en el mismo punto, basta con multiplicar por la carga,

$$E_p = \frac{KQQ'}{r} = Q'V = -2C \times 3{,}6 \times 10^{10} V = -7{,}2 \times 10^{10} J$$

OPCIÓN B

PROBLEMAS

1.

a) Si al iluminar conseguimos extraer electrones, significa que la radiación incidente, E, es de una frecuencia superior a la frecuencia umbral, W_L. Sabemos que si sobre un metal incidimos con una radiación de frecuencia ν, y por tanto de energía E = hν, siendo el trabajo de extracción $W_L = h\nu_0$, la energía cinética máxima de los electrones emitidos será la diferencia

$$E - W_L = \frac{1}{2}mv^2 \text{, o puesto de otra forma, } h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

Lo primero que podemos hacer es calcular la frecuencia umbral, ya que si

$$W_L = h\nu_0 = 3{,}5\text{eV} \times \frac{1{,}6\times10^{-19}\,\text{J}}{1\text{eV}} \Rightarrow \nu_0 = \frac{3{,}5\times1{,}6\times10^{-19}\,\text{J}}{6{,}63\times10^{-34}\,\text{Js}} = 8{,}446\times10^{14}\,\text{Hz}$$

Es decir, que para conseguir extraer electrones de este metal, hay que radiarlo con una frecuencia superior a la calculada anteriormente. Lo único que hay que hacer ahora es despejar la frecuencia ν,

$$h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \nu = \frac{\frac{1}{2}mv^2 + h\nu_0}{h} = \nu_0 + \frac{mv^2}{2h} =$$
$$8{,}446\times10^{14}\,\text{Hz} + \frac{9{,}11\times10^{-31}\,\text{kg}\times(2\times10^6\,\text{ms}^{-1})^2}{2\times6{,}63\times10^{-34}\,\text{Js}} = 3{,}593\times10^{15}\,\text{Hz}$$

b) Louis De Broglie planteó la hipótesis de que puesto que la luz tenía un doble comportamiento, como una onda en ocasiones (difracción), y como una partícula en otras (efecto fotoeléctrico), que se ponía de manifiesto según el fenómeno en el que participara, las partículas podrían tener, de la misma forma, un comportamiento dual, es decir, ondulatorio y corpuscular.

Su hipótesis fue la siguiente: "Toda partícula de masa m que se mueve con velocidad v lleva asociada una onda cuya longitud de onda y frecuencia vienen dadas por

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\cdot v} \qquad \nu = \frac{E}{h}$$

donde h es la constante de Planck, p = mv el momento lineal de la partícula y E su energía. Por tanto, sustituyendo,

$$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6{,}63\times10^{-34}\,\text{Js}}{9{,}11\times10^{-31}\,\text{kg}\times2\times10^6\,\text{m/s}} = 3{,}64\times10^{-10}\,\text{m} \cong 36\,\text{nm}$$

c) Si lo que queremos ahora es que los electrones salgan con una cierta energía cinética, podemos calcular la correspondiente frecuencia, o despejar directamente de la relación entre frecuencia y longitud de onda,

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

Nos interesa llegar a una expresión en la que aparezca la energía cinética. Anteriormente habíamos obtenido que

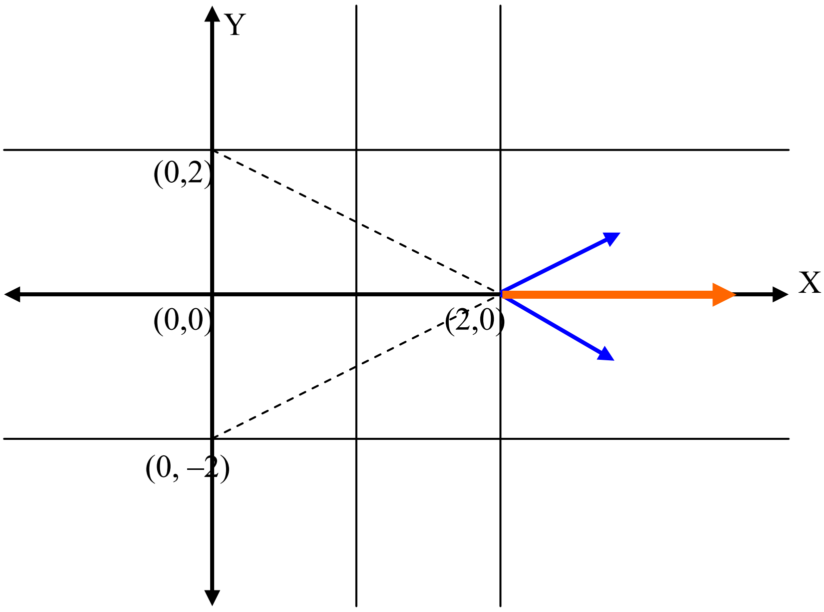
$$\nu = \nu_0 + \frac{mv^2}{2h} = \nu_0 + \frac{E_c}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \nu_0 + \frac{E_c}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{h\nu_0 + E_c}{h} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{h\nu_0 + E_c}$$

Sustituyendo ahora, tenemos que

$$\lambda = \frac{hc}{h\nu_0 + E_c} = \frac{hc}{W_L + E_c} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}\,Js \times 3 \times 10^8\,ms^{-1}}{3{,}5eV \times \frac{1{,}6 \times 10^{-19}\,J}{1eV} + 9 \times 10^{-19}\,J} = 1{,}36 \times 10^{-7}\,m = 136\ nm$$

Esta radiación, λ = 136 nm, se encuentra en el UV.

2.



a) La fórmula que nos permite calcular el potencial electrostático en un punto es

$$V = \frac{KQ}{r},$$

siendo Q la carga y r la distancia de la carga al punto considerado. El potencial en el punto C (2,0) será debido a la contribución de las dos cargas,

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_A} = \frac{9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times 10^{-6}C}{\sqrt{2^2 + 2^2}m} = \frac{9 \times 10^3}{\sqrt{8}}V = \frac{9 \times 10^3}{2\sqrt{2}}V$$

Si hacemos lo mismo para la carga situada en B,

$$V_B = \frac{KQ_B}{r_B} = \frac{9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times 10^{-6}C}{\sqrt{2^2 + 2^2}m} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{\sqrt{8}}V = \frac{9 \times 10^3}{2\sqrt{2}}V$$

Por tanto, el potencial total en el punto C (2,0) será

$$V_C = V_A + V_B = \frac{9 \times 10^3}{2\sqrt{2}}V + \frac{9 \times 10^3}{2\sqrt{2}}V = 2\frac{9 \times 10^3}{2\sqrt{2}}V = \frac{9 \times 10^3}{\sqrt{2}}V = 6364\,V$$

b) El vector intensidad del campo eléctrico en el punto C (2, 0) será debido a la contribución de las dos cargas en A (0, 2) y B (0, –2). La fórmula que nos permite calcular dichas contribuciones es

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^3}\vec{r}$$

En el caso de la primera carga tenemos que

$$\vec{E}_A = \frac{KQ_A}{r_A{}^3}\vec{r} = 9\times 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}\frac{10^{-6}C}{(\sqrt{2^2+2^2}m)^3}(2\hat{i}-2\hat{j})\,m = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{8}}(2\hat{i}-2\hat{j})\frac{N}{C} = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}(\hat{i}-\hat{j})\frac{N}{C}$$

De forma similar, sustituyendo los datos de la segunda carga,

$$\vec{E}_B = \frac{KQ_B}{r_B{}^3}\vec{r} = 9\times 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}\frac{10^{-6}C}{(\sqrt{2^2+2^2}m)^3}(2\hat{i}+2\hat{j})\,m = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{8}}(2\hat{i}+2\hat{j})\frac{N}{C} = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})\frac{N}{C}$$

El campo total en el punto C (2,0) será por tanto

$$\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j}+\hat{i}-\hat{j})\frac{N}{C} = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}2\hat{i}\frac{N}{C} = 9\sqrt{2}\times 10^3\,\hat{i}\frac{N}{C} = 12728\,\hat{i}\frac{N}{C}$$

c) La expresión que permite calcular el trabajo que se realiza al llevar una partícula desde un punto a otro es $W_{P\to Q} = q\cdot(V_P - V_Q)$. Como sabemos que el potencial en el ∞ es nulo (basta con hacer r = ∞ en la ecuación del potencial), nos falta por calcular dicho potencial en el punto D (1,1), para lo cual debemos obtener las contribuciones de las dos cargas en dicho punto, Q_A y Q_B.

$$V_A = \frac{KQ_A}{r_A} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2}\times 10^{-6}C}{\sqrt{1^2+1^2}m} = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}V = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{2}}V$$

$$V_B = \frac{KQ_B}{r_B} = \frac{9\times 10^9 Nm^2C^{-2}\times 10^{-6}C}{\sqrt{1^2+3^2}m} = \frac{9\times 10^9\times 10^{-6}}{\sqrt{10}m}V = \frac{9}{\sqrt{10}}\times 10^3 V = \frac{9\times 10^3}{\sqrt{10}}V$$

Por tanto, el potencial en el punto D será

$$V_D = V_A + V_B = 9\times 10^3\left(\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{1}{\sqrt{10}}\right)V = 9210\,V$$

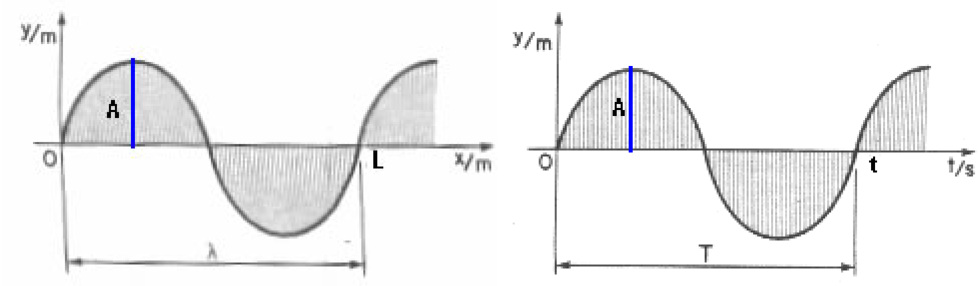
Finalmente, el trabajo para llevar una carga puntual de 1C desde el ∞ hasta D (1,1) será

$$W_{\infty\to(1,1)} = 1C\cdot(V_\infty - V_{(1,1)}) = 1C\times(0-9210\ V) = 9210\ J$$

CUESTIONES

1. La ecuación general de una onda unidimensional es y (x, t) = A sen (ωt ± kx + φ) siendo A la amplitud (máxima elongación respecto de la posición de equilibrio), ω la frecuencia angular, k el número de ondas que hay en una longitud de 2π metros, y φ la fase inicial. El signo + corresponde a una onda que se propaga de derecha a izquierda y el signo – en sentido contrario.

Además, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, donde T es el período, tiempo que tarda la onda en volver a estar en idéntico estado de vibración, o tiempo que tarda en propagarse una distancia igual a su longitud de onda, y $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, siendo λ la longitud de la onda, es decir, la distancia entre dos puntos consecutivos que se encuentran en el mismo estado de vibración.



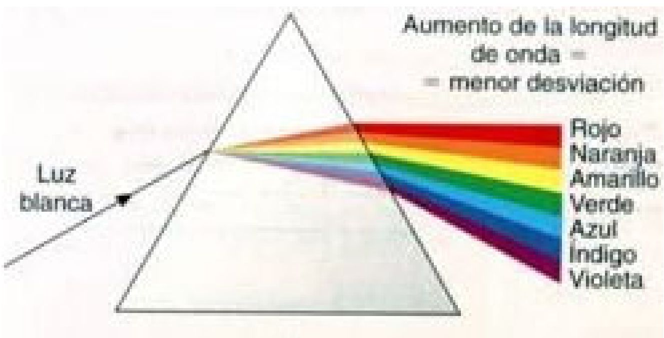
2. Cuando un rayo de luz blanca, formada por la superposición de todas las frecuencias o longitudes de ondas del espectro visible, atraviesa un prisma óptico, los colores correspondientes a distintas longitudes de onda se refractan en ángulos diferentes ya que el índice de refracción en un medio depende de la longitud de onda n = n (λ).

Como el índice de refracción depende de la longitud de onda, y además

$$n(\lambda) = \frac{c}{v}$$

las ondas asociadas a cada color se propagarán a velocidades diferentes. La mayor velocidad de propagación corresponde al color rojo, y disminuye progresivamente hasta el violeta.

Por último, si tenemos en cuenta la ley de Snell, cada "color" se refractará con un ángulo diferente, fenómeno que se denomina *dispersión*.



3. Sabemos que la expresión que permite calcular la fuerza ejercida por un campo magnético sobre un conductor rectilíneo de longitud L recorrido por una intensidad de corriente I en el seno de un campo magnético uniforme B es

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$$

Si consideramos una espira rectangular de superficie S, y definimos un vector superficie $\vec{S}$ con origen en el centro de la espira, de área igual a la de la espira y con la misma dirección y sentido que el campo magnético creado por la espira cuando es recorrida por una corriente eléctrica I, se puede obtener la siguiente expresión del par de fuerzas ejercido por un campo magnético uniforme B sobre una espira de corriente,

$$\vec{M} = I\vec{S} \times \vec{B}$$

Según el dibujo anterior, aplicando la primera ecuación a los cuatro conductores de la espira, el conductor 1 experimentará una fuerza F_1 vertical hacia arriba, que se verá compensada con la que experimentará el conductor 2 hacia abajo, F_2. El conductor 3 experimentará una fuerza F_3 que es igual en módulo a la del conductor 4, F_4 pero de sentido opuesto y aplicada en diferentes puntos, lo cual producirá un par de fuerzas que tenderá a mover la espira en el sentido de aumentar el flujo del campo magnético que la atraviese. Esto último se podía haber deducido de la segunda ecuación.

4. El campo gravitatorio es una perturbación de las propiedades del espacio que rodea un cuerpo material, de forma que cualquier otro cuerpo material colocado en esa zona del espacio adquiere energía (potencial gravitatoria) y es atraído hacia el primero. Se suele caracterizar por el vector intensidad del campo, $\vec{g}$,

$$\vec{g} = \frac{GM}{r^3}\vec{r} = \frac{GM}{r^2}\hat{u}_r$$

La expresión de la energía potencial gravitatoria es

$$E_p = -\frac{GMm}{r}$$

En el caso particular de estar en las proximidades de la Tierra, si representamos por g_0 el valor de la gravedad en la superficie terrestre, aplicando la segunda ley de Newton a un objeto de masa m en la superficie terrestre, r = R,

$$\sum F = ma \Rightarrow \frac{GMm}{R^2} = mg_0 \Rightarrow \frac{GM}{R^2} = g_0 \Rightarrow \vec{g} = g_0\hat{u}_r$$

Es decir, que en las proximidades de la superficie terrestre la intensidad del campo gravitatorio coincide en módulo con el valor de la gravedad, y su sentido apunta hacia el centro de la Tierra.

Supongamos ahora una partícula de masa m situada a una altura h. Su energía potencial gravitatoria será

$$E_{p_A} = -\frac{GMm}{R+h}$$

Esta misma partícula, cuando se encuentre sobre la superficie terrestre, tendrá la energía

$$E_{p_B} = -\frac{GMm}{R}$$

La diferencia de energía entre ambas posiciones será

$$\Delta E_p = E_{p_A} - E_{p_B} = -\frac{GMm}{R+h} - \left(-\frac{Gmm}{R}\right) = Gmm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right) = GMm\left(\frac{h}{R(R+h)}\right)$$

Si estamos en las proximidades de la superficie terrestre, sabemos que la intensidad del campo es en módulo g_0, y que prácticamente permanece constante. El denominador de la expresión anterior es $R(R+h) = R^2 + Rh$. Pero como $R^2 >> Rh \Rightarrow$

$$\Delta E_p = GMm\left(\frac{h}{R(R+h)}\right) \cong GMm\frac{h}{R^2} = m\frac{GM}{R^2}h = mg_0h$$

Es decir, que la expresión de la energía potencial a una determinada altura respecto de la superficie terrestre (pequeña para que la intensidad del campo gravitatorio no varíe apreciablemente, o lo que es lo mismo, el valor de la gravedad permanezca constante) es el producto de la masa por la aceleración de la gravedad y por la altura (o por la diferencia de posiciones).