OPCIÓN A

Problemas

1.- Se dispone de una lente convergente (lupa) de distancia focal f'=5 cm, que se utiliza para mirar sellos. Calcular la distancia a la que hay que situar los sellos respecto de la lente si se quiere obtener una imagen virtual: a) diez veces mayor, b) veinte veces mayor que la imagen original. c) Construye en ambos casos el diagrama de rayos.

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: $s\,'=10s$.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 $s\,'=20s$. 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.

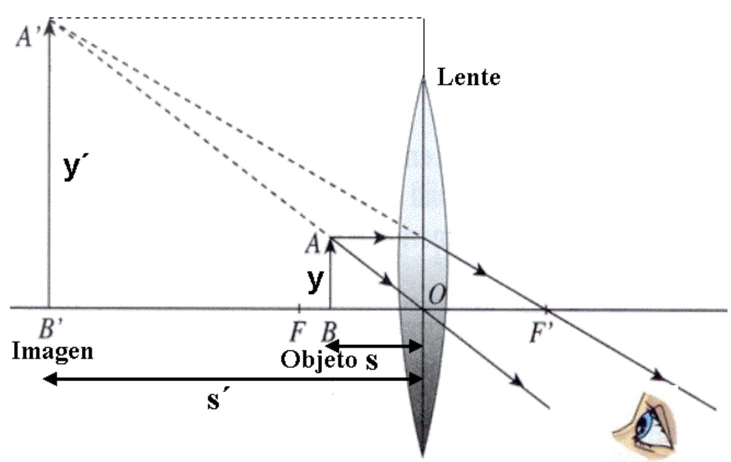
El resultado es igualmente razonable, ya que la imagen formada por una lente convergente de un objeto cuya **distancia objeto es menor que la distancia focal** objeto (s<f) es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto. (4,75 < 5)

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.

La lupa 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.

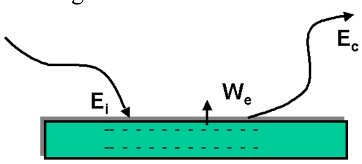
2.- La frecuencia umbral de un metal es de $4.5\cdot 10^{14}$ Hz. Calcular:

a) El trabajo de extracción del metal.

b) La energía cinética de los electrones emitidos si se ilumina el metal con luz de 1700 A de longitud de onda.

c) La longitud de onda asociada a los electrones emitidos.
Datos: h= $6.63\cdot10^{-34}$ Js; c=$3\cdot10^{8}$ ms^{-1} ; m_e =$9.11\cdot10^{-31}$ kg; 1eV=$1.6\cdot10^{-19}$ J ; 1A=10^{-10}m.

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



$\mathbf{E_i = W_o + E_c}$; $E_c = E - W_o = h.\nu - W_o$; $\mathbf{E_c = h.\nu - h.\nu_o}$. 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 ($\mathbf{W_e= h.\nu_o}$).

(a) El trabajo de extracción será igual a W=hv_0 siendo v_0 la frecuencia umbral. W= $6,63\cdot10^{-34}$(J·s) ·$4,5\cdot10^{14}$ s^{-1} =$\boxed{\mathbf{2,98\cdot10^{-19}J}}$

(b) Calcularemos la energía que comunica la luz incidente E_{luz}=hv=hc/λ, $E_{luz} = \dfrac{(6,63\cdot10^{-34})(3\cdot10^{8})}{1700\cdot10^{-10}} J = 1,17\cdot10^{-18} J$.

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 ·10^{-18}J - 2,98 · 10^{-19}J= $\boxed{\mathbf{8,72\cdot10^{-19}\ J}}$

(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: $\lambda = \dfrac{h}{m\cdot v}$. 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**:** $\mathbf{v=1,38x10^6 m/s}$. Calcularemos por último la longitud de onda, sustituyendo en la ecuación de de Broglie:

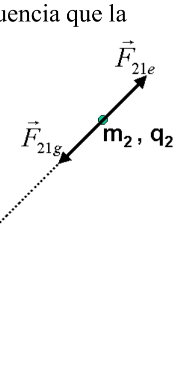
$$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{6,63\cdot10^{-34}\,(J\cdot s)}{9,11\cdot10^{-31}\,(kg)\cdot1,38\cdot10^{6}\,(m/s)}=5,2\cdot10^{-10}m=\boxed{\mathbf{5,2\ Å}}$$

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.- Se tienen dos partículas de masas m_1 y m_2 y cargas q_1 y q_2 del mismo signo, como se indica en el dibujo. Escribir para la partícula m_1 (utilizando las variables dadas en el dibujo) la ley de fuerzas de la gravitación universal y la ley de fuerzas de la electrostática o ley de Coulomb. Comentar las diferencias fundamentales entre ambas leyes de fuerzas.

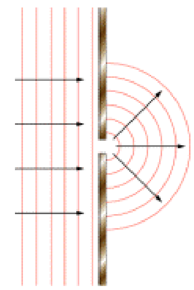
Empezamos describiendo las **diferencias** entre ambas leyes, la gravitatoria se pone de manifiesto entre masas y la segunda entre cargas.
La constante de gravitación "G" es la misma para las partículas en cualquier medio, mientras que la constante eléctrica "k" depende del medio. Otra diferencia importante es el orden de la interacción, es decir, dadas las diferencias de magnitud entre la contante eléctrica k =$9\cdot10^9$ N.C^2/m^2 y G=$6,67\cdot10^{-11}$ N·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

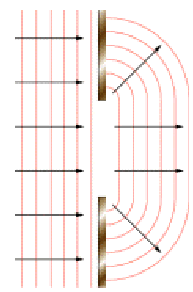


Suponiendo que la partícula 1 como creadora del campo y la partícula 2 como el agente sensible o testigo sobre la que actúa. **La expresión de las fuerzas** que sobre la partícula 2 ejerce sobre la 1 son:

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

2.- Enunciar el principio de Huygens y utilizarlo para explicar el fenómeno de la difracción a través de una rendija (acompaña la explicación de algún dibujo). ¿ Para una rendija dada de longitud d, cuál debe ser la longitud de onda para que tenga lugar el fenómeno de difracción?





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. $\boldsymbol{\lambda \approx d}$

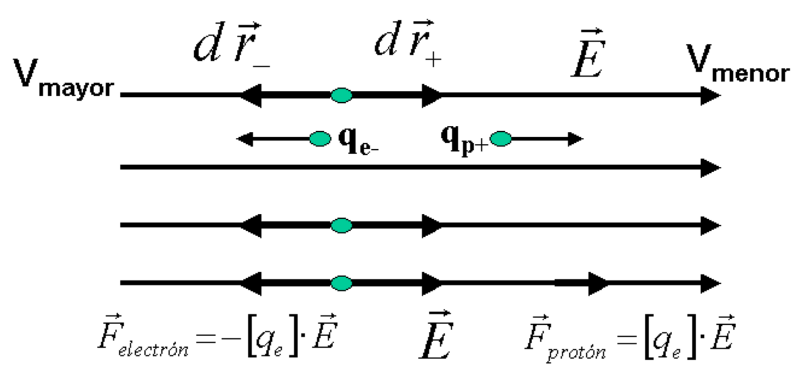
Si la longitud de la onda es mayor que el tamaño de la rendija o del obstáculo interpuesto, la difracción es total y la onda supera o bordea el obstáculo. Si la longitud de onda es del orden del tamaño de la rendija o del obstáculo, la difracción es parcial y el efecto es menos intenso. Si la longitud 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 2 cm y 20 m y puede salvar obstáculos de esas dimensiones. Para la luz visible la longitud de onda es de 10^{-7} m.

3.- Un electrón, inicialmente en reposo, se pone en movimiento mediante la aplicación de un campo eléctrico uniforme. ¿ Se desplazará hacia las regiones de mayor potencial electrostático o hacia las de menor? ¿ Qué ocurrirá si consideramos un protón?.

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: ΔU= q·(V_B-V_A) = q·E·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.**

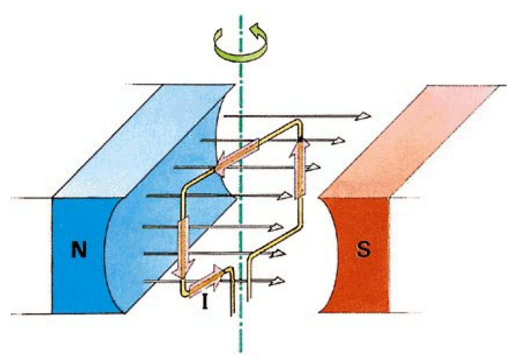
4.- Enunciar la ley de Faraday-Henry y Lenz y explicar con un ejemplo cómo se produce una corriente eléctrica en una espira que gira en un campo magnético uniforme.

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 50 Hz. 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 50 Hz, 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.- Se tienen tres cargas puntuales localizadas como se indica en el dibujo. Calcular:

a) La intensidad del campo eléctrico en el punto P_1.

b) El potencial eléctrico en el punto P_2.

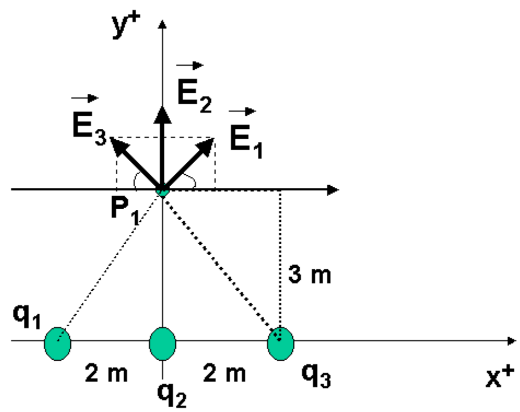
c) El trabajo necesario para trasladar una cuarta carga desde el infinito hasta el punto P_2.

Datos: $q_1=q_2=q_3=+1\mu C$; $q_4=-2\mu C$; $K=8.89\ 10^9\ Nm^2C^{-2}$

(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:

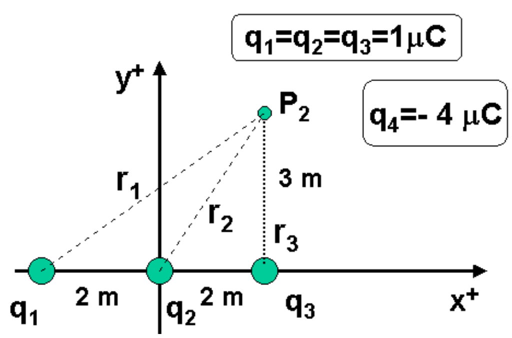
$$\vec{E}_1 = E_{1x}\vec{i} + E_{1y}\vec{j} = E_1\, sen\alpha_1\, \vec{i} + E_1 \cos\alpha_1\, \vec{j} =$$

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

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

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_1 = k\cdot\frac{q_1}{r_1^2} = 8{,}89\cdot 10^9\ \frac{1\cdot 10^{-6}}{13} = 680\,N$$

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



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

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

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_2 = k\cdot\frac{q_2}{r_2^2} = 8{,}89\cdot 10^{9}\cdot\ \frac{1\cdot 10^{-6}}{9} = 987{,}8\,(N/C)$$

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

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

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

$$El\ módulo\ se\ calcula: E_3 = k\cdot\frac{q_3}{r_3^2} = 8{,}89\cdot 10^9\ \frac{1\cdot 10^{-6}}{13} = 680\,N$$

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

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

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

(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: $V_1 = k\dfrac{q_1}{r_{q1P2}}$,

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

En la figura del punto P_2:
Las distancias son:
$r_1 = \sqrt{4^2+3^2} = \sqrt{25} = 5\,m$
$r_2 = \sqrt{2^2+3^2} = \sqrt{13}\,m$
$r_3 = 3\,m$

$$V_{P2} = k\frac{q_1}{r_1} + k\frac{q_2}{r_2} + k\frac{q_3}{r_3} = 8{,}89\cdot 10^9\cdot 1\cdot 10^{-6}\left(\frac{1}{5}+\frac{1}{\sqrt{13}}+\frac{1}{3}\right) = 8{,}89\cdot 10^3\cdot(0{,}8107) = 7{,}207\cdot 10^3 V = \boxed{\mathbf{7.207\ V}}$$

(c) El trabajo necesario para trasladar la cuarta carga q_4 desde el infinito hasta el punto P_2 viene dado por:
$W_{\infty\to P2} = q_4\cdot(V_{P2} - V_\infty) = -2\cdot 10^{-6}\cdot(7207-0) =$ $\boxed{\mathbf{-0{,}0144\ J = -1{,}44\cdot 10^{-2}\ J}}$
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.- En una cuerda se propaga una onda cuya ecuación viene dada por $y(x,t) = 8\,\mathrm{sen}(2x+6t)$, donde x viene en metros y t en segundos. Calcular:
a) La velocidad de propagación de la onda.
b) La aceleración a los 6s de un punto de la cuerda situado a 3m.
c) La diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda separados una distancia de 90 cm.

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

$y = 8\sin 2\pi\left[\dfrac{x}{\left(\frac{2\pi}{2}\right)} + \dfrac{t}{\left(\frac{2\pi}{6}\right)}\right]$ 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=-288sin(6+36) = - 288 sen (72)= -288 (0,254) = 73,10 m·s^{-2}

(c) **La diferencia de fase entre dos puntos de la cuerda** separados entres si 90 cm, 0,9 m.
El desfase entre dos puntos separados entre si 0,9 m es: $\Delta\Phi = k\cdot\Delta x = \dfrac{2\cdot\pi}{\lambda}\cdot\Delta x$;

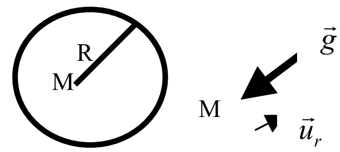
Sustituyendo: $\Delta\Phi = \dfrac{2\cdot\pi}{\pi}\cdot 0{,}9$; $\boxed{\Delta\Phi = \mathbf{1{,}8\ m}}$

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

CUESTIONES

1.- Para un planeta de masa M y radio R, discutir bajo que condiciones se puede considerar constante el vector intensidad del campo gravitatorio. (Ayuda: discutir primero el módulo, y a continuación la dirección y sentido)

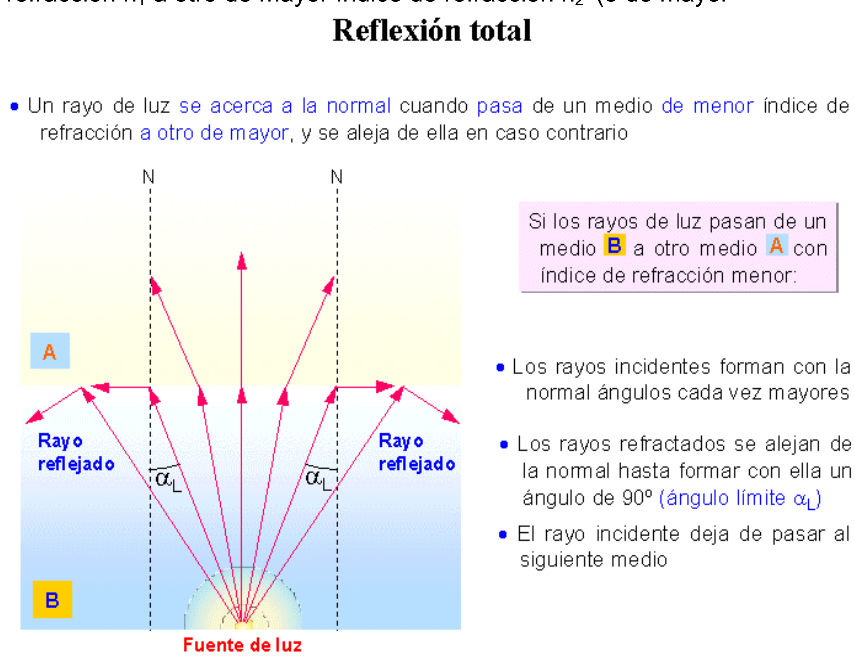
Teniendo en cuenta que: $\vec{g} = -G\frac{M}{r}\cdot\vec{u}_r;\ g = G\frac{M}{r}$



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.- Explicar en qué consiste el fenómeno de la reflexión total y por qué permite la transmisión de información a través de la fibra óptica.

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.- Calcular la longitud de onda asociada a una pelota de golf de 50g de masa que se mueve con una velocidad de 250 ms^{-1}. (h= $6.63\cdot10^{-34}$ Js).

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: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$;

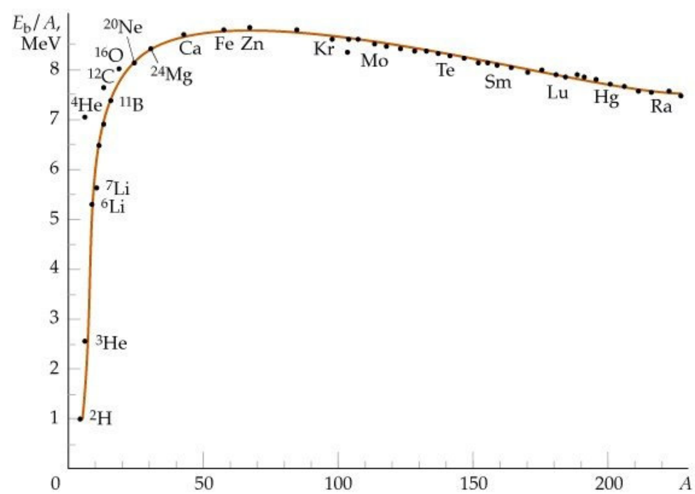
$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63x10^{-34}}{0{,}05x250} = 5{,}3x10^{-35}\,m$$

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.- Explicar por qué la masa de un núcleo atómico es menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

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 las 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)