PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD. LOGSE

L.O.G.S.E. FÍSICA

CURSO 2004-2005 - CONVOCATORIA: Junio

SOLUCIONES

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.

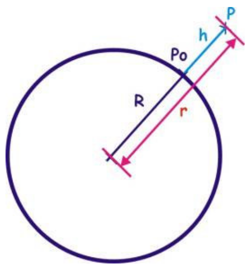
OPCIÓN A

Problemas

2. Un satélite artificial de 500 kg de masa, que se encuentra en una órbita circular, da una vuelta a la Tierra en 48 horas.
d) ¿A que altura sobre la superficie terrestre se encuentra?
e) Calcula la aceleración del satélite en su órbita.
f) ¿Cuál será su periodo cuando se encuentre a una altura de la superficie terrestre igual a dos veces el radio de la Tierra?
Datos: G= 6.67 10^{-11} Nm^2kg^{-2}. R_T= 6370 km M_T= 5.97 10^{24} kg

a) La Fuerza centrípeta necesaria para que el satélite describa su órbita circular viene suministrada por la atracción gravitatoria que la Tierra ejerce sobre él, es decir:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F}=m\vec{a}_c \Leftarrow 2^{\text{a}}\,\text{ley de Newton} \Rightarrow \left|\vec{F}\right|=m\dfrac{v^2}{r}\\ \vec{F}=-\dfrac{GMm}{r^2}\vec{u}_r \Leftarrow \text{atracción..} \Rightarrow F=\dfrac{GMm}{r^2}\end{array}\right\}\left(\begin{array}{c}\text{MCU}\\ v=\dfrac{2\pi r}{T}\end{array}\right)\rightarrow\left(\begin{array}{c}m\dfrac{v^2}{r}=\dfrac{GMm}{r^2}\\ m\dfrac{\left(\dfrac{2\pi r}{T}\right)^2}{r}=\dfrac{GMm}{r^2}\end{array}\right)$$



$$r^3=\frac{GM}{4\pi^2}T^2\,(1) \Leftrightarrow r=\text{R}+h=\sqrt[3]{\frac{GM}{4\pi^2}T^2} \Leftrightarrow h=r-R=\sqrt[3]{\frac{GM}{4\pi^2}T^2}-\text{R}$$

$$h=\sqrt[3]{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot\ 5,97\ 10^{24}}{4\pi^2}(48\cdot3600)^2}-6,37\cdot10^6=6,06\cdot10^7\,\text{m}$$

b) La aceleración en su órbita, es sólo centrípeta, de las expresiones anteriores obtenemos:

$$\left.\begin{array}{l}\left|\vec{F}\right|=m\dfrac{v^2}{r}\\ F=\dfrac{GMm}{r^2}\\ F=m\cdot a\end{array}\right\}\rightarrow\left(\begin{array}{c}m\cdot a=m\dfrac{v^2}{r}=\dfrac{GMm}{r^2}\\ a=\dfrac{v^2}{r}=\dfrac{GM}{r^2}\end{array}\right)\left\|\begin{array}{c}\left(r=\sqrt[3]{\dfrac{GM}{4\pi^2}T^2}\approx6,7\cdot10^7\,\text{m}\right)\\ a=\dfrac{6,67\cdot10^{-11}\cdot\ 5,97\ 10^{24}}{\left(6,7\cdot10^7\right)^2}\approx8,85\cdot10^{-2}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\end{array}\right.$$

O bien podemos obtener la aceleración, de otra forma, a partir de la expresión:

$$a=a_c=\frac{v^2}{R}=\frac{\left(\dfrac{2\pi r}{T}\right)^2}{R}=\frac{4\pi^2R}{T^2}=\frac{4\pi^2\cdot6,7\cdot10^7}{(48\cdot3600)^2}=0{,}0885\ ms^{-2}=8{,}85\cdot10^{-2}\ ms^{-2}$$

c) Si queremos saber el periodo cuando el radio de la órbita sea r=R + h = R+2R=3R sólo tenemos que sustituir en la expresión anterior (1)

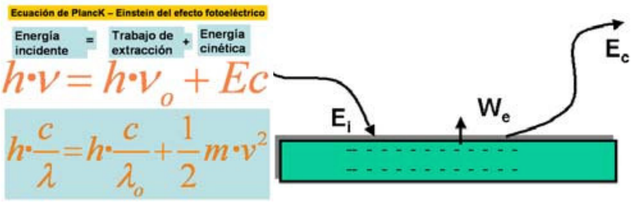
$$r^3 = \frac{GM}{4\pi^2}T^2 \rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2(3\cdot R)^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2\ \left(3\cdot 6,37\cdot 10^6\right)^3}{6,67\cdot 10^{-11}\cdot\ 5,97\ 10^{24}}} \approx 26265,6 \text{ s} \approx 7,3 \text{ h}$$

También podemos calcular el periodo, de otra forma, aplicando la 3ª Ley de Kepler, con lo que obtendríamos el mismo resultado:

$$Como\, R' = R_T + h = 3R_T\ ;\ \frac{R^3}{T^2} = \frac{R'^3}{T'^2} \quad \Rightarrow \quad T' = \left(\frac{R'}{R}\right)^{3/2}; T = \left(\frac{3R_T}{R}\right)^{3/2}; T = \left(\frac{3\cdot 6370}{67000}\right)^{3/2}\cdot 48 \approx 0{,}152\cdot 48 = 7{,}3\, h$$

2. Una superficie de wolframio tiene una frecuencia umbral $1{,}3\cdot 10^{15}$ Hz. Se ilumina dicha superficie con luz y se emiten electrones con una velocidad de $5\cdot 10^5$ m/s. Calcula:
a) La longitud de onda de la luz que ilumina el wolframio.
b) La longitud de onda asociada a los electrones emitidos por dicha superficie.
Si los electrones emitidos entran ahora en una región del espacio donde existe un campo magnético de 2T, perpendicular su velocidad,
c) Dibuja las fuerzas que intervienen sobre el electrón y calcula el radio de la órbita circular que describen dichos electrones.

a) La longitud de onda de la luz que ilumina el wolframio, la calculamos con la ayuda de la expresión de
Einstein para el efecto fotoeléctrico...
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:



$$E_c = E - \tau \rightarrow \begin{pmatrix} E_c = \dfrac{mv^2}{2} \\ E = h\upsilon = h\dfrac{c}{\lambda} \\ \tau = h\upsilon_0 \end{pmatrix} \rightarrow E = E_c + \tau\,;\left\{ h\frac{c}{\lambda} = \frac{mv^2}{2} + h\upsilon_0 \rightarrow \lambda = \frac{h\cdot c}{\dfrac{mv^2}{2} + h\upsilon_0} \right.$$

$$\lambda = \frac{6,63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{\dfrac{9{,}11\cdot 10^{-31}\left(5.10^5\right)^2}{2} + 6,63\cdot 10^{-34}\cdot 1{,}3\cdot 10^{15}} \approx 2,04\cdot 10^{-7} \text{ m}$$

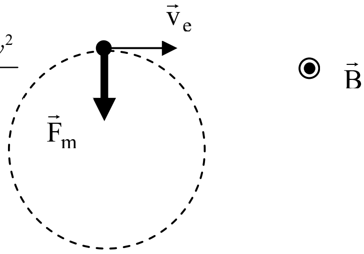
b) De la expresión de De Broglie para la dualidad onda partícula de la luz calcularemos la longitud de onda asociada para los electrones despedidos...

$$\left.\begin{array}{l} E = mc^2 \\ E = h\dfrac{c}{\lambda} \end{array}\right\} \rightarrow mc^2 = h\frac{c}{\lambda};\ \lambda = \frac{h}{mc}\left(\text{La expresión queda para el electrón}\right) \rightarrow \lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda = \frac{6,63\cdot 10^{-34}}{9{,}11\cdot 10^{-31}\cdot 5\cdot 10^5} \approx 1,4\cdot 10^{-9} \text{ m}$$

c) Al introducirse los electrones en el campo magnético se ven sometidos a una fuerza perpendicular a su desplazamiento que viene dada por...

$$\begin{pmatrix} \vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \\ \vec{F} \perp \vec{v} \perp \vec{B} \\ F = qvB \end{pmatrix} \left(\text{Al ser } \vec{F} \perp \vec{v} \perp \vec{B}, \text{ el movimiento que se genera es circular}\right) \rightarrow F = \frac{mv^2}{r}$$

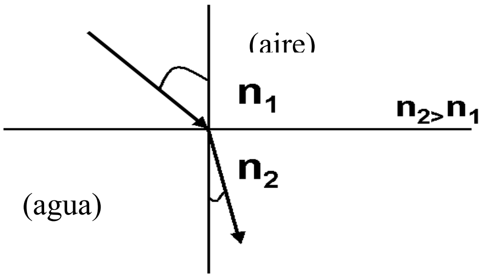


$$qvB = \frac{mv^2}{r} \rightarrow r = \frac{mv}{qB} = \frac{9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^5}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2} \approx 1{,}4 \cdot 10^{-6}\,\text{m}$$

Cuestiones

1.- Enuncia la ley de Snell de la refracción e ilústrala mediante un diagrama de rayos. Explica el funcionamiento de la fibra óptica.

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.**



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.

$$\frac{sen\,i}{sen\,r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

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.

El funcionamiento de la fibra óptica se basa en en la reflexión interna total, en la transmisión de un haz de luz a través de una fibra de vidrio transparente, delgada y larga. Al ir aumentando el ángulo de incidencia, el ángulo de refracción crece hasta que se alcanza un ángulo de incidencia crítico, o ángulo límite, para el cuál el ángulo de refracción es de 90º. En el caso de ángulos de incidencia mayores que ese ángulo crítico, no existe rayo refractado. Toda la energía se refleja.

Si el haz de luz empieza aproximadamente paralelo al eje de la fibra, chocará contra las paredes de la misma. Con ángulos mayores que el ángulo límite o crítico, si las partes curvas de la fibra no son demasiado agudas y no se perderá energía luminosa a través de las paredes de la fibra.

Como en la fibra óptica la luz dentro del tubo incide siempre en sus paredes internas con un ángulo mayor que el ángulo limite de modo que no puede escapar del tubo por refracción, se produce la reflexión total. Por ello la fibra óptica tiene muchas aplicaciones en medicina y en telecomunicaciones.

2.- Comenta las propiedades de la carga eléctrica. Una partícula en movimiento de masa m y carga q, ¿qué tipos de campo crea?

Las propiedades de la carga eléctrica son: hay dos tipos de carga, las cargas de igual signo se repelen y las de distinto signo se atraen.

La carga eléctrica está cuantizada, es decir todas las cargas observables se presentan en cantidades enteras múltiplos de la unidad fundamental de carga e del electrón ($q_{e^-} = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C)

La carga se conserva en sistemas aislados, esto es una ley de conservación de la naturaleza: "En toda interacción la carga total de los objetos que interaccionan no varia"

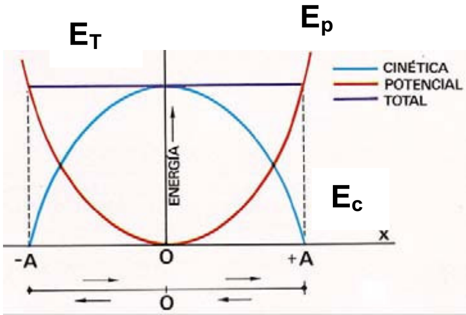
Las cargas son fuentes del campo electromagnético. Las cargare eléctrica en reposo originan campos eléctricos y las cargas en movimiento campos magnéticos.

La unidad de carga en el SI son el culombio

Los tipos de campo que crea una partícula en movimiento de masa m y carga q son: gravitatorio (debido a su masa), eléctrico (debido a su carga) y magnético (debido al movimiento de la carga).

3.- Un oscilador armónico se encuentra en un instante determinado en una posición que es igual a un tercio de su amplitud A. Determina para dicho instante la relación existente entre la energía cinética y la energía potencial (Ec/Ep).

Cuando un objeto oscila con movimiento armónico simple, las energías cinética y potencial del sistema varían con le tiempo. Su suma la energía total . $E_T = E_c + E_p$ permanece constante.
La energía total del movimiento armónico simple es proporcional al cuadrado de la amplitud:



$$E_T = \frac{1}{2} k \ A^2$$

Cuando el oscilador se encuentre en una posición que es igual a un tercio de su amplitud A, (x=1/3A)

Como: $\mathbf{E_p = ½ K \cdot x^2}$ **y** $\mathbf{E_T = E_c + E_p \Rightarrow E_c = E_T - E_p}$

Por tanto la relación existente entre la energía cinética y la energía potencial (Ec/Ep) vendrá dada por:

$$\left.\begin{array}{l} E_c + E_p = \frac{1}{2}kA^2 \\ E_p = \frac{1}{2}k\left(\frac{1}{3}A\right)^2 = \frac{1}{9}\frac{1}{2}kA^2 \end{array}\right\} \Rightarrow E_c = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{9}\frac{1}{2}kA^2 = \frac{8}{9}\frac{1}{2}kA^2 \qquad \frac{E_c}{E_p} = \frac{\frac{8}{9}\frac{1}{2}kA^2}{\frac{1}{9}\frac{1}{2}kA^2} = 8 \qquad \frac{E_c}{E_p} = 8$$

4.- Define número atómico, número másico y energía de enlace. Explica por qué la masa de un núcleo atómico es un poco menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

-**Número atómico:** Es el número de protones de un núcleo o numero de cargas positivas. Nos mide la carga nuclear y sirve para caracterizar a los átomos de un mismo elemento, que tienen todos el mismo número atómico. Se representa por Z.
-**Número másico**: Número de nucleones (protones y neutrones) de un núcleo de un átomo. Se representa por A. Se cumple que: A= Z + N (donde N = Nº de neutrones)
-Energía de enlace: Es la energía mínima que se debe suministrar a un núcleo para descomponerlo en sus constituyentes. Es la misma energía que se desprende al formarse el núcleo al unirse los nucleones o partículas que lo constituyen.

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 masa del núcleo. Por tanto cuando dos o más nucleones se fusionan entre sí para formar un núcleo, la masa total decrece y se desprende energía. La masa de un núcleo es menor que la masa de sus partes en E_e/c^2, en donde E_e es la energía de enlace y c es la velocidad de la luz.

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD
LOGSE FÍSICA
CURSO 2004-2005 - CONVOCATORIA: JUNIO

SOLUCIONES

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 B

Problemas

1.- En el punto A(0,-1) se encuentra situada una carga eléctrica q_1=-10μC y en el punto B(0,1) otra carga eléctrica q_2=-10μC. Sabiendo que las coordenadas se expresan en metros, calcula:

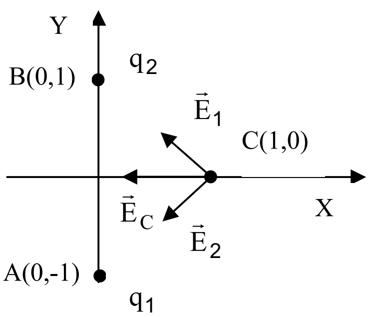
d) El campo eléctrico en el punto C(1,0). Además, representa las líneas de campo eléctrico asociado a estas dos cargas.

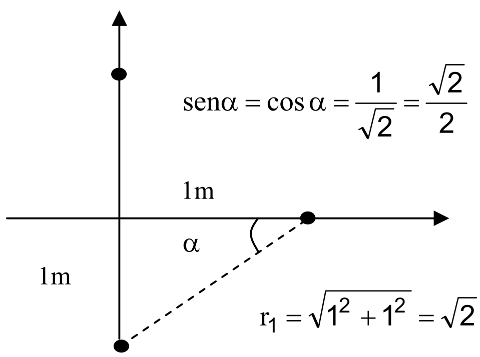
e) El potencial eléctrico en el punto O(0,0).

f) El trabajo realizado por el campo eléctrico para trasladar una carga de 10μC desde el punto O hasta el punto C.

Datos: K=9 10^9 Nm^2/C^2; 1μC=10^{-6}C

a) De los datos del enunciado podemos construir las siguientes figuras





Además, teniendo en cuenta el principio de superposición para el campo electrostático, el campo electrostático creado por las dos cargas en el punto C viene dado en coordenadas cartesianas por

$\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = E_{x,1}\,\vec{i} + E_{y,1}\vec{j} + E_{x,2}\,\vec{i} + E_{y,2}\vec{j}$

Debido a la simetría de la geometría y de los valores de las cargas que crean el campo, se tiene que $E_{y,2} = -E_{y,1}$ y $E_{x,1} = E_{x,2}$, y podemos concluir que el campo resultante en el punto C(1,0) está dirigido sobre el eje X y en sentido negativo.

$$\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2E_{x,1}\,\vec{i} = -2\cos\alpha\, E_1\,\vec{i} = -\sqrt{2}\,E_1\,\vec{i} = -\sqrt{2}\;k\frac{|q_1|}{r_{1C}^2}\,\vec{i} = -\sqrt{2}\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{10\cdot 10^{-6}}{2}\,\vec{i} = -6{,}4\cdot 10^4\;\vec{i}\,(N/C)$$

donde además se ha tenido en cuenta la relación entre componente de un vector y módulo del mismo ($E_{x,1} = E_1\cos\alpha$) y que la distancia de las cargas al punto C son iguales ($r_{1C} = r_{2C}$).

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

$$V_o = V_1 + V_2 = k\frac{q_1}{r_{1O}} + k\frac{q_2}{r_{2O}}$$

Debido a la igualdad entre los valores de las cargas y de las distancias de la expresión anterior, se tiene

$$V_o = V_1 + V_2 = 2k\frac{q_1}{r_{1O}} = -2\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{10\cdot 10^{-6}}{1} = -18\cdot 10^4\ V$$

c) Finalmente, el trabajo realizado por el campo para desplazar una carga q desde el punto O al punto C viene dado por

$$V_c = V_1 + V_2 = 2k\frac{q_1}{r} = -2\cdot 9\cdot 10^9\,\frac{10\cdot 10^{-6}}{\sqrt{2}} = -12{,}73\cdot 10^4\ V$$

$$W_{Campo}(O\to C) = q(V_o - V_c) = 10\cdot 10^{-6}\left(-18\cdot 10^4 - \left(-12{,}73\cdot 10^4\right)\right) = -0{,}527\ J$$

2.- El ojo humano se asemeja a un sistema óptico formado por una lente convergente (el cristalino) de +15mm de distancia focal. La imagen de un objeto lejano (en el infinito) se forma sobre la retina, que se considera como una pantalla perpendicular al sistema óptico. Calcula:

d) La distancia entre la retina y el cristalino.

e) La posición de la imagen de un árbol que está a 50m del cristalino del ojo.

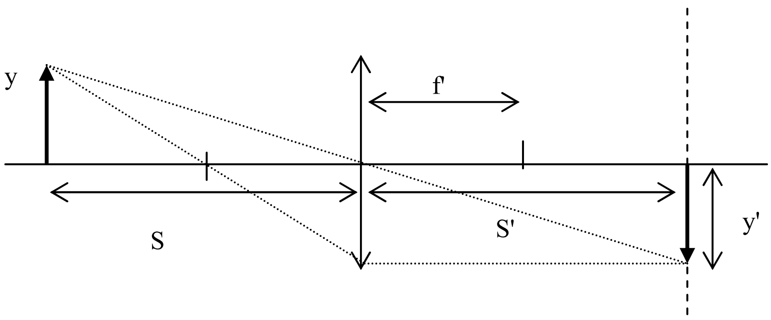
f) El tamaño de la imagen de un árbol de 10m de altura, que está a 100m del ojo.

a) Identificando la lente con el cristalino y la focal de dicha lente con la posición de la retina (hecho que ocurre para un ojo normal) se tiene que la distancia entre la retina y el cristalino es

a) $d_{r-c} = f' = 15\ mm$

Haciendo uso de la ecuación de lentes delgadas, podemos resolver los dos apartados siguientes.

b)



$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \quad\Rightarrow\quad s' = \frac{sf'}{s-f'} = \frac{50\cdot 0{,}015}{50-0{,}015} = 0{,}015005\ m = 15{,}005\ mm$$

c)

$$-\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad s'=\frac{sf'}{s-f'}=\frac{100\cdot 0{,}015}{100-0{,}015}=0{,}015002\ \mathrm{m}=15{,}002\ \mathrm{mm}$$

$$\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y'=\frac{s'}{s}y=\frac{15{,}002}{-100}10\approx -1{,}5\ \mathrm{m} \quad \Rightarrow \quad T_{\mathrm{imagen}}=1{,}5\ \mathrm{m}$$

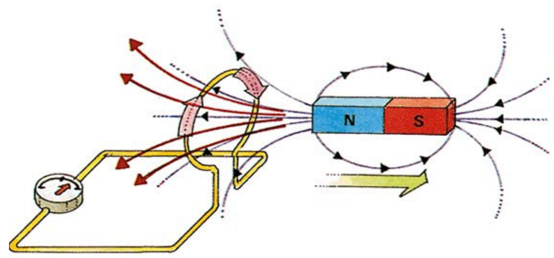
Cuestiones

1.- Enuncia la ley de Faraday-Henry y Lenz y explica cómo se produce un a corriente eléctrica en una espira que gira en un campo magnético uniforme.

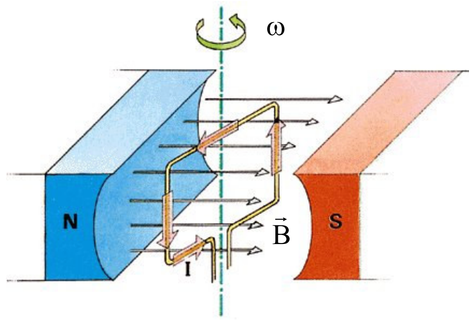
La fuerza electromotriz inducida en un circuito (ε) es igual a la variación del flujo magnético (ϕ) que lo atraviesa por unidad de tiempo, siendo el sentido de la corriente inducida tal que se opone a la variación de flujo que la produce.

$$\varepsilon=-\frac{d\phi_S\left(\vec{B}\right)}{dt} \qquad \phi_S\left(\vec{B}\right)=\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$$

Recordando que siempre que tengamos una fuerza electromotriz en un circuito se producirá una corriente eléctrica, la ley de Faraday nos indica que podemos inducir una corriente en un circuito de sección S sometiendo al mismo a un campo magnético. Hay dos formas sencillas de conseguir esto: **(a)** dado un circuito en reposo, someterlo a un campo magnético variable en el tiempo (mediante el movimiento de un imán, por ejemplo) que da lugar a un flujo magnético variable en el tiempo, o, **(b)** mediante un circuito en movimiento, por ejemplo movimiento de rotación, sometido a un campo magnético uniforme (un imán en reposo, por ejemplo).



(a)



(b)

En este último caso, la superficie efectiva para el cálculo del flujo varía en el tiempo (al rotar el conductor) y por tanto se obtiene un flujo dependiente del tiempo que puede producir una corriente eléctrica. Esto es,

$$\phi_S\left(\vec{B}\right)=\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_S B\cos\omega t\, dS=B\cos\omega t\int_S dS=B\,S\cos\omega t$$

donde ω es la velocidad angular de rotación del conductor.

2.- Define el trabajo de extracción de los electrones emitidos por un metal cuando sobre su superficie incide radiación electromagnética. Explica de qué magnitudes depende la energía máxima de los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico.

El trabajo de extracción de un material es la energía mínima necesaria que se debe suministrar a dicho material (metal) para extraer un electrón. La energía cinética máxima de los electrones emitidos se obtiene de la aplicación de la conservación de la energía al proceso de extracción, y viene dada por $(E_c)_{max} = h\nu - W_{ext} \quad \Rightarrow \quad (E_c)_{max}$. Podemos observar en dicha expresión una dependencia sobre una propiedad del material, como es el trabajo de extracción del mismo, y una dependencia sobre una propiedad de la radiación incidente, como es la frecuencia de los fotones incidentes

3.- Un surfista observa que las olas del mar tienen 3m de altura y rompen cada 10s en la costa. Sabiendo que la velocidad de las olas es de 35km/h, determina la ecuación de onda de las olas.

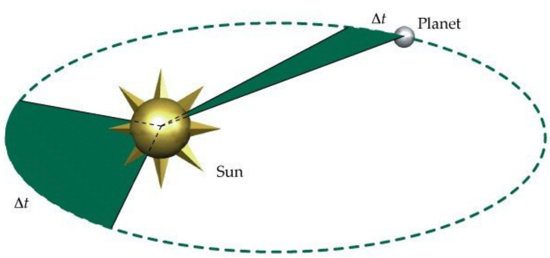
Admitiendo que la forma de la superficie del mar tiene la forma de la función seno, podemos considerar las olas como ondas armónicas sinusoidales.

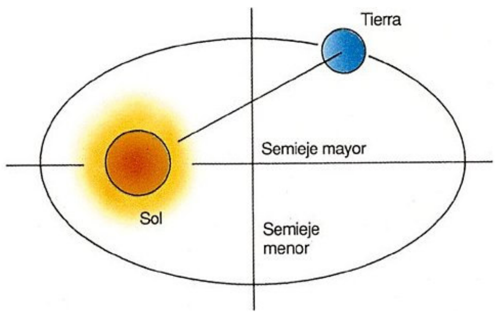
$y(x, y) = A \text{ sen}\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$ A=3 m (o 1,5 m); T=10 s; λ=vT=(35000/3600) 10=97,2 m

4.- Enuncia las tres leyes de Kepler. Si un planeta A tiene período tres veces mayor que el de otro planeta B, ¿en qué relación están los radios de sus órbitas?
Enuncia las tres leyes de Kepler. Si un planeta A tiene período tres veces mayor que el de otro planeta B, ¿en qué relación están los radios de sus órbitas?

Las tres leyes de Kepler son:

- i- Ley de las órbitas elípticas: las órbitas de los planetas alrededor del Sol son elipses, ocupando éste uno de sus focos.
- ii- Ley de las áreas: las áreas barridas por los radios vectores (los cuales unen el So, y el planeta) son iguales para tiempos iguales.
- iii- Ley de los períodos: la relación entre el período (T) del movimiento de un planeta en torno al Sol y el semieje mayor de la correspondiente órbita elípticas viene dado por $\frac{T^2}{a^3} = k$, siendo k una constante.





Teniendo en cuenta la ley de los períodos, donde hemos tomado a=R, se tiene

$$\frac{T_A^2}{R_A^3} = k\,, \frac{T_B^2}{R_B^3} = k \quad \Rightarrow \frac{T_A^2}{R_A^3} = \frac{T_B^2}{R_B^3} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{2/3} = (3)^{2/3} \approx 2{,}08$$