EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOMCE – JUNIO 2018

FÍSICA

INDICACIONES

Elegir una de las dos opciones. No deben resolverse cuestiones de opciones diferentes.

CONSTANTES FISICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

OPCIÓN DE EXAMEN N° 1

1. La ecuación de una onda transversal es, en unidades del S.I.

$$y(x,t) = 8 \cdot \cos\left(2\pi\left(\frac{t}{0{,}02} - \frac{x}{50}\right)\right)$$

a) [1 PUNTO] Amplitud, frecuencia, período y longitud de onda.
b) [0,5 PUNTOS] Diferencia de fase entre dos puntos separados 25 m.
c) [0,5 PUNTOS] Escribir la ecuación de onda de la misma amplitud y frecuencia pero que se propague en sentido contrario y con la mitad de velocidad.

2. Un haz de luz monocromática, de longitud de onda en el aire de $\lambda_0 = 6{,}0 \cdot 10^{-7}$m, incide desde el aire, sobre un vidrio plano de índice 1,5 con un ángulo de incidencia de 30º.
Por el otro lado del vidrio hay agua (índice 1,33). Determinar:
a) [0,75 PUNTOS] El ángulo de refracción en el vidrio (entrada desde el aire) y el ángulo de salida por el agua.
b) [0,75 PUNTOS] La longitud de onda de dicho haz en el agua.
c) [0,5 PUNTOS] Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz.

3. En una muestra radiactiva, transcurridos 30 días su actividad es una cuarta parte de la que tenía al principio.
a) [1 PUNTO] Determina el valor de la constante de desintegración y calcula el periodo de semidesintegración.
b) [0,5 PUNTOS] Si la actividad de la muestra en ese momento vale $6{,}4 \cdot 10^{14}$ Bq, calcula cuántos átomos radiactivos había inicialmente.
c) [0,5 PUNTOS] Describe brevemente un proceso de desintegración en el que se emite una partícula β (beta).

4. Un satélite de 500 kg se sitúa a una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. Determinar:
a) [1 PUNTO] ¿Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del satélite desde la superficie de la tierra? ¿Cuál sería la energía mecánica en esa órbita?
b) [1 PUNTO] Una vez en órbita ¿cuál es la energía mínima que hay que suministrar al satélite para que escape de la acción del campo?

5. Dos cargas eléctricas puntuales de valor 3 mC y –3 mC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (0,4) y (0,–4) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.
a) [1 PUNTO] Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en los puntos (0,6) y (6,0).
b) [1 PUNTO] ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto (0,6) hasta el punto (6,0)?

CONSTANTES FISICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- La ecuación de una onda transversal es, en unidades del S.I.

$$y\,(x,t) = 8\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{0,02} - \frac{x}{50}\right)\right]$$

a) **(1 p)** Amplitud, frecuencia, período y longitud de onda.

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido positivo del eje OX es:

$$y\,(x;t) = A\,.\ cos\ (\omega\,.\ t - k\,.\ x\ +\ \varphi_0) = A\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) +\ \varphi_0\right]$$

Por identificación de términos:

$$A = 8\,m; \qquad T =\ 0,02\ s\,; \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} =\ 50\,Hz\,; \qquad \lambda\ =\ 50\ m$$

b) **(0,5 p)** Diferencia de fase entre dos puntos separados 25 m.

$$\Delta\varphi =\ (100\pi\,.\ t -\ 0,04\pi\,.\ x_2) -\ (100\pi\,.\ t +\ 0,04\pi\,.\ x_1) = 0,04\pi\,.\ \Delta x = 0,04\pi\,.\ 25 = \pi\ rad$$

También se puede resolver teniendo en cuenta que dos puntos de la onda separados una distancia igual a la longitud de onda tienen un desfase entre sí de 2π radianes. Por lo tanto:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \quad \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi\ .\ \Delta x}{\lambda} = \frac{2\pi\ .\ 25}{50} = \pi\ rad$$

c) **(0,5 p)** Escribir la ecuación de onda de la misma amplitud y frecuencia pero que se propague en sentido contrario y con la mitad de velocidad.

Si la frecuencia no varía, pero sí lo hace la velocidad de propagación, tiene que variar la longitud de onda.

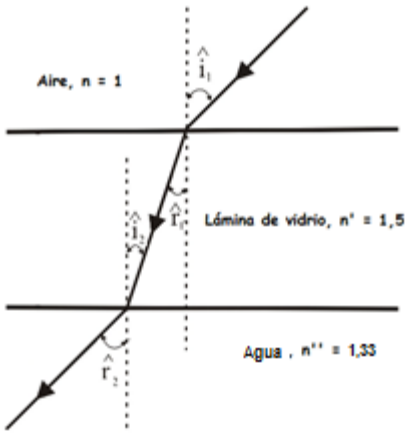
$$\lambda' = \frac{v'}{f} = \frac{v}{2\,.\,f} = \frac{\lambda\,.\,f}{2\,.\,f} = \frac{\lambda}{2} = \frac{50}{2} = 25\ m$$

Además, si cambia el sentido de propagación, cambia el signo de la fase. La nueva ecuación de onda será:

$$y\,(x,t) = 8\,.\ cos\left[2\pi\,.\ \left(\frac{t}{0,02} + \frac{x}{25}\right)\right] = 8\,.\ cos\ (100\pi\,.\ t + 0,08\pi\,.\ x)$$

2.- Un haz de luz monocromática, de longitud de onda en el aire $\lambda_0 = 6{,}0.10^{-7}$ m, incide desde el aire, sobre un vidrio plano de índice 1,5 con un ángulo de incidencia de 30°. Por el otro lado del vidrio hay agua (índice 1,33). Determinar:

a) **(0,75 p)** El ángulo de refracción en el vidrio (entrada desde el aire) y el ángulo de salida por el agua.



Se produce una doble refracción.

Aire – Lámina: si aplicamos la ley de Snell de la refracción

$$n\,.\,sen\ \widehat{i_1} = n'.\ sen\ \widehat{r_1} \Rightarrow 1\,.\ sen\ 30° = 1{,}5\,.\ sen\,\widehat{r_1}$$

$$\widehat{r_1} = 19{,}47°$$

Lámina – Líquido: por tratarse de ángulos internos alternos

$$\widehat{r_1} = \widehat{i_2}$$

$$n'.\ sen\ \widehat{i_2} = n''.\ sen\ \widehat{r_2} \Rightarrow 1{,}5\,.\ sen\ 19{,}47° = 1{,}33\,.\ sen\,\widehat{r_2}$$

$$\widehat{r_2} = 22{,}08°$$

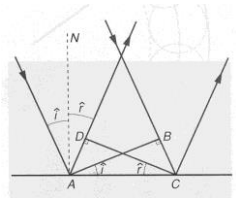
b) **(0,75 p)** La longitud de onda de dicho haz en el agua.

$$f_{aire} = f_{agua} \Rightarrow \frac{v_{aire}}{\lambda_{aire}} = \frac{v_{agua}}{\lambda_{agua}} \Rightarrow \frac{c/n_{aire}}{\lambda_{aire}} = \frac{c/n_{agua}}{\lambda_{agua}} \Rightarrow \lambda_{agua} = \lambda_{aire}\,.\,\frac{n_{aire}}{n_{agua}}$$

$$\lambda_{vidrio} = 6.10^{-7}\,.\,\frac{1}{1{,}33} = 4{,}51.10^{-7}\ m = 451\ nm$$

c) **(0,5 p)** Enuncie las leyes de reflexión y refracción de la luz.

Ley de Snell de la reflexión:



- **El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.**
- **Los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales.**

Ley de Snell de la refracción: La relación entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es, para dos medios dados, constante e igual a la razón entre las velocidades v_1 y v_2 con que se propaga la luz en ambos medios, verificándose que:

$$\frac{sen\,\vec{i}}{sen\,\vec{r}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad o \qquad n_1\,.\,sen\,\vec{i} = n_2\,.\,sen\,\vec{r}$$

3.- En una muestra radiactiva, transcurridos 30 días su actividad es una cuarta parte de la que se tenía al principio.

a) **(1 p)** Determina el valor de la constante de desintegración y calcula el período de semidesintegración.

$$A = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow \frac{A_0}{4} = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow ln\left(\frac{1}{4}\right) = -\lambda.\,t$$

$$\lambda = -\frac{ln\left(\frac{1}{4}\right)}{t} = -\frac{-1{,}386}{30} = 4{,}62.10^{-2}\ día^{-1} = 5{,}35.10^{-7}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{4{,}62.10^{-2}} = 15\ días = 1{,}296.10^{6}\ s$$

b) **(0,5 p)** Si la actividad de la muestra en ese momento vale $6{,}4.10^{14}$ Bq, calcula cuántos átomos radiactivos había inicialmente.

$$A = \frac{A_0}{4} \Rightarrow A_0 = 4\,.\,A = 4\,.\,6{,}4.10^{14} = 2{,}56.10^{15}\ Bq$$

$$A_0 = \lambda\,.\,N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{2{,}56.10^{15}}{5{,}35.10^{-7}} = 4{,}78.10^{21}\ átomos$$

c) **(0,5 p)** Describe brevemente el proceso de desintegración en el que se emite una partícula β (beta).

La desintegración beta, emisión beta o decaimiento beta es un proceso mediante el cual un <u>nucleido</u> o núclido inestable emite una partícula beta (un electrón o positrón) para compensar la relación de neutrones y protones del núcleo atómico.
Cuando esta relación es inestable, algunos neutrones se convierten en protones. Como resultado de esta mutación, cada neutrón emite una partícula beta y un antineutrino electrónico o un neutrino electrónico.

$$n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\upsilon}_e$$

Según las reglas de Sody cuando un núcleo emite radiación beta se convierte en otro núcleo con el mismo número másico pero cuyo número atómico es una unidad mayor:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\beta$$

4.- Un satélite de 500 kg se sitúa a una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. Determinar:

a) **(1 p)** ¿Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del satélite desde la superficie de la Tierra? ¿Cuál sería la energía mecánica en esa órbita?

$$\Delta E_p = (E_p)_h - (E_p)_{superficie} = -G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{r} - -G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{R_T} = G\,.\,M_T\,.\,m\,.\,\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r}\right)$$

$$\Delta E_p = 6{,}7.10^{-11}\,.\,5{,}97.10^{24}\,.\,500\,.\,\left(\frac{1}{6{,}37.10^6} - \frac{1}{7{,}57.10^6}\right) = 4{,}98.10^9\ J$$

La energía mecánica del satélite en su órbita, también conocida como energía de enlace, es la suma de las energías cinética y potencial que tiene el satélite en su órbita.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,(v_O)^2 + \left[\frac{-G\,.\,M_T\,.\,m}{r}\right] = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\left(\sqrt{\frac{G\,.\,M_T}{r}}\right)^2 + \left[\frac{-G\,.\,M_T\,.\,m}{r}\right] = -\frac{1}{2}\,.\,G\,.\,\frac{M_T\,.\,m}{r}$$

$$E_m = -\frac{1}{2}\,.\,6{,}7.10^{-11}\,.\,\frac{5{,}97.10^{24}\,.\,500}{7{,}57.10^6} = -1{,}32.10^{10}\ J$$

b) **(1 p)** Una vez en órbita, ¿Cuál es la energía mínima que hay que suministrar al satélite para que escape de la acción del campo?

Cuando un objeto escapa de la atracción gravitatoria terrestre su energía mecánica es cero o positiva.

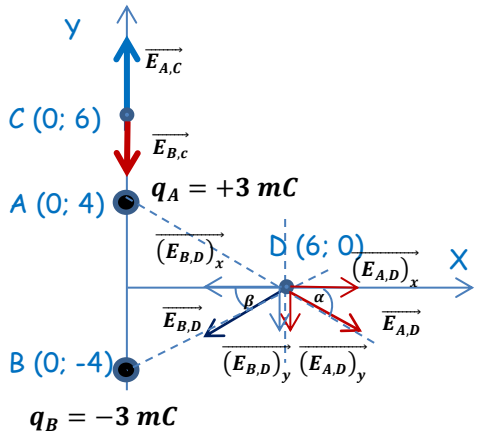
$$E_{enlace} + W = 0$$

De modo que la mínima energía necesaria para llevar el satélite desde su órbita hasta un punto donde dejaría de estar bajo la influencia gravitatoria de la Tierra, sería igual a la energía de enlace del satélite cambiada de signo.

$$W = -E_{enlace} = 1{,}32.10^{10}\ J$$

5.- Dos cargas eléctricas puntuales de valor 3 mC y -3 mC se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (0; 4) y (0; -4), respectivamente, estando las distancias expresadas en m.

a) **(1 p)** Calcular y representar gráficamente la intensidad de campo en (0; 6) y (6; 0).



$$r_{A,C} = 2\ m$$

$$r_{B,C} = 10\ m$$

$$r_{A,D} = r_{B,D} = r = \sqrt{4^2 + 6^2} = \sqrt{52}\ m$$

$$\alpha = \beta = arctg\left(\frac{4}{6}\right) = 33,7°$$

Punto C

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{A,C} + \vec{E}_{B,D} = K\,.\frac{q_A}{(r_{A,C})^2}\,.\,(\vec{j}) + K\,.\frac{q_B}{(r_{B,C})^2}\,.(-\vec{j}) = K\,.\,q\,.\left(\frac{1}{(r_{A,C})^2} - \frac{1}{(r_{B,C})^2}\right)\vec{j}$$

$$\vec{E}_C = 9.10^9\,.\,3.10^{-3}\,.\left(\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{(10)^2}\right)\vec{j} = 6,48.10^6\ \vec{j}\ \ N/C$$

Punto D

En el punto D se da una situación de simetría, ya que al ser $q_A = q_B$ (en módulo) y $r_{A,D} = r_{B,D}$, el módulo del campo eléctrico creado por ambas cargas es igual, por lo que al hacer la descomposición del vector las componentes horizontales se anulan entre sí (vectores iguales de sentido contrario) y el campo total es la suma de las dos componentes verticales, que también son iguales.

$$\vec{E}_D = \vec{E}_{A,D} + \vec{E}_{B,D} = 2\,.\,(\vec{E}_{A,D})_y = -2\,.\,K\,.\frac{q_A}{(r_{A,C})^2}\,.\ cos\,\alpha\ \vec{j} = -2\,.\,9.10^9\,.\frac{3.10^{-3}}{(\sqrt{52})^2}\,.\ sen\,33,7°\ \vec{j}$$

$$\vec{E}_D = -5,76.10^5\ \vec{j}\ \ N/C$$

b) **(1 p)** ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto (0; 6) hasta el punto (6; 0)?

Calculamos el potencial gravitatorio en ambos puntos:

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = K\,.\left(\frac{q_A}{r_{A,C}} + \frac{q_B}{r_{B,C}}\right) = K\,.\,q\,.\left(\frac{1}{r_{A,C}} + \frac{1}{r_{B,C}}\right) = 9.10^9\,.\ 3.10^{-3}\,.\left(\frac{1}{2} + \frac{-1}{10}\right) = 1,08.10^7\ V$$

$$V_D = V_{A,D} + V_{B,D} = K\,.\left(\frac{q_A}{r_{A,D}} + \frac{q_B}{r_{B,D}}\right) = K\,.\,\frac{q}{r}\,.\,(1 + (-1)) = 0\ V$$

$$(W_{C\to D})_{F\ eléctrica} = q'.\,(V_C - V_D) = 1,6.10^{-19}.\,(1,08.10^7 - 0) = 1,728.10^{-12}\ J$$

Proceso espontáneo. El trabajo realizado por la fuerza eléctrica para trasladar la carga supone una disminución de la energía potencial electrostática de ésta. El resultado es lógico ya que estamos alejando una carga positiva (el protón) de otra carga positiva y la estamos acercando a la carga positiva.

OPCIÓN DE EXAMEN N° 2

1. Una onda transversal de amplitud 0,8 m, frecuencia de 250 Hz y velocidad de propagación de 150 m/s, se propaga hacia valores positivos de x. Determina:

a) Escribe la ecuación de la onda [0,75 PUNTOS], si en el instante inicial $y(0, 0) = 0.2$ m, determina la fase inicial [0,25 PUNTOS].

b) [1 PUNTO] ¿A qué distancia se encuentran dos puntos consecutivos que vibran con una diferencia de fase de 60 º?

2. Si tenemos una lente convergente de 20 dioptrías.

a) [0,5 PUNTOS] ¿Con qué tamaño se vería un objeto de 2 mm de altura si la lente se pone a 3,4 cm de distancia?

b) [0,5 PUNTOS] Características de la imagen.

c) [1 PUNTO] Realiza el diagrama de rayos cualitativo correspondiente.

3. El trabajo de extracción para el aluminio es de 4,2 eV ($6{,}72 \cdot 10^{-19}$ J). Si se ilumina una superficie de este material con radiación de $15 \cdot 10^{-9}$m. Determina:

a) [0,5 PUNTOS] La longitud de onda umbral para el aluminio.

b) [1 PUNTO] La energía cinética máxima de los electrones emitidos.

c) [0,5 PUNTOS] Enuncia la explicación cuántica postulada por Einstein.

4. Cuatro masas idénticas de 3 kg cada una están situadas sobre los vértices de un cuadrado de 1 m de lado.

a) [1 PUNTO] Calcula la fuerza gravitatoria que se ejerce sobre la que se halla en el vértice inferior derecho y represéntalo.

b) [1 PUNTO] El potencial gravitatorio que hay en ese vértice debido a las otras tres masas.

5. Una bobina de 200 espiras circulares de 3 cm de radio se halla inmersa en un campo magnético uniforme $B = 0{,}1$ T en la dirección del eje de la bobina. Determina la f.e.m. media inducida en el circuito y el sentido de la corriente inducida si en un intervalo de tiempo $t = 0{,}05$ s:

a) [0,75 PUNTOS] El campo magnético se anula.

b) [0,75 PUNTOS] El campo invierte su sentido.

c) [0,5 PUNTOS] Enuncia la ley de Lenz.

CONSTANTES FISICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- Una onda transversal de amplitud 0,8 m, frecuencia de 250 Hz y velocidad de propagación de 150 m/s, se propaga hacia valores positivos de x. Determina:

a) Escribe la ecuación de la onda **(0,75 p)**, si en el instante inicial $y\,(0;0) = 0,2\ m$, determina la fase inicial **(0,25 p)**.

La ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido positivo del eje X:

$$y\,(x;t) = A\,.\ sen\ (\omega\,.\ t - k\,.\ x + \varphi_0) = A\,.\ sen\left(2\pi f\,.\ t - \frac{2\pi}{\lambda}\,.\ x + \varphi_0\right)$$

Por el enunciado sabemos:

$$f = 250\ Hz; \qquad A = 0,8\ m\,; \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{150}{250} = 0,6\ m$$

Por lo tanto:

$$y\,(x;t) = 0,8\,.\ sen\left(2\pi\,.\ 250\,.\ t - \frac{2\pi}{0,6}\,.\ x + \varphi_0\right) = 0,8\,.\ sen\left(500\pi\,.\ t - \frac{10\pi}{3}\,.\ x + \varphi_0\right)\ (m;s)$$

Para establecer el valor de φ_0, sabemos:

$$y\,(x=0;t=0) = 0,2 \quad \Rightarrow \quad 0,2 = 0,8\,.\ sen\,(\varphi_0) \ \Rightarrow\ sen\,(\varphi_0) = 0,25 \quad \Rightarrow \quad \varphi_0 = \begin{cases} 0,253\ rad \\ 2,9\ rad \end{cases}$$

Como no tenemos datos acerca de la velocidad, no podemos discriminar entre ambos valores de la fase inicial, de modo que si tomamos arbitrariamente el valor $\varphi_0 = 0,253\ rad$, la ecuación de la onda es:

$$y\,(x;t)0,8\,.\ sen\left(500\pi\,.\ t - \frac{10\pi}{3}\,.\ x + 0,253\right)\ (m;s)$$

b) **(1 p)** ¿A qué distancia se encuentran dos puntos consecutivos que vibran con una diferencia de fase de 60º?

$$\Delta\varphi = \left(500\pi\,.\ t - \frac{10\pi}{3}\,.\ x_2\right) - \left(500\pi\,.\ t - \frac{10\pi}{3}\,.\ x_1\right) = \frac{10\pi}{3}\,.\ \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{\Delta\varphi}{\frac{10\pi}{3}} = \frac{\pi/3}{\frac{10\pi}{3}} = 0,1\ m$$

También se puede resolver teniendo en cuenta que dos puntos de la onda separados una distancia igual a la longitud de onda tienen un desfase entre sí de 2π radianes. Por lo tanto:

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \quad \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda\,.\ \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{0,6\,.\ \pi/3}{2\pi} = 0,1\ m$$

2.- Si tenemos una lente convergente de 20 dioptrías.

a) **(1 p)** ¿Con qué tamaño se vería un objeto de 2 mm de altura si la lente se pone a 3,4 cm de distancia?

Calculamos la distancia focal imagen de la lente:

$$P = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{20} = 0,05\ m = 5\ cm$$

Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-3,4} = \frac{1}{5} \Rightarrow s' = -10,625\ cm$$

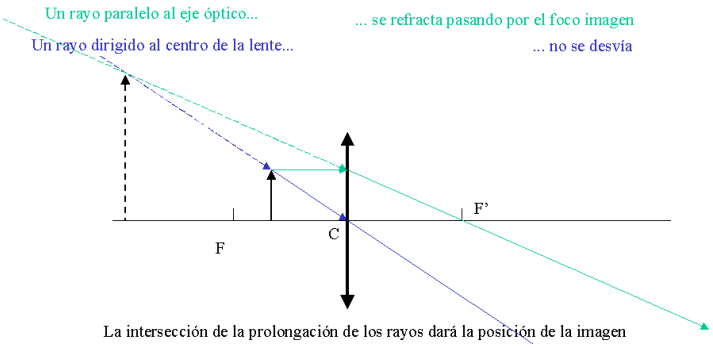
Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = y.\left(\frac{s'}{s}\right) = 2.\left(\frac{-10,625}{-3,4}\right) = 6,25\ mm$$

b) **(0,5 p)** Características de la imagen.

La imagen es virtual (s' < 0), derecha y de mayor tamaño que el objeto. Al estar situado el objeto entre el foco objeto y la lente convergente, esta actúa como lupa.

c) **(0,5 p)** Realiza el trazado de rayos cualitativo correspondiente.



3.- El trabajo de extracción del aluminio es de 4,2 eV ($6,72.10^{-19}$ J). Si se ilumina un superficie de este material con radiación de 15.10^{-9} m. Determina:

a) **(0,5 p)** La longitud de onda umbral para el aluminio.

El trabajo de extracción, W_0, se corresponde con la energía mínima necesaria para arrancar el electrón. Si la energía del fotón incidente es mayor que el trabajo de extracción, el electrón escapa del metal con una determinada energía cinética. Este trabajo de extracción se corresponde con una frecuencia mínima de la radiación (frecuencia umbral) o una longitud de onda máxima (longitud de onda umbral) necesaria para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

$$W_0 = h\,.\,f_0 = h\,.\,\frac{c}{\lambda_o} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{h\,.\,c}{W_0} = \frac{6,6.10^{-34}\,.\,3.10^8}{6,72.10^{-19}} = 2,95.10^{-7}\ m = 295\ nm$$

b) **(1 p)** La energía cinética máxima de los electrones emitidos.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ incidente} = W_0 + (E_{C,máx})_{electrón\ emitido} \Rightarrow (E_{C,máx})_{electrón\ emitido} = E_{fotón\ incidente} - W_0$$

$$(E_{C,máx})_{electrón\ emitido} = \left(h\,.\,\frac{c}{\lambda}\right) - W_0 = \left(6,6.10^{-34}\,.\,\frac{3.10^8}{15.10^{-9}}\right) - 6,72.10^{-19} = 1,253.10^{-17}\ J$$

c) **(0,5 p)** Enuncia la explicación cuántica postulada por Einstein.

Según Einstein el efecto fotoeléctrico puede explicarse de la siguiente forma:

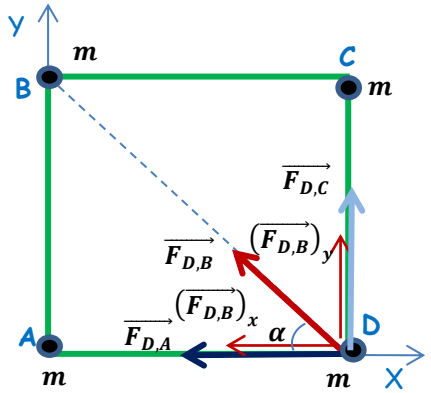
- **La luz incidente está formada por un conjunto de partículas, denominadas fotones, sin masa y sin carga eléctrica, que transportan una energía $E = h \cdot f$, conforme a la hipótesis de Planck.**
- **Toda la energía de un fotón se transmite a un electrón del metal, y cuando este salta de la superficie posee una energía cinética.**
- **Un electrón necesita una energía mínima para escapar de la superficie del metal. Esta energía mínima recibe el nombre de trabajo de extracción o función trabajo (W_e).**
- **Si la energía del fotón incidente es menor que el trabajo de extracción, no se produce efecto fotoeléctrico.**
- **Si la energía del fotón es igual al trabajo de extracción, estamos ante la frecuencia umbral, cumpliéndose: $W_e = h \cdot f_0$. El trabajo de extracción, y la frecuencia umbral, son distintos para cada metal.**
- **Si la energía del fotón incidente es mayor que el trabajo de extracción, el electrón escapa del metal con una determinada velocidad, es decir, con una determinada energía cinética, cumpliéndose:**

$$E_{fotón\ incidente} = W_e + E_{c,máx}$$

- **Al aumentar la intensidad de la radiación aumenta el número de fotones que llega a la superficie, de modo que si estos tienen energía suficiente, aumenta la intensidad de la corriente fotoeléctrica.**

4.- Cuatro masas idénticas de 3 kg cada una están situadas sobre los vértices de un cuadrado de 1 m de lado.

a) **(1 p)** Calcula la fuerza gravitatoria que se ejerce sobre la que se halla en el vértice inferior derecho y represéntalo.



Calculo cada una de las tres fuerzas por separado y luego hago la suma vectorial.

$$\vec{F}_{D,A} = G \cdot \frac{m \cdot m}{(r_{A,D})^2} \cdot (-\vec{\imath}) = -6,7.10^{-11} \cdot \frac{3^2}{1} \cdot \vec{\imath} = -6,03.10^{-10}\ \vec{\imath}\ N$$

$$\vec{F}_{D,C} = G \cdot \frac{m \cdot m}{(r_{C,D})^2} \cdot (\vec{\jmath}) = 6,7.10^{-11} \cdot \frac{3^2}{1} \cdot \vec{\jmath} = 6,03.10^{-10}\ \vec{\jmath}\ N$$

$$\vec{F}_{D,B} = G \cdot \frac{m \cdot m}{(r_{B,D})^2} \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath}) = 6,7.10^{-11} \cdot \frac{3^2}{(\sqrt{2})^2} \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath})$$

$$\vec{F}_{D,B} = (-2,12.10^{-10}\ \vec{\imath} + 2,12.10^{-10}\ \vec{\jmath})\ N$$

$$\vec{F}_D = \vec{F}_{D,A} + \vec{F}_{D,B} + \vec{F}_{D,C} = (-8,15.10^{-10}\ \vec{\imath} + 8,15.10^{-10}\ \vec{\jmath})\ N$$

b) **(1 p)** El potencial gravitatorio que hay en ese vértice debido a las otras tres masas.

$$V_D = V_{D,A} + V_{D,B} + V_{D,C} = \left(-G \cdot \frac{m}{r_{D,A}}\right) + \left(-G \cdot \frac{m}{r_{D,B}}\right) + \left(-G \cdot \frac{m}{r_{D,C}}\right) = -G \cdot m \cdot \left(\frac{1}{r_{D,A}} + \frac{1}{r_{D,B}} + \frac{1}{r_{D,C}}\right)$$

$$V_D = -6,7.10^{-11} \cdot 3 \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{1}\right) = -5,44.10^{-10}\ J/kg$$

5.- Una bobina de 200 espiras circulares de 3 cm de radio se halla inmersa en un campo magnético uniforme B = 0,1 T en la dirección del eje de la bobina. Determina la f.e.m. media inducida en el circuito y el sentido de la corriente inducida si en un intervalo de tiempo t = 0,05 s:

a) **(0,75 p)** El campo magnético se anula.

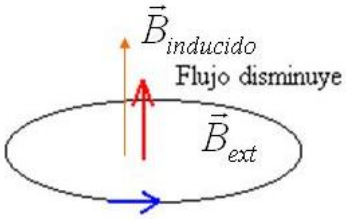
Inicialmente el campo magnético es perpendicular al eje de la espira, por lo que el flujo es máximo, ya que los vectores campo y superficie forman un ángulo de 0°:

$$\phi_0 = B\,.\,S = B\,.\,\pi\,.\,R^2 = 0,1\,.\,\pi\,.\,(3.10^{-2})^2 = 2,83.10^{-4}\ Wb$$

Posteriormente, al anularse el campo, el flujo se hace nulo. De modo que la f.e.m. media inducida es:

$$\varepsilon_{ind} = -N\,.\,\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -200\,.\left[\frac{(0-2,83.10^{-4})}{0,05}\right] = 1,132\ V$$

Como ha disminuido el flujo que atraviesa la bobina, de acuerdo a la ley de Lenz la corriente inducida circulará en la bobina en el sentido que haga aumentar el flujo, creando un campo magnético en el mismo sentido del campo original, es decir en sentido horario si miramos en el sentido del campo original.



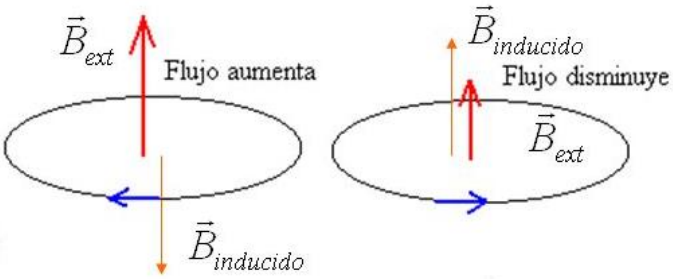
b) **(0,75 p)** El campo invierte su sentido.

Al invertir el campo su sentido, varía el ángulo entre los vectores intensidad de campo y superficie, siendo ahora de 180°, por lo que el flujo es igual al inicial pero con signo contrario.

$\varepsilon_{ind} =$ **Al invertir el campo su sentido, varía el ángulo entre los vectores intensidad de campo y superficie, siendo ahora de 180°, por lo que el flujo es igual al inicial pero con signo contrario.**

$$\varepsilon_{ind} = -N\,.\,\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -200\,.\left[\frac{(-2,83.10^{-4}-2,83.10^{-4})}{0,05}\right] = 2,264\ V$$

Como ha disminuido el flujo que atraviesa la bobina, de acuerdo a la ley de Lenz la corriente inducida circulará en la bobina en el sentido que haga aumentar el flujo, creando un campo magnético en el mismo sentido del campo original, es decir en sentido horario si miramos en el sentido del campo original.

c) **(0,5 p)** Enuncia la ley de Lenz.

"La corriente se induce en un sentido tal que los efectos que genera tienden a oponerse al cambio de flujo que la origina." Es decir si la corriente se crea por un aumento de flujo el sentido de la corriente inducida es aquel que hace disminuir el flujo al crear un campo magnético de sentido contrario al original, y si se crea por una disminución de flujo el sentido de la corriente inducida es aquel que hace aumentar el flujo al crear un campo magnético del mismo sentido del original.