UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – JUNIO 2013

FÍSICA

INDICACIONES

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

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3\ 10^8$ m/s	Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1

1. Una lanzadera espacial giraba en una órbita circular a 300 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Para reparar un satélite artificial, la lanzadera se desplazó hasta una nueva órbita circular situada a 620 km de altura sobre la superficie terrestre. Sabiendo que la masa de la lanzadera era de 65000 kg, calcular:

a) [1 PUNTO] El período y la velocidad de la lanzadera en su órbita inicial

b) [1 PUNTO] La energía necesaria para situarla en la órbita en la que se encontraba el satélite.

Datos: Masa de la Tierra: $M_T = 5.98\ 10^{24}$ kg; Radio de la Tierra: $R_T = 6\ 370$ km.

2. Un oscilador armónico esta formado por un muelle de constante elástica $1.8\ 10^2$ N m^{-1} y un cuerpo de masa igual a 0.50 kg.

a) [1 PUNTO] Si el desplazamiento lineal del cuerpo viene descrito por la ecuación:

$$x\,(t) = 0.37 \text{ sen}\left(2\pi\ \frac{t}{T} + \Phi\right)$$

hallar los valores de T y Φ, si en el instante inicial su velocidad es máxima.

b) [0,5 PUNTOS] La aceleración que tiene el cuerpo en el punto central de la oscilación.

c) [0,5 PUNTOS] Enunciar y comentar los intercambios de energía entre el muelle y el cuerpo a lo largo de una oscilación.

3. Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 30 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

a) [1 PUNTO] La posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura 6 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 40 cm.

b) [1 PUNTO] La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

4. Dos cargas eléctricas, 1 y 2, de cargas +3.0 μC y –7.0 μC, respectivamente, se encuentran fijas y situadas en dos vértices opuestos de un cuadrado de lado igual a 50 cm.

a) [1 PUNTO] Hallar y dibujar el campo eléctrico en el centro del cuadrado.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar el trabajo necesario para llevar una carga de 0.6 μC desde el punto anterior hasta uno de los vértices libres del cuadrado.

c) [0,5 PUNTOS] Enunciar y explicar el principio de superposición.

Datos: 1 μC = 10^{-6} C

5. Se emite un electrón cuando luz ultravioleta de longitud de onda 170 nm incide sobre una superficie pulida de zinc cuya función de trabajo es 4.31 eV.

a) [1 PUNTO] Hallar la velocidad del electrón emitido.

b) [1 PUNTO] Si la longitud de onda de la luz que incide sobre el zinc se divide por 4, ¿por cuánto se multiplica la velocidad del electrón emitido?

Datos: 1 eV = 1.6 10^{-19} J. 1 nm = 10^{-9} m.

FÍSICA JUNIO 2013 OPCIÓN – 1

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3\ 10^{8}$ m/s	Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^{9}$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Una lanzadera espacial giraba en una órbita circular a 300 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Para reparar un satélite artificial, la lanzadera se desplazó hasta una nueva órbita circular situada a 620 km de altura sobre la superficie terrestre. Sabiendo que la masa de la lanzadera era de 65000 kg, calcular:

DATOS: Masa de la Tierra: M_T = 5.98 10^{24} kg; Radio de la Tierra: R_T = 6 370 km.

a) **(1 p)** El período y la velocidad de la lanzadera en su órbita inicial

La fuerza gravitatoria de la Tierra actúa como fuerza centrípeta del movimiento del satélite.

$$G\ .\ \frac{M_T\ .\ m}{R^2} = m\ .\frac{v_O^2}{R} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{G\ .\ M_T}{R}} = \sqrt{\frac{6,67.10^{-11}\ .\ 5,98.10^{24}}{6,67.10^{6}}} = 7733\ m/s$$

Teniendo en cuenta que la lanzadera describe un movimiento circular uniforme:

$$T = \frac{2\pi\ .\ R}{v_0} = \frac{2\pi\ .\ 6,67.10^{6}}{7733} = 5419\ s = 1,5\ h$$

b) **(1 p)** La energía necesaria para situarla en la órbita en la que se encontraba el satélite.

La energía necesaria para trasladar un satélite de una órbita a otra es igual a la diferencia de energía mecánica que el satélite tiene en ambas órbitas.

$$W = E_{m\,\text{órbita final}} - E_{m\,\text{órbita inicial}} = -\frac{G\ .\ M_T\ .\ m}{2\ .\ R_f} - \left(-\frac{G\ .\ M_T\ .\ m}{2\ .\ R_i}\right) = \frac{G\ .\ M_T\ .\ m}{2}\ .\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right)$$

$$W = \frac{G\ .\ M_T\ .\ m}{2}\ .\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) = \frac{6,67.10^{-11}\ .\ 5,98.10^{24}\ .\ 65000}{2}\ .\left(\frac{1}{6,67.10^{6}} - \frac{1}{6,99.10^{6}}\right) = 8,9.10^{10}\ J$$

2.- Un oscilador armónico está formado por un muelle de constante elástica 1.8 10^2 $N.m^{-1}$ y un cuerpo de masa igual a 0,50 kg.

a) **(1 p)** Si el desplazamiento lineal del cuerpo viene descrito por la ecuación: $x\,(t) = 0,37\,.\,sen\,\left(2\pi\,.\,\frac{t}{T} + \varphi_0\right)$, hallar los valores de T y φ_0, si en el instante inicial su velocidad es máxima.

El período lo obtenemos de la dinámica del movimiento del oscilador:

$$\begin{cases} F = -K\,.\,x \\ F = m\,.\,a = -m\,.\,\omega^2\,.\,x \end{cases} \Rightarrow \quad K = m\,.\,\omega^2 \quad \Rightarrow \quad K = m\,.\,\frac{4\pi^2}{T^2} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\,.\,\sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$T = 2\pi\,.\,\sqrt{\frac{0,5}{1,8.10^2}} = 0,33\ s$$

Derivando obtenemos la velocidad:

$$v = \frac{dx}{dt} = 0,37.\ \frac{2\pi}{T}\,.\,cos\,\left(2\pi\,.\,\frac{t}{T} + \varphi_0\right); \quad t = 0 \ \Rightarrow \ v_{máx} \ \Rightarrow \ cos\,(\varphi_0) = 1 \ \Rightarrow \ \varphi_0 = 0\ rad$$

NOTA: He supuesto que la velocidad máxima se corresponde con la velocidad máxima positiva

Por lo tanto la ecuación de la elongación para este m.a.s. es:

$$x\,(t) = 0,37\,.\,sen\,(6\pi\,.\,t) \quad (m)$$

b) **(0,5 p)** La aceleración que tiene el cuerpo en el punto central de la oscilación.

En un m.a.s.

$$a = -\,\omega^2\,.\,x \quad \Rightarrow \ a\,(x=0) = \ 0\ m/s^2$$

c) **(0,5 p)** Enunciar y comentar los intercambios de energía entre el muelle y el cuerpo a lo largo de una oscilación.

Una partícula sometida a un m.a.s. tiene dos tipos de energía: una asociada al movimiento (cinética) y otra debida al dispositivo que vibra (potencial elástica).

La energía cinética de una partícula que vibra es: $E_c = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,v^2 = \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,(A^2 - x^2)$

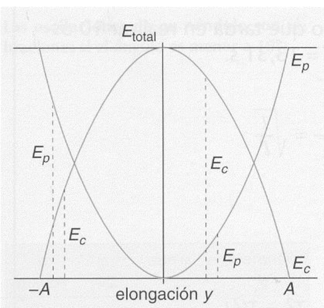
Como vemos esta energía es máxima en el centro de oscilación (x = 0) y nula en los extremos (x = ± A).

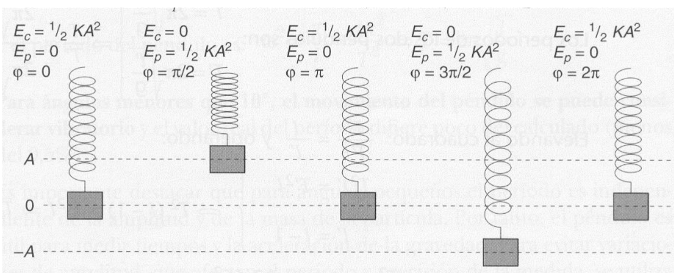
Las fuerzas elásticas son conservativas, tienen asociada una función energía potencial que depende exclusivamente de la posición. La energía elástica asociada a una partícula situada en la posición de elongación x es: $E_p = \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,x^2$

Como vemos esta energía es nula en el centro de oscilación (x = 0) y máxima en los extremos (x = ± A).

La energía total (energía mecánica del oscilador) de una partícula con m.a.s. es la suma de su energía cinética y su energía potencial elástica: $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,A^2$

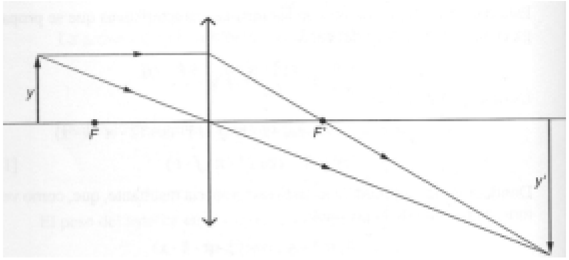
Mientras no haya rozamiento, la energía total permanece constante. Al vibrar la masa en uno y otro sentido, la energía se transforma de potencial a cinética y de cinética a potencial.





3.- Se dispone de una lente convergente delgada de distancia focal 30 cm. Calcúlese, dibujando previamente un trazado de rayos cualitativo,

a) **(1 p)** La posición y altura de la imagen formada por la lente si el objeto tiene una altura 6 cm y se encuentra situado delante de ella, a una distancia de 40 cm.



Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-40} = \frac{1}{30} \quad \Rightarrow \quad s' = 120\ cm$$

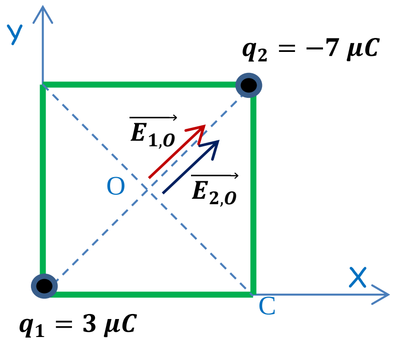
Para una lente delgada, el aumento lateral es:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y' = y.\left(\frac{s'}{s}\right) = 6.\left(\frac{120}{-40}\right) = -18\ cm\ (imagen\ invertida)$$

b) **(1 p)** La naturaleza (real o virtual) de la imagen formada.

La imagen es real, ya que se forma por la intersección de los rayos refractados en la lente.

4.- Dos cargas eléctricas, 1 y 2, de cargas +3.0 μC y -7.0 μC, respectivamente, se encuentran fijas y situadas en dos vértices opuestos de un cuadrado de lado igual a 50 cm.



DATOS: 1 μC = 10^{-6} C

a) **(1 p)** Hallar y dibujar el campo eléctrico en el centro del cuadrado.

La distancia entre los vértices del cuadrado y el centro es:

$$r = \frac{\sqrt{0,5^2 + 0,5^2}}{2} = 0,353\ m$$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{1,O} + \vec{E}_{2,O} = K.\frac{q_1}{(r)^2}.(\cos 45°.\ \vec{\imath} + sen\,45°.\ \vec{\jmath}) + K.\frac{q_2}{(r)^2}.(\cos 45°.\ \vec{\imath} + sen\,45°.\ \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_O = K.\frac{(q_1 + q_2)}{(r)^2}.(\cos 45°.\ \vec{\imath} + sen\,45°.\ \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_O = 9.10^9.\frac{10^{-5}}{(0,353)^2}.\ (\cos 45°.\ \vec{\imath} + sen\,45°.\ \vec{\jmath}) = 5,11.10^5\ \vec{\imath} + 5,11.10^5\ \vec{\jmath}\ \ N/C$$

$$|\vec{E}_O| = \sqrt{(5,11.10^5)^2 + (5,11.10^5)^2} = 7,23.10^5\ N/C$$

NOTA: Las componentes vectoriales del campo dependen de los vértices elegidos, pero el módulo no.

b) **(0,5 p)** Hallar el trabajo necesario para llevar una carga de 0,6 μC desde el punto anterior hasta uno de los vértices libres del cuadrado.

$$V_O = V_{1,O} + V_{2,O} = K.\left(\frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{r}\right) = \frac{K}{r}.\ (q_1 + q_2) = \frac{9.10^9}{0,353}.\ (3.10^{-6} + -7.10^{-6}) = -1,02.10^5\ V$$

$$V_C = V_{1,C} + V_{2,C} = K.\left(\frac{q_1}{L} + \frac{q_2}{L}\right) = \frac{K}{L}.\ (q_1 + q_2) = \frac{9.10^9}{0,5}.\ (3.10^{-6} + -7.10^{-6}) = -7,2.10^4\ V$$

$$(W_{O\to C})_{F\ eléctrica} = q'.\ (V_O - V_C) = 0,6.10^{-6}.\ \left(-1,02.10^5 - (-7,2.10^4)\right) = -0,018\ J$$

Para trasladar la carga es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado en la carga trasladada en forma de energía potencial electrostática.

c) **(0,5 p)** Enunciar y explicar el principio de superposición.

Aplicado al campo eléctrico, el principio de superposición dice que la intensidad de campo eléctrico, $\vec{E}$, en un punto debido a un sistema de cargas puntuales es igual a la suma de las intensidades de campo debidos a cada una de las cargas q_i del sistema. Además, el campo creado en dicho punto por cada carga q_i es el mismo que si las demás cargas del sistema no existieran:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{i=n} \vec{E_i}$$

Este principio puede ser aplicado también a la fuerza electrostática, al potencial electrostático y a la energía potencial electrostática, siendo en estos últimos dos casos una suma escalar.

5.- Se emite un electrón cuando luz ultravioleta de longitud de onda 170 nm incide sobre una superficie pulida de zinc cuya función de trabajo es 4.31 eV.

DATOS: 1 eV = 1.6 10^{-19} J; 1 nm = 10^{-9} m.

a) **(1 p)** Hallar la velocidad del electrón emitido.

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\,inc.} = W_{ext} + E_C \Rightarrow E_C = E_{fotón\,inc.} - W_{ext} = h\,.\frac{c}{\lambda} - W_{ext}$$

$$E_{fotón\,inc.} = 6,6.10^{-34}\,.\frac{3.10^8}{170.10^{-9}} - (4,31\,.\,1,6.10^{-19}) = 4,75.10^{-19}\ J$$

$$E_C = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\,.\,E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2\,.\,4,75.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}} = 1,02.10^6\ m/s$$

b) **(1 p)** Si la longitud de onda de la luz que incide sobre el zinc se divide por 4, ¿por cuánto se multiplica la velocidad del electrón emitido?

$$E'_{fotón\,inc.} = W_{ext} + E'_C \Rightarrow E'_C = E'_{fotón\,inc.} - W_{ext} = h\,.\frac{c}{\lambda'} - W_{ext}$$

$$E'_{fotón\,inc.} = 6,6.10^{-34}\,.\frac{3.10^8}{\left(170.10^{-9}/_4\right)} - (4,31\,.\,1,6.10^{-19}) = 3,97.10^{-18}\ J$$

$$E'_C = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,(v')^2 \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{2\,.\,E'_c}{m}} = \sqrt{\frac{2\,.\,3,97.10^{-18}}{9,1.10^{-31}}} = 2,95.10^6\ m/s$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{2,95.10^6}{1,02.10^6} = 2,89$$

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. Dos cuerpos, 1 y 2, de masas 7000 kg y 1000 kg, respectivamente, se encuentran fijos y situados en dos vértices contiguos de un cuadrado de lado igual a 200 m.

a) [1 PUNTO] Hallar y dibujar el campo gravitatorio en el centro del cuadrado.

b) [1 PUNTO] Hallar el trabajo necesario para llevar una masa de 2 kg desde el punto anterior hasta el vértice libre del cuadrado más próximo al cuerpo 2.

2. Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

$$y\,(x,\,t) = 2\ \text{sen}\left[2\pi\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{2}\right)\right]$$

a) [1 PUNTO] Hallar el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

b) [1 PUNTO] Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de $\frac{3\pi}{2}$ radianes.

3. El índice de refracción del diamante es de 2.5 y el índice de refracción de la glicerina es de 1.47.

a) [1 PUNTO] Hallar el ángulo límite entre el diamante y la glicerina.

b) [0,5 PUNTOS] Si la glicerina se sustituye por agua, con índice de refracción 1.33, hallar el nuevo ángulo límite.

c) [0,5 PUNTOS] Explicar brevemente el concepto de ángulo límite y el funcionamiento de la fibra óptica.

4. Un campo magnético espacialmente uniforme y que varía con el tiempo según la expresión $B\,(t) = 1.8\ \text{sen}\,(8t)$ (en unidades del SI) atraviesa perpendicularmente una espira circular de radio 40 cm.

a)[1 PUNTO] Hallar el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo.

b)[1 PUNTO] Hallar la fuerza electromotriz máxima.

5. La actividad de una muestra de una sustancia radiactiva queda dividida por 15 cuando han transcurrido 50 días.

a) [1 PUNTO] Hallar la constante de desintegración y el período de semidesintegración de dicha sustancia.

b) [0,5 PUNTOS] Si cuando han transcurrido 2 días, la actividad de la sustancia es de 10^{12} Bq, ¿cuántos átomos radiactivos había inicialmente?

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente un proceso de desintegración en el que se emite una partícula ß (beta).

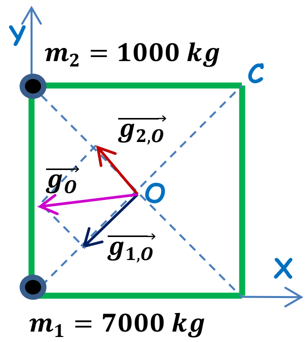
Datos: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3\ 10^8$ m/s	Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- Dos cuerpos, 1 y 2, de masas 7000 kg y 1000 kg, respectivamente, se encuentran fijos y situados en dos vértices contiguos de un cuadrado de lado igual a 200 m.

a) **(1 p)** Hallar y dibujar el campo gravitatorio en el centro del cuadrado.



La distancia entre los vértices del cuadrado y el centro es:

$$r = \frac{\sqrt{200^2 + 200^2}}{2} = 141,42\ m$$

$$\vec{g}_O = \vec{g}_{1,O} + \vec{g}_{2,O} = \frac{G}{r^2} \cdot [m_1 \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} - sen\ 45°\ \vec{\jmath}) + m_2 \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath})]$$

$$\vec{g}_O = \frac{6,67.10^{-11}}{(141,42)^2} \cdot [7000 \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} - sen\ 45°\ \vec{\jmath}) + 1000 \cdot (-\cos 45°\ \vec{\imath} + sen\ 45°\ \vec{\jmath})]$$

$$\vec{g}_O = -1,89.10^{-11}\ \vec{\imath} - 1,41.10^{-11}\ \vec{\jmath}\ \ N/C$$

$$|\vec{g}_O| = \sqrt{(-1,89.10^{-11})^2 + (-1,41.10^{-11})^2} = 2,36.10^{-11}\ \ N/C$$

NOTA: La expresión vectorial de la intensidad del campo gravitatorio depende de en qué vértice situemos cada masa y dónde tomemos el sistema de referencia. El módulo de la intensidad del campo gravitatorio no depende de estos factores.

b) **(1 p)** Hallar el trabajo necesario para llevar una masa de 2 kg desde el punto anterior hasta el vértice libre del cuadrado más próximo al cuerpo 2.

$$V_O = V_{1,O} + V_{2,O} = -G \cdot \left(\frac{m_1}{r} + \frac{m_2}{r}\right) = -\frac{G}{r} \cdot (m_1 + m_2) = -\frac{6,67.10^{-11}}{141,42} \cdot (8000) = -3,77.10^{-9}\ J/kg$$

$$V_C = V_{1,C} + V_{2,C} = -G \cdot \left(\frac{m_1}{d} + \frac{m_2}{L}\right) = -G \cdot \left(\frac{7000}{282,84} + \frac{1000}{200}\right) = -1,98.10^{-9}\ J/kg$$

$$(W_{O \to C})_{F\ gravitatoria} = m' \cdot (V_O - V_C) = 2 \cdot \left(-3,77.10^{-9} - (-1,98.10^{-9})\right) = -3,58.10^{-9}\ J$$

Para trasladar la masa es necesaria una fuerza externa. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado en la masa trasladada en forma de energía potencial gravitatoria.

2.- Por una cuerda se propaga un movimiento ondulatorio caracterizado por la onda (en unidades del SI):

$$y\,(x,t) = 2\,.\; sen\left[2\pi\,.\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{2}\right)\right]$$

a) **(1 p)** Hallar el periodo, la frecuencia, la longitud de onda y la velocidad de esta onda.

Teniendo en cuenta que la ecuación general de una onda armónica que se desplaza en el sentido izquierda-derecha es:

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

Por identificación de términos:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\pi} = 2\;m \qquad \omega = 2\pi.f \;\Rightarrow\; f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{(\pi/2)}{2\pi} = 0,25\;Hz$$

$$T = \frac{1}{f} = 4\;s \qquad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{4} = 0,5\;\;m/s$$

b) **(1 p)** Hallar la distancia a la que se encuentran, en un instante dado, dos puntos de esa cuerda que tienen una diferencia de fase entre ellos de $\frac{3\pi}{2}$ radianes.

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\varphi} \;\Rightarrow\; \Delta x = \frac{\lambda\,.\;\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{2\,.\;\frac{3\pi}{2}}{2\pi} = 1,5\;\;m$$

3.- El índice de refracción del diamante es de 2.5 y el índice de refracción de la glicerina es de 1.47.

a) **(1 p)** Hallar el ángulo límite entre el diamante y la glicerina.

Se produce reflexión total cuando un rayo procedente de un medio más refringente (mayor índice de refracción) llega a la superficie de separación con un medio menos refringente, de modo que el ángulo de refracción teóricamente sería mayor de 90°. Se llama ángulo límite al ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90°. Para ángulos de incidencia mayores que el límite se produce reflexión total.
Aplicamos la ley de Snell de la refracción:

$$n_1\,.\; sen\;\hat{\imath} = n_2\,.\; sen\;\hat{r} \;\Rightarrow\; 2,5\,.\; sen\;\hat{\imath}_l = \;1,47\,.\; sen\;\,90^\circ \quad\Rightarrow\quad \hat{\imath}_l = 36^\circ$$

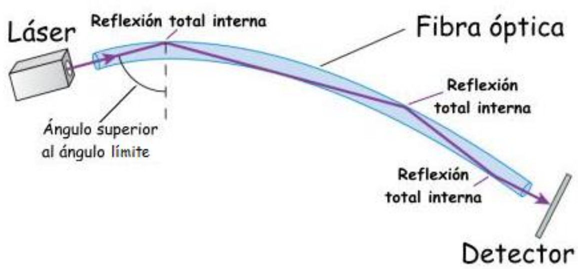
b) **(0,5 p)** Si la glicerina se sustituye por agua, con índice de refracción 1.33, hallar el nuevo ángulo límite.

$$n_1\,.\; sen\;\hat{\imath} = n_2\,.\; sen\;\hat{r} \;\Rightarrow\; 2,5\,.\; sen\;\hat{\imath}_l = \;1,33\,.\; sen\;\,90^\circ \quad\Rightarrow\quad \hat{\imath}_l = 32,14^\circ$$

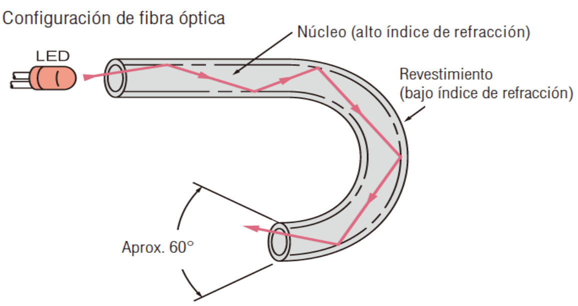
c) **(0,5 p)** Explicar brevemente el concepto de ángulo límite y el funcionamiento de la fibra óptica.

Se produce reflexión total cuando un rayo procedente de un medio más refringente (mayor índice de refracción) llega a la superficie de separación con un medio menos refringente, de modo que el ángulo de refracción teóricamente sería mayor de 90°. Se llama ángulo límite al ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90°. Para ángulos de incidencia mayores que el límite se produce reflexión total.

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, con un índice de refracción mayor que el del aire o del recubrimiento, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el



interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED. Entre las ventajas de la fibra óptica podemos destacar:



- La velocidad de transmisión de datos por fibra óptica es mucho más rápida. Si en un sistema normal podemos alcanzar una velocidad máxima de apenas 100 Mb/s, en uno de fibra óptica se ha llegado tradicionalmente a 10 Gb/s.
- Mejor ancho de banda (cantidad de información que se puede enviar en una misma unidad de tiempo). Si conectas muchos equipos a la vez a una red inalámbrica o red por cable, obtendrías mucha menor velocidad para cada uno, mientras que con la fibra podrías conectar más equipos sin ver limitadas tus opciones.
- Las redes por fibra óptica evitan las interferencias electromagnéticas, lo que evitará problemas de bajada de la velocidad, cortes de la conexión, etc.
- Más seguridad de red: en una de fibra óptica el intrusismo se detecta con mucha facilidad, por el debilitamiento de la energía lumínica en recepción, de modo que no resulta nada sencillo el robo o intervención en las transmisiones de datos.

4.- Un campo magnético espacialmente uniforme y que varía con el tiempo según la expresión, $B\,(t) = 1,8\ .\ sen\,(8t)$ (en unidades del SI), atraviesa perpendicularmente una espira circular de radio 40 cm.

a) **(1 p)** Hallar el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo.

Por definición, el flujo magnético que atraviesa una espira es:

$$\phi = \vec{B}\,.\,\vec{S} = B\,.\,S\,.\cos\theta$$

Siendo θ el ángulo formado entre los vectores intensidad de campo magnético y superficie. En este caso el campo y la espira son perpendiculares, por lo que $\theta = 0°$.

$$\phi\,(t) = \overrightarrow{B\,(t)}\,.\,\vec{S} = B\,.\,S\,.\cos\theta = 1,8\ .\ \mathrm{sen}\,(8\mathrm{t})\,.\,\pi\,.\,(0,4)^2\,.\,\cos 0° = 0,9\ .\ sen\,(8\,.\,t)\ (Wb)$$

b) **(1 p)** Hallar la fuerza electromotriz máxima.

Para calcular la f.e.m. inducida aplicamos la ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d\,(0,9\ .\ sen\,(8\,.\,t))}{dt} = -7,2\,.\,cos\,(8\,.\,t)\ (V)$$

$$(\varepsilon_{ind})_{máx} \Rightarrow cos\ (8\,.\,t) = -1 \Rightarrow (\varepsilon_{ind})_{máx} = 7,2\ V$$

5.- La actividad de una muestra de una sustancia radiactiva queda dividida por 15 cuando han transcurrido 50 días.

DATOS: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

a) **(1 p)** Hallar la constante de desintegración y el período de semidesintegración de dicha sustancia.

$$A = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow \frac{A_0}{15} = A_0\,.\,e^{-\lambda\,.\,t} \Rightarrow ln\left(\frac{1}{15}\right) = -\lambda\,.\,t$$

$$\lambda = -\frac{ln\left(\frac{1}{15}\right)}{t} = -\frac{ln\left(\frac{1}{15}\right)}{(50\ .\ 24\ .\ 3600)} = 6,27.10^{-7}\ s^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \frac{ln\,2}{6,27.10^{-7}} = 1,1.10^{6}\ s = 12,73\ días$$

b) **(0,5 p)** Si cuando han transcurrido 2 días, la actividad de la sustancia es de 10^{12} Bq, ¿cuántos átomos radiactivos había inicialmente?

$$A = \lambda \,.\, N \quad \Rightarrow \quad N = \frac{A}{\lambda} = \frac{10^{12}}{6,27.10^{-7}} = 1,59.10^{18}\ \text{núcleos}$$

$$N = N_0 \,.\, e^{-\lambda\,.\,t} \quad \Rightarrow \quad N_0 = \frac{N}{e^{-\lambda\,.\,t}} = \frac{1,59.10^{18}}{e^{-(6,27.10^{-7}\,.\,2\,.\,24\,.\,3600)}} = 1,77.10^{18}\ \text{núcleos}$$

c) **(0,5 p)** Describir brevemente un 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 nucleido 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 menor:

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