UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2012

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	$G = 6.67\ 10^{-11}$ 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. La aceleración de la gravedad en la superficie de Saturno es de 10.44 m s^{-2} y su masa es aproximadamente 100 veces la masa de la Tierra. Con estos datos y utilizando los datos del radio de la Tierra y de la gravedad en la superficie terrestre,

a) [1 PUNTO] Hallar la relación entre el radio de Saturno y el radio de la Tierra.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la velocidad de escape desde la superficie de Saturno.

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente, desde el punto de vista de las energías implicadas, cómo se puede obtener la velocidad de escape de un planeta.

Datos: Masa de la Tierra: $M_T = 5.98\ 10^{24}$ kg; Radio de la Tierra: $R_T = 6\ 370$ km. Gravedad en la superficie de la Tierra: $g = 9.80$ m s^{-2}.

2. En una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación, expresada en unidades del SI, viene dada por la ecuación:

$$y\ (x,\ t) = 0.20 \text{ sen } (2t - 4x + \frac{\pi}{4})$$

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

b) [1 PUNTO] Hallar la velocidad de propagación de la onda.

3. Se dispone de una lente convergente de distancia focal 20 cm.

a) [1 PUNTO] Hallar la posición y la altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 3 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 50 cm.

b) [1 PUNTO] Hallar la posición y la naturaleza de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 10 cm.

4. En dos de los vértices, A y B, de un triángulo equilátero de lado 9 m se sitúan dos cargas eléctricas puntuales iguales de carga 3 μC.

a) [1 PUNTO] Dibujar y calcular el vector campo eléctrico en el vértice libre C del triángulo.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar el potencial eléctrico en dicho vértice libre C.

c) [0,5 PUNTOS] Hallar el trabajo que debe realizarse para llevar una partícula puntual de carga –2 μC desde el punto C hasta el infinito e interpretar físicamente su signo.

Datos: 1 μC = 10^{-6} C

5. La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de plata (función trabajo) es de $7.52\ 10^{-19}$ J.

a) [1 PUNTO] Hallar la frecuencia umbral para la plata y la longitud de onda correspondiente a la misma.

b) [0,5 PUNTOS] Si se incide con una luz de longitud de onda 100 nm, ¿qué energía cinética tendrán los electrones extraídos?

c) [0,5 PUNTOS] Explique brevemente las energías que intervienen en la explicación del efecto fotoeléctrico.

Datos: 1 nm = 10^{-9} m.

SOLUCIÓN OPCIÓN DE EXAMEN Nº 1 (SEPTIEMBRE 2012)

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	$G = 6.67\ 10^{-11}$ 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

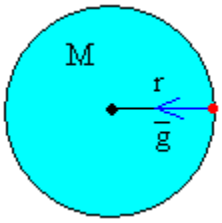
Nota: estas constantes se facilitan a título informativo

1.- La aceleración de la gravedad en la superficie de Saturno es de 10,44 m.s^{-2} y su masa es aproximadamente 100 veces la masa de la Tierra. Con estos datos y utilizando los datos del radio de la Tierra y de la gravedad en la superficie terrestre,

DATOS: Masa de la Tierra: $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg Radio de la Tierra: 6 370 km.
Gravedad en la superficie de la Tierra: g = 9,80 m.s^{-2}

a) **(1 p)** Hallar la relación entre el radio de Saturno y el radio de la Tierra.

La intensidad de campo gravitatorio (aceleración de la gravedad) generado por un cuerpo de masa M a una distancia r de su centro es:



$$g = G\,.\,\frac{M}{r^2} \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt{\frac{G\,.\,M}{g}}$$

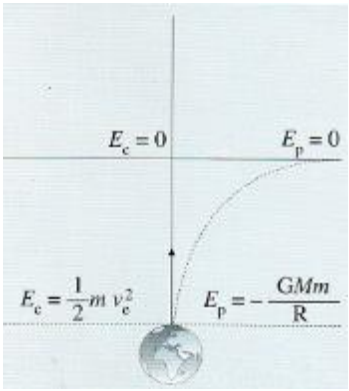
La relación de radios es:

$$\frac{R_S}{R_T} = \frac{\sqrt{\dfrac{G\,.\,M_S}{g_S}}}{\sqrt{\dfrac{G\,.\,M_T}{g_{0T}}}} = \sqrt{\frac{g_{0T}\,.\,M_S}{g_S\,.\,M_T}} = \sqrt{\frac{g_{0T}\,.\,100\,.\,M_T}{g_S\,.\,M_T}} = \sqrt{\frac{g_{0T}\,.\,100}{g_S}} = \sqrt{\frac{9{,}8\,.\,100}{10{,}44}} = 9{,}7$$

b) **(0,5 p)** Hallar la velocidad de escape desde la superficie de Saturno.

c) **(0,5 p)** Describir brevemente, desde el punto de vista de las energías implicadas, cómo se puede obtener la velocidad de escape de un planeta.

Voy a responder los dos apartados conjuntamente.



La velocidad de escape es la velocidad mínima que debemos suministrar a un cuerpo situado dentro de un campo gravitatorio para escapar de la influencia de éste.
La fuerza gravitatoria es una fuerza conservativa, de modo que la energía mecánica se conserva.
Para que un cuerpo lanzado desde un punto dentro de un campo gravitatorio pueda abandonar éste, el cuerpo debe llegar a un punto suficientemente alejado con energía potencial gravitatoria nula (ya que hemos tomado como referencia potencial 0 un punto suficientemente alejado, el infinito, donde la influencia gravitatoria puede considerarse nula) y con energía cinética nula. Cuando el cuerpo alcanza esta situación su energía mecánica es 0, de modo que aplicando el principio de conservación de la energía mecánica:

$$\frac{-G\,.\,M\,.\,m}{R} + \frac{1}{2}\,.m\,.v_e^2 = 0 \quad \Rightarrow \quad v_e = \sqrt{\frac{2\,.\,G\,.\,M}{R}} = \sqrt{\frac{2\,.\,g_S\,.\,R^2}{R}} = \sqrt{2\,.\,g_S\,.\,R_S} = \sqrt{2\,.\,g_S\,.\,9{,}7\,.\,R_T}$$

$$v_e = \sqrt{2\,.\,10{,}44\,.\,9{,}7\,.\,6{,}37.10^6} = 3{,}6.10^4\ m/s$$

2.- En una cuerda se propaga una onda armónica cuya ecuación, expresada en unidades del SI, viene dada por la ecuación:

$$y\,(x,t) = 0,2\,.\;sen\;\left(2t - 4x + \frac{\pi}{4}\right)$$

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

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

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

Por identificación de términos:

$$A = 0,2\;m; \qquad \frac{2\pi}{T} = 2 \;\Rightarrow\; T = \;\pi\;\;s = 3,14\;\;s; \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\pi} = 0,318\;\;Hz$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 4 \;\Rightarrow\; \lambda = \frac{\pi}{2}\;\;m = 1,57\;\;m$$

b) **(1 p)** Hallar la velocidad de propagación de la onda.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\pi/2}{\pi} = 0,5\;m/s$$

3.- Se dispone de una lente convergente de distancia focal 20 cm.

a) **(1 p)** Hallar la posición y la altura de la imagen formada por la lente si un objeto de 3 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 50 cm.

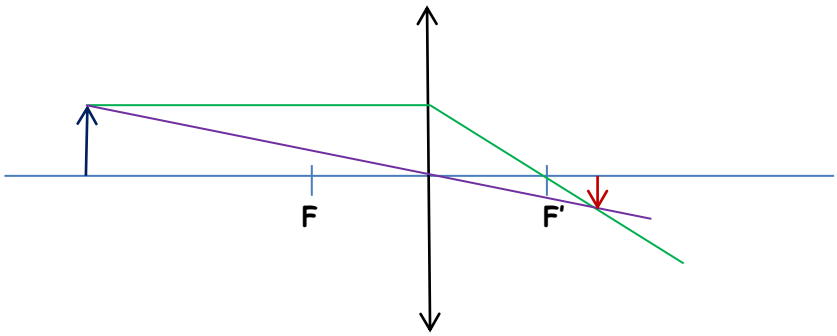
Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad\Rightarrow\quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-50} = \frac{1}{20} \quad\Rightarrow\quad s' = 33,3\;\;cm \quad (imagen\;real)$$

Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad\Rightarrow\quad y' = y\,.\;\left(\frac{s'}{s}\right) = 3\,.\;\left(\frac{33,3}{-50}\right) = \;-2\;\;cm$$

La imagen es invertida y menor.



(La imagen no está hecha a escala)

b) **(1 p)** Hallar la posición y la naturaleza de la imagen formada por la lente si un objeto de 5 cm de altura se encuentra situado delante de ella a una distancia de 10 cm.

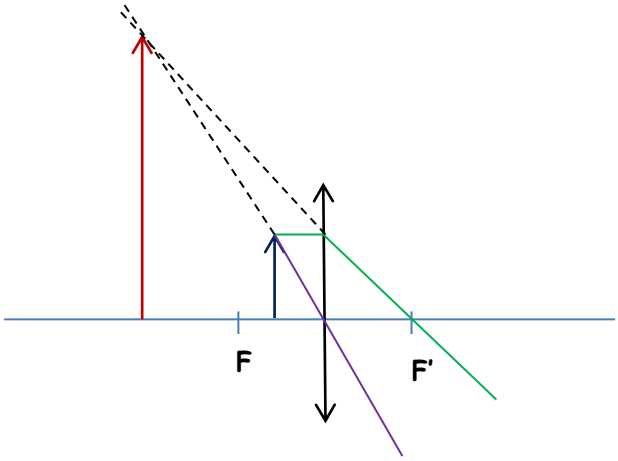
Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad\Rightarrow\quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-10} = \frac{1}{20} \quad\Rightarrow\quad s' = -20\;\;cm \quad (imagen\;virtual)$$

Aplicando la ecuación del aumento lateral:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad y' = y\,.\left(\frac{s'}{s}\right) = 5\,.\left(\frac{-20}{-10}\right) = 10\ cm$$

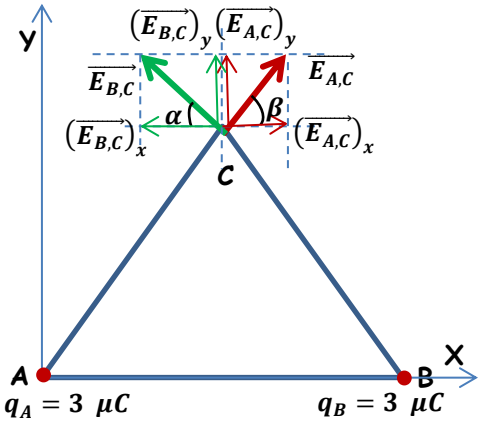
La imagen es derecha y mayor.



4.- En dos de los vértices, A y B, de un triángulo equilátero de lado 9 m se sitúan dos cargas eléctricas puntuales iguales de carga 3 μC.

DATOS: 1 μC = 10^{-6} C

a) **(1 p)** Dibujar y calcular el vector campo eléctrico en el vértice libre C del triángulo.



$$r_{A,C} = r_{B,C} = r = 9\ m$$

$$\alpha = \beta = 60°$$

Por simetría el campo tendrá solo componente $\vec{j}$, ya que las componentes $\vec{\imath}$ se anulan entre sí. Además las componentes $\vec{j}$ de los campos creados por ambas cargas serán iguales.
Por lo tanto:

$$\vec{E}_C = \vec{E}_{C,A} + \vec{E}_{C,B} = 2\,.K.\frac{q}{r^2}\,.(sen\,60°\,\vec{j})$$

$$\vec{E}_C = 2\,.\ 9.10^9.\frac{3.10^{-6}}{9^2}\,.0,87\,\vec{j} = 577,35\ \vec{j}\ \frac{N}{C} \quad \Rightarrow \quad |\vec{E}_C| = 577,35\ \frac{N}{C}$$

Las componentes del vector cambian según el vértice elegido, pero el módulo no.

b) **(0,5 p)** Hallar el potencial eléctrico en dicho vértice libre C.

El potencial creado por ambas cargas es igual, ya que ambas son del mismo valor y se encuentran a la misma distancia.

$$V_C = V_{C,A} + V_{C,B} = 2\,.\ K\,.\ \frac{q}{r} = 2\,.9.10^9\,.\frac{3.10^{-6}}{9} = 6.10^3\ V$$

El valor del potencial es el mismo sea cual sea el vértice elegido.

c) **(0,5 p)** Hallar el trabajo que debe realizarse para llevar una partícula puntual de carga -2 μC desde el punto C hasta el infinito e interpretar físicamente su signo.

Teniendo en cuenta que el potencial eléctrico en el infinito es cero, el trabajo necesario es:

$$(W_{A\to\infty})_{F\ eléctrica} = q'.\ (V_A - V_\infty) = -2.10^{-6}\,.\ (6.10^3 - 0) = -0,012\ J$$

El signo negativo indica que el proceso no es espontáneo, es necesaria una fuerza externa para trasladar la carga. El trabajo realizado por esta fuerza queda almacenado en la carga trasladada en forma de energía potencial electrostática.

5.- La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de plata (función trabajo) es de $7{,}52.10^{-19}$ J.

DATOS: 1 nm = 10^{-9} m.

a) **(1 p)** Hallar la frecuencia umbral para la plata y la longitud de onda correspondiente a la misma.

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 es igual al trabajo de extracción, estamos ante la frecuencia umbral, cumpliéndose:

$$W_e = h\,.\,f_0 \quad \Rightarrow \quad f_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{7,52.10^{-19}}{6,6.10^{-34}} = 1,14.10^{15}\ Hz; \qquad \lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3.10^8}{1,14.10^{15}} = 2,63.10^{-7}\ m$$

b) **(0,5 p)** Si se incide con una luz de longitud de onda 100 nm, ¿qué energía cinética tendrán los electrones extraídos?

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

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

$$E_C = 6,6.10^{-34}\,.\frac{3.10^8}{10^{-7}} - 7,52.10^{-19} = 1,228.10^{-18}\ J$$

c) **(0,5 p)** Explique brevemente las energías que intervienen en la explicación del efecto fotoeléctrico.

- **La luz incidente está formada por un conjunto de partículas, denominadas fotones, sin masa y sin carga eléctrica, que transportan una energía $E = h\,.\,f$, 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: $W_e = h\,.\,f_0$. 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:**

$$E_{fotón\ incidente} = W_e + E_c \quad \Rightarrow \quad h\,.\,f = h\,.\,f_0 + \frac{1}{2}\,.\,m_{e^-}\,.\,v^2$$

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. Dos cuerpos puntuales idénticos, de masa 600 kg cada uno, se encuentran fijados en vértices opuestos de un cuadrado de lado igual a 20 m.

a) [1 PUNTO] Dibujar y calcular el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en otro de los vértices del cuadrado.

b) [1 PUNTO] Hallar el potencial gravitatorio, debido a las dos masas, en el punto central del cuadrado.

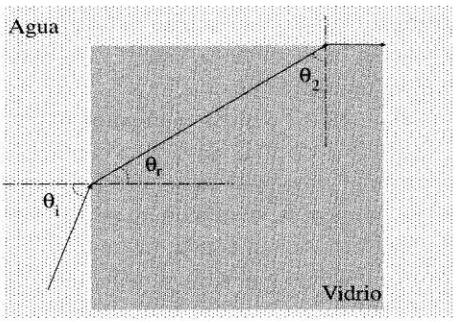
2. Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 400 g unido a un muelle, realiza un movimiento armónico simple con un período de 1.25 s. Si la energía total del sistema es de 18 J,

a) [1 PUNTO] ¿Cuál es la constante elástica del muelle?

b) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál es la amplitud del movimiento oscilatorio?

c) [0,5 PUNTOS] Explicar los intercambios de energía entre el muelle y la masa que se producen a lo largo de una oscilación.

3. Un cubo de vidrio de índice de refracción 1.55 se encuentra sumergido en agua, que tiene un índice de refracción de 1.33. Un rayo incide sobre una cara lateral izquierda del cubo con un ángulo θ_i tal que se tiene el fenómeno de la reflexión total para el rayo que llega a la cara superior del cubo de vidrio, saliendo éste rayo justamente horizontal a la cara superior del cubo. Ver figura que se adjunta.



a) [1 PUNTO] Hallar el ángulo de incidencia θ_2 de la luz sobre la cara interna superior del cubo de vidrio.

b) [0,5 PUNTOS] Obtener el ángulo de refracción θ_r del haz de luz que penetra en el cubo por su cara lateral.

c) [0,5 PUNTOS] Obtener el ángulo de incidencia θ_i del haz de luz que incide en la cara lateral del cubo de vidrio.

4. Dos placas metálicas cargadas eléctricamente están dispuestas horizontalmente separadas una distancia de 20 cm, creando en su interior un campo eléctrico uniforme de $2.50\ 10^4$ N C^{-1}. Una microgota de aceite de masa igual a $5.1\ 10^{-14}$ kg de masa, cargada negativamente, se encuentra en equilibrio suspendida de un punto equidistante de ambas placas.

a) [1 PUNTO] Hallar la diferencia de potencial entre las placas, indicando cual de ellas está cargada positivamente.

b) [0,5 PUNTOS] Hallar la carga eléctrica depositada en la gota.

c) [0,5 PUNTOS] Describir brevemente el efecto de un campo magnético sobre una carga eléctrica en reposo y sobre la misma carga en movimiento.

5. La actividad de una muestra que contiene radio 226, ^{226}Ra, es de $9\ 10^{14}$ Bq. El período de semidesintegración del ^{226}Ra es de 1602 años.

a) [1 PUNTO] Hallar el número de núcleos de ^{226}Ra en la muestra.

b) [1 PUNTO] Hallar el número de núcleos radiactivos que quedarán en la muestra al cabo de 3500 años.

Datos: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

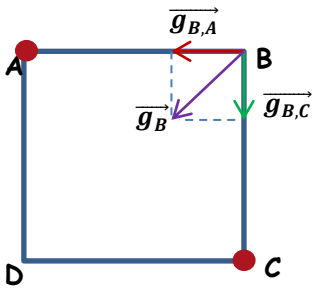
SOLUCIÓN OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2 (SEPTIEMBRE 2012)

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	$G = 6.67\ 10^{-11}$ 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 puntuales idénticos, de masa 600 kg cada uno, se encuentran fijados en vértices opuestos de un cuadrado de lado igual a 20 m.



a) **(1 p)** Dibujar y calcular el vector campo gravitatorio producido por estas dos masas en otro de los vértices del cuadrado.

Teniendo en cuenta que las masas son iguales y que se encuentran a la misma distancia:

$$\overrightarrow{g_B} = \overrightarrow{g_{B,A}} + \overrightarrow{g_{B,C}} = -G\,.\,\frac{m}{r^2}\,.(\vec{\imath}+\vec{\jmath}) = -6,67.10^{-11}\,.\,\frac{600}{20^2}\,.(\vec{\imath}+\vec{\jmath}) = -10^{-10}\ \vec{\imath} - 10^{-10}\ \vec{\jmath}\ \ N/kg$$

$$|\overrightarrow{g_B}| = \sqrt{(-10^{-10})^2 + (-10^{-10})^2} = 1,41.10^{-10}\ N/kg$$

Las componentes del vector varían según el vértice elegido, pero el módulo no.

b) **(1 p)** Hallar el potencial gravitatorio, debido a las dos masas, en el punto central del cuadrado.

El potencial creado por ambas masas es igual, ya que las masas son iguales y están a la misma distancia:

$$V_O = V_{O,A} + V_{O,B} = 2\,.\,V_{O,A} = -2\,.\,6,67.10^{-11}\,.\,\frac{600}{14,14} = -5,66.10^{-9}\ J/kg$$

2.- Un sistema elástico, constituido por un cuerpo de masa 400 g unido a un muelle, realiza un movimiento armónico simple con un período de 1,25 s. Si la energía total del sistema es de 18 J,

a) **(1 p)** ¿Cuál es la constante elástica del muelle?

Del análisis de la dinámica del m.a.s. tenemos:

$$\begin{cases} F = -K\,.\,x \\ F = m\,.\,a = -m\,.\,\omega^2\,.\,x \end{cases} \Rightarrow K = m\,.\,\omega^2 = m\,.\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 0,4\,.\left(\frac{2\pi}{1,25}\right)^2 = 10,11\ N/m$$

b) **(0,5 p)** ¿Cuál es la amplitud del movimiento oscilatorio?

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}\,.\,m\,.\,v^2 + \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,x^2 = \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,(A^2 - x^2) + \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,x^2 = \frac{1}{2}\,.\,K\,.\,A^2$$

$$A = \sqrt{\frac{2\,.\,E_m}{K}} = \sqrt{\frac{2\,.\,18}{10,11}} = 1,89\ \ m$$

c) **(0,5 p)** Explicar los intercambios de energía entre el muelle y la masa que se producen 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 y nula en los extremos.
Las fuerzas elásticas son conservativas, tienen asociada una función energía potencial que depende exclusivamente de la posición. El trabajo realizado por la fuerza elástica para trasladar la partícula entre dos posiciones no depende del camino seguido y es igual a menos el incremento de la energía potencial asociada a esas posiciones: $W = -\Delta E_p$
La energía elástica asociada a una partícula situada en la posición de elongación y es:

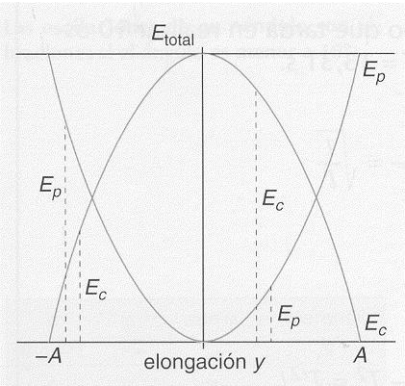
$$E_p = \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2$$

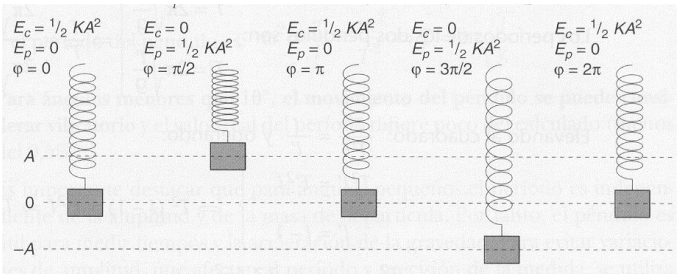
Como vemos esta energía es nula en el centro de oscilación y máxima en los extremos.

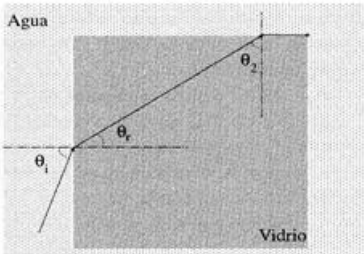
La energía total (energía mecánica del oscilador) de una partícula con m.a.s. es la suma de su energía cinética y su energía potencial elástica:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot K \cdot (A^2 - x^2) + \frac{1}{2} \cdot K \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A^2$$

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.- Un cubo de vidrio de índice de refracción 1,55 se encuentra sumergido en agua, que tiene un índice de refracción de 1.33. Un rayo incide sobre una cara lateral izquierda del cubo con un ángulo θ_i tal que se tiene el fenómeno de la reflexión total para el rayo que llega a la cara superior del cubo de vidrio, saliendo éste rayo justamente horizontal a la cara superior del cubo. Ver figura que se adjunta.

a) **(1 p)** Hallar el ángulo de incidencia θ_2 de la luz sobre la cara interna superior del cubo de vidrio.

Para que el rayo se refracte y salga paralelo a la cara del cubo, debe incidir con el ángulo límite, de modo que aplicando la ley de Snell, se cumple:

$$n_v \cdot sen\ \theta_2 = n_a \cdot sen\ 90° \Rightarrow \theta_2 = arcsen\ \frac{n_a}{n_v} = arcsen\ \frac{1,33}{1,55} = 59,1°$$

b) **(0,5 p)** Obtener el ángulo de refracción θ_r del haz de luz que penetra en el cubo por su cara lateral.

Por geometría:

$$\theta_r = 180° - 90° - \theta_2 = 180° - 90° - 59,1° = 30,9°$$

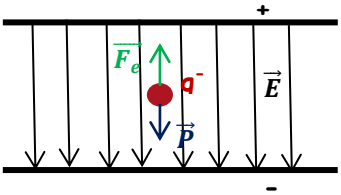
c) **(0,5 p)** Obtener el ángulo de incidencia θ_1 del haz de luz que incide en la cara lateral del cubo de vidrio.

Aplicando la ley de Snell de la refracción:

$$n_a \cdot sen\ \theta_1 = n_v \cdot sen\ \theta_r \Rightarrow \theta_2 = arcsen\left(\frac{n_v \cdot sen\ \theta_r}{n_a}\right) = arcsen\left(\frac{1,55 \cdot sen\ 30,9°}{1,33}\right) = 36,8°$$

4.- Dos placas metálicas cargadas eléctricamente están dispuestas horizontalmente separadas una distancia de 20 cm, creando en su interior un campo eléctrico uniforme de $2{,}50.10^4$ N.C^{-1}. Una microgota de aceite de masa igual a $5{,}1.10^{-14}$ kg de masa, cargada negativamente, se encuentra en equilibrio suspendida de un punto equidistante de ambas placas.

a) **(1 p)** Hallar la diferencia de potencial entre las placas, indicando cuál de ellas está cargada positivamente.



Necesitamos una fuerza eléctrica en sentido hacia arriba para compensar el peso de la microgota. Teniendo en cuenta que la relación entre la fuerza eléctrica y el campo eléctrico es:

$$\vec{F_e} = q \,.\, \vec{E}$$

Como la carga es negativa, el campo debe estar dirigido hacia abajo. Por lo tanto la placa positiva debe ser la de arriba.

$$E = \frac{\Delta V}{d} \quad \Rightarrow \quad \Delta V = E \,.\, d = 2{,}5.10^4 \,.\, 0{,}2 = 5000\ V$$

b) **(0,5 p)** Hallar la carga eléctrica depositada en la gota.

$$F_e = P \quad \Rightarrow \quad q \,.\, E = m \,.\, g \quad \Rightarrow \quad q = \frac{m \,.\, g}{E} = \frac{5{,}1.10^{-14} \,.\, 9{,}8}{2{,}5.10^{-4}} = 2.10^{-9}\ C = 2\ nC$$

Como sabemos, la gota está cargada negativamente: **q = - 2 nC**

c) **(0,5 p)** Describir brevemente el efecto de un campo magnético sobre una carga eléctrica en reposo y sobre la misma carga en movimiento.

Un campo magnético no tiene ningún efecto sobre una partícula cargada eléctricamente si está en reposo.
Las cargas eléctricas que se mueven dentro de campos magnéticos experimentan la fuerza de Lorentz. Esta fuerza depende de los siguientes factores:

- **Del valor de la carga q y de la velocidad v con que esta carga se mueve.**
- **De la inducción de campo magnético, $\vec{B}$**
- **Del ángulo que formen entre si la dirección del movimiento con la dirección del campo. La fuerza es máxima cuando la partícula se mueve perpendicularmente al campo y nula cuando la partícula se mueve paralelamente al campo.**

Además se puede observar que:

- **La fuerza magnética es perpendicular tanto a $\vec{v}$ como a $\vec{B}$. Por consiguiente es perpendicular al plano formado por estos dos vectores.**
- **La fuerza magnética sobre una carga positiva tiene sentido opuesto al de la fuerza que actúa sobre una carga negativa que se mueve en el mismo sentido en el mismo campo.**

Todos estos factores quedan englobados en la siguiente expresión matemática:

$$\vec{F} = q \,.\, (\vec{v}\ x\ \vec{B}) \quad cuyo\ módulo\ es \quad F = q \,.\, v \,.\, B \,.\, sen\ \alpha$$

5.- La actividad de una muestra que contiene radio 226, ^{226}Ra, es de 9.10^{14} Bq. El período de semidesintegración del ^{226}Ra es de 1602 años.

DATOS: 1 Bq = 1 desintegración por segundo.

a) **(1 p)** Hallar el número de núcleos de ^{226}Ra en la muestra.

Se llama actividad o velocidad de desintegración (A) de una sustancia radiactiva al número de desintegraciones que se producen en la unidad de tiempo:

$$A = \frac{dN}{dt} = \lambda \,.\, N_0 \,.\, e^{-\lambda \,.\, t} = \lambda \,.\, N$$

Donde λ es la constante de desintegración o constante radiactiva, que representa la probabilidad por unidad de tiempo de que se desintegre un núcleo.
El período de semidesintegración ($t_{1/2}$) es el tiempo que tarda una muestra radiactiva de N_0 núcleos en reducirse a la mitad:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \,.\, e^{-\lambda \,.\, t_{1/2}} \quad \Rightarrow \quad t_{1/2} = \frac{ln\ 2}{\lambda}$$

Por lo tanto:

$$A_0 = \lambda \,.\, N_0 = \frac{ln\ 2}{t_{1/2}} \,.\, N_0 \quad \Rightarrow \quad N_0 = \frac{A \,.\, t_{1/2}}{ln\ 2} = \frac{9.10^{14} \,.\, (1602 \,.\, 365 \,.\, 24 \,.\, 3600)}{ln\ 2} = 6,56.10^{25}\ \text{átomos}$$

b) **(1 p)** Hallar el número de núcleos radiactivos que quedarán en la muestra al cabo de 3500 años.

$$N = N_0 \,.\, e^{-\lambda \,.\, t} = N_0 \,.\, e^{-\left(\frac{ln\ 2}{t_{1/2}}\right) \,.\, t} = 6,56.10^{25} \,.\, e^{-\left(\frac{ln\ 2}{1602}\right) \,.\, 3500} = 1,44.10^{25}\ \text{átomos}$$