uc3m Universidad Carlos III de Madrid	**UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID** EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO Curso **2019-20** **MATERIA: FÍSICA**	

INSTRUCCIONES Y CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán sobre 2 puntos (1 punto cada apartado).

A.1 (2 puntos). Un satélite sigue una órbita circular sincrónica (es decir, del mismo período que el de rotación del planeta) de radio 1,59 $\cdot 10^5$ km en torno a un planeta de masa $1{,}90 \cdot 10^{27}$ kg. Calcule:

a) La velocidad del satélite en la órbita.

b) El periodo de rotación del planeta sobre su eje.

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

A.2 (2 puntos). Una onda armónica unidimensional, que se propaga en un medio con una velocidad de 400 m s^{-1}, está descrita por la siguiente expresión matemática:

$$y(x,t) = 3 \text{ sen}\left(kx - 200\pi t + \phi_0\right) \text{ cm}$$

donde *x* y *t* están en m y s, respectivamente. Sabiendo que *y*(0, 0) = 1,5 cm y que la velocidad de oscilación en *t* = 0 y *x* = 0 es positiva, halle:

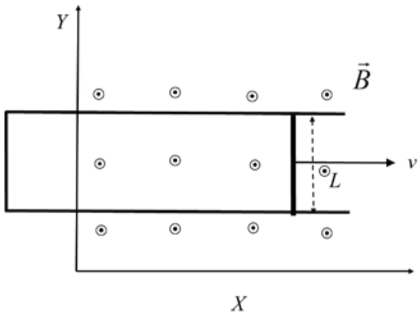
a) El número de onda *k* y la fase inicial ϕ_0.

b) La aceleración máxima de oscilación de un punto genérico del eje *x*.

A.3 (2 puntos). Una barra conductora, de 30 cm de longitud y paralela al eje *y*, se mueve en el plano *xy* con una velocidad en el sentido positivo del eje *x*. La barra se mueve sobre unos rieles conductores paralelos en forma de U (ver figura). Perpendicular al plano, hay un campo magnético uniforme $10^{-3}\,\vec{k}$ T. Halle la fuerza electromotriz inducida en la barra en función del tiempo en los siguientes casos:

a) La velocidad de la barra es constante e igual a $10^2\,\vec{i}$ m s^{-1}.

b) La barra parte del reposo y su aceleración es constante e igual a $5\,\vec{i}$ m s^{-2}.



A.4 (2 puntos). Un objeto está situado en una posición s_1 a la izquierda de una lente convergente de distancia focal 50 mm, de modo que forma una imagen real, invertida y de tamaño doble que el objeto. A continuación, el objeto se va moviendo hacia la lente hasta una posición s_2 en la que la imagen es virtual, derecha y de tamaño doble que la del objeto. Calcule:

a) La posición s_1 inicial del objeto y la distancia inicial entre la imagen y la lente.

b) La posición s_2 final del objeto y la distancia final entre la imagen y la lente.

A.5 (2 puntos). Se tienen dos fuentes radiactivas cuya actividad a día de hoy es la misma. Se sabe que dentro de 10 años la actividad de la primera fuente será el doble que la de la segunda. Determine:

a) La diferencia, $\lambda_2 - \lambda_1$, que existe entre las constantes de desintegración de ambas fuentes.

b) La relación entre las actividades de dichas fuentes dentro de 20 años.

B.1 (2 puntos). Se tiene un planeta de masa $1{,}95 \cdot 10^{25}$ kg y radio 5500 km. Determine:

a) El módulo de la aceleración de la gravedad en la superficie de dicho planeta.
b) La velocidad de escape desde la superficie del planeta.

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

B.2 (2 puntos). A una distancia de 10 m, el nivel de intensidad sonora producida por un foco puntual es de 20 dB. Halle:

a) La potencia del foco.
b) El nivel de intensidad sonora a 2 m del foco.

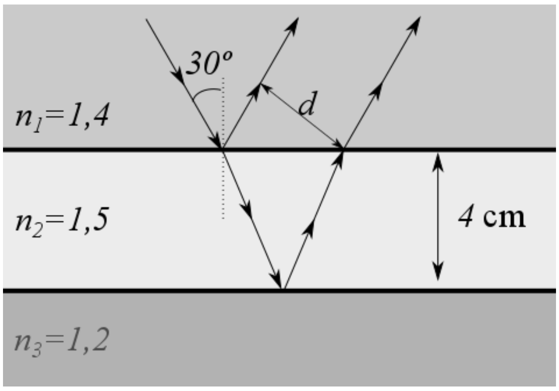
Dato: Intensidad umbral de audición, $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

B.3 (2 puntos). Se tienen cuatro cargas cuyo valor absoluto es $|q| = 1 \cdot 10^{-6}$ C, situadas en los vértices de un cuadrado de lado a = 30 cm, que está en el plano xy. Dos de ellas son positivas y están en los puntos (0, 0) y (a, a). Las otras dos son negativas y están situadas en los puntos (0, a) y (a, 0). Calcule:

a) La fuerza que se ejerce sobre la carga $+q$ situada en el punto (a, a) debida a las otras tres.
b) La energía potencial de la carga situada en el origen de coordenadas debida a las otras tres.

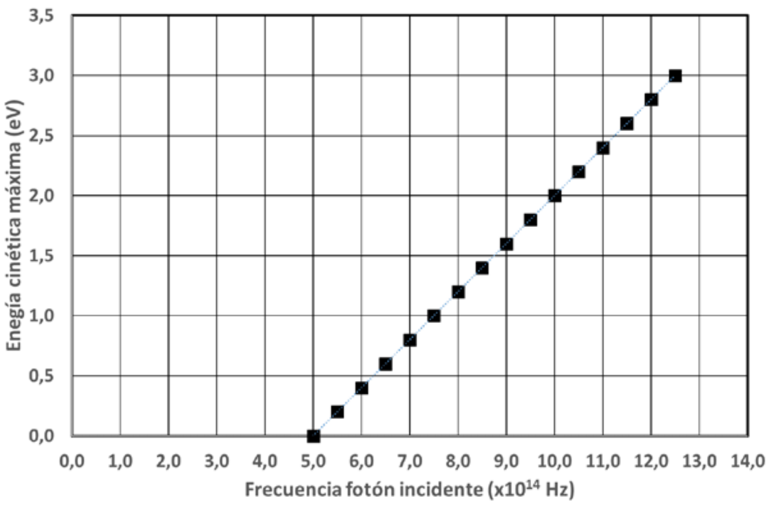
Dato: Constante de la ley de Coulomb, $K = 9 \cdot 10^9$ N m^2 C^{-2}.

B.4 (2 puntos). Una placa de vidrio de 4 cm de espesor y de índice de refracción 1,5 se encuentra sumergida entre dos aceites de índices de refracción 1,4 y 1,2 respectivamente. Proveniente del aceite de índice 1,4 incide sobre el vidrio un haz de luz con un ángulo de incidencia de 30º. Calcule:



a) La distancia, d, entre el rayo reflejado por la cara superior del vidrio y el refractado después de reflejarse en la cara inferior del vidrio.
b) El ángulo de incidencia mínimo en la cara superior del vidrio necesario para que se produzca el fenómeno de reflexión total en la cara inferior de la placa de vidrio.

B.5 (2 puntos). Se hace incidir un haz de fotones de frecuencia variable sobre una lámina de material metálico, de manera que se emiten electrones cuya energía cinética máxima se mide, obteniendo la gráfica que se adjunta. Determine:



a) El trabajo de extracción del metal en eV.
b) La longitud de onda de de Broglie asociada a los electrones que se emiten, con máxima energía cinética, cuando la frecuencia de los fotones incidentes es de $10 \cdot 10^{14}$ Hz.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; *Masa del electrón, m_e =* $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg; *Constante de Planck, $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$* J s.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

FÍSICA

* Las preguntas deben contestarse razonadamente, valorando en su resolución una adecuada estructuración y el rigor en su desarrollo.

* Se valorará positivamente la inclusión de pasos detallados, así como la realización de diagramas, dibujos y esquemas.

* En la corrección de las preguntas se tendrá en cuenta el proceso seguido en la resolución de las mismas, valorándose positivamente la identificación de los principios y leyes físicas involucradas.

* Se valorará la destreza en la obtención de resultados numéricos y el uso correcto de las unidades en el Sistema Internacional.

* Cada pregunta, debidamente justificada y razonada con la solución correcta, se calificará con un máximo de 2 puntos.

* En las preguntas que consten de varios apartados, la calificación máxima será la misma para cada uno de ellos (desglosada en múltiplos de 0,25 puntos).

SOLUCIONES

A.1 (2 puntos). Un satélite sigue una órbita circular sincrónica (es decir, del mismo período que el de rotación del planeta) de radio 1,59 ·10^5 km en torno a un planeta de masa 1,90·10^{27} kg. Calcule:

a) La velocidad del satélite en la órbita.
b) El periodo de rotación del planeta sobre su eje.

Dato: Constante de Gravitación Universal, G = 6,67·10^{-11} N m² kg⁻².

Solución:

a) La velocidad del satélite en la órbita.
Para que la órbita sea estable:

$$m_S \frac{v^2}{R} = G\frac{m_S\, M_P}{R^2} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{GM_P}{R}} = 2{,}82\cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}}$$

b) El periodo de rotación del planeta sobre su eje.
El período de rotación del planeta y del satélite son iguales, al ser la órbita sincrónica, por lo que escribiendo la relación entre velocidad y periodo, obtenemos:

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow \boxed{T = \frac{2\pi R}{v} = 3{,}54\cdot 10^4 \text{ s}}$$

A.2 (2 puntos). Una onda armónica unidimensional, que se propaga en un medio con una velocidad de propagación de 400 m s^{-1}, está descrita por la siguiente expresión matemática:

$$y(x,t) = 3 \text{ sen}\left(kx - 200\pi t + \phi_0\right) \text{ cm}$$

donde *x* y *t* están en m y s, respectivamente. Sabiendo que *y*(0, 0) = 1,5 cm y que la velocidad de oscilación en *t* = 0 y *x* = 0 es positiva, halle:

a) El número de onda *k* y la fase inicial ϕ_0.
b) La aceleración máxima de oscilación de un punto genérico del eje *x*.

Solución:

a) El número de onda *k* y la fase inicial ϕ_0.

Puesto que conocemos la velocidad de propagación y la frecuencia angular, 200π rad/s:

$$\boxed{k = \frac{\omega}{v} = \frac{\pi}{2} \text{ rad m}^{-1}}$$

Como *y*(0, 0) = 1,5 cm,

$$3 \text{ cm sen}\phi_0 = 1{,}5 \text{ cm} \Rightarrow \text{sen}\phi_0 = 0{,}5 \Rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ ó } \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

Como *v*(0, 0) > 0, entonces:

$$v(x,t) = -A\,\omega\cos\left(kx - \omega t + \phi_0\right)$$

$$v(0,0) = -A\,\omega\cos\phi_0 > 0 \Rightarrow \boxed{\phi_0 = \frac{5\,\pi}{6} \text{ rad}}$$

b) La aceleración máxima de oscilación de un punto genérico del eje *x*.

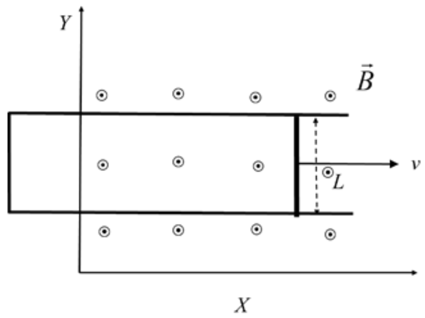
La aceleración de un punto genérico de la onda es:

$$a(x,t) = -A\,\omega^2 \text{ sen}(kx - \omega t + \phi_0)$$

Por lo que la aceleración máxima es:

$$\boxed{a_{max} = A\,\omega^2 = 1{,}18\cdot 10^4 \text{ m s}^{-2}}$$

A.3 (2 puntos). Una barra conductora, de 30 cm de longitud y paralela al eje *y*, se mueve en el plano *xy* con una velocidad en el sentido positivo del eje *x*. La barra se mueve sobre unos rieles conductores paralelos en forma de U (ver figura). Perpendicular al plano, hay un campo magnético uniforme $10^{-3}\ \vec{k}\ \mathrm{T}$. Halle la fuerza electromotriz inducida en la barra en función del tiempo en los siguientes casos:



a) La velocidad de la barra es constante e igual a $10^2\ \vec{i}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

b) La barra parte del reposo y su aceleración es constante e igual a $5\,\vec{i}\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

Solución:

a) La velocidad de la barra es constante e igual a $10^2\ \vec{i}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

El flujo recogido por el circuito formado por los rieles y la barra será:

$$\Phi_m(t) = B\,S(t) = B\,L\,x(t)$$

La fem inducida será:

$$\mathsf{E} = -\frac{d\Phi_m(t)}{dt} = -B\,L\,\frac{dx(t)}{dt} = -B\,L\,v = \boxed{-0{,}03\ \mathrm{V}}$$

El signo únicamente nos dice que la fuerza electromotriz se opone a la variación del flujo.

Otro método es el con el campo eléctrico equivalente:

El campo eléctrico equivalente viene dado por:

$$\vec{E}_{eq} = \vec{v}\times\vec{B} = -vB\ \vec{j}$$

De manera que la fem inducida será:

$$\mathsf{E} = E_{eq}\ L = -vBL \Rightarrow \boxed{\mathsf{E} = -0{,}03\ \mathrm{V}}$$

Este valor es constante en el tiempo al ser *v* constante.

b) La barra parte del reposo y su aceleración es constante e igual a $5\,\vec{i}\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

El flujo recogido por el circuito formado por los rieles y la barra será:

$$\Phi_m(t) = B\,S(t) = B\,L\,x(t)$$

La fem inducida será:

$$\mathsf{E} = -\frac{d\Phi_m(t)}{dt} = -B\,L\,\frac{dx(t)}{dt} = -B\,L\,v(t) = -B\,L\,at = \boxed{-1{,}5\cdot 10^{-3}\ t}$$

donde la fuerza electromotriz estará dada en voltios si el tiempo se da en segundos. El signo únicamente nos dice que la fuerza electromotriz se opone a la variación del flujo.

Otro modo de hacerlo es con el campo eléctrico equivalente.

En este caso, la velocidad de la barra depende del tiempo:

$$\vec{v} = \vec{a}\,t \Rightarrow \vec{v} = 5\,t\,\vec{i}\ \mathrm{m\,s^{-2}}$$

donde *t* está en segundos y *v* en m $\mathrm{s^{-1}}$.

El campo eléctrico equivalente será, en este caso,

$$\vec{E}_{eq} = \vec{v}\times\vec{B} = -vB\ \vec{j} = -5t\ B\ \vec{j} = -5\cdot 10^{-3}\ t\ \vec{j}$$

donde *t* está en segundos y $\vec{E}_{eq}$ en V $\mathrm{m^{-1}}$.

La fem inducida será entonces:

$$\mathsf{E} = E_{eq}\ L = 5t\ B\ L \Rightarrow \boxed{\mathsf{E} = 1{,}5\cdot 10^{-3} t}$$

donde la fem está en V si *t* está en s.

A.4 (2 puntos). Un objeto está situado en una posición s_1 a la izquierda de una lente convergente de distancia focal 50 mm, de modo que forma una imagen real, invertida y de tamaño doble que el objeto. A continuación, el objeto se va moviendo hacia la lente hasta una posición s_2 en la que la imagen es virtual, derecha y de tamaño doble que la del objeto. Calcule:

a) La posición s_1 inicial del objeto y la distancia inicial entre la imagen y la lente.

b) La posición s_2 final del objeto y la distancia final entre la imagen y la lente.

Solución:

a) La posición s_1 inicial del objeto y la distancia inicial entre la imagen y la lente.

El aumento lateral viene dado por:

$$M_1 = \frac{s'_1}{s_1} = -2 \Rightarrow s'_1 = -2\, s_1$$

Por su parte, para lentes delgadas:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'_1} - \frac{1}{s_1} = -\frac{3}{2s_1} \Rightarrow \boxed{s_1 = -\frac{3}{2} f' = -75 \text{ mm}}$$

Por tanto, la distancia entre imagen y lente es:

$$\boxed{s'_1 = -2\, s_1 = 150 \text{ mm}}$$

b) La posición s_2 final del objeto y la distancia final entre la imagen y la lente.

En este caso, el aumento lateral viene dado por:

$$M_2 = \frac{s'_2}{s_2} = +2 \Rightarrow s'_2 = +2\, s_2$$

Por su parte, para lentes delgadas:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'_2} - \frac{1}{s_2} = -\frac{1}{2s_2} \Rightarrow \boxed{s_2 = -\frac{1}{2} f' = -25 \text{ mm}}$$

Por tanto, la distancia entre imagen y lente es:

$$\boxed{s'_2 = +2\, s_2 = -50 \text{ mm}}$$

A.5 (2 puntos). Se tienen dos fuentes radiactivas cuya actividad a día de hoy es la misma. Se sabe que dentro de 10 años la actividad de la primera fuente será el doble que la de la segunda. Determine:

a) La diferencia, $\lambda_2 - \lambda_1$, que existe entre las constantes de desintegración de ambas fuentes.

b) La relación entre las actividades de dichas fuentes dentro de 20 años.

Solución:

a) Aplicamos la definición de actividad de una muestra radiactiva teniendo en cuenta la actividad actual y la que tendrán las muestras dentro de 10 años.

$$A_{actual} = \lambda_1 N_1(0) = \lambda_2 N_2(0) \to N_1(0) = N_2(0)\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

Dentro de 10 años, la relación entre las actividades la podemos expresar de forma similar, pero necesitaremos conocer el número de átomos que contiene nuestra muestra.

$$A_{10 \text{ años después}} \Rightarrow A_1 = 2A_2$$

$$\lambda_1 N_1(10) = \lambda_1 N_1(0) e^{-\lambda_1 10} = 2\lambda_2 N_2(10) = 2\lambda_2 N_2(0) e^{-\lambda_2 10}$$

Sustituyendo la relación que hemos obtenido entre el número de átomos de cada sustancia en el instante inicial en la ecuación anterior

$$\lambda_1 N_1(10) = \lambda_1 N_2(0)\frac{\lambda_2}{\lambda_1}e^{-\lambda_1 10} = 2\lambda_2 N_2(0)e^{-\lambda_2 10} \Rightarrow \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{\ln 2}{10}\text{años}^{-1}$$

Por tanto, la diferencia de constantes de desintegración será:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 6{,}93\cdot 10^{-2}\ \text{años}^{-1}$$

b) La relación de actividades a los 20 años, será:

$$k = \frac{A_1(20)}{A_2(20)} = \frac{\lambda_1 N_1(20)}{\lambda_2 N_2(20)} = \frac{\lambda_1 N_1(0)e^{-\lambda_1 20}}{\lambda_2 N_2(0)e^{-\lambda_2 20}} = \frac{\lambda_1 N_2(0)\frac{\lambda_2}{\lambda_1}e^{-\lambda_1 20}}{\lambda_2 N_2(0)e^{-\lambda_2 20}} = e^{(\lambda_2-\lambda_1)20} \Rightarrow$$

$$k = e^{\ln 2\cdot 20/10} = e^{2\ln 2} = 4$$

B.1 (2 puntos). Se tiene un planeta de masa $1{,}95\cdot 10^{25}$ kg y radio 5500 km. Determine:

a) El módulo de la aceleración de la gravedad en la superficie de dicho planeta.

b) La velocidad de escape desde la superficie del planeta.

Dato: Constante de Gravitación Universal, G = 6,67·10^{-11} N m^2 kg^{-2}.

Solución:

a) El módulo de la aceleración de la gravedad en la superficie de dicho planeta.

La aceleración de la gravedad en la superficie del planeta, g_P, se puede hallar utilizando la ley de la Gravitación Universal:

$$mg_P = G\frac{m\,M_P}{R^2} \Rightarrow \boxed{g_P = \frac{GM_P}{R^2} = 43\ \text{m s}^{-2}}$$

b) La velocidad de escape desde la superficie del planeta.

La velocidad de escape es la velocidad mínima necesaria para alejarse del planeta hasta el infinito o muy lejos del planeta. Por tanto, la velocidad final del objeto será nula y la energía potencial final también será nula. Planteando la conservación de la energía, tendremos:

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - \frac{G\,m\,M_P}{R} = 0 \Rightarrow \boxed{v_e = \sqrt{\frac{2GM_P}{R}} = 21{,}75\ \text{km s}^{-1}}$$

B.2 (2 puntos). A una distancia de 10 m, el nivel de intensidad sonora producida por un foco puntual es de 20 dB. Halle:

a) La potencia del foco.

b) El nivel de intensidad sonora a 2 m del foco.

Dato: Intensidad umbral de audición, I_0= 10^{-12} W m^{-2}.

Solución:

a) La potencia del foco.

Como a una distancia de 10 m el nivel de intensidad sonora es de 20 dB, la intensidad a 10 m será:

$$\beta_{10\text{m}} = 10\log\frac{I_{10\text{m}}}{I_0} \Rightarrow I_{10\text{m}} = 1\cdot 10^{-10}\ \text{W m}^{-2}$$

Como el foco es puntual, las ondas son esféricas y la intensidad cae como la distancia al cuadrado, de forma que la potencia será:

$$I_{10\text{m}} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow \boxed{P = I_{10\text{m}}\ 4\pi r^2 = 4\pi\cdot 10^{-8}\ \text{W}}$$

b) El nivel de intensidad sonora a 2 m del foco.

La intensidad a 2 m del foco será:

$$I_{2\mathrm{m}} = \frac{P}{4\pi r^2} = 2,5\cdot 10^{-9}\ \mathrm{W\ m^{-2}}$$

Y el nivel de intensidad sonora será:

$$\boxed{\beta_{2\mathrm{m}} = 10\log\frac{I_{2\mathrm{m}}}{I_0} = 33,98\ \mathrm{dB}}$$

B.3 (2 puntos). Se tienen cuatro cargas cuyo valor absoluto es $|q| = 1\cdot 10^{-6}$ C, situadas en los vértices de un cuadrado de lado a = 30 cm, que está en el plano xy. Dos de ellas son positivas y están en los puntos (0, 0) y (a, a). Las otras dos son negativas y están situadas en los puntos (0, a) y (a, 0). Calcule:

a) La fuerza que se ejerce sobre la carga +q situada en el punto (a, a) debida a las otras tres.

b) La energía potencial de la carga situada en el origen de coordenadas debida a las otras tres.

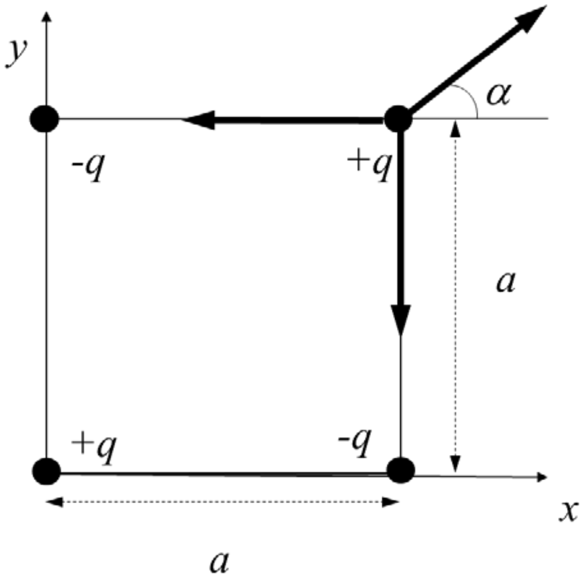
Dato: Constante de la ley de Coulomb, $K = 9\cdot 10^9$ N m^2 C^{-2}

Solución:

a) La fuerza del sistema sobre la carga +q situada en el punto (a, a) debida a las otras tres.

Las componentes x e y de la fuerza son iguales entre sí, ya que el ángulo α es de 45º:

$$F_x = F_y = -K\frac{q^2}{a^2} + K\frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$$



Sustituyendo los valores, la fuerza será:

$$\boxed{\vec{F} = -0,065\ \mathrm{N}\ (\vec{i} + \vec{j})}$$

b) La energía potencial de la carga situada en el origen de coordenadas debida a las otras tres.

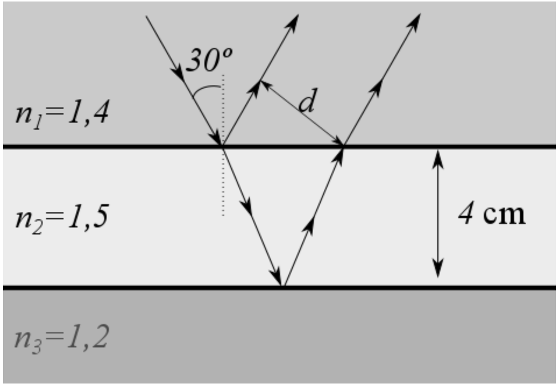
El potencial creado por las cargas que no están en el origen es:

$$V(0,0) = -2K\frac{q}{a} + K\frac{q}{\sqrt{2}a} = -3,88\cdot 10^4\ \mathrm{V}$$

Por lo que la energía potencial de la carga en el origen será:

$$\boxed{E_P(0,0) = qV(0,0) = -\,0,039\ \mathrm{J}}$$

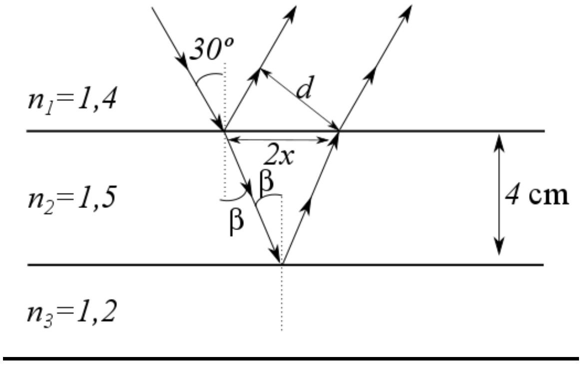
B.4 (2 puntos). Una placa de vidrio de 4 cm de espesor y de índice de refracción 1,5 se encuentra sumergida entre dos aceites de índices de refracción 1,4 y 1,2 respectivamente. Proveniente del aceite de índice 1,4 incide sobre el vidrio un haz de luz con un ángulo de incidencia de 30º. Calcule:



a) La distancia, *d*, entre el rayo reflejado por la cara superior del vidrio y el refractado después de reflejarse en la cara inferior del vidrio.
b) El ángulo de incidencia mínimo en la cara superior del vidrio necesario para que se produzca el fenómeno de reflexión total en la cara inferior de la placa de vidrio.

Solución:

a) Basándonos en un dibujo que represente el trazado de los rayos en los diferentes medios, observamos que lo que nos piden es la distancia *d*, para lo cual necesitaremos averiguar la distancia $2x$.



n_1 sen(30º) = n_2 senβ ➔ 1,4 sen(30º) = 1,5 senβ
➔ β = 27,82º ➔ x = 4tg$\beta = 2{,}11$ cm

Como el ángulo de reflexión en la cara superior es el mismo que el de incidencia, entonces, el ángulo entre el rayo reflejado y la horizontal será 60º

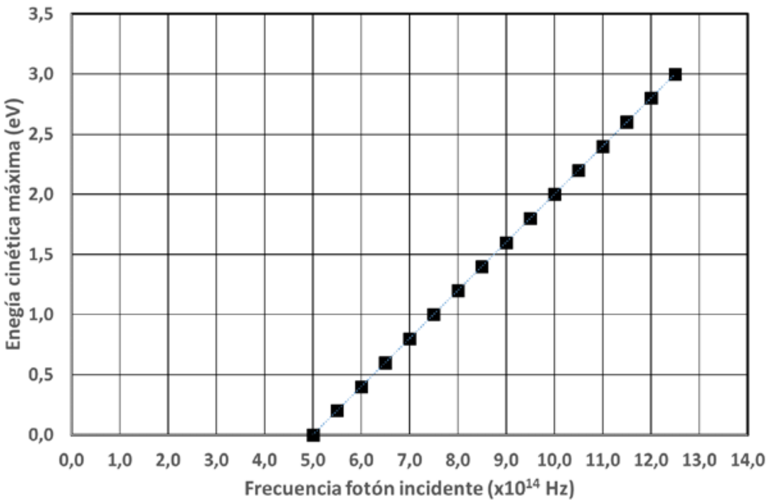
Por lo tanto, $d = 2x$ cos 30º = 3,66 cm

b) Para calcular el ángulo que nos piden, es suficiente con aplicar la definición de ángulo límite entre los dos aceites, es decir, el vidrio no afecta al resultado.

$$n_1 \operatorname{sen}(\alpha) = n_3 \operatorname{sen}(90) \rightarrow \operatorname{sen}(\alpha) = \frac{1{,}2}{1{,}4} \rightarrow \alpha = 59^{\circ}$$

B.5 (2 puntos). Se hace incidir un haz de fotones de frecuencia variable sobre una lámina de material metálico, de manera que se emiten electrones cuya energía cinética máxima se mide, obteniendo la gráfica que se adjunta. Determine:

a) El trabajo de extracción del metal en eV.
b) La longitud de onda de de Broglie asociada a los electrones que se emiten, con máxima energía cinética, cuando la frecuencia de los fotones incidentes es de $10{\cdot}10^{14}$ Hz



Datos: Valor absoluto de la carga del electrón,
e = $1{,}6{\cdot}10^{-19}$ C; *Masa del electrón,* m_e = $9{,}1{\cdot}10^{-31}$ kg; *Constante de Planck, h* = $6{,}63{\cdot}10^{-34}$ J s.

Solución:

a) El trabajo de extracción del metal en eV.

Como se puede apreciar en la gráfica, hasta que los fotones no tienen una frecuencia de $5 \cdot 10^{14}$ Hz, no se empiezan a emitir electrones. Por tanto la función de trabajo será la energía correspondiente a los fotones de dicha frecuencia.

$$\boxed{E = hf = 3,32 \cdot 10^{-19}\ \text{J} = 2,07\ \text{eV}}$$

b) La longitud de onda de de Broglie asociada a los electrones que se emiten, con máxima energía cinética, cuando la frecuencia de los fotones incidentes es de $10 \cdot 10^{14}$ Hz.

A la frecuencia de $10 \cdot 10^{14}$ Hz, la energía cinética máxima de los electrones es de 2 eV, por lo que la velocidad de los electrones será:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\,E_c}{m}} = 8,39 \cdot 10^5\ \text{m s}^{-1}$$

Dada la expresión de la longitud de onda de de Broglie, podemos calcular la longitud de onda pedida:

$$\boxed{\lambda_{\text{de Broglie}} = \frac{h}{m\,v} = 8,69 \cdot 10^{-10}\ \text{m}}$$