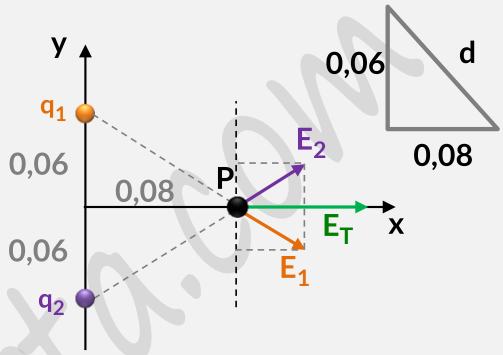
# Universidad de Castilla La Mancha – Septiembre – 2008

## Opción A

**Problema 1.-** Dos cargas iguales positivas de valor $q_1$=$q_2$=+2'0 nC se encuentran fijas en puntos de coordenadas (0, +0'06) y (0, –0'06) respectivamente, expresadas en el S.I. de unidades. Determina:

a) El valor del campo eléctrico en un punto P situado en las coordenadas (+0'08, 0)
b) El potencial en dicho punto P
c) El trabajo realizado por el campo cuando otra carga q´=–6'0 nC se desplaza desde el punto P hasta un punto S situado en el origen de coordenadas.

k = 9'00·$10^9$N $m^2C^{-2}$, 1 nC = $10^{-9}$ C




El campo eléctrico en un punto es una magnitud vectorial que se calcula como la suma de los vectores intensidad de campo eléctrico debido a cada carga en dicho punto. Por tanto, en el punto P tenemos:

$$\vec{E}_P = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Como se aprecia en el dibujo, el vector intensidad de campo eléctrico en el punto P sólo tendrá componente horizontal, puesto que las componentes verticales se anulan por simetría, ya que las cargas y las distancias son las mismas:

$$\vec{E}_P = (E_{1X} + E_{2X})\,\vec{\imath} \;=\; k\left(k\frac{q_1}{R_1^2} + k\frac{q_2}{R_2^2}\right)\vec{\imath} = 2\,k\,\frac{q}{R^2}\,\vec{\imath}$$

Para calcular la distancia, usamos el teorema de Pitágoras:

$$d \;=\; \sqrt{0.06^2 + 0.08^2} \;\rightarrow\; \boldsymbol{d = 0.1\,m}$$

El ángulo lo calculamos por trigonometría:

$$\alpha = arc.tg\left(\frac{0.06}{0.08}\right) \rightarrow \boldsymbol{\alpha = \; 36.86°}$$

Por tanto, el campo eléctrico será igual a:

$$\vec{E}_P = 2k\frac{q}{d^2}\cos\alpha\;\vec{\imath} = 2\cdot 9\cdot 10^9\cdot\frac{2\cdot 10^{-9}}{0.1^2}\cos 36.86\;\vec{\imath} \rightarrow \boldsymbol{\vec{E}_P = 2880.37\;\vec{\imath}\;N}$$

El potencial el punto P es una magnitud escalar que se calcula como la suma de los potenciales debidos a cada carga:

$$V_P = V_1 + V_2 \;=\; k\;\left(\frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2}\right) = 2k\;\;\frac{q}{R} = 2\cdot\;9\cdot 10^9\cdot\frac{2\cdot 10^{-9}}{0.1} \rightarrow \boldsymbol{V_P = 360V}$$

El trabajo realizado para desplazar una carga q'= -6nC, desde P hasta S (0,0) viene dado por la expresión:

$$W \;= -q\Delta V$$

Por tanto, tenemos que calcular el potencial en S:

$$V_S = V_1 + V_2 \;=\; k\;\left(\frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2}\right) = 2k\;\;\frac{q}{R} = 2\cdot\;9\cdot 10^9\cdot\frac{2\cdot 10^{-9}}{0.06} \rightarrow \boldsymbol{V_S = 600V}$$

Por tanto, el trabajo será igual a:

$$W \;= -q(V_S - V_P) = -(6\cdot 10^{-9})\,(600 - 360) \;\;\rightarrow \boldsymbol{W = 1.44\cdot 10^{-6}\,Jul}$$

**Problema 2.-** Una onda armónica senoidal transversal tiene una amplitud de 6 cm, una longitud de onda de 20 cm, fase inicial nula y se propaga con velocidad 5 m/s en el sentido positivo del eje X. Determina:

a) Frecuencia angular, periodo y ecuación de la onda.
b) Velocidad de vibración en un punto situado a 80 cm del foco en el instante t=0'2 s .
c) Diferencia de fase entre dos puntos separados 5 cm .

El número de onda la calculamos a partir de la longitud de onda:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{0.2} \rightarrow \boldsymbol{k = 10\;m^{-1}}$$

La frecuencia angular está relacionada con la velocidad y el número de onda:

$$\omega = k \cdot v = 10 \cdot 5 \rightarrow \boldsymbol{\omega = 50 \ {}^{rad}/_{s}}$$

El periodo está relacionado con la longitud de onda y la velocidad de propagación:

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.06}{5} \rightarrow \boldsymbol{T = 0.012\ s}$$

La ecuación de onda será

$$y(x,t) = A\ sen(\omega t \pm kx + \delta_0) \rightarrow \boldsymbol{y(x,t) = 0.06\ sen\ (50t - 10x)\ (m,s)}$$

La velocidad de vibración viene dada por la derivada de la posición en función del tiempo:

$$v(x,t) = \frac{dy}{dt} = A\omega\ cos(\omega t - kx)$$

Para x = 0.8m y t = 0.2s:

$$v(0.8, 0.2) = 3\ cos(2) \rightarrow \boldsymbol{v = -1.25\ {}^{m}/_{s}}$$

Fase del primer punto: $\delta_1 = 50t - 10x_1$
Fase del segundo punto: $\delta_2 = 50t - 10x_2$
Diferencia de fase entre ambos:

$$\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2 = |(50t - 10x_1)\ -\ (50t - 10x_2)| = |x_2 - x_1| = 0.05 \ \rightarrow\ \boldsymbol{\Delta\delta\ =\ 0.05\ rad}$$

**Cuestión 1.-** En la superficie terrestre una astronauta pesa 800 N. ¿Cuál será su peso cuando se encuentre en la Estación Espacial Internacional que orbita a una altura de 360km sobre la superficie de la Tierra?
$R_{TIERRA}$=6370 km, $g_0$=9'81m $s^{-2}$

El peso es la fuerza gravitatoria, teniendo en cuenta que lo que no varía es la masa del astronauta:

$$\left.\begin{array}{l} P_T = G \cdot \dfrac{M_T \cdot m}{R_T^2} \\ P_E = G \cdot \dfrac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} \end{array}\right\} \rightarrow \frac{P_T \cdot R_T^2}{G \cdot M_T} = \frac{P_E \cdot (R_T + h)^2}{G \cdot M_T} \rightarrow P_T \cdot R_T^2 = P_E \cdot (R_T + h)^2 \rightarrow 800 \cdot (6370 \cdot 10^3)^2$$

$$= P_E \cdot (6370 \cdot 10^3 + 360 \cdot 10^3)^2 \rightarrow \boldsymbol{P_E = 716.70\ N}$$

**Cuestión 2.-**

a) La ley de Faraday hace intervenir conceptos como fuerza electromotriz y flujo magnético. Explica qué relación hay entre ellos. ¿En qué unidad se mide la fuerza electromotriz en el S.I.?
b) La ley de Faraday hay que complementarla con la ley de Lenz. ¿Qué es lo que establece ésta última?

La inducción electromagnética se basa en dos principios:

I. Toda variación de flujo magnético que atraviesa un circuito cerrado produce en este una corriente inducida o fuerza electromotriz. Como el flujo es $\phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$, este variará, bien porque varíe B, porque varíe S o porque varíe el ángulo α que forman B y S.
II. La corriente inducida es una corriente instantánea que solo dura mientras varía el flujo.

La fuerza electromotriz se mide en voltios. Un voltio se define como la diferencia de potencial existente entre dos puntos tales que hay que realizar un trabajo de 1 J para trasladar del uno al otro la carga de 1 C.

$$1\ V = \frac{1\ Jul}{1\ C} = \frac{kg \cdot m^2/_{s^2}}{A \cdot s} \rightarrow \boldsymbol{1V = 1\ \frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^3}}$$

La ley de Faraday-Henry sirve para calcular el valor de la corriente inducida: "*la fuerza electromotriz inducida que aparece en un circuito es directamente proporcional a la rapidez con que varíe el flujo y al número de espiras*".

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt}$$

El signo negativo es la aportación de la ley de Lenz: "la corriente inducida se comporta de tal manera que se opone a la causa que la produce". Al acercar el polo norte de un imán aumenta el número de líneas de campo que atraviesa la espira. La corriente inducida que se crea en la espira se opone a esto creando una corriente inducida en sentido contrario y, por lo tanto, esta corriente tiene sentido antihorario.

**Cuestión 3.-** El $^{226}_{88}Ra$ se desintegra radiactivamente para dar $^{222}_{86}Ru$

a) Indica el tipo de emisión radiactiva y escribe la ecuación de dicha reacción nuclear.
b) Calcula la energía liberada en la reacción.

c = 3'00·10$^8$ m s$^{-1}$, m($^{226}$Ra) = 226'0960 u, m ($^{222}$Ru) = 222'0869 u, m($^4$He) = 4'00387 u, 1 u = 1'66·10$^{-27}$ kg

En la desintegración radiactiva que ha sufrido el $^{226}_{88}Ra$, el número másico se ha reducido en 4 unidades y el número atómico en dos unidades. Se trata de una radiación de partículas alfa, es decir, núcleos de $^4_2He$ que son expulsados del núcleo atómico.

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Ru + {}^{4}_{2}He$$

El defecto de masa en esta reacción es de:

$$\Delta m = M(^{226}_{88}Ra) - M(^{222}_{86}Ru) + M(^{4}_{2}He) = 226.096 - 222.0869 + 4.00387 \rightarrow \boldsymbol{\Delta m} = 8.01297\,u \cdot \frac{1.66 \cdot 10^{-27} kg}{1u}$$
$$= \boldsymbol{1.33 \cdot 10^{-26} kg}$$

La energía liberada en la reacción es de:

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 1.33 \cdot 10^{-26}(3 \cdot 10^8)^2 \rightarrow \boldsymbol{E = 1.19 \cdot 10^{-9}\, Jul}$$

**Cuestión Experimental.-** En el laboratorio del instituto se han medido los siguientes ángulos de refracción cuando un haz luminoso incide desde un vidrio hacía el aire (n$_{aire}$=1) para observar el fenómeno de la reflexión total. De acuerdo con los datos de la práctica responde a las siguientes cuestiones:

| Experiencia | Ángulo de Incidencia | Ángulo de Refracción |
|---|---|---|
| 1ª | 20º | 28º |
| 2ª | 30º | 45º |
| 3ª | 40º | 68º |
| 4ª | 44º | 90º |

a) Cuando un rayo luminoso pasa de un medio homogéneo como el vidrio, a otro medio, también homogéneo como el aire sufre una refracción de tal modo que el rayo refractado: ¿Se aleja o se acerca a la normal?
b) ¿A qué llamamos ángulo límite? Determínalo en base a la tabla adjunta
c) ¿Qué condiciones deben cumplir los medios para que se produzca la reflexión total?
d) Para ángulos de incidencia mayores que el ángulo límite, la luz: a)se refleja, b) se refracta, o c) se refleja y se refracta

La refracción sigue la Ley de Snell: el producto del seno del ángulo de incidencia por el índice de refracción del medio de donde proviene la luz es igual al producto del seno del ángulo de refracción por el índice de refracción del medio al que va la luz.

$$n_1\, sen\, \hat{\imath} = n_2\, sen\, \hat{r}$$

(a) Cuando la luz pasa de un medio con índice de refacción n$_1$ a otro con índice n$_2$ sufre una desviación en su trayectoria (teoría ondulatoria de Huygens). El rayo refractado se acercará a la normal si la v$_2$ es menor, mientras que se alejará de la normal si la v$_2$ es mayor. Se puede demostrar que el ángulo de refracción depende de la relación entre los índices de refracción de los medios:

$$\hat{r} = arc.sen\left(sen\,\hat{\imath} \cdot \frac{n_1}{n_2}\right) \frac{}{sen\,\hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{n = c/v} \frac{sen\,\hat{\imath}}{sen\,\hat{r}} = \frac{n_1}{n_2}$$

En este caso el rayo luminoso pasa de un medio de índice de refracción mayor (vidrio) a un medio con menor índice de refracción (aire), por lo que el ángulo de refracción es mayor que el ángulo de incidencia, por tanto, el rayo refractado **se aleja** de la normal.

(b) El ángulo límite es aquél ángulo incidente para el cual el rayo refractado emerge tangente a la superficie de separación entre los dos medios. Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo límite, el seno del ángulo de refracción resulta mayor que la unidad. Esto indica, que las ondas que inciden con un ángulo mayor que el límite no pasan al segundo medio, sino que son reflejados totalmente en la superficie de separación (reflexión total). Podemos calcular el valor del ángulo límite con la ley de Snell:

$$n_{vidrio} \cdot sen\,\theta_C = n_{aire} \cdot sen\,90° \rightarrow \theta_C = arc.sen\left(\frac{n_{aire}}{n_{vidrio}}\right)$$

Por lo tanto, primero tenemos que calcular el índice de refracción del vidrio. Para calcularlo aplicamos la ley de Snell a los datos de la tabla. Por último, el índice de refracción buscado será la media aritmética de los distintos índices calculados:

$$n_{vidrio} = n_{aire} \cdot \frac{sen\,\hat{r}}{sen\,\hat{\imath}} \rightarrow \boldsymbol{n_{vidrio} = \frac{sen\,\hat{r}}{sen\,\hat{\imath}}}$$

| Experiencia | $\hat{\imath}^o$ | $\hat{r}^o$ | $n_{vidrio}$ |
|---|---|---|---|
| 1ª | 20º | 28º | 1.373 |
| 2ª | 30º | 45º | 1.414 |
| 3ª | 40º | 68º | 1.442 |
| 4ª | 44º | 90º | 1.439 |

$$n_{vidrio} = \frac{1.373 + 1.414 + 1.442 + 1.439}{4} \rightarrow \boldsymbol{n_{vidrio} = 1.417}$$

Por tanto:

$$\theta_C = arc.sen\left(\frac{1}{1.417}\right) \rightarrow \boldsymbol{\theta_C = 44.87^\circ}$$

(c) Para que se produzca la reflexión total se deben dar dos condiciones:

I. La onda debe incidir desde un medio de menor velocidad de propagación (menor índice de refracción) sobre la superficie de separación de otro medio de mayor velocidad de propagación (mayor índice de refracción).

II. El ángulo de incidencia debe ser mayor que el ángulo límite.

(d) Para ángulos de incidencia mayores que el ángulo límite la luz **se refleja** produciéndose el fenómeno de la reflexión total.

## Opción B

**Problema 1.-** La estación espacial internacional (ISS) describe alrededor de la Tierra una órbita prácticamente circular a una altura h = 360 km sobre la superficie terrestre, siendo su masa m = 425 toneladas. Calcula:

a) La velocidad con la que se desplaza y el periodo de rotación en minutos.

b) Energía mecánica orbital

c) ¿Cuál sería el valor de la energía mecánica si orbitará en una órbita de altura doble sobre la superficie terrestre, h'=2h? ¿Cuánto valdría el incremento de energía respecto a la que tenía en la órbita inicial?

G = 6'67· $10^{-11}$ N $m^2kg^{-2}$, $M_{TIERRA}$= 5'98·$10^{24}$ kg, $R_{TIERRA}$=6370km )

La velocidad orbital la hallamos sabiendo que la fuerza gravitatoria actúa como fuerza central del movimiento:

$$|\vec{F_g}| = |\vec{F_C}| \rightarrow G\frac{M\,m}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{G\,M}{R}} = \sqrt{\frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot\ 5.98\cdot 10^{24}}{(360+6370)\cdot 10^3}} \rightarrow \boldsymbol{v = 7698.5\ {}^{m}/_{s}}$$

El periodo está relacionado con la velocidad orbital por medio de la velocidad angular:

$$\left.\begin{array}{l} T = \dfrac{2\pi}{\omega} \\ \omega = \dfrac{v}{R} \end{array}\right\} \rightarrow T = \frac{2\pi}{{}^{v}/_{R}} = \frac{2\,\pi\,R}{v} = \frac{2\,\pi\cdot(360+6370)\cdot 10^3}{7698.5} \rightarrow \boldsymbol{T = 874.2\ seg = 14.57\ min}$$

Su energía mecánica orbital es la suma de la energía cinética y potencial gravitatoria:

$$E_m = E_C + E_P = \frac{1}{2}m\,v^2 - G\frac{M\cdot m}{R+h} = \frac{425\cdot 10^3\cdot 7698.5^2}{2} - 6.67\cdot 10^{-11}\cdot\frac{425\cdot 10^3\cdot 5.98\cdot 10^{24}}{(360+6370)\cdot 10^3} \rightarrow \boldsymbol{E_M = -2.12\cdot 10^{21}\ Jul}$$

Si la altura de la órbita fuera el doble:

$$E_m = E_C + E_P = \frac{1}{2}m\,v^2 - G\frac{M\cdot m}{R+2h} = \frac{425\cdot 10^3\cdot 7698.5^2}{2} - 6.67\cdot 10^{-11}\cdot\frac{425\cdot 10^3\cdot 5.98\cdot 10^{24}}{(2\cdot 360+6370)\cdot 10^3} \rightarrow \boldsymbol{E_M = -1.13\cdot 10^{13}\ Jul}$$

El incremento de energía mecánica sería:

$$\Delta E_m = E_{M.f} - E_{M.0} = -1.13\cdot 10^{13} - (-2.12\cdot 10^{21}) \rightarrow \boldsymbol{\Delta E_M = 2.11\cdot 10^{21}\ Jul}$$

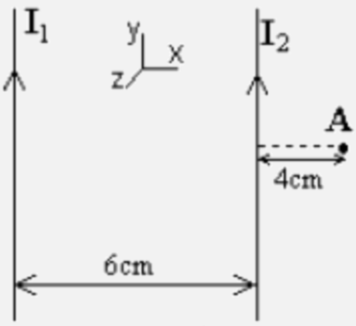
Es decir, habría que suministrarle esta energía para llevarlo a una órbita que esté a doble altura.

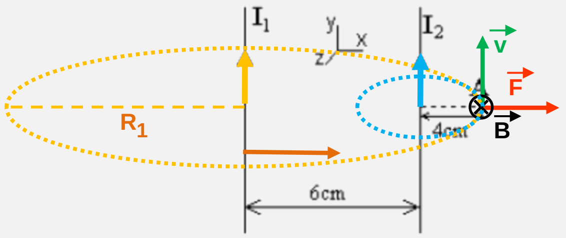
**Problema 2.-** Dos conductores rectilíneos, paralelos y de gran longitud, están separados por una distancia de 6 cm. Por cada uno de ellos circula en el mismo sentido una corriente eléctrica, como se indica en la figura, de valores $I_1$= 8 A e $I_2$= 4 A .

a) Determina la expresión vectorial del campo magnético en el punto A de la figura.

b) Determina la fuerza que por unidad de longitud ejerce el primer conductor sobre el segundo. Para ello haz un dibujo en el que figuren, la fuerza y los vectores cuyo producto vectorial te permiten determinar la dirección y sentido de dicha fuerza. ¿La fuerza es atractiva o repulsiva?

$\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ T m A$^{-1}$




Las líneas del campo magnético que son creadas por una corriente rectilínea forman circunferencias concéntricas en el plano perpendicular al conductor.
La dirección del campo magnético es tangente en cada punto a dichas líneas, y su sentido es el que determina la regla de la mano derecha (pulgar en dirección de la intensidad).

El campo magnético en el punto A es la suma vectorial de los campos magnéticos que crean cada uno de los hilos conductores en ese punto:

$$\vec{B}_A = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

El módulo del campo magnético generado por un hilo conductor en un punto se obtiene mediante la Ley de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I}{R}$$

Para poder establecer la dirección y sentido de los vectores $\vec{B}$, se sitúan unos ejes de coordenadas sobre el punto A y se determina el sentido de giro de las líneas de campo magnético mediante la regla de la mano derecha. Para el conductor 1:

$$\vec{B}_1 = -\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_1}{R_1}\vec{k} = -\frac{4\pi\cdot10^{-7}}{2\pi}\cdot\frac{8}{0.1}\vec{k} \rightarrow \boldsymbol{\vec{B}_1 = -1.6\cdot10^{-5}\vec{k}}$$

Para el conductor 2:

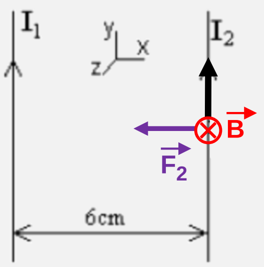
$$\vec{B}_2 = -\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I_2}{R_2}\vec{k} = -\frac{4\pi\cdot10^{-7}}{2\pi}\cdot\frac{4}{0.04}\vec{k} \rightarrow \boldsymbol{\vec{B}_1 = -2\cdot10^{-5}\vec{k}}$$

Por tanto, el campo magnético en el punto A será:

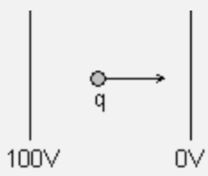
$$\boldsymbol{\vec{B}_A = -3.6\cdot10^{-5}\vec{k}\ T}$$

Este campo magnético $\vec{B}_1$ actúa sobre el conductor $I_2$ mediante una fuerza magnética $\vec{F}_2$ de dirección la de la perpendicular a los conductores y al campo magnético y sentido el indicado por las reglas del producto vectorial. El sentido de la fuerza es de alejar al conductor 2 del conductor 1, es decir, es trata de una **fuerza repulsiva**.

$$\vec{F}_2 = \ell\cdot(\vec{I}\times\vec{B}_1) \rightarrow \frac{\vec{F}_2}{\ell} = \begin{vmatrix} \vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k} \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & -1.6\cdot10^{-5} \end{vmatrix} \rightarrow \boldsymbol{\frac{\vec{F}_2}{\ell} = -6.4\cdot10^{-5}\ {}^{N}/_{m}}$$




**Cuestión 1.-** ¿Qué velocidad alcanzará una carga de $10^{-6}$ C con una masa de $2\cdot10^{-18}$ kg al desplazarse, partiendo del reposo, entre dos puntos donde existe una diferencia de potencial de 100 V?




El trabajo que realizan las fuerzas del campo eléctrico sobre la carga es:

$$W = q\Delta V$$

Este trabajo se invierte en aumentar la energía cinética de la partícula:

$$E_C = \frac{1}{2}m\cdot v^2$$

Igualando ambas expresiones y despejando el valor de la velocidad obtenemos:

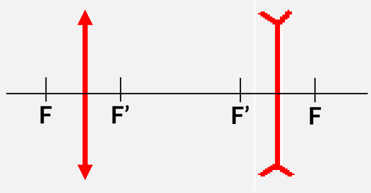
$$W = E_C \to q\Delta V = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \to v = \sqrt{\frac{2\,q\,\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{2 \cdot 10^{-18}}} \to \boldsymbol{v = 1 \cdot 10^7\ m/s}$$

Cuestión 2.- ¿Qué es la potencia de una lente? ¿Cuál es la distancia focal de una lente de cuarzo que tiene una potencia de 8 dioptrías?

La potencia de una lente es la inversa de la distancia focal imagen. Si esta distancia se expresa en metros la potencia se mide en dioptrías siendo 1 dioptría = 1 $m^{-1}$.

$$\mathcal{P} = \frac{1}{f'}$$

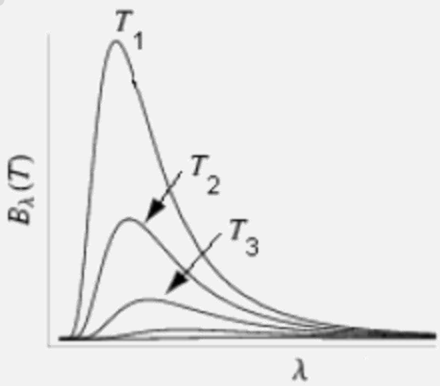
La potencia de las lentes convergentes es positiva, ya que $f'$ está a la derecha y la potencia de las lentes divergentes es negativa, ya que $f'$ está a la izquierda:




Si la lente de cuarzo tiene una potencia de 8D, su distancia focal imagen es:

$$f' = \frac{1}{\mathcal{P}} = \frac{1}{8} \to \boldsymbol{f' = +0.125m}$$

Cuestión 3.- Enuncia las leyes de Stefan-Boltzmann y de desplazamiento de Wien del cuerpo negro. En la figura se muestra la intensidad de emisión de un cuerpo negro en función de la longitud de onda de la radiación emitida a distintas temperaturas, en base a dichas leyes justifica cuál de las curvas corresponde a la del cuerpo negro emitiendo a mayor temperatura.




El término "cuerpo negro" se usa en física para denominar a un emisor ideal, es decir, un material capaz de absorber y emitir energía de todas las frecuencias.
La ley de Stefan-Boltzmann dice que "*La energía emitida por unidad de tiempo y superficie (intensidad o poder emisivo) del cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta*"

$$E = \sigma \cdot T^4$$

Siendo sigma una constante: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}\ Wm^{-2} \cdot T^{-4}$
Establece que la intensidad de radiación aumenta muy rápidamente con la temperatura, lo que está de acuerdo con los datos experimentales.

Según la ley de desplazamiento de Wien "*El cuerpo negro emite energía para todas las longitudes de onda y la distribución de la energía radiante es tal que a una determinada longitud de onda la intensidad de emisión es máxima. Para esta longitud de onda se cumple:*"

$$\lambda_{máx} \cdot T = 2.898 \cdot 10^{-3}\, m \cdot k$$

El máximo de energía emitida se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (mayores frecuencias) a medida que aumenta la temperatura del cuerpo emisor.

El poder emisivo (Stefan-Boltzmann) se corresponde con el área debajo de la curva para cada temperatura. Se ve en la figura que aumenta muy rápidamente con la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, el máximo de intensidad se desplaza hacia longitudes de ondas más cortas (Wien).

Según estas leyes la curva de la emisión a mayor temperatura corresponderá a aquella que tenga mayor poder emisivo (mayor área), decir, será la **curva $T_1$**.

*Cuestión Experimental.-* En el laboratorio del instituto medimos cinco veces el tiempo que un péndulo simple de 90'0 cm de longitud tarda en describir 50 oscilaciones de pequeña amplitud. Los resultados de la medición se muestran en la tabla. Determina el valor de la aceleración de la gravedad.

| Experiencia | Nº Oscilaciones | Tiempo |
|---|---|---|
| 1ª | 50 | 95 s |
| 2ª | 50 | 96 s |
| 3ª | 50 | 95 s |
| 4ª | 50 | 98 s |
| 5ª | 50 | 97 s |

El periodo de un péndulo simple viene dado en función de la gravedad, por lo que podemos despejar ésta de la expresión:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow g = 4\pi^2\,\frac{L}{T^2}$$

El periodo de cada péndulo es igual al tiempo invertido por cada uno de ellos entre 5 oscilaciones, por tanto, podemos calcular la gravedad para cada péndulo y luego calcular la media aritmética:

| Experiencia | Nº Osc. | Tiempo | $T = \frac{t}{50\ osc.}$ | g(m/s$^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1ª | 50 | 95 s | 1.9 | 9.842 |
| 2ª | 50 | 96 s | 1.92 | 9.638 |
| 3ª | 50 | 95 s | 1.9 | 9.842 |
| 4ª | 50 | 98 s | 1.96 | 9.249 |
| 5ª | 50 | 97 s | 1.94 | 9.440 |

$$g = \frac{9.842 + 9.638 + 9.842 + 9.249 + 9.440}{5}$$

$$\mathbf{g = 9.6\ {}^{m}/_{s^2}}$$