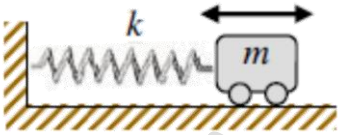
Universidad de Castilla La Mancha – Septiembre – 2012

Opción A

Problema 1.- En el laboratorio de física tenemos un carrito de masa m = 200 gramos unido a un muelle horizontal según se muestra en la figura. Un estudiante desplaza el carrito hacia la derecha de modo que el muelle se estira 20 cm, y después lo suelta dejándolo oscilar libremente (suponemos que el muelle es un medio elástico ideal y que los rozamientos son despreciables). Se pide:



a) Explicar razonadamente qué clase de movimiento describe el carrito.
b) Se cronometra el tiempo que tarda el carrito en describir diez oscilaciones completas: este tiempo resulta ser de 25.13 s. Calcular la constante k del muelle y escribir la ecuación de su movimiento.
c) ¿Cuál es la energía total del movimiento del carrito en cualquier instante? ¿Qué velocidad tiene el carrito cada vez que pasa por el punto central en cada oscilación?

Una partícula describe un movimiento armónico simple cuando oscila bajo la acción de fuerzas restauradoras (obedecen la ley de Hooke) que son proporcionales a la distancia respecto de la posición de equilibrio y cuyo sentido es hacia dicha posición de equilibrio. Por tanto, el carrito describe un MAS, ya que el muelle es un sistema elástico que al estirarse y encogerse ejerce una fuerza restauradora proporcional a su deformación y de signo opuesto a dicha deformación, de acuerdo con la ley de Hooke:

$$F = -k\,\Delta x$$

El periodo es el tiempo que tarda en dar una oscilación completa, por tanto será igual a:

$$T = \frac{seg}{oscilaciones} = \frac{25.13}{10} \rightarrow \boldsymbol{T = 2.513\ s}$$

A partir del periodo calculamos la velocidad angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.513} \rightarrow \boldsymbol{\omega = 2.5\ {}^{rad}/_{s}}$$

La relación entre la constante recuperadora del muelle y la velocidad angular es:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = \omega^2\, m = 2.5^2 \cdot 0.2 \rightarrow \boldsymbol{k = 1.25\ {}^{N}/_{m}}$$

La ecuación del MAS viene dada por:

$$x(t) = A\ sen\,(\omega t + \delta)$$

La elongación es 0.2 m. Para calcular la fase inicial sabemos que para t = 0, x = A:

$$x(t) = 0.2\ sen\,(2.5t + \delta) \rightarrow 0.2 = 0.2\ sen\,(\delta) \rightarrow \delta = arc.sen\,(1) \rightarrow \boldsymbol{\delta = \frac{\pi}{2} rad}$$

Por tanto, la ecuación queda:

$$\boldsymbol{x(t) = 0.2\ sen\left(2.5t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

La energía mecánica será igual a la suma de la energía cinética y potencial elástica, viene dada por:

$$E_M = \frac{1}{2} k\, A^2 = \frac{1}{2} 1.25 \cdot\ 0.2^2 \rightarrow \boldsymbol{E_M =\ 0.025\ Jul}$$

Cuando el carrito pasa por el centro x = 0, es decir, su energía potencial es cero. Por lo que toda la energía será energía cinética:

$$E_M = E_C + E_P = \frac{1}{2} m\, v^2 + \frac{1}{2} k\, x^2 \rightarrow E_M = \frac{1}{2} m\, v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_M}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.025}{0.2}} \rightarrow \boldsymbol{v = 0.5\ {}^{m}/_{s}}$$

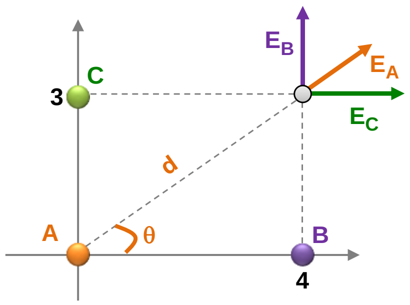
Problema 2.- Tres cargas eléctricas puntuales de $+5\cdot10^{-6}$ C, situadas en el vacío, están fijadas en los puntos de coordenadas A (0, 0), B (4, 0) y C (0, 3). Todas las coordenadas están expresadas en metros.

a) Hacer un esquema donde se represente con claridad el vector intensidad de campo eléctrico en el punto (4, 3) y calcular dicho vector expresándolo en unidades del sistema internacional.

b) Calcular el potencial eléctrico en dicho punto (4, 3) y el trabajo necesario para acercar una pequeña carga de $+2\cdot10^{-8}$ C desde el infinito hasta ese punto.

c) Explicar cómo cambiarán los resultados de los apartados anteriores si las tres cargas fijas fuesen negativas en lugar de positivas (no se pide repetir cálculos, sino razonamiento).

Constante de Coulomb: $k = 9\cdot10^{9}\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$



La distancia entre la carga A y el punto (4, 3) la calculamos gracias al teorema de Pitágoras y el ángulo mediante trigonometría:

$$d = \sqrt{4^2 + 3^2} \rightarrow \boldsymbol{d = 5\,m} \qquad \theta = arc.tg\left(\frac{3}{4}\right) \rightarrow \boldsymbol{\theta = 36.86°}$$

El campo eléctrico total será la suma vectorial de los dos vectores debidos a las dos cargas:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$$

El módulo de cada vector será:

$$|\vec{E}| = k\,\frac{q}{d^2} \rightarrow \begin{cases} |\vec{E}_A| = 9\cdot10^9\,\dfrac{5\cdot10^{-6}}{5^2} \rightarrow \boldsymbol{|\vec{E}_A| = 1800\ {}^{N}/_{C}} \\ |\vec{E}_B| = 9\cdot10^9\,\dfrac{5\cdot10^{-6}}{3^2} \rightarrow \boldsymbol{|\vec{E}_B| = 5000\ {}^{N}/_{C}} \\ |\vec{E}_C| = 9\cdot10^9\,\dfrac{5\cdot10^{-6}}{4^2} \rightarrow \boldsymbol{|\vec{E}_C| = 2812.5\ {}^{N}/_{C}} \end{cases}$$

La suma vectorial será:

$$\vec{E}_T = |\vec{E}_A|\cos\theta\,(\vec{\imath}) + |\vec{E}_A|\,sen\,\theta\,(\vec{\jmath}) + |\vec{E}_B|(\vec{\jmath}) + |\vec{E}_C|(\vec{\imath}) = 1440.18\,(\vec{\imath}) + 1079.75\,(\vec{\jmath}) + 5000\,(\vec{\jmath}) + 2812.5\,(\vec{\imath}) \rightarrow \boldsymbol{\vec{E}_T = 4252.68\,\vec{\imath} + 6079.75\,\vec{\jmath}\ {}^{N}/_{C}}$$

El módulo y el ángulo que forma con el eje x son de:

$$|\vec{E}_T| = \sqrt{(4252.68)^2 + (6079.75)^2} \rightarrow \boldsymbol{|\vec{E}_T| = 7419.48\ {}^{N}/_{C}}$$

$$\alpha = arc.tg\left(\frac{6079.75}{4252.68}\right) \rightarrow \boldsymbol{\alpha = 55.02°}$$

El potencial es una magnitud escalar, en el punto (3, 4) será igual a la suma de los potenciales debidos a las tres cargas:

$$V_T = V_A + V_B + V_C \xrightarrow{q_A = q_B = q_C} V_T = k\,q\left(\frac{1}{d_A} + \frac{1}{d_B} + \frac{1}{d_C}\right) = 9\cdot10^9\cdot5\cdot10^{-6}\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right) \rightarrow \boldsymbol{V_T = 35250\,V}$$

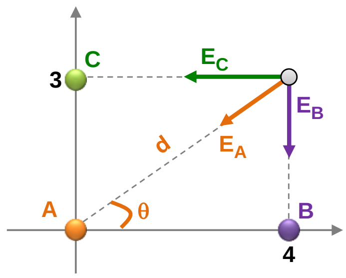
El trabajo necesario para llevar la carga desde el infinito hasta el punto (3, 4) es igual a:

$$W_{\infty\rightarrow P} = -q(V_P - V_\infty) = -2\cdot10^{-8}(35250 - 0) \rightarrow \boldsymbol{W_{\infty\rightarrow P} = -7.05\cdot10^{-4}\,Jul}$$

El signo negativo significa que el trabajo lo realiza un agente externo al campo eléctrico, ya que la carga positiva nunca se va a mover libremente hacia un punto con mayor potencial.

Si las tres cargas fueran negativas, los vectores campo eléctrico tendrían igual módulo y dirección pero sentido contrario, como se puede ver en la figura. Esto es debido a que el campo creado por una carga negativa en un punto se dirige hacia la carga.

El potencial sería el mismo pero de signo contrario. Lo mismo le ocurriría al trabajo que tendría el mismo valor pero sería de signo positivo, es decir, lo realizaría el campo eléctrico, ya que la carga positiva ($+2\cdot10^{-8}$C) se ve atraída hacia el punto de menor potencial.



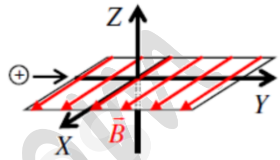
Cuestión 1.- ¿Aumenta o disminuye la energía potencial gravitatoria cuando nos movemos desde un punto situado a gran altura en dirección hacia la superficie de la Tierra? Razónelo.

La energía potencial gravitatoria viene dada por la expresión:

$$E_P = -G\,\frac{M\,m}{R}$$

Como puede verse, es inversamente proporcional al radio. Pero debido al signo negativo una disminución en el valor absoluto resulta en una disminución de la energía potencial gravitatoria. Es decir, cuando nos acercamos a la superficie terrestre, la energía potencial gravitatoria **disminuye**.

Cuestión 2.- Una partícula cargada positivamente que viaja en la dirección del eje Y entra en una zona donde hay un campo magnético uniforme orientado paralelamente al eje X tal y como se muestra en la figura. En la misma región hay también un campo eléctrico uniforme en una dirección que tenemos que determinar. Se observa que la trayectoria de la partícula no se altera y que continúa su trayectoria rectilínea dentro del campo magnético. Explicar razonadamente cuál es la dirección y el sentido del campo eléctrico.



Para que la trayectoria de la partícula no se vea afectada, la fuerza resultante que actúa sobre ella tiene que ser nula.
La fuerza magnética que actúa sobre la carga positiva viene definida por la fuerza de Lorentz:

$$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = q\,v\,B(\vec{j} \times \vec{i}) = q\,v\,B \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} \rightarrow \boldsymbol{\vec{F}_m = q\,v\,B\,(-\vec{k})\,N}$$

Es decir, para que la carga no se desvíe, la fuerza eléctrica tendría que ser de igual módulo y dirección que la fuerza magnética, pero de sentido contrario (positivo del eje z, $\vec{k}$):

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E} \rightarrow \boldsymbol{\vec{E} = v\,B\,\vec{k}} \rightarrow \vec{F}_e = q\,v\,B\,\vec{k} \rightarrow \vec{F}_m + \vec{F}_e = -q\,v\,B\,\vec{k} + q\,v\,B\,\vec{k} \rightarrow \boldsymbol{\vec{F}_m + \vec{F}_e = 0}$$

Cuestión 3.- Una superficie metálica emite electrones cuando se ilumina con luz verde, pero no con luz amarilla, ¿qué ocurrirá si la iluminación se hace con luz azul? ¿Y con roja? ¿Por qué?
Indicación: el orden de los colores del arco iris es violeta/azul/verde/amarillo/anaranjado/rojo.

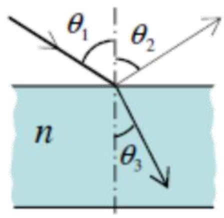
La frecuencia del espectro visible aumenta conforme nos acercamos a la radiación ultravioleta, por lo que las frecuencias de los colores son en orden creciente:

$$f_{ROJO} < f_{AMARILLO} < f_{VERDE} < f_{AZUL} < f_{UV}$$

El efecto fotoeléctrico (emisión de electrones desde la superficie de un metal por acción de la radiación) ocurre sólo cuando el metal es irradiado con una radiación de frecuencia mayor que la frecuencia umbral.
Como en este caso el verde sí ocasiona la emisión de electrones, pero el amarillo no, significa que la frecuencia umbral tiene valores entre la frecuencia del verde y el amarillo. Por tanto, según el orden de frecuencias, la luz azul producirá efecto fotoeléctrico pero no la roja (cuya frecuencia es menor que la del amarillo).

Cuestión Experimental.- El esquema de la figura representa un montaje utilizado en el laboratorio para una práctica de óptica. Un rayo luminoso incide desde el aire con ángulo θ_1 sobre la cara superior de una lámina de vidrio de índice de refracción n, y parte de la luz se refleja en la superficie formando un ángulo θ_2, mientras que otra parte se refracta formando un ángulo θ_3. Conteste a las siguientes preguntas:

a) El ángulo θ_2, ¿es mayor, menor o igual que θ_1? ¿Por qué?
b) ¿Está justificado que en el esquema se represente el ángulo θ_3 menor que θ_1, o por el contrario debería haberse dibujado θ_3 mayor que θ_1? Explicar la respuesta.
c) El índice de refracción del vidrio es n = 1.5925 y el ángulo θ_3 = 20º. Calcular el ángulo q_1 con el que incidió el rayo procedente del aire.



Según la ley de reflexión, el ángulo de incidencia y el ángulo del rayo reflejado son iguales, por tanto:

$$\theta_1 = \theta_2$$

La refracción sigue la ley de Snell, sabiendo que el $n_{aire} = 1$ y que el índice de refracción del vidrio es mayor:

$$n_{aire}\,sen\,\hat{\imath} = n_{vidrio}\,sen\,\hat{r} \rightarrow sen\,\hat{r} = \frac{n_{aire}\,sen\,\hat{\imath}}{n_{vidrio}} \xrightarrow{n_{aire}=1} \boldsymbol{sen\,\hat{r} = \frac{sen\,\hat{\imath}}{n_{vidrio}}} \rightarrow sen\,\hat{r} < sen\,\hat{\imath} \rightarrow \boldsymbol{\hat{r} < \hat{\imath}}$$

Es decir, el esquema es **correcto**.

Bárbara Cánovas Conesa

637 720 113

Para calcular el ángulo de incidencia usamos la ley de Snell:

$$n_{aire}\, sen\, \hat{\imath} = n_{vidrio}\, sen\, \hat{r} \rightarrow sen\, \hat{\imath} = \frac{n_{vidrio}\, sen\, \hat{r}}{n_{aire}} \rightarrow \quad \hat{\imath} = arc.sen\,(n_{vidrio}\, sen\, \hat{r}) = ar.sen\,(1.5925 \cdot sen\, 20°) \rightarrow \boldsymbol{\hat{\imath} = 33°}$$

Opción B

Problema 1.- Una misión cuyo objetivo es la exploración de Marte pretende colocar un vehículo de 490 kg en una órbita circular de 3500 km de radio alrededor de ese planeta. Determinar:

a) Energía cinética del vehículo en órbita y tiempo necesario para completar una órbita.
b) Energía potencial del satélite.
c) Si por necesidades de la misión hubiese que transferir el vehículo a otra órbita situada a 303 km sobre la superficie, ¿qué energía sería necesario suministrarle?

Constante de gravitación universal G = 6.67·10^{-11} N·m^2·kg^{-2}.
Datos de Marte. Masa: M = 6.4185·10^{23} kg; diámetro D = 6794 km

La energía cinética del vehículo en órbita será:

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

Para calcula la velocidad orbital, sabemos que $|\vec{F_g}| = |\vec{F_c}|$:

$$\left.\begin{aligned} |\vec{F_g}| &= G\,\frac{m \cdot M}{R^2} \\ |\vec{F_c}| &= m \cdot a_c = m \cdot \frac{v^2}{R} \end{aligned}\right\} \rightarrow G\,\frac{m \cdot M}{R^2} = m\frac{v^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}} = \sqrt{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6.4185 \cdot 10^{23}}{6794 \cdot 10^3/2}} \rightarrow \boldsymbol{v = 3550.03\ m/s}$$

Por tanto, la energía cinética será igual a:

$$E_C = \frac{1}{2} 490\,(3550.03)^2 \rightarrow \boldsymbol{E_C = 3.088 \cdot 10^9\ Jul}$$

El tiempo necesario para completar una órbita es el periodo, que lo podemos calcular a partir de la velocidad angular, y ésta a partir de la velocidad orbital:

$$\left.\begin{aligned} v = \omega \cdot R \rightarrow \omega &= \frac{v}{R} \\ T &= \frac{2\pi}{\omega} \end{aligned}\right\} \rightarrow T = \frac{2\pi\, R}{v} = \frac{2\pi\, 3500 \cdot 10^3}{3550.03} \rightarrow \boldsymbol{T = 6194.64\ seg = 1.72\ horas = 1h\,43'14''}$$

La energía potencial del satélite es igual a:

$$E_P = -G\frac{M\, m}{R} = 6.67 \cdot 10^{-11}\frac{6.4185 \cdot 10^{23} \cdot 490}{3500 \cdot 10^3} \rightarrow \boldsymbol{E_P = 3.088 \cdot 10^9\ Jul}$$

Por último, la energía necesaria para cambiar el vehículo de órbita, sería la diferencia de energía mecánica entre las dos órbitas.

$$\left.\begin{aligned} v^2 &= \frac{G\, M}{R} \\ E_C &= \frac{1}{2} m\, v^2 \end{aligned}\right\} \rightarrow E_C = \frac{1}{2} m\,\frac{G\, M}{R} \rightarrow \boldsymbol{E_C = G\frac{M\, m}{2R}} \rightarrow E_m = E_C + E_P = G\frac{M\, m}{2R} - G\,\frac{M\, m}{R} \rightarrow \boldsymbol{E_m = -G\,\frac{M\, m}{2R}}$$

Para la órbita 1:

$$E_{m.1} = -G\,\frac{M\, m}{2R} = -6.67 \cdot 10^{-11}\frac{6.4185 \cdot 10^{23} \cdot 490}{2 \cdot 3500 \cdot 10^3} \rightarrow \boldsymbol{E_{m.1} = -2.99 \cdot 10^9\ Jul}$$

Para la órbita 2:

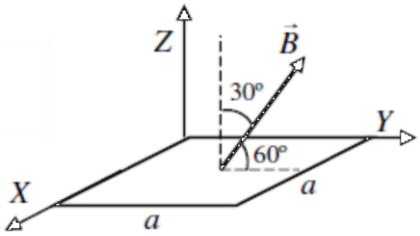
$$E_{m.2} = -G\,\frac{M\, m}{2R} = -6.67 \cdot 10^{-11}\frac{6.4185 \cdot 10^{23} \cdot 490}{2 \cdot \left(\frac{6794 \cdot 10^3}{2} + 303 \cdot 10^3\right)} \rightarrow \boldsymbol{E_{m.2} = -2.84 \cdot 10^9\ Jul}$$

Por lo que la energía necesaria será:

$$E = E_{m.2} - E_{m.1} = -2.99 \cdot 10^9 - (-3.46 \cdot 10^{10}) \rightarrow \boldsymbol{E = 1.55 \cdot 10^8 Jul}$$

Problema 2.- Una espira conductora de forma cuadrada y lado a = 16 cm está colocada sobre el plano XY en una zona donde hay un campo magnético orientado según se indica en la figura. El módulo del campo cambia según $B = 0.01 \cdot (0.5\,t^2 + 2\,t + 1)$, donde t es el tiempo expresado en segundos, y el campo B se mide en tesla.

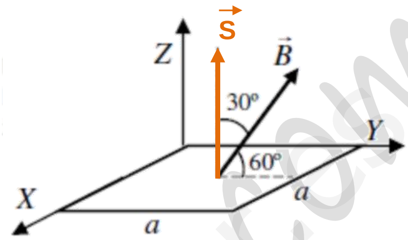
a) Calcular el flujo magnético en la espira en función del tiempo
b) Calcular la fuerza electromotriz inducida en la espira cuando $t = 10$ s.
c) Indicar, mediante un dibujo, el sentido de la corriente inducida en la espira. Razónese la respuesta.



El flujo magnético que atraviesa la espira es igual a:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = |\vec{B}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos\theta$$

Siendo θ el ángulo formado por los vectores del campo magnético y el normal a la superficie, es decir, 30º.



Además, nos dicen que el campo magnético es variable con el tiempo, por lo que el flujo (número de líneas de campo magnético que atraviesan la superficie) también variará con el tiempo:

$$\phi = |\vec{B}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos\theta = 0.01(0.5t^2 + 2t + 1) \cdot 0.16^2 \cdot \cos 30° \rightarrow \boldsymbol{\phi = 2.21 \cdot 10^{-4}(0.5t^2 + 2t + 1)T \cdot m^2\ (Wb)}$$

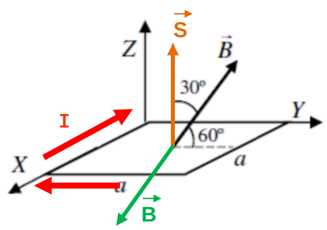
La fuerza electromotriz es igual a la variación del flujo magnético con el tiempo, es decir:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \rightarrow \boldsymbol{\varepsilon = -2.21 \cdot 10^{-4}(t+2)\ V} \xrightarrow{t=10\,s} \boldsymbol{\varepsilon = 2.66 \cdot 10^{-3}\ V}$$

Según la ley de Lenz: "el sentido de la corriente inducida es tal que el campo creado por dicha corriente tiende a oponerse a la creación del flujo magnético que la ha originado", es consecuencia del principio de conservación de la energía, ya que si el sentido de la corriente inducida fuese favorecer la causa que la produce, se generaría energía ilimitada de la nada.
En nuestro caso, a medida que pasa el tiempo, el flujo magnético aumenta ya que el campo magnético crece conforme lo hace el tiempo:

$$B = 0.01 \cdot (0.5\,t^2 + 2\,t + 1)$$

Para estar de acuerdo con la ley de Lenz, la forma de oponerse al crecimiento del flujo magnético es oponerse al crecimiento del campo magnético y para esto la es necesario que la corriente inducida tenga sentido horario, que lleve asociado un campo magnético dirigido hacia abajo.



Cuestión 1.- Las líneas de fuerza de un campo eléctrico, ¿pueden cortarse entre sí? Si una partícula cargada se pudiese mover libremente dentro del campo eléctrico, ¿marcharía a lo largo de una línea de fuerza del campo? ¿Influye en algo que la carga sea positiva o negativa?

Las líneas de fuerza de un campo eléctrico son líneas imaginarias tangentes en cada punto al vector campo, y que por lo tanto representan la dirección de la fuerza que experimentaría una carga positiva si se situara en ese punto. Nunca pueden cortarse ya que, en caso contrario, en el punto de corte la fuerza que experimentaría una carga situada allí tendría dos direcciones posibles, lo cual no es posible.

Como hemos dicho, las líneas de fuerza representan la trayectoria que seguiría una carga positiva libre dentro del campo eléctrico, por tanto, si la carga es positiva se movería en el mismo sentido del de las líneas de fuerza (desde lugares de potencial mayor otros de menor potencial). Si la carga fuera negativa, se movería en sentido contrario a la línea del campo eléctrico (de potenciales menores hacia potenciales mayores).

Cuestión 2.- Un altavoz emite una potencia de 40 W. Si un oyente inicialmente situado a 1 m del mismo se aleja hasta 4 m, ¿cómo variará la intensidad de la onda sonora que percibe? Suponga que la potencia emitida se distribuye por igual en todas direcciones.

La intensidad sonora, suponiendo el altavoz circular:

$$I = \frac{\mathcal{P}}{S} = \frac{\mathcal{P}}{4\pi\, R^2}$$

A 1 metro:

$$I_1 = \frac{40}{4\pi\, 1^2} \rightarrow \boldsymbol{I_1 = 3.18\ {}^{W}/_{m^2}}$$

A 4 metros:

$$I_4 = \frac{40}{4\pi\, 4^2} \rightarrow \boldsymbol{I_1 = 0.2\ {}^{W}/_{m^2}}$$

Siendo la variación:

$$\frac{I_1}{I_4} = \frac{3.18}{0.2} \rightarrow \boldsymbol{\frac{I_1}{I_4} = 15.98}$$

Es decir, al alejarse hasta los 4m la intensidad sonora se divide por aproximadamente 16 (inversamente proporcional al cuadrado de la distancia).

Cuestión 3.- Los brotes de rayos gamma son destellos de muy alta energía cuyo origen se atribuye a la formación de un agujero negro por colapso gravitatorio de una estrella de gran masa. Los fotones de uno de estos brotes detectados en la Tierra tienen una longitud de onda $198'78\cdot10^{-14}$ m. Determinar su energía y compararla con la energía de un láser de luz visible cuya frecuencia es $60'36\cdot10^{13}$ Hz.
Constante de Planck h = $6'626\cdot10^{-34}$ J·s. Velocidad de la luz en el vacío c = $3\cdot10^{8}$ m/s.

La energía asociada a una radiación viene dada por la expresión de Planck, la frecuencia la relacionamos con la longitud de onda mediante la velocidad de la luz en el vacío. En el caso de los rayos gamma:

$$E_\gamma = h\cdot f = h\cdot\frac{c}{\lambda} = 6.63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^8}{198.78\cdot10^{-14}} \rightarrow \boldsymbol{E_\gamma = 10^{-13}\,Jul}$$

En el caso de la luz visible:

$$E_{Visible} = h\cdot f = 6.63\cdot10^{-34}\cdot 60.36\cdot10^{13} \rightarrow \boldsymbol{E_{Visible} = 4\cdot10^{-19}\,Jul}$$

La relación entre ellos será:

$$\frac{E_\gamma}{E_{Visible}} = \frac{10^{-13}}{4\cdot10^{-19}} = \boldsymbol{2.5\cdot10^5}$$

Es decir, los rayos gamma tienen una energía 250000 veces mayor que la luz visible.

Cuestión Experimental.- En un laboratorio de Física instalado en la Luna se dispone de tres péndulos simples. Para cada uno de ellos se mide el tiempo que invierte en realizar 5 oscilaciones completas. Los datos están listados en la tabla a la derecha. Explicar cómo puede calcularse la aceleración de la gravedad en La Luna y determinar su valor a partir de estos datos.

	Longitud (cm)	Osc. (seg)
Péndulo 1	125	27.6
Péndulo 2	187	33.8
Péndulo 3	221	36.7

El periodo, la longitud y la aceleración de la gravedad, para un péndulo simple, están relacionadas según:

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

El periodo de oscilación lo calculamos dividiendo el tiempo que invierte cada péndulo en completar las 5 oscilaciones. Por último, la aceleración de la gravedad será la media aritmética de las aceleraciones calculadas para cada péndulo (en este caso no nos hace falta hacerla puesto que el valor es el mismo para los tres péndulos):

	L (m)	t(s)	$T = \frac{t}{5}$	$g = 4\pi^2\,\frac{L}{T^2}$
Péndulo 1	1.25	27.6	5.5	1.62
Péndulo 2	1.87	33.8	6.8	1.62
Péndulo 3	2.21	36.7	7.3	1.62

$$\boldsymbol{g = 1.62\ {}^{m}/_{s^2}}$$