OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. Sabiendo que la intensidad umbral es 10^{-12} W / m^2, si la sonoridad de un espectador de un partido de fútbol es 40 dB.

a) [1 PUNTO] ¿Cuál sería la sonoridad si gritaran con la misma intensidad sonora 1000 espectadores a la vez?

b) [1 PUNTO] ¿Cuál es la intensidad de una onda sonora de 85 dB?

2. Una onda monocromática se propaga por un medio con una velocidad v e incide sobre la superficie de separación con otro medio donde la velocidad de propagación es $v' = 2 \cdot v$.

a) [1 PUNTO] Si el ángulo de incidencia es $\theta = 10º$, calcula y dibuja el ángulo de refracción.

b) [0,5 PUNTOS] Calcula e indica el ángulo límite.

c) [0,5 PUNTOS] Describe el fenómeno de la reflexión total y alguna de sus aplicaciones.

3. El trabajo de extracción fotoeléctrico del un determinado metal es 2.07 eV. Determinar:

a) [1 PUNTO] La velocidad máxima con la que son emitidos los electrones, cuando se ilumina con luz de longitud de onda de 400 nm.

b) [1 PUNTO] Sabiendo que las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre 380 nm y 775 nm. ¿En qué rango de longitudes de onda de la luz visible se producirá el efecto fotoeléctrico?

Dato: 1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J

4. En dos puntos, A y B, de coordenadas (20, 0) y (0, 20) expresadas en metros, se sitúan dos masas puntuales de 10 kg cada una.

a) [0,75 PUNTOS] Dibujar y calcular el vector campo gravitatorio producido por cada una de estas dos masas y el total en el punto C (20, 20).

b) [0,75 PUNTOS] Hallar el potencial gravitatorio en el punto C.

c) [0,5 PUNTOS] Hallar la fuerza sobre una masa puntual de 5 kg, situada en ese punto C.

5. Un electrón se mueve al entrar dentro de un campo magnético con una velocidad $\vec{v} = 10^4 \, \vec{i}$ m/s. Sabiendo que el campo ejerce una fuerza sobre él igual a $10^{-16} \, \vec{j}$ N. Determinar:

a) [1 PUNTO] El módulo y la dirección del campo magnético que actuá sobre la partícula.

b) [0,5 PUNTOS] Si la velocidad fuera $10^6 \, \vec{k}$ m/s ¿cuál sería entonces la magnitud y dirección del campo magnético?

c) [0,5 PUNTOS] Justifica si una partícula que entre en un campo magnético siempre nota su efecto en su trayectoria.

CONSTANTES FÍSICAS			
Velocidad de la luz en el vacío	$c = 3.0\ 10^8$ m s^{-1}	Masa del protón	$m_{p+} = 1.7\ 10^{-27}$ kg
Constante de gravitación universal	$G = 6.7\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}	Masa del electrón	$m_{e-} = 9.1\ 10^{-31}$ kg
Constante de Coulomb	$k = 9.0\ 10^9$ N m^2 C^{-2}	Carga del protón	$q_{p+} = 1.6\ 10^{-19}$ C
Constante de Planck	$h = 6.6\ 10^{-34}$ J s	Carga del electrón	$q_{e-} = -1.6\ 10^{-19}$ C
Radio de la Tierra	$R_T = 6370$ km	Masa de la Tierra	$M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg

Nota: estas constantes se facilitan a título informativo.

1.- Sabiendo que la intensidad umbral es 10^{-12} W/m^2, si la sonoridad de un espectador de un partido de fútbol es 40 dB.

a) **(1 p)** ¿Cuál sería la sonoridad si gritaran con la misma intensidad sonora 1000 espectadores a la vez?

De acuerdo a la Ley de Weber – Fechner, la sensación sonora o sonoridad, S, es proporcional a los logaritmos de las intensidades de los estímulos que las provocan:

$$S = 10\,.\,log\frac{I}{I_0} \quad\Rightarrow\quad 40 = 10\,.\,log\frac{I}{I_0} \quad\Rightarrow\quad 4 = log\frac{I}{I_0} \quad\Rightarrow\quad I = 10^4\,.\,I_0 = 10^4\,.\,10^{-12} = 10^{-8}\ W/m^2$$

Esta es la intensidad del sonido generado por un espectador, la intensidad generada por 1000 espectadores sería mil veces mayor, de modo que la sonoridad generada por el conjunto de mil espectadores será:

$$S' = 10\,.\,log\frac{I'}{I_0} = 10\,.\,log\frac{1000\,.\,I}{I_0} = 10\,.\,log\frac{1000\,.\,10^{-8}}{10^{-12}} = 70\ dB$$

b) **(1 p)** ¿Cuál es la intensidad de una onda sonora de 85 dB?

$$S = 10\,.\,log\frac{I}{I_0} \quad\Rightarrow\quad 85 = 10\,.\,log\frac{I}{I_0} \quad\Rightarrow\quad 8,5 = log\frac{I}{I_0}$$

$$I = 10^{8,5}\,.\,I_0 = 10^{8,5}\,.\,10^{-12} = 3,16.10^{-4}\ W/m^2$$

2.- Una onda monocromática se propaga por un medio con una velocidad v e incide sobre la superficie de separación con otro medio donde la velocidad de propagación es $v' = 2v$.

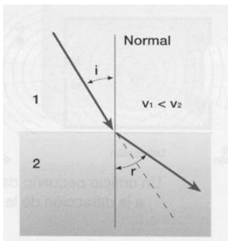
a) **(1 p)** Si el ángulo de incidencia es θ = 10°, calcula y dibuja el ángulo de refracción.

Aplicando la ley de Snell de la refracción:

$$\frac{sen\,\hat{\imath}}{sen\,\hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} \quad\Rightarrow\quad sen\,\hat{r} = \frac{v_2}{v_1}\,.\,sen\,\hat{\imath} = \frac{2v}{v}\,.\,sen\,\hat{\imath} = 2\,.\,sen\,\hat{\imath} = 2\,.\,sen\,10° = 0,347$$

$$\hat{r} = arcsen\,0,347 = 20,3°$$

Al proceder el rayo incidente de un medio más refringente y pasar a un medio menos refringente, el rayo refractado se aleja de la normal.



La onda refractada se aleja de la normal.

b) **(0,5 p)** Calcula e indica el ángulo límite.

El ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90°.

$$\frac{sen\,\hat{\imath}}{sen\,\hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} \quad\Rightarrow\quad sen\,\hat{\imath}_l = \frac{v_1}{v_2}\,.\,sen\,\hat{r} = \frac{v}{2v}\,.\,sen\,\widehat{90}° = 0,5 \quad\Rightarrow\quad \hat{\imath}_l = arcsen\,0,5 = 30°$$

c) **(0,5 p)** Describe el fenómeno de la reflexión total y alguna de sus aplicaciones.

La reflexión total es un fenómeno óptico que se produce cuando un rayo de luz pasa de un medio más refringente (en el que la luz se desplaza a menor velocidad) a otro medio menos refringente (donde la luz se desplaza a mayor velocidad), donde a partir de un determinado ángulo de incidencia (ángulo límite), la ley de Snell de la refracción predice un ángulo de refracción mayor de 90°, lo que implica que la luz no se refracta y solamente se refleja.
Entre las aplicaciones de la reflexión total, destacan:

- **Transmisión de datos a través de la fibra óptica.**
- **Prismas de reflexión total utilizados en periscopios, prismáticos y otros instrumentos ópticos.**

3.- El trabajo de extracción fotoeléctrico de un determinado metal es 2,07 eV. Determinar:

DATO: 1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J

a) **(1 p)** La velocidad máxima con la que son emitidos los electrones, cuando se ilumina con luz de longitud de onda de 400 nm.

Si aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$$E_{fotón\ inc.} = W_0 + \left(E_{c,máx}\right)_{electrón\ emitido} \Rightarrow E_{c,máx} = E_{fotón\ inc.} - W_0 = h\ .\ \frac{c}{\lambda} - W_0$$

$$E_{c,máx} = 6,6.10^{-34}\ .\ \frac{3.10^8}{400.10^{-9}} - (2,07\ .\ 1,6.10^{-19}) = 1,638.10^{-19}\ J$$

$$E_{c,máx} = \frac{1}{2}\ .\ m\ .\ v_{máx}^2 \Rightarrow v_{máx} = \sqrt{\frac{2\ .\ E_{c,máx}}{m}} = \sqrt{\frac{2\ .\ 1,638.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}} = 6.10^5\ m/s$$

b) **(1 p)** Sabiendo que las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre 380 nm y 775 nm. ¿En qué rango de longitudes de onda de la luz visible se producirá el efecto fotoeléctrico?

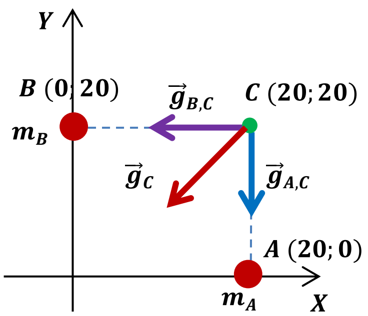
Para que se produzca efecto fotoeléctrico la energía del fotón incidente debe ser mayor que el trabajo de extracción del metal:

$$E_{fotón\ inc.} > W_0 \Rightarrow h\ .\ \frac{c}{\lambda} > W_0 \Rightarrow \lambda < \frac{h\ .\ c}{W_0} < \frac{6,6.10^{-34}\ .\ 3.10^8}{(2,07\ .\ 1,6.10^{-19})} < 5,98.10^{-7}\ m < 598\ nm$$

Se produce efecto fotoeléctrico en el intervalo entre 380 nm y 598 nm.

4.- En dos puntos, A y B, de coordenadas (20, 0) y (0, 20) expresadas en metros, se sitúan dos masas puntuales de 10 kg cada una.

a) **(0,75 p)** Dibujar y calcular el vector campo gravitatorio producido por cada una de estas dos masas y el total en el punto C (20, 20).



$$\vec{g}_{A,C} = -G\ .\ \frac{m_A}{(r_{A,C})^2}\ \vec{j} = -6,7.10^{-11}.\frac{10}{(20)^2}\ \vec{j} = -1,675.10^{-12}\ \vec{j}\ \ N/kg$$

$$\vec{g}_{B,C} = -G\ .\ \frac{m_B}{(r_{B,C})^2}\ \vec{i} = -6,7.10^{-11}.\frac{10}{(20)^2}\ \vec{i} = -1,675.10^{-12}\ \vec{i}\ \ N/kg$$

$$\vec{g}_C = \vec{g}_{A,C} + \vec{g}_{B,C} = (-1,675.10^{-12}\ \vec{i} - 1,675.10^{-12}\ \vec{j})\ \ N/kg$$

b) **(0,75 p)** Hallar el potencial gravitatorio en el punto C.

$$V_C = V_{A,C} + V_{B,C} = \left(-G\,.\frac{m_A}{r_{A,C}}\right) + \left(-G\,.\frac{m_2}{r_{B,C}}\right) = -\frac{G}{r}\,.(m_1 + m_2) = -\frac{6,7.10^{-11}}{20}\,.(20) = -6,7.10^{-11}\ J/kg$$

c) **(0,5 p)** Hallar la fuerza sobre una masa puntual de 5 kg, situada en ese punto C.

$$\vec{F}_C = m'.\,\vec{g}_C = 5\,.\,(-1,675.10^{-12}\,\vec{\imath} - 1,675.10^{-12}\,\vec{\jmath}) = (-8,375.10^{-12}\,\vec{\imath} - 8,375.10^{-12}\,\vec{\jmath})\ N$$

$$|\vec{F}_C| = \sqrt{(-8,375.10^{-12})^2 + (-8,375.10^{-12})^2} = 1,18.10^{-11}\ N$$

5.- Un electrón se mueve al entrar dentro de un campo magnético con una velocidad $\vec{v} = 10^4\,\vec{\imath}\ m/s$. Sabiendo que el campo ejerce una fuerza sobre él igual a $10^{-16}\,\vec{\jmath}\ N$. Determinar:

a) **(1 p)** El módulo y la dirección del campo magnético que actúa sobre la partícula.

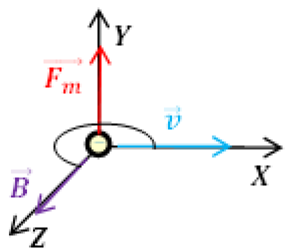
El electrón se ve sometido a la fuerza de Lorentz:

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

El módulo del campo magnético es:

$$B = \frac{F}{q\,.\,v\,.\,sen\ \alpha} = \frac{10^{-16}}{1,6.10^{-19}\,.\,10^4\,.\,sen\,90°} = 6,25.10^{-2}\ T$$

El vector fuerza es perpendicular al plano formado por los vectores velocidad y campo magnético, por lo que la dirección del campo magnético es la del eje Z. El sentido de la fuerza se obtiene por el sentido del avance de un tornillo al girar el vector velocidad sobre el vector campo magnético por el camino más largo (ya que la carga del electrón es negativa), por lo que el sentido del campo magnético es el del eje Z positivo.



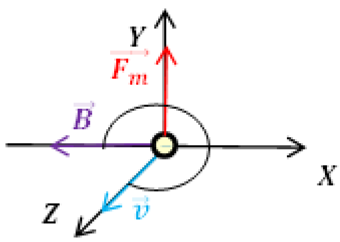
$$\vec{B} = 6,25.10^{-2}\ \vec{k}\ \ T$$

b) **(0,5 p)** Si la velocidad fuera $\vec{v} = 10^6\,\vec{k}\ m/s$ ¿cuál sería entonces la magnitud y dirección del campo magnético?

El módulo del campo magnético es:

$$B = \frac{F}{q\,.\,v\,.\,sen\ \alpha} = \frac{10^{-16}}{1,6.10^{-19}\,.\,10^6\,.\,sen\,90°} = 6,25.10^{-4}\ T$$

El vector fuerza es perpendicular al plano formado por los vectores velocidad y campo magnético, por lo que la dirección del campo magnético es la del eje X. El sentido de la fuerza se obtiene por el sentido del avance de un tornillo al girar el vector velocidad sobre el vector campo magnético por el camino más largo (ya que la carga del electrón es negativa), por lo que el sentido del campo magnético es el del eje X negativo.



$$\vec{B} = -6,25.10^{-4}\ \vec{\imath}\ \ T$$

c) **(0,5 p)** Justifica si una partícula que entre en un campo magnético siempre nota su efecto en su trayectoria.

Según la ley de Lorentz, para que la partícula se vea afectada por el campo magnético debe tener carga eléctrica, por lo que si la partícula no está cargada atravesará el campo sin desviarse.
Si la partícula está cargada pero atraviesa el campo magnético en dirección paralela a las líneas de campo, tampoco experimentará fuerza magnética, atravesando el campo sin desviarse.