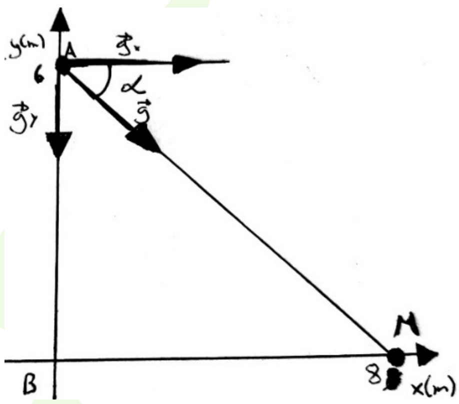
OPCIÓN A

Pregunta A.1.- Una masa puntual de 50 g se encuentra situada en la posición (8, 0) m del plano *xy*. Calcule:

a) El potencial gravitatorio y el campo gravitatorio en el punto (0, 6) m del plano debido a dicha masa.
b) El trabajo realizado por el campo al trasladar un objeto puntual de 20 g desde el punto (0, 6) m hasta el origen de coordenadas.

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

a) Para comenzar el problema deberemos hallar la distancia a la que se encuentran ambas masas. Para ello realizaremos el teorema de Pitágoras dado que forma un triángulo rectángulo.



$$c^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow c = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10m$$

Calculamos el potencial gravitatorio del punto A aplicando la fórmula:

$$M = 50g = 5 \cdot 10^{-2} kg$$

$$V(A) = -G \cdot \frac{M}{r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-2} kg}{10m} = -3,335 \cdot 10^{-13} \frac{J}{kg}$$

Para calcular el campo gravitatorio aplicamos la fórmula:

$$g = -G \cdot \frac{M}{r^2} \cdot \overrightarrow{u_r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-2} kg}{(10m)^2} \cdot \overrightarrow{u_r} = -3,335 \cdot 10^{-14} \frac{m}{s^2} \cdot \overrightarrow{u_r}$$

*Nótese que estamos utilizando coordenadas polares aprovechando que el campo gravitatorio es un campo radial.

b) Para poder calcular el trabajo realizado por el campo al trasladar un objeto puntual de 20 g necesitamos previamente calcular el campo gravitatorio producido en ese punto que corresponde al punto B.

$$m = 20g = 2 \cdot 10^{-2} kg$$

$$V(B) = -G \cdot \frac{M}{r} = -6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-2} kg}{8m} = -4,17 \cdot 10^{-13} \frac{J}{kg}$$

$$W_{A \to B} = -\Delta E_p = -m \cdot \Delta V = -m \cdot (V(B) - V(A)) = -2 \cdot 10^{-2} kg \cdot \left(-4,17 \cdot 10^{-13} \frac{J}{kg} - \left(-3,335 \cdot 10^{-13} \frac{J}{kg} \right) \right)$$

$$W_{A \to B} = 1,67 \cdot 10^{-15} J$$

El trabajo realizado por el campo es positivo y a favor del campo. Lo que nos quiere decir es que estamos llevando una masa a potenciales menores y la aproximamos a la única masa que genera el campo.

Pregunta A.2.- Al explotar, un cohete de fuegos artificiales genera una onda sonora esférica con una potencia sonora de 20 mW. Un espectador oye la explosión 1,5 s después de verlo explotar. Calcule:

a) La distancia a la que está situado el espectador respecto al cohete en el momento de la explosión, así como la intensidad del sonido en la posición del espectador.

b) El nivel de intensidad sonora percibida si explotan 10 cohetes simultáneamente, y el espectador los oye todos al unísono 1,5 s después de explotar.

Datos: Velocidad del sonido en el aire, $v_s = 340\frac{m}{s}$*; Valor umbral de la intensidad acústica,* $I_0 = 10^{-12}\frac{W}{m^2}$

a) Sabemos que la propagación del sonido produce un MRU, por lo que deberemos aplicar la fórmula de dicho movimiento que es: $x_f = x_0 + v \cdot t$. Donde deducimos que la posición inicial x_0 es 0 dado que no nos dicen nada en el enunciado.

$$x_f = x_0 + v \cdot t \Rightarrow x_f = 0m + 340\frac{m}{s} \cdot 1,5s = 510m$$

A 510 metros estará ubicado el espectador respecto al cohete en el momento de la explosión.

Sabiendo de que se trata de una propagación isotrópica y que es una onda sonora esférica para poder hallar la intensidad del sonido en la posición del espectador aplicaremos la fórmula. Dónde tenemos la superficie haremos la superficie de la esfera.

$$S = 4\pi r^2 = 4 \cdot \pi \cdot (510m)^2 = 3,27 \cdot 10^6 m^2$$

$$P = 20mW = 2 \cdot 10^{-2} W$$

$$I_1 = \frac{P}{S} = \frac{2 \cdot 10^{-2} W}{3,27 \cdot 10^6 m^2} = 6,11 \cdot 10^{-9} \frac{W}{m^2}$$

b) Considerando que las ondas no son coherentes y que no hay interferencias destructivas vamos a aplicar el principio de superposición planteando que la intensidad total es la suma de las intensidades de los 10 cohetes. Suponemos también que la distancia y la potencia para los 10 cohetes y que también la intensidad es la misma, la intensidad total será 10 veces mayor.

$$I_{10} = 10 \cdot I_1 = 10 \cdot 6,11 \cdot 10^{-9} \frac{W}{m^2} = 6,11 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2}$$

Una vez tenemos la intensidad de los 10 cohetes, aplicamos la fórmula del nivel de intensidad:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I_{10}}{I_0} = 10 \cdot \log \frac{6,11 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2}}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 47,86 dB$$

Pregunta A.3.- Una carga puntual de 2 µC se encuentra situada en el origen de coordenadas.

a) Aplicando el teorema de Gauss, obtenga el flujo del campo eléctrico a través de una superficie esférica de 10 mm de diámetro centrada en el origen.

b) Utilizando el valor del flujo obtenido en el apartado anterior, calcule el módulo del campoeléctrico en puntos situados a 5 mm de la carga.

Dato: Permitividad eléctrica del vacío, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \dfrac{C^2}{N \cdot m^2}$

a) Aplicamos el teorema de Gauss utilizando como superficie a la esfera de 10 mm de diámetro centrada en el origen, ya que, el flujo será el mismo en cualquier punto de la esfera independientemente del radio de esta.

$$\Phi = \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0} = \frac{2 \cdot 10^{-6} C}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \dfrac{C^2}{N \cdot m^2}} = 2{,}26 \cdot 10^5 \frac{N \cdot m^2}{C}$$

El resultado del flujo es positivo dado que la carga interior es positiva y el campo es saliente.

b) Para calcular el módulo del campo eléctrico usamos la definición de flujo: $\Phi = \oint_S \vec{E} d\vec{S}$. De donde concluimos que el flujo será igual al campo eléctrico por la superficie de la esfera y nos quedaría $\Phi = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \left|\vec{E}\right| \oint_S d\vec{S} = \left|\vec{E}\right| \cdot S$.

Al tener la carga positiva el campo estará dirigido hacia el exterior y será un campo de tipo vector radial dado que emana de forma radial a la carga que será siempre perpendicular a la superficie elegida.

$$r = 5mm = 5 \cdot 10^{-3} m$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot \pi \cdot \left(5 \cdot 10^{-3} m\right)^2 = 3{,}14 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$\Phi = \left|\vec{E}\right| \cdot S \Rightarrow \left|\vec{E}\right| = \frac{\Phi}{S} = \frac{2{,}26 \cdot 10^5 \dfrac{N \cdot m^2}{C}}{3{,}14 \cdot 10^{-4} m^2} = 7{,}19 \cdot 10^8 \frac{N}{C}$$

Pregunta A.4.- Un objeto vertical de 2 mm de altura se encuentra situado 15 cm a la izquierda de una lente convergente de 40 dioptrías. Calcule:

a) La posición y tamaño de la imagen que forma la lente.

b) La posición de una segunda lente convergente de 6 cm de distancia focal, situada a la derecha de la primera lente, para que el sistema óptico genere una imagen en el infinito.

a) Para comenzar el ejercicio debemos usar el convenio de signo DIN 1335 ya que nos dice que una lente convergente su distancia focal imagen es positiva y que sabiendo su potencia que es de 40 dioptrías podemos hallar la distancia focal (imagen).

$$P=\frac{1}{f'}\Rightarrow f'=\frac{1}{P}=\frac{1}{40dioptrias}=0,025m=2,5cm$$

Al disponer en el apartado b de una segunda lente, trabajaremos con subíndices, en este caso para la primera lente el subíndice será 1 y para la segunda 2. Por lo tanto, la distancia al objeto será $s_1=-15cm$.

Para calcular la posición de la imagen aplicamos la ecuación de lentes válida en aproximación paraxial.

$$\frac{1}{s_1'}-\frac{1}{s_1}=\frac{1}{f'}\Rightarrow\frac{1}{s_1'}-\frac{1}{-15cm}=\frac{1}{2,5cm}\Rightarrow\frac{1}{s_1'}=\frac{1}{2,5cm}-\frac{1}{15cm}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{1}{s_1'}=\frac{1}{3}\Rightarrow s_1'=3cm$$

A continuación, calculamos el tamaño de la imagen formada por la primera lente aplicando su fórmula:

$$A_{L_1}=\frac{y_1'}{y}=\frac{s_1'}{s_1}\Rightarrow\frac{y_1'}{0,2cm}=\frac{3cm}{-15cm}\Rightarrow y_1'=0,2cm\cdot\frac{3cm}{-15cm}=-0,04cm$$

b) Para que el sistema óptico genere una imagen en el infinito el objeto deberá estar situado en su foco objeto. Al ser la segunda lente convergente, el foco objeto tiene un valor negativo. De ahí deducimos que:

$$s_2=f_2=-6cm$$

Por lo tanto, el objeto de la segunda lente es la imagen de la primera. Llamaremos d a la separación existente entre ambas lentes y su cálculo sería de esta forma:

$$s_2=s_1-d\Rightarrow d=s_1-s_2=3cm-(-6cm)=9cm$$

Pregunta A.5.- Un material posee un sistema de tres niveles energéticos electrónicos (nivel fundamental, primer nivel, y segundo nivel). Para que un electrón pase desde el nivel fundamental al segundo nivel, el material absorbe radiación de 450 nm; tras lo cual el material emite radiación de 600 nm debido al decaimiento del primer nivel hasta el fundamental.

a) Determine las diferencias de energía entre el primer nivel y el nivel fundamental, y entre el segundo nivel y el nivel fundamental, expresadas en electrón-voltios.

b) Calcule la energía por unidad de tiempo que produce la emisión si el material emite $4\cdot10^{15}$ fotones s^{-1}.

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6\cdot10^{-19}C$*; Constante de Planck,* $h = 6,63\cdot10^{-34}J\cdot s$*; Velocidad de la luz en el vacío,* $c = 3\cdot10^8\frac{m}{s}$.

a) Asignaremos un número a cada uno de los niveles energéticos electrónicos:
Nivel fundamental: 0
Primer nivel: 1
Segundo nivel: 2
La radiación de $\lambda_{0\to2}$=450 nm está asociada a $|\Delta E_{0\to2}|$, es radiación absorbida, energía E aportada al electrón.
La radiación de $\lambda_{1\to0}$ = 600 nm está asociada a $|\Delta E_{1\to0}|$, es radiación emitida, energía E liberada por el electrón.
Podemos calcular la energía de cada fotón asociada a cada uno de esos saltos, y calcular la diferencia de energía entre primer nivel y el fundamental como:

$$|\Delta E_{2\to1}| = |\Delta E_{0\to2}| - |\Delta E_{1\to0}|$$

$$\lambda_{0\to2} = 450nm = 4,5\cdot10^{-7}m$$

$$\lambda_{1\to0} = 600nm = 6,0\cdot10^{-7}m$$

$$|\Delta E_{0\to2}| = \frac{h\cdot c}{\lambda_{0\to2}} = \frac{6,63\cdot10^{-34}J\cdot s\cdot3\cdot10^8\frac{m}{s}}{4,5\cdot10^{-7}m} = 4,42\cdot10^{-19}J$$

$$|\Delta E_{1\to0}| = \frac{h\cdot c}{\lambda_{1\to0}} = \frac{6,63\cdot10^{-34}J\cdot s\cdot3\cdot10^8\frac{m}{s}}{6,0\cdot10^{-7}m} = 3,32\cdot10^{-19}J$$

$$|\Delta E_{2\to1}| = |\Delta E_{0\to2}| - |\Delta E_{1\to0}| = 4,42\cdot10^{-19}J - 3,32\cdot10^{-19}J = 1,1\cdot10^{-19}J$$

Una vez tengamos el resultado lo transformamos en eV:

$$|\Delta E_{1\to0}| = \frac{1,1\cdot10^{-19}J}{1,6\cdot10^{-19}C} = 0,69eV$$

b) Para calcular la energía por unidad de tiempo que produce la emisión asumimos que se trata de la energía total asociada a ambas transiciones, por lo que la energía equivale a la de la transición de 2 a 0. Como en el enunciado nos indica el número de fotones emitidos asumimos que para el cálculo serán los fotones de salto 1 a 0 que es para lo que el enunciado nos provee el dato de la longitud de onda.

$$\frac{E}{t} = n_{fotón}\cdot\frac{E_{fotón}}{t} = 4\cdot10^{15}\frac{fotones}{s}\cdot3,32\cdot10^{-19}J = 1,33\cdot10^{-3}W = 1,33mW$$

OPCIÓN B

Pregunta B.1.- Una sonda espacial de 3500 kg se encuentra en órbita circular alrededor deSaturno, realizando una revolución cada 36 horas. Calcule:

a) La velocidad orbital y la energía mecánica que posee la sonda espacial.

b) La energía mínima necesaria que habría que suministrarle para que abandone el campogravitatorio del planeta.

Datos: Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$; *Masa de Saturno,* $M_s = 5,68 \cdot 10^{26} kg$

a) Para calcular el radio de la órbita deberemos utilizar la tercera ley de Kepler y para ello igualaremos la fuerza gravitatoria y la centrípeta. Como es un movimiento circular y no disponemos de la velocidad del objeto utilizaremos la relación con el dato que si tenemos que es el periodo: $v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$

$$F_G = G \cdot \frac{M_s \cdot m}{R^2} \qquad F_C = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi \cdot R}{T}\right)^2}{R} = m \cdot \frac{\frac{2^2 \pi^2 \cdot R^2}{T^2}}{R} = m \cdot \frac{4\pi^2 \cdot R}{T^2}$$

$$F_G = F_C \Rightarrow G \cdot \frac{M_s \cdot \cancel{m}}{R^2} = \cancel{m} \cdot \frac{4\pi^2 \cdot R}{T^2} \Rightarrow G \cdot M_s \cdot T^2 = 4\pi^2 \cdot R^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M_s \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$$T = 36\,\cancel{días} \cdot 3600 \frac{s}{\cancel{día}} = 129600 s$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \cdot 5,68 \cdot 10^{26} kg \cdot (129600 s)^2}{4\pi^2}} = 2,53 \cdot 10^8 m$$

Una vez tenemos calculado el radio, ya tenemos todos los datos para poder calcular la velocidad orbital con la fórmula anteriormente vista:

$$v = \frac{2\pi \cdot R}{T} = \frac{2\pi \cdot 2,53 \cdot 10^8 m}{129600 s} = 12246,6 \frac{m}{s}$$

Teniendo la velocidad orbital procedemos a calcular la energía mecánica que posee la sonda:

$$E_P = -G \cdot \frac{M_s \cdot m}{R} \qquad E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \qquad v^2 = \frac{G \cdot M_s}{R}$$

$$E_M = E_P + E_C = -G \cdot \frac{M_s \cdot m}{R} + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = -G \cdot \frac{M_s \cdot m}{R} + \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{G \cdot M_s}{R} = -\frac{1}{2} G \cdot \frac{M_s \cdot m}{R} = -E_C$$

$$E_M = -E_C = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = -\frac{1}{2} \cdot 3500 kg \cdot \left(12246,6 \frac{m}{s}\right)^2 = -2,62 \cdot 10^{11} J$$

b) Para poder calcular la energía mínima necesaria que habría que suministrarle para que abandone el campo gravitatorio será igual a la diferencia de la energía en dos puntos diferentes. La situación final será el punto alejado en el infinito en el que no tendrá ninguna

energía por lo que su energía mecánica en ese punto será cero y el punto inicial será la calculada en el apartado anterior.
Por lo tanto, quedaría de esta forma calculada:

$$E_{\text{suministrada}} = E_{final} - E_{inicial} = 0 - \left(-2,62 \cdot 10^{11} J\right) = 2,62 \cdot 10^{11} J$$

Pregunta B.2.- El valor del campo eléctrico asociado a una onda electromagnética que se propagaen un medio material en la dirección del eje *x* viene expresado por:

$$E(x,t) = 4 \cdot \cos\left(3,43 \cdot 10^{15} t - 1,52 \cdot 10^{7} x\right) \frac{N}{C}$$

donde todas las magnitudes están expresadas en unidades del SI. Calcule:

a) La frecuencia y la longitud de onda asociadas a la onda electromagnética.

b) La velocidad de propagación de la onda y el índice de refracción del medio por el cual se propaga.

Dato: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}$.

a) Para poder hallar la frecuencia y la longitud de onda deberemos ayudarnos de la expresión tipo y de ahí ir extrayendo cada uno de los valores:

$$y(x,t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x + \varphi_0)$$

$$A = 4m \qquad \omega = 3,43 \cdot 10^{15} \frac{rad}{s} \qquad k = 1,52 \cdot 10^{7} m^{-1}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3,43 \cdot 10^{15} \frac{rad}{s}}{2\pi} = 5,46 \cdot 10^{14} Hz$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{1,52 \cdot 10^{7} m^{-1}} = 4,13 \cdot 10^{-7} m = 413 nm$$

b) A continuación, con los datos que tenemos y las fórmulas hallaremos la velocidad de propagación de la onda y el índice de refracción del medio.

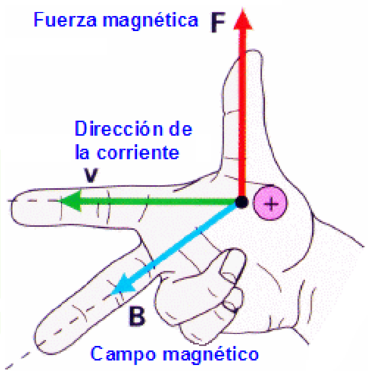
$$v = \lambda \cdot f = 4,13 \cdot 10^{-7} m \cdot 5,46 \cdot 10^{14} Hz = 2,26 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}$$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}}{2,26 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}} = 1,33$$

Pregunta B.3.- Un hilo conductor rectilíneo indefinido situado a lo largo del eje *x* transporta unacorriente de 25 A en sentido positivo del eje. Obtenga:

a) **El campo magnético creado por el hilo en el punto (0, 5, 0) cm.**
b) **La fuerza magnética que experimenta un electrón cuando está en la posición (0, 5, 0) cm y tiene una velocidad de 1000 m s^{-1} en sentido positivo del eje y.**

Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$;*Permeabilidad magnética del vacío,* $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\dfrac{T \cdot m}{A}$.



a) Siguiendo los criterios de la regla de la mano derecha podemos calcular el módulo del campo magnético creado por el hilo.

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \dfrac{T \cdot m}{\text{A}} \cdot 25\text{A}}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}\,m} = 10^{-4}\,T$$

Por lo tanto $\vec{B} = 10^{-4}\,\vec{k}\,T$

b) Asociando la fuerza magnética a la expresión de Lorentz calculamos:

$$\overrightarrow{F_m} = q \cdot \left(\vec{v} \times \vec{B}\right) = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 1000 & 0 \\ 0 & 0 & 10^{-4} \end{vmatrix} \Rightarrow -1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-1}\,\vec{i} = -1{,}6 \cdot 10^{-20}\,\vec{i}\,N$$

Pregunta B.4.- Un rayo láser, que emite luz de longitud de onda de 488 nm en el vacío, incide desde el aire sobre la superficie plana de un material con un índice de refracción de 1,55. El rayo incidente y el reflejado forman entre sí un ángulo de 60º.

a) **Determine la frecuencia y la longitud de onda del rayo luminoso en el aire y dentro del medio material.**
b) **Calcule el ángulo que formará el rayo refractado en el material con el rayo reflejado en el aire. ¿Existirá algún ángulo de incidencia para el cual el rayo láser sufra reflexión total? Justifique la respuesta.**

Datos: Índice de refracción del aire, $n_{aire} = 1$; *Velocidad de la luz en el vacío,* $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

a) La frecuencia va a ser la misma en el aire que dentro del materia y solo va a depender del foco:

$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{4{,}88 \cdot 10^{-7} m} = 6{,}15 \cdot 10^{14} Hz$$

Al ser la frecuencia la misma deducimos para hallar la longitud de onda:

$$\lambda_1 \cdot n_1 = \lambda_2 \cdot n_2 = \lambda_0$$
$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1} = \frac{488}{1{,}55} = 315 nm$$

b) Si el rayo incidente y el reflejado forman un ángulo de 60º, el ángulo de incidencia respecto de la normal es 30º. Si aplicamos la segunda ley de Snell de la refracción.

$$n_0 \cdot sen(\theta_0) = n_1 \cdot sen(\theta_1)$$
$$1 \cdot sen(30º) = 1{,}55 \cdot sen(\theta_1) \Rightarrow sen(\theta_1) = \frac{1 \cdot sen(30º)}{1{,}55} \Rightarrow \theta_1 = arcsen\left(\frac{1 \cdot sen(30º)}{1{,}55}\right) = 18{,}82º$$

Este ángulo calculado es el que forma el rayo refractado con la normal. Nos piden que calculemos el ángulo que forma el rayo refractado con el rayo reflejado. Lo llamaremos α y se cumple que: $30º + \alpha + 18{,}82º = 180º \Rightarrow \alpha = 180º - 30º - 18{,}82º = 131{,}18º$

Sabemos que para que se produzca la reflexión total el índice del segundo medio debe ser menor que el del primer medio.

Como $n_{aire} < n_1$ no existe ningún ángulo de incidencia desde el aire para que se produzca reflexión total.

Pregunta B.5.- Un isótopo de una muestra radiactiva posee un periodo de semidesintegración de 5730 años.

a) Obtenga la vida media y la constante radiactiva del isótopo.

b) Si una muestra tiene $5 \cdot 10^{20}$ átomos radiactivos en el momento inicial, calcule la actividad inicial y el tiempo que debe trascurrir para que dicha actividad se reduzca a la décima parte.

a) Para poder hallar la vida media y la constante radiactiva del isotopo aplicaremos la fórmula correspondiente a cada una empezando por hallar la vida media:

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)} = \frac{5730 años}{\ln(2)} = 8267 años$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{8267 años} = 1,21 \cdot 10^{-4} años^{-1}$$

b) Para calcular la actividad inicial y el tiempo, previamente antes de utilizar la fórmula para hallar la actividad pasaremos al sistema internacional SI la constante radiactiva.

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{8267 años} = 1,21 \cdot 10^{-4} años^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{8267 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = 3,83 \cdot 10^{-12} s^{-1}$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 = 3,83 \cdot 10^{-12} s^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{20} átomos = 1,92 \cdot 10^{9} Bq$$

A continuación, hallaremos el tiempo dado que disponemos de dato $T_{1/2}$ y usamos base 2:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}} \Rightarrow \frac{1}{10} = 2^{\frac{-t}{5730}} \Rightarrow \ln(0,1) = \frac{-t}{5730} \cdot \ln(2) \Rightarrow t = -\frac{\ln(0,1) \cdot 5730}{\ln(2)} = 19035 años$$