# EXAMEN FÍSICA PCE 2024.

Convocatoria mayo. Fecha de examen 21/05/2024

## TEST

Quince preguntas tipo test de las cuales puede responder a diez y solo a diez.
En caso de responder más de 10 preguntas, solo se contarán las 10 primeras respondidas.
Valor total de esta parte 5 puntos. Cada pregunta de tipo test ofrece tres opciones para la respuesta de las que sólo una es correcta. Se puntúa de la forma siguiente:

- La respuesta correcta suma 0,5 puntos. La respuesta incorrecta resta 0,25 puntos.
- La respuesta en blanco o marcada incorrectamente se valora con 0 puntos.

1. El planeta Mercurio tiene un radio de 2440 km y una masa de $3,3 \times 10^{23}$ kg. ¿Cuántas veces menos pesa un objeto sobre la superficie de Mercurio que sobre la superficie de la Tierra?

Datos:

Constante de gravitación universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m$^2$ kg$^{-2}$.

Aceleración de la gravedad en la superficie terrestre: $g_T = 9,8$ m/s$^2$.

(a) Pesa unas 3,87 veces menos.
(b) Pesa unas 2,65 veces menos.
(c) Pesa unas 5,32 veces menos.

$$g_m = \frac{\frac{GM_m}{r_m^2}}{g_T} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,3 \cdot 10^{23}}{(2440 \cdot 10^3)^2} \Rightarrow g_m = 3,69 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{g_T}{g_m} = \frac{9,8}{3,69} \approx 2,65$$

2. Desde cierto punto A, localizado a una determinada altura sobre el suelo, se deja caer un cuerpo partiendo desde el reposo y bajo la única influencia del campo gravitatorio terrestre. ¿Qué se puede decir acerca del trabajo ejercido por el campo gravitatorio terrestre sobre el cuerpo en su trayectoria desde el punto A hasta el suelo?

(a) Es negativo.
(b) Es positivo.
(c) Es nulo.

$W = F \cdot h \rightarrow W = mgh \rightarrow$ Dado que la fuerza y el desplazamiento están en la misma dirección y sentido, el W es positivo.

3. Dos planetas exactamente iguales se encuentran separados, en un momento dado, por una distancia de L = 300000 km. Suponiendo que el sistema formado por los dos planetas se encuentra muy lejos de cualquier otra interacción gravitatoria, calcular el campo gravitatorio en un punto sobre la recta que une a ambos planetas y a una distancia L/4 de uno de ellos.

Datos:

Constante de gravitación universal: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N $m^2$ $kg^{-2}$.

Masa de cada planeta: $M = 6 \times 10^{24}$ kg.

(a) 0,079 $m/s^2$.
(b) 0,063 $m/s^2$.
(c) 0,071 $m/s^2$.

$$g_{TOT} = \frac{GM}{(L/4)^2} - \frac{GM}{(3/4L)^2} = GM\left(\frac{16}{L^2} - \frac{16}{9L^2}\right) = 4 \cdot 10^{14}\left(1{,}7 \cdot 10^{-16} - 1{,}97 \cdot 10^{-17}\right) = 0{,}063$$

4. Dos planetas A y B tienen la misma masa, pero el radio $R_A$ del planeta A es el doble que el radio $R_B$ del planeta B: $R_A = 2R_B$. ¿Qué relación cumplen las intensidades de campo gravitatorio $g_A$ y $g_B$ en las superficies de los planetas A y B?

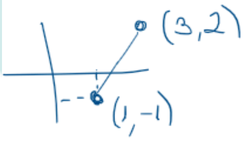
(a) $g_B = 2g_A$
(b) $g_B = 4g_A$
(c) $g_B = \sqrt{\ }2g_A$

$$\frac{g_A}{g_B} = \frac{\frac{\cancel{G}\cancel{m_A}}{r_A^2}}{\frac{\cancel{G}\cancel{m_B}}{r_B^2}} \Bigg\} \frac{g_A}{g_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} \Bigg\} \frac{g_A}{g_B} = \frac{\cancel{r_B}^2}{(2\cancel{r_B})^2} \Bigg\} \frac{g_A}{g_B} = \frac{1}{4} \rightsquigarrow g_B = 4g_A$$

5. Dos cargas positivas de valor 6 $\mu$C y 12 $\mu$C se encuentran situadas en las coordenadas (1, −1) y (3, 2), en unidades del Sistema Internacional. ¿Cuál es el módulo de la fuerza eléctrica que cada carga ejerce sobre la otra?

Datos: Constante de Coulomb: $k = 9 \cdot 10^9$ N m²/C².

(a) 179.7 mN
(b) 129.6 mN
(c) 49.8 mN




$$r = \sqrt{4+9} = \sqrt{13}$$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{13} = \frac{0{,}648}{13} = 0{,}0498 \text{ N} \rightsquigarrow 49{,}8 \text{ mN}$$

6. Al circular una corriente por una espira circular, se genera un campo magnético. ¿Qué se puede decir sobre dicho campo en el centro de la espira?

(a) Es un vector cuyo sentido es independiente del sentido de la corriente que atraviesa la espira.
(b) Es un vector cuya dirección es perpendicular al plano de la espira.
(c) Es un vector contenido en el plano de la espira.

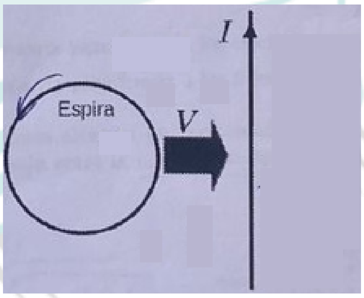
**Características del campo magnético en el centro de la espira:**

- La dirección del campo magnético es perpendicular al plano de la espira.
- El sentido del campo magnético depende del sentido de la corriente.

Por lo tanto, la afirmación correcta sobre el campo magnético en el centro de la espira es: **b)**

7. Por un hilo rectilíneo e infinito circula una intensidad de corriente I hacia arriba. Cerca de dicho hilo se encuentra una espira circular en un plano que contiene al hilo de corriente. La espira se mueve con cierta velocidad V constante acercándose perpendicularmente del hilo, tal y como se indica en la figura. ¿Qué se puede decir sobre la corriente inducida en la espira cuando se observa desde el punto de vista mostrado en la figura?

(a) Que circula por la espira en sentido antihorario.
(b) Que circula por la espira en sentido horario.
(c) Que no se induce ninguna corriente en la espira.




El campo magnético del hilo se mueve en sentido antihorario.
A medida que la espira se acerca al hilo, el flujo magnético a través de la espira aumenta debido al aumento de la intensidad del campo magnético en la proximidad del hilo.
Para que la corriente inducida se oponga al aumento del campo magnético que va hacia el hilo (en sentido antihorario), la espira inducirá una corriente que genere un campo magnético en sentido contrario, es decir, en sentido horario. **b)**

8. Una carga positiva q entra, con velocidad $\vec{v} = 2\hat{\imath} - 6\hat{k}$ (m/s), en una región con un campo magnético uniforme que vale $B = 4\hat{\imath} - 12\hat{k}$ (mT), siendo $\hat{\imath}, \hat{\jmath}$ y $\hat{k}$ los vectores unitarios en los sentidos positivos de los ejes X, Y y Z, respectivamente. La trayectoria de la carga será:

(a) Circular.
(b) Rectilínea.
(c) Helicoidal.

9. La velocidad de propagación de una onda unidimensional es de 1246 km/h. El número de ondas, definido como el número de ondas que se dan en $2\pi$ metros, es $k$ = 3,0 $m^{-1}$. ¿Cuál es el período de la onda?

(a) $6{,}1 \times 10^{-3}$ s.
(b) $1{,}7 \times 10^{-3}$ s.
(c) 0,018 s.

$$1246 \ \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \times \frac{1000 \ m}{1 \ \cancel{km}} \times \frac{1 \ \cancel{h}}{3600 \ s} = 346,\hat{1} \ m/s$$

$$V = \frac{\omega}{K} \longrightarrow V = \frac{\frac{2\pi}{T}}{K} \longrightarrow T = \frac{2\pi}{VK} = 6,05 \cdot 10^{-3} \ s$$

10. Una lente delgada convergente tiene una distancia focal de 4 cm. Se coloca un objeto a una distancia de 2 cm de la lente. Su imagen es:

(a) Virtual y derecha.
(b) Virtual e invertida.
(c) Real y derecha.

11. Una onda armónica se propaga en la dirección del eje x, y su oscilación se produce también en la dirección del eje x. ¿Qué tipo de onda es?

(a) Onda longitudinal.
(b) Onda electromagnética.
(c) Onda transversal.

La onda armónica se propaga en la dirección del eje xx.
La oscilación también se produce en la dirección del eje xx.
Esto implica que la oscilación es paralela a la dirección de propagación.
Por lo tanto, se trata de una onda longitudinal.

12. En una emisión fotoeléctrica, el potencial de frenado es:

(a) La diferencia de potencial necesaria para frenar a los fotones y a los electrones emitidos por el metal.
(b) La diferencia de potencial necesaria para frenar a los electrones emitidos por el metal.
(c) La diferencia de potencial necesaria para frenar a los fotones emitidos por el metal.

El potencial de frenado es la diferencia de potencial aplicada que es suficiente para detener los electrones emitidos, haciendo que su energía cinética final sea cero. Esto permite medir la energía máxima de los electrones emitidos por la luz incidente.
Por lo tanto, el potencial de frenado se refiere exclusivamente a la diferencia de potencial necesaria para frenar a los electrones emitidos por el metal, no a los fotones.

13. Se acelera un cuerpo de masa $m_0$ hasta alcanzar una velocidad de 0,8$c$, siendo $c$ la velocidad de la luz en el vacío. ¿Cuál es la relación entre la masa relativista del cuerpo a esa velocidad y su masa en reposo?

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \longrightarrow m = \frac{m_0}{\sqrt{1-0{,}8^2}} \longrightarrow m = \frac{5}{3} m_0 \approx 1{,}6$$

(a) $m$ = 1,25$m_0$
(b) $m$ = 0,6$m_0$
(c) $m$ = 1,67$m_0$

14. ¿Qué velocidad debe tener un electrón para que su longitud de onda de De Broglie sea de un nanómetro? $\lambda_e = 10^{-9}$ m

Datos:

Masa del electrón: $m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg

Constante de Planck: h = $6{,}63 \times 10^{-34}$ J s

(a) $7{,}29 \times 10^{-4}$ m/s.
(b) $7{,}29 \times 10^{2}$ m/s.
(c) $7{,}29 \times 10^{5}$ m/s.

$$\lambda = \frac{h}{mv} \longrightarrow v = \frac{h}{m\lambda} = 7{,}29 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

15. El bequerelio (Bq) es una unidad del Sistema Internacional que mide

(a) El número de desintegraciones durante el tiempo de semidesintegración del material radiactivo.
(b) La constante de desintegración $\lambda$ del material radiactivo.
(c) El número de desintegraciones nucleares por segundo.

# PROBLEMAS

4 problemas a escoger dos de ellos.

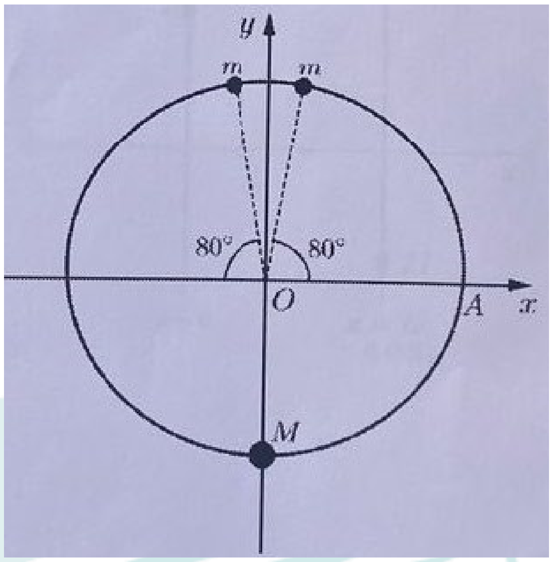
**PROBLEMA 1.** (2,5 puntos)

1. Dos masas de valor $m$ = 700 kg y una masa de valor $M$ = 3$m$ = 2100 kg se encuentran en una circunferencia de radio $R$ = 2 m, tal y como se indica en la figura.

**(a)** Calcule la energía potencial gravitatoria de una masa $m_0$ = 4 kg si se coloca en el centro del círculo (punto O de la figura). Utilice la referencia habitual para la energía potencial gravitatoria de dos masas, que es nula cuando están separadas una distancia infinita.

**(b)** ¿Cuál es la fuerza gravitatoria total ejercida sobre la masa $m_0$ por las otras tres masas? Escriba el resultado de forma vectorial.

**(c)** Calcule el trabajo realizado para llevar a la masa $m_0$ desde el punto O hasta el punto A, que corresponde a la intersección del semieje positivo x con la circunferencia (ver figura).




Datos: Constante de gravitación universal: $G$ = 6,67 x 10⁻¹¹ N m² kg⁻².

a) $m_1 = 700$ kg

$m_2 = 700$ kg

$M = 2100$ kg

$R = 2$ m

$m_0 = 4$ kg (centro)

$E_p = \Sigma E_p$ ⤳ Ppio de superposición

$E_p = E_{p_1} + E_{p_2} + E_{pM}$

$E_p = 2\,E_p + E_{pM}$

$E_p = -2\left(\frac{G m m_0}{R}\right) - \frac{G M m_0}{R} = -\frac{G m_0}{R}(2m + M)$

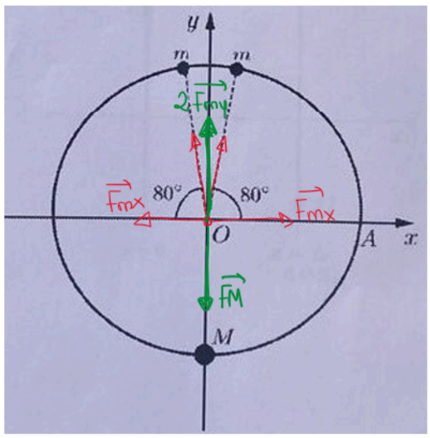
$E_p = -\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 4}{2}(2\cdot700 + 2100) = -4{,}669\cdot10^{-7}$ J

b) $\vec{F} = \frac{G m_1 m_2}{r^2} \longrightarrow \vec{F_T} = \Sigma F$ ⤳ Ppio de superposición

$\rightarrow \vec{F_{m_1}} = \frac{G m_0 m}{R^2} = \frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot4\cdot700}{2^2} = 4{,}669\cdot10^{-8}$ N

$\quad \vec{F_{mx}} = \vec{F_m}\cdot\cos 80° = \boxed{-8{,}108\cdot10^{-9}\,\vec{i}\ N}$

$\quad \vec{F_{my}} = \vec{F_m}\cdot \operatorname{sen} 80° = \boxed{4{,}598\cdot10^{-8}\,\vec{j}\ N}$




$\rightarrow \vec{F_{m_2}} = \frac{G m_0 m}{R^2} = 4{,}669\cdot10^{-8}$ N

$\quad \vec{F_{mx}} = \boxed{8{,}108\cdot10^{-9}\,\vec{i}\ N}$

$\quad \vec{F_{my}} = \boxed{4{,}598\cdot10^{-8}\,\vec{j}\ N}$

$\rightarrow \vec{F_M} = \frac{G m_0 M}{R^2} = \frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot4\cdot2100}{2^2} = \boxed{-1{,}4007\cdot10^{-7}\,\vec{j}\ N}$

⤳ $\vec{F_T} = \vec{F_{m_1}} + \vec{F_{m_2}} + \vec{F_M} = (0\vec{i} - 4{,}811\cdot10^{-8}\vec{j})$ N ⤳ $\boxed{-4{,}811\cdot10^{-8}\,\vec{j}\ N}$

c) En primer lugar, calculamos las distancias $r_1$, $r_2$, $r_3$; siendo $R = 2\,m$:

→ coordenadas de las masas:

$m_1 = (R\cos 100°, R\,\text{sen}\,100°) = (-0'35, 1'97)$

$m_2 = (R\cos 80°, R\,\text{sen}\,80°) = (0'35, 1'97)$

$M = (0, -R) = (0, -2)$

→ coordenadas de los ptos:

$O = (0, 0)$

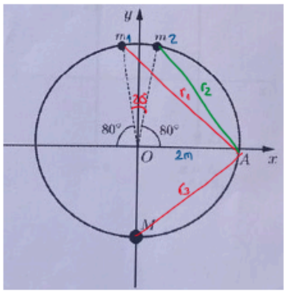
$A = (R, 0) \Rightarrow (2, 0)$

→ distancias desde las masas hasta A:

$r_1 = \sqrt{(2+0'35)^2 + (0-1'97)^2} = 3{,}066\ m$

$r_2 = \sqrt{(2-0'35)^2 + (0-1'97)^2} = 2{,}57\ m$

$r_3 = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2} \approx 2{,}83\ m$




Ya podemos calcular el trabajo:

$W_{O-A} = -\Delta Ep \Rightarrow W_{O-A} = -(Ep_A - Ep_O)$

$\hookrightarrow Ep_O = Ep_T = -4{,}669 \cdot 10^{-7}\ J$ (calculado en el apdo a)

$\hookrightarrow Ep_A = \Sigma Ep$

$$Ep_A = -\frac{G m m_0}{R_1} - \frac{G m m_0}{R_2} - \frac{G M m_0}{R_3} = -\frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 700 \cdot 4}{3{,}066} - \frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 700 \cdot 4}{2{,}57} - \frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 2100 \cdot 4}{2{,}83}$$

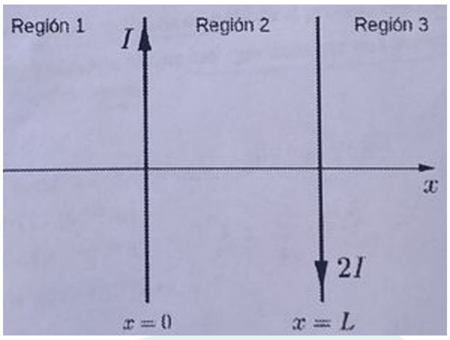
$$Ep_A = -6{,}09 \cdot 10^{-8} - 7{,}27 \cdot 10^{-8} - 1{,}98 \cdot 10^{-7} = -3{,}32 \cdot 10^{-7}\ J$$

• $W_{O-A} = -\left[-3{,}32 \cdot 10^{-7} - (-4'669 \cdot 10^{-7})\right] = \boxed{-1{,}349 \cdot 10^{-7}\ J}$ ⇝ Al ser negativo, la masa se mueve debido a fuerzas externas al sistema

**2.** Dos hilos conductores rectos e indefinidos son paralelos y se encuentran en el plano $xy$. Como se indica en la figura, ambos se encuentran orientados verticalmente. Por el hilo situado en $x = 0$ circula una corriente $I = 4$ A en sentido ascendente (sentido positivo del eje $y$). Por el hilo situado en $x = L$ circula una corriente $2I$ en sentido descendente (sentido negativo del eje $y$), siendo $L = 8$ cm. Se pide lo siguiente:

(a) Consideremos las siguientes tres regiones del plano $xy$:

– Región 1: $x < 0$.
– Región 2: $0 < x < L$.
– Región 3: $x > L$.



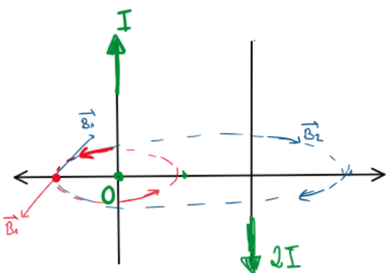

Indique, para cada una de estas regiones, si los campos magnéticos que produce cada hilo tienen sentidos iguales u opuestos. Especifique si su sentido es hacia el observador o alejándose de él.

**(b)** ¿En qué puntos del plano $xy$ el campo magnético total es nulo?

**(c)** En un momento dado, una carga puntual $q = 3\mu C$ que se encuentra en $x = L/2 = 4$ cm se está desplazando en sentido vertical ascendente con una velocidad de módulo $v_0 = 9$ m/s. Calcule la fuerza magnética total sobre la carga en ese instante, indicando la dirección y sentido.

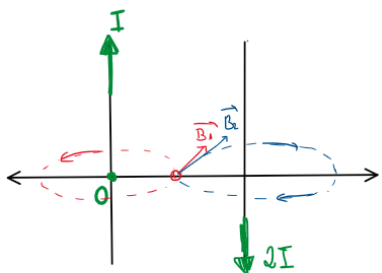
Datos: Permeabilidad magnética en el vacío: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ m kg $C^{-2}$.

a) Región 1: $x<0$ — Región 2: $0<x<L$ — Región 3: $x>L$



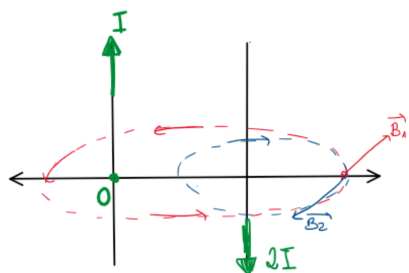

$\vec{B_1}$ antihorario (se acerca) — $\vec{B_2}$ horario (se aleja)

En $x<0$, $\vec{B_T} = \vec{B_1} - \vec{B_2}$ ya que van en sentidos opuestos




$\vec{B_1}$ antihorario (se aleja) — $\vec{B_2}$ horario (se aleja)

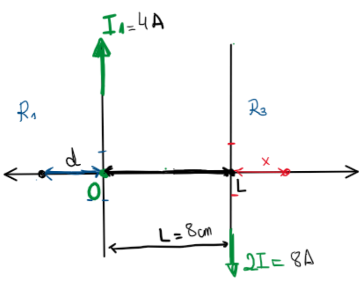
En $x<0$, $\vec{B_T} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$ ya que van en el mismo sentido




$\vec{B_1}$ antihorario (se aleja) — $\vec{B_2}$ horario (se acerca)

En $x<0$, $\vec{B_T} = \vec{B_1} - \vec{B_2}$ ya que van en sentidos opuestos

b) Podrá ser nulo en las regiones 1 y 3 ya que van en sentidos opuestos:




Región 1:

$\vec{B_T} = \vec{B_1} - \vec{B_2}$ $\qquad B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$

$\vec{B_1} = \vec{B_2}$

$\frac{\cancel{\mu_0} I_1}{\cancel{2\pi} d} = \frac{\cancel{\mu_0} \cdot I_2}{\cancel{2\pi}(8+d)}$

$\frac{4}{d} = \frac{8}{(8+d)} \longrightarrow (8+d)\cdot 4 = 8d$

$32 + 4d = 8d$

$32 = 4d \rightarrow d = 8$ cm

Por tanto, en la región $x<0$, el pto donde se anulan es $P = (-8, y)$

Región 3

$\vec{B_2} = \vec{B_1}$

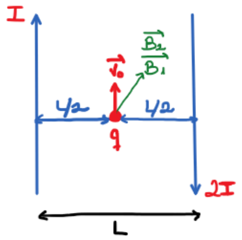
$\frac{I_2}{x} = \frac{I_1}{x+8} \rightarrow \frac{8}{x} = \frac{4}{x+8} \longrightarrow 8x + 64 = 4x$

$4x = -64$

$x = -16$ cm

Por tanto, en la región $x>L$, no existe ningún pto donde se anulen. $I_2 > I_1$ y solo se anularán en la región negativa $<0$

c)




$L/2 = 0{,}04\,m$

$\vec{B_T} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

$\hookrightarrow \vec{B_1} = \frac{\mu I}{2\pi \frac{L}{2}} = \frac{4\cancel{\pi}10^{-7}\cdot 4}{2\cancel{\pi}\cdot 0'04} = -2\cdot 10^{-5}\,\vec{k}\,T$

$\hookrightarrow \vec{B_2} = \frac{\mu 2I}{2\pi L/2} = \frac{4\cancel{\pi}10^{-7}\cdot\cancel{2}\cdot 4}{\cancel{2}\cancel{\pi}\cdot 0'04} = -4\cdot 10^{-5}\,\vec{k}\,T$

$\vec{B_T} = -2\cdot 10^{-5} - 4\cdot 10^{-5} = -6\cdot 10^{-5}\,T\,\vec{k}$

$\vec{F_m} = q\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 9 & 0\\ 0 & 0 & -6\cdot 10^{-6}\end{vmatrix} = q\cdot v\cdot B\cdot \cancel{sen 90} = 3\cdot 10^{-6}\cdot 9\cdot(-6\cdot 10^{-5}) = \boxed{-1{,}62\cdot 10^{-9}\,\vec{i}\,N}$

**PROBLEMA 3.** (2,5 puntos)

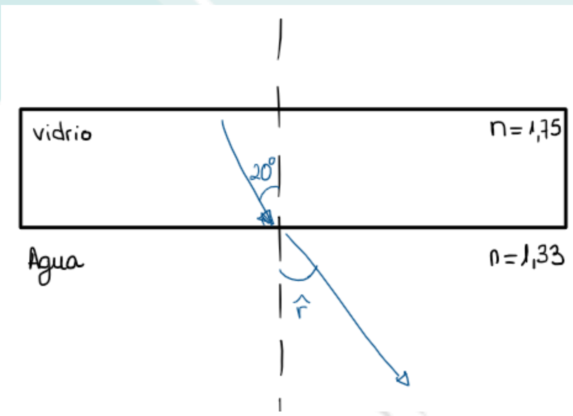
**3.** Una fuente de luz monocromática se sitúa dentro de un vidrio de índice de refracción $n$ = 1,75. La frecuencia en el vacío de la luz emitida es $f = 1{,}7 \times 10^{14}$ Hz. El vidrio se encuentra, a su vez, sumergido en agua. Uno de los rayos de luz incide, desde dentro del vidrio, en la superficie del vidrio con un ángulo de 20° respecto a la normal de la superficie, para posteriormente salir al agua. Responda razonadamente a las siguientes preguntas:

(a) ¿Cuál es la longitud de onda del rayo de luz cuando viaja por el vidrio, y cuando viaja por el agua?

(b) ¿Cuál es la velocidad de propagación del rayo cuando viaja por el vidrio y cuando viaja por el agua? ¿Cuál es la frecuencia del rayo cuando viaja por el vidrio y cuál cuando viaja por el agua?

(c) ¿Con qué ángulo/ángulos tendría que haber incidido el rayo en la superficie vidrio–agua para que se diera el fenómeno de reflexión interna total?

Datos: Índice de refracción del agua: $n_{agua}$ = 1,33. Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8$ m/s.



a) $f = \frac{c}{\lambda} \longrightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 1{,}7 \cdot 10^{14}\ m$ (en el vacío)

$\lambda = \frac{\text{vel. medio}}{f}$ (otros medios)

- Para el vidrio:

$$V_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}75} = 1{,}714 \cdot 10^8\ m/s$$

$$\lambda_v = \frac{v_v}{f} = \frac{1{,}714 \cdot 10^8}{1{,}7 \cdot 10^{14}} = \boxed{1{,}008 \cdot 10^{-6}\ m}$$

- Para el agua:

$$v_a = \frac{c}{n_a} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}33} = 2{,}256 \cdot 10^8\ m/s$$

$$\lambda_a = \frac{v_a}{f} = \frac{2{,}256 \cdot 10^8}{1{,}7 \cdot 10^{14}} = \boxed{1{,}327 \cdot 10^{-6}\ m}$$

b) Ya hemos calculado las velocidades:

$$V_{vidrio} = 1{,}714 \cdot 10^8\ m/s$$

$$V_{agua} = 2{,}256 \cdot 10^8\ m/s$$

La frecuencia de luz no cambia al pasar de un medio a otro. Por tanto:

$f = 1{,}7 \cdot 10^{14}\ Hz$ en ambos medios

c) Reflexión total $\Rightarrow \hat{r} = 90°$

Por la ley de Snell: $n_1 \cdot \text{sen}\,\hat{i} = n_2 \cdot \text{sen}\,\hat{r} \longrightarrow n_v \cdot \text{sen}\,\hat{i} = n_a \cdot \text{sen}\,\hat{r}$

$$1{,}75 \cdot \text{sen}\,\hat{i} = 1{,}33 \cdot \text{sen}\,90° \longrightarrow \hat{i} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{1{,}33 \cdot \text{sen}\,90°}{1{,}75}\right) = \boxed{49{,}46°}$$

**PROBLEMA 4.** (2,5 puntos)

**4.** El trabajo de extracción fotoeléctrica del hierro es $W$ = 4,81 eV. Responda a los siguientes puntos razonadamente:

**(a)** Calcule la velocidad máxima a la que son emitidos electrones de una superficie de hierro cuando es iluminada por luz de longitud de onda $\lambda$ = 210 nm. Puede considerar esta velocidad como no relativista, es decir, mucho menor que $c$.
**(b)** Explique brevemente la conservación de energía en el proceso descrito en el apartado anterior.
**(c)** Calcule la frecuencia mínima con la que hay que iluminar una superficie de hierro para poder observar emisión de fotoelectrones.

Datos:
Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8$ m/s.
Masa del electrón: $m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg.
Carga del electrón: $q_e = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C.
Constante de Planck: $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s.

a) $Ef = W_0 + Ec \rightsquigarrow Ec = Ef - W_0 = 9{,}47 \cdot 10^{-19} - 7{,}7 \cdot 10^{-19} = 1{,}77 \cdot 10^{-19}$ J

$\hookrightarrow Ef = h \cdot f \rightsquigarrow Ef = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{210 \cdot 10^{-9}} = 9{,}47 \cdot 10^{-19}$ J

$\hookrightarrow W_0 = 4{,}81 \text{ eV} \times \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1 \text{eV}} = 7{,}7 \cdot 10^{-19}$ J

$$Ec = \frac{1}{2} m v^2 \longrightarrow v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}77 \cdot 10^{-19}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} = \boxed{6{,}24 \cdot 10^{5} \text{ m/s}}$$

b) En el efecto fotoeléctrico, la energía del fotón incidente se utiliza para extraer un electrón de la superficie del metal y para proporcionar energía cinética al electrón emitido. Según la ley de conservación de la energía, la energía del fotón se distribuye entre el trabajo de extracción y la energía cinética máxima del electrón. Matemáticamente, esto se expresa como:
Ef=W + Ec
donde Ef=hf es la energía del fotón, W es el trabajo de extracción necesario para liberar el electrón del metal, y Ec=1/2mv$^2$ es la energía cinética máxima del electrón emitido. Esta relación asegura que toda la energía del fotón se conserva y se reparte entre los diferentes procesos energéticos involucrados.

c) $W_0 = h \cdot f_0 \longrightarrow f_0 = \frac{7{,}7 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 1{,}16 \cdot 10^{15}$ Hz