

FÍSICA

EXAMEN OFICIAL REALIZADO EN ESPAÑA EN LA CONVOCATORIA ORDINARIA PCE UNEDASISS 2024

PARTE TEST

Deben responderse 10 preguntas del total de tipo test. Cada respuesta correcta suma 0.5 puntos. Las respuesta incorrectas penalizan 0.15 puntos. No responder no suma ni resta puntuación

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?

Dato: E S C U E L A

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

Aceleración de la gravedad en la superficie terrestre: $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$

- a) Pesa unas 3.87 veces menos
- b) Pesa unas 2.65 veces menos**
- c) Pesa unas 5.32 veces menos

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 del punto A hasta el suelo?

- a) Es negativo
- b) Es positivo**
- c) Es nulo

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:

Dato:

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

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

a) $0,079 \text{ m/s}^2$

b) 0.063 m/s^2

c) 0.071 m/s^2

4. Dos planetas A y B tienen la misma masa, pero el radio R_A del planeta A es el doble del radio R_B del planeta B: $R_A = 2 R_B$. ¿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) $g_B = \sqrt{2}g_A$

5. Dos cargas positivas de valor $6 \mu\text{C}$ y $12 \mu\text{C}$ 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: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

a) $179,7 \text{ mN}$

b) 129.3 mN

c) 49.8 mN

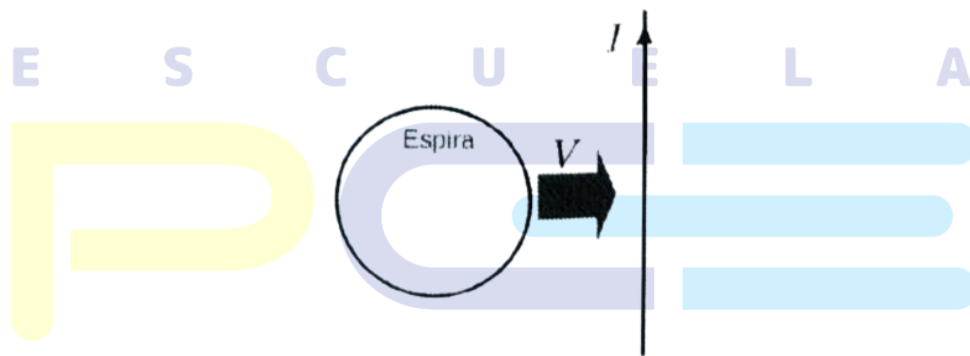
6. Al circular una corriente por una espira circular, se genera un campo magnético. ¿Qué se puede decir sobre dicho campo en el centro de la espira?

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

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

8. Una carga positiva q entra, con velocidad $\vec{v} = 2\vec{i} - 6\vec{k}$ (m/s), en una región con un campo magnético uniforme que vale $\vec{B} = 4\vec{i} - 12\vec{k}$ (mT), siendo \vec{i} , \vec{j} y \vec{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 2π metros, es $\lambda = 3,0 \text{ m}^{-1}$. ¿Cuál es el periodo de la onda?

a) $6,1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

b) $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

c) 0,018 s

10. Una lente delgada convergente tiene una distancia focal de 4cm. 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

E S C U E L A

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

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

13. Se acelera un cuerpo de masa m_0 hasta alcanzar una velocidad de $0,8c$ 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?

a) $m = 1,25 m_0$

b) $m = 0,6 m_0$

c) $m \cong 1.67 m_0$

14. ¿Qué velocidad debe tener un electrón para que su longitud de onda de De Broglie sea de un nanómetro?

Datos:

Masa del electrón: $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$

Constante de Planck: $h = 6.63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$

a) $7,29 \cdot 10^{-4} m/s$

b) $7,29 \cdot 10^{-2} m/s$

c) $7,29 \cdot 10^5 m/s$

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 λ del material radiactivo

c) El número de desintegraciones nucleares por segundo

PARTE DE DESARROLLO

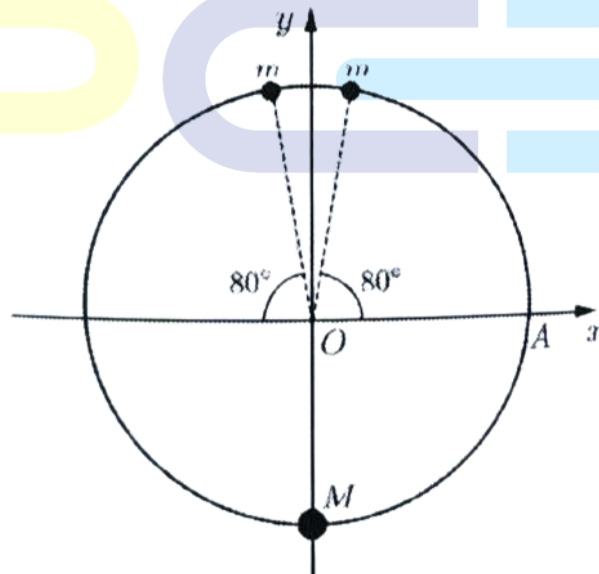
Escoger 2 de los 4 siguientes problemas (2,5 puntos cada problema)

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

- a) Calcule la energía potencial gravitatoria de una masa $m_0 = 4 \text{ kg}$ 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 en 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).

Dato:

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



SOLUCIONES

a) Para obtener la energía potencial gravitatoria que sentiría la partícula de masa m_0 en el centro de la circunferencia tendremos que calcular el potencial gravitatorio debido a las tres masas en dicho punto.

El potencial gravitatorio producido por una masa m en un punto r viene dado por:

$$V = -\frac{Gm}{r}$$

Observamos que las tres masas distan una distancia de R unidades del centro (al estar sobre la circunferencia). Por tanto, por el principio de superposición el potencial gravitatorio total será la suma individual de los potenciales debido a las masas.

Si llamamos masa 1 a la que está en la parte superior izquierda, masa 2 a la que está en la derecha y masa 3 a la que está abajo:

$$V_0 = V_1 + V_2 + V_3$$

Con

$$V_1 = V_2 = -\frac{Gm}{R}$$

Y

$$V_3 = -\frac{3Gm}{R}$$

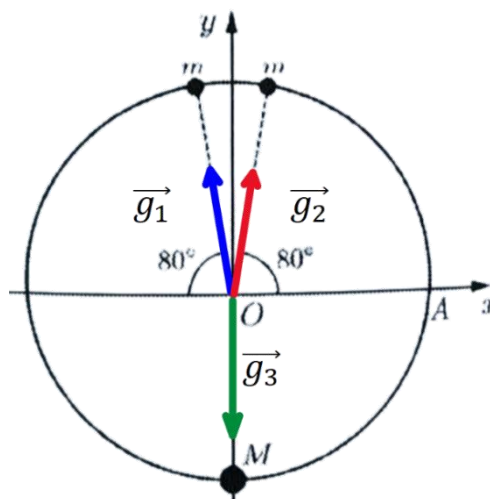
De tal manera que:

$$V_0 = \frac{-5Gm}{R} = -1,17 \cdot 10^{-7} J/kg$$

Finalmente, la energía potencial que siente m_0 es:

$$E_{p,0} = m_0 V_0 = -4 \cdot 1,17 \cdot 10^{-7} = -4,67 \cdot 10^{-7} J$$

b) Para calcular el campo gravitatorio total en el centro de la circunferencia vamos a ayudarnos del siguiente diagrama:

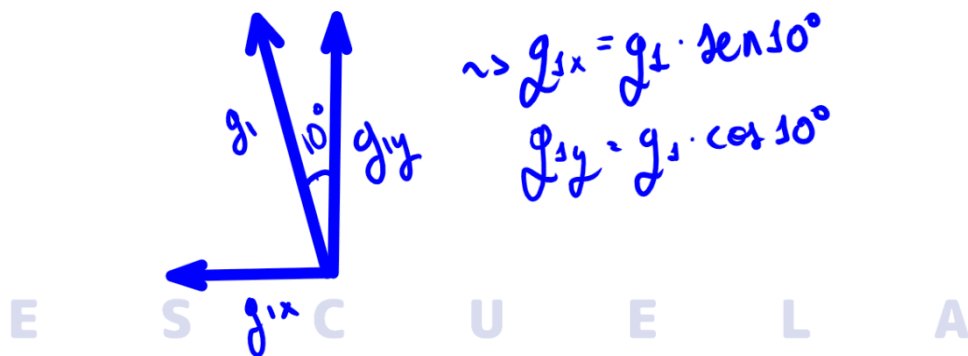


El campo gravitatorio en el centro de la circunferencia se va a calcular como la suma vectorial de los campos gravitatorios individuales. El vector campo gravitatorio tiene carácter atractivo y se define a lo largo de la recta que une la masa y punto en cuestión.

Observamos que los campos gravitatorios de las tres masas en el origen tienen esta forma. Solamente habría que descomponer \vec{g}_1 y \vec{g}_2 en los ejes cartesianos.

No es una tarea difícil pues nos dan el ángulo que se forma con la horizontal y la normal. Vamos a elegir el de la normal, 10°

El vector \vec{g}_1 tiene componente en el eje x negativa y componente en el eje y positiva.



Entonces:

$$\vec{g}_1 = \frac{Gm}{R^2} (-\text{sen}(10), \text{cos}(10))$$

Con el mismo argumento,

$$\vec{g}_2 = \frac{Gm}{R^2} (\text{sen}(10), \text{cos}(10))$$

Y para \vec{g}_3 solamente tenemos que indicar que es negativo en el eje y

$$\vec{g}_3 = \frac{G \cdot 3m}{R^2} (0, -1)$$

Teniendo en cuenta que:

$$\vec{g}_1 + \vec{g}_2 = \frac{Gm}{R^2} (0, 2\text{cos}(10))$$

Finalmente:

$$\vec{g}_0 = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \vec{g}_3 = \frac{Gm}{R^2} (0, 2\text{cos}(10) - 3) = (0, -1,21 \cdot 10^{-8}) \text{ m/s}^2$$

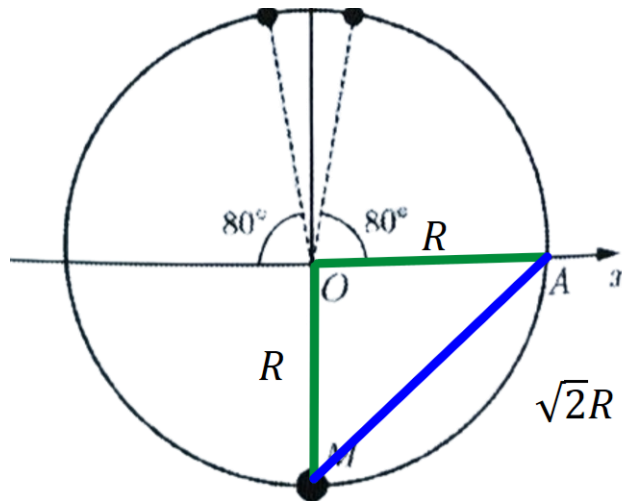
La fuerza que siente m_0 es:

$$\vec{F} = m_0 \cdot \vec{g}_0 = (0, -4,87 \cdot 10^{-8}) \text{ N}$$

c) Para calcular el trabajo realizado por las tres masas para llevar a la masa m_0 del origen al punto A usamos la expresión:

$$W_{O \rightarrow A} = m_0(V_0 - V_A)$$

Por tanto, tenemos que calcular el potencial gravitatorio debido a las tres masas en el punto A . Por simplificar, vamos a determinar primero la distancia de M a A



E S C U E L A

Por el teorema de Pitágoras podemos calcular dicha distancia, ya que:

$$distancia = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2R^2} = \sqrt{2}R$$

Vamos ahora con las dos masas de arriba.

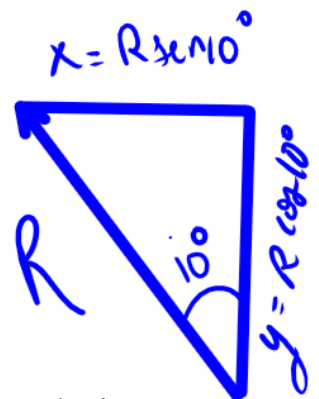
Para calcular la distancia de la masa 1 al punto A vamos a obtener las coordenadas de su posición con el ángulo respecto a la normal.

Las coordenadas de dicho punto son:

$$(x_1, y_1) = (-R\text{sen}(10), R\text{cos}(10)) = (-0,173R, 0,98R) = P_1$$

Por el mismo argumento, las coordenadas de la masa 2 serán:

$$(x_2, y_2) = (R\text{sen}(10), R\text{cos}(10)) = (0,173R, 0,98R) = P_2$$



Las coordenadas del punto A son $(R, 0)$, por lo que calculamos la distancia de este punto a los otros dos

$$\vec{P_1A} = (1,173R, -0,98R) \rightarrow |\vec{P_1A}| = \sqrt{1,173^2R^2 + 0,98^2R^2} = 1,52R$$

$$\vec{P_2A} = (0,827R, -0,98R) \rightarrow |\vec{P_2A}| = \sqrt{0,827^2R^2 + 0,98^2R^2} = 1,28R$$

Ya estamos listos para calcular el potencial total en A

$$V_A = V_{1,A} + V_{2,A} + V_{3,A} = \frac{-Gm}{1,52R} + \frac{-Gm}{1,28R} + \frac{-3Gm}{\sqrt{2}R} = \frac{-Gm}{R} \left(\frac{1}{1,52} + \frac{1}{1,28} + \frac{3}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= -8,32 \cdot 10^{-8} J/kg$$

Finalmente, el trabajo es:

$$W_{O \rightarrow A} = m_0(V_0 - V_A) = 4(-1,17 \cdot 10^{-7} + 8,32 \cdot 10^{-8}) = -1,356 \cdot 10^{-7} J$$

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 $I = 4 \text{ A}$ 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 $L = 8\text{cm}$. Se pide lo siguiente:

a) Consideremos las siguientes tres regiones del plano xy :

- Región 1: $x < 0$*
- Región 2: $0 < x < L$*
- Región 3: $x > L$*

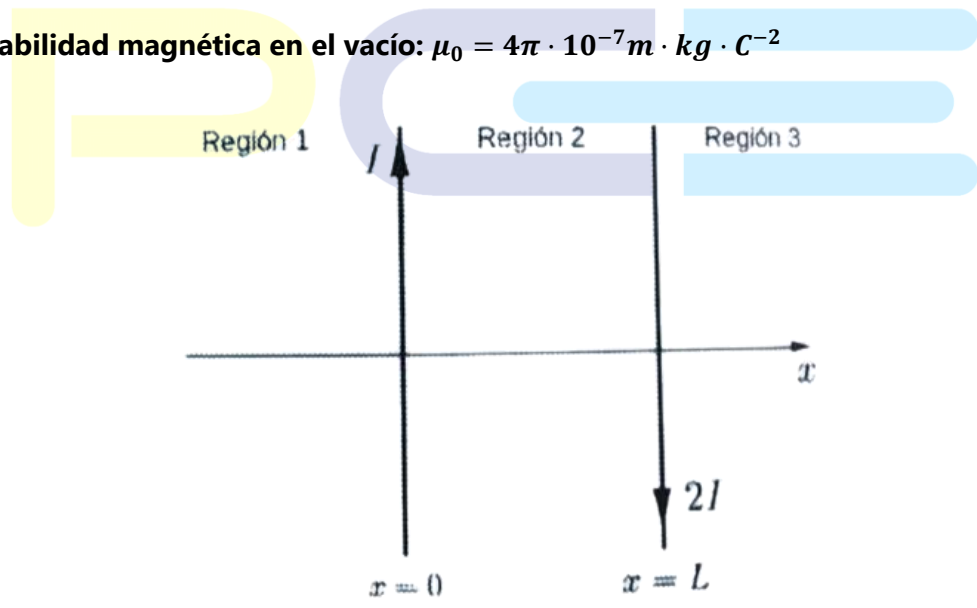
Indique, para cada una de estas regiones, si los campos magnéticos que produce cada hilo tienen sentidos iguales u opuestos. Especifique si su sentido es hacia el observador o alejándose de él.

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

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

Dato: E S C U E L A

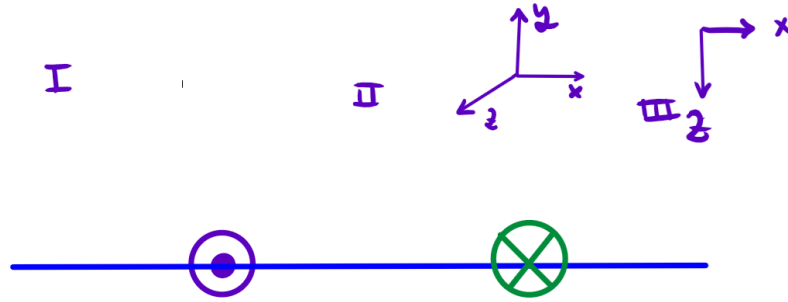
Permeabilidad magnética en el vacío: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot \text{C}^{-2}$



SOLUCIONES

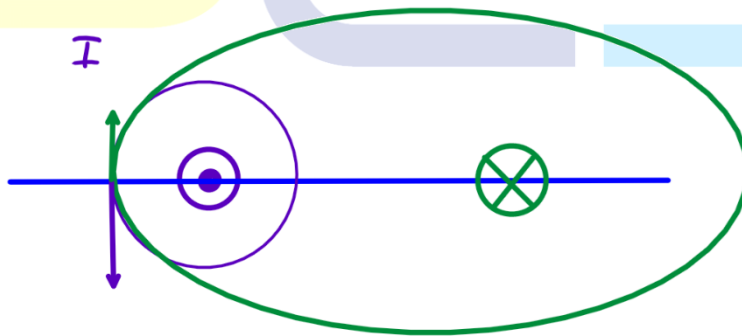
a) La dirección que va hacia fuera del papel corresponde al semieje positivo z. El campo magnético producido por el hilo 1 consiste en vectores tangentes a la circunferencia con centro el hilo y fluyen en sentido antihorario por ser la intensidad ascendente, a diferencia del campo magnético del hilo 2, que fluye en sentido horario.

Veamos 'desde arriba' el sistema:



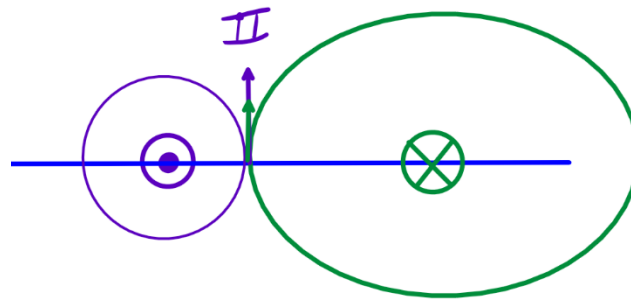
Vamos a analizar los campos magnéticos en cada región. **Nota: algunos campos magnéticos se van a dibujar como elipses para que quepan en el documento, pero son circunferencias.**

Para la región 1:



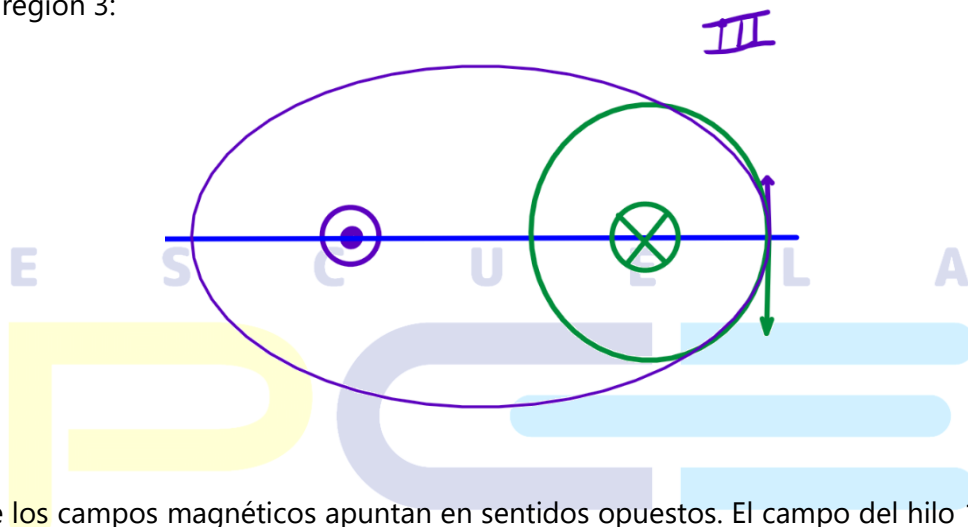
Así que en esta región los campos magnéticos son opuestos. El campo del hilo 1 apunta en el sentido negativo del eje z y el del hilo 2 en el positivo.

Para la región 2:



Así que los campos magnéticos apuntan en el mismo sentido y en el sentido negativo del eje z.

Para la región 3:



Así que los campos magnéticos apuntan en sentidos opuestos. El campo del hilo 1 apunta en el sentido positivo del eje z y del hilo 2 en el negativo.

b) El punto pedido solamente puede estar entre la región 1 o 3, porque es donde los campos magnéticos tienen sentidos opuestos. De hecho, solamente estará en la región 1 porque la intensidad del hilo 2 es el doble que la del hilo 1, por lo que tendremos que alejarnos lo máximo posible del hilo 2 para que el módulo de su campo llegue a ser el que produce el hilo 1.

Se puede calcular en ambas regiones, en la 1 y en la 3, pero en la 3 obtendremos que la región donde se anulan los campos es la 1, así que solamente vamos a hacer el cálculo en la región 1.

Supongamos que dicho punto dista x unidades a la izquierda del hilo 1. Por tanto, el punto distará $x + L$ unidades del hilo 2.

Entonces, se tiene que cumplir:

$$\vec{B}_T = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$$

Como los sentidos son opuestos de por sí, los módulos tendrán que ser iguales:

$$|\vec{B}_1| = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

$$|\vec{B}_2| = \frac{\mu_0 2I}{2\pi(x+L)}$$

Igualando,

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{\mu_0 2I}{2\pi(x+L)} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{x+L} \rightarrow x+L = 2x \rightarrow x = L$$

Es decir, según nuestro sistema de referencia (con origen en el hilo 1), dicho punto será $x = -L = -0,08 \text{ m}$.

A una distancia de $0,08 \text{ m}$ a la izquierda del hilo 1 y a $0,16 \text{ m}$ a la izquierda del hilo el campo magnético total será nulo.

c) Para ello tenemos que calcular el campo magnético producido por ambos hilos en el punto medio del segmento que las une.

Hemos visto en el apartado a) que los dos vectores apuntan en el sentido negativo del eje z:

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi L/2} (-\vec{k})$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 2I}{2\pi L/2} (-\vec{k})$$

Por tanto,

$$\vec{B}_T = \frac{3\mu_0 I}{\pi L} (-k) = -6 \cdot 10^{-5} (\vec{k}) T$$

La fuerza que sentirá la carga viene dada por la expresión:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Y el vector velocidad es $\vec{v} = 9\vec{j} \text{ m/s}$. El producto vectorial de ambos vectores es:

$$\vec{v} \times \vec{B} = -5,4 \cdot 10^{-4} \vec{i} T \text{ m/s}$$

Finalmente,

$$\vec{F} = 3 \cdot 10^{-6} (-5,4 \cdot 10^{-4}) = -1,62 \cdot 10^{-9} (\vec{i}) N$$

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 $f = 1,7 \cdot 10^{14}$ 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 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: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

SOLUCIONES

a) La velocidad de la luz en el vidrio es:

$$v_v = c/n_v = c/1,75 = 1,71 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Esto es igual a:

$$v_v = \lambda_v \cdot f$$

La frecuencia es siempre la misma, independientemente del medio en el que se encuentre la luz.

$$\lambda_v = \frac{1,71 \cdot 10^8}{1,7 \cdot 10^{14}} = 1,008 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Para el agua:

$$v_a = c/n_a = c/1,33 = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Esto es igual a:

$$v_a = \lambda_a \cdot f \rightarrow \lambda_a = \frac{2,25 \cdot 10^8}{1,7 \cdot 10^{14}} = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

b) Ya hemos calculado las velocidades de propagación en ambos medios. También hemos afirmado que la frecuencia en los dos medios es la misma. Si no, no podríamos haberlo resuelto de esta manera.

c) Como el vidrio tiene mayor índice de refracción que el agua, se puede producir dicho fenómeno. Por la ley de Snell:

$$n_v \text{sen}(\theta_c) = n_a \text{sen}(90) \rightarrow \theta_c = \arcsin(1,33/1,75) = 49,46^\circ$$

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

- Calcule la velocidad máxima a la que son emitidos electrones de una superficie de hierro cuando es iluminada por luz de longitud de onda $\lambda = 210 \text{ nm}$. Puede considerar esta velocidad como no relativista, es decir, mucho menos que c .
- Explique brevemente la conservación de energía en el proceso descrito en el apartado anterior.
- 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: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Carga del electrón: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

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

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

E S C U E L A

SOLUCIONES

a) Al producirse efecto fotoeléctrico se cumple que:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_e + \frac{1}{2} m_e v^2$$

Por lo que podemos sustituir la frecuencia (f) de la radiación, el trabajo de extracción en julios y la masa del electrón, quedando:

$$\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{210 \cdot 10^{-9}} = (4,81 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) + \frac{1}{2} (9,1 \cdot 10^{-31}) v^2 \rightarrow v = 6,25 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

b) En el efecto fotoeléctrico se observa que la energía aportada por la radiación incidente se conserva, es decir, se reparte en primer lugar para extraer los electrones del metal (trabajo de extracción) y, en segundo lugar, el excedente de energía es aportada al electrón en forma de energía cinética, asociando así una velocidad al electrón.

c) Sabiendo que el trabajo de extracción es una energía y , por lo tanto, responde a la siguiente ecuación:

$$W_e = hf_0 \rightarrow f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{(4,81 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19})}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 1,16 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$