Nombre y apellidos: **Puntuación:**

1. Descripción vectorial del campo magnético

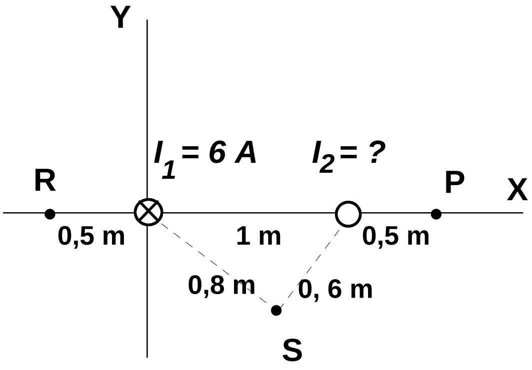
Dos conductores eléctricos, rectos y paralelos, están separados por una distancia de 1,00 m y colocados perpendicularmente al plano XY, tal como muestra la figura.

[a] Calcula la intensidad y el sentido de la corriente I_2 para que el campo magnético resultante en el punto P sea nulo.

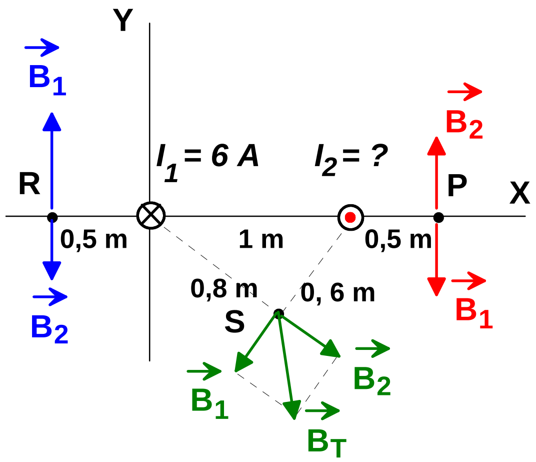
[b] ¿Cuál es, entonces, la intensidad del campo magnético resultante en el punto R?

[c] Imagina ahora que los conductores están recorridos por corrientes de la misma intensidad (3 A), pero de sentidos opuestos. Halla la intensidad del campo magnético resultante en el punto S.

{DATO: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$}



Respuesta



[a] En primer lugar, dibujamos, mediante la regla de la mano derecha, los vectores intensidad del campo magnético, en el punto P. El sentido de $\vec{B}_2$debe ser contrario al de $\vec{B}_1$, por lo que la corriente I_2 está dirigida hacia afuera. Estos dos vectores tienen el mismo módulo; por lo tanto, $\frac{\mu_o}{2\pi}\frac{6}{1,5} = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_2}{0,5}$; $I_2 = 2$ A.

[b] Dibujamos, mediante la regla de la mano derecha, los vectores intensidad del campo magnético, en el punto R. Los módulos de estos vectores son, entonces,

$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{6}{0,5} = 24 \cdot 10^{-7} (T)$

$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{2}{1,5} = 2,7 \cdot 10^{-7} (T)$.

La intensidad del campo eléctrico resultante es un vector paralelo al eje Y, dirigido en su sentido positivo y de módulo: $B_T(R) = 24 \cdot 10^{-7} - 2,7 \cdot 10^{-7} = 21 \cdot 10^{-7} (T)$.

[c] Se dibuja, mediante la regla de la mano derecha, los vectores intensidad del campo magnético, en el punto S. Fíjate que se trata de dos vectores perpendiculares, ubicados en el plano XY. Los módulos de estos vectores son: $B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{6}{0,8} = 15 \cdot 10^{-7} (T)$ y $B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{2}{0,6} = 6,7 \cdot 10^{-7} (T)$. La intensidad del campo magnético resultante tiene las siguientes características: la dirección y el sentido mostrados en la figura y el módulo $B_T(S) = 10^{-7} \sqrt{15^2 + 6,7^2} = 16 \cdot 10^{-7} (T)$.

2. La producción de corrientes inducidas

El plano de una bobina circular de 200 cm² de superficie es perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,500 T. La bobina tiene 100 espiras.

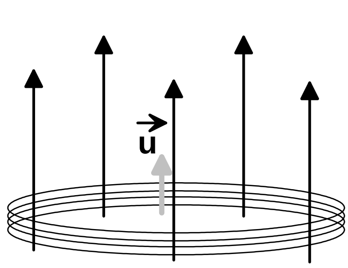
[a] ¿Cuál es el flujo magnético que atraviesa la bobina?

[b] ¿Cuál es el valor de la fem inducida si el campo magnético desaparece en 0,100 s? Explica qué ley has aplicado.

[c] ¿Cuál es el valor de la fem inducida si el plano de la bobina gira 45,0º a una velocidad angular de 3,00 rad/s?

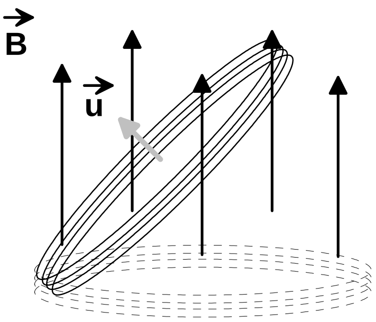
Respuesta

[a] La figura muestra la posición de la bobina respecto a la intensidad del campo magnético. Como el vector $\vec{u}$ asociado a la superficie es paralelo a la intensidad del campo magnético $\vec{B}$, el flujo magnético que atraviesa la bobina se calcula mediante: $\phi_B = NBS = 100 \cdot 0,5(T) \cdot 0,02(m^2) = 1(Wb)$



[b] Por la ley de Faraday, la fem inducida media es: $\varepsilon = \left|\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}\right| = \left|\frac{0-1}{0,1}\right| = 10(V)$.

[c] La figura muestra la nueva situación si el plano de la bobina gira 45º. Como hay que aplicar la ley de Faraday, en primer lugar se calcula el tiempo que invierte la bobina en alcanzar la nueva posición: $\Delta t = \frac{\theta}{\omega} = \frac{\pi/4}{3} = 0,262(s)$. El flujo magnético inicial es el calculado en el apartado [a]; el flujo magnético final es: $\phi_{B,final} = NBS\cos 45 = 0,707(Wb)$. Por lo tanto, la fem inducida media es: $\varepsilon = \left|\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}\right| = \left|\frac{0,707-1}{0,262}\right| = 1,12(V)$.



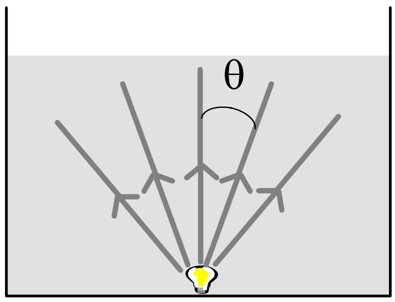
3. La lámpara sumergida

[a] A partir de la ley de Snell de la refracción, deduce el valor del ángulo límite y explica cuándo se producirá la reflexión total.

Una pequeña lámpara, situada en el interior de un recipiente con agua (n = 4/3), emite rayos de luz en todas las direcciones.

[b] Calcula los ángulos de refracción que corresponden a $\theta = 0^o, 15^o$ ó 30^o.

[c] ¿A partir de qué valor del ángulo θ los rayos de luz no pasan al aire? ¿Cómo se verá desde fuera la luz que emerge de la lámpara?

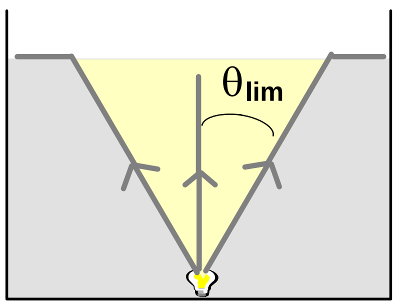


Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] Hay que aplicar varias veces la ley de Snell: $n_1\, sen\, \theta = n_2\, sen\, r'$. El rayo que incide perpendicularmente a la frontera agua-aire, no se desvía. Si $\theta = 15$, $\frac{4}{3}\, sen\, 15 = 1$ sen r'; sen r' = 0,345; r' = 20,2º. Para un ángulo de incidencia de 30º, $\frac{4}{3}\, sen\, 30 = 1 \cdot sen$ r'; sen r' = 0,667; r' = 41,8º. Como la luz pasa de un medio más refringente a otro menos refringente, el rayo refractado se aleja de la normal. Para ángulos de incidencia mayores llegará a producirse el fenómeno de la reflexión total.

[c] El ángulo límite es un ángulo de incidencia tal que el rayo refractado sale tangente a la frontera agua-aire; se cumplirá entonces que: $\frac{4}{3}\, sen\, \theta_{\lim} = 1 \cdot sen\, 90$; $sen\, \theta_{\lim} = 0,75$; $\theta_{\lim} = 48,6^o$. Para ángulos de incidencia mayores que el ángulo límite, los rayos de luz no pasan al aire. En consecuencia, la luz que emerge de la lámpara se verá desde fuera como un círculo brillante. Incluso se podría calcular el radio de este círculo si se conociera la profundidad del agua.



4. Dos mejor que una

Dos lentes convergentes de 10 cm de distancia focal imagen están separadas por una distancia de 35 cm. Un objeto está situado a la izquierda de la primera lente, a una distancia de 20 cm.

[a] Halla la posición de la imagen final utilizando tanto el diagrama de rayos como las ecuaciones de las lentes delgadas.

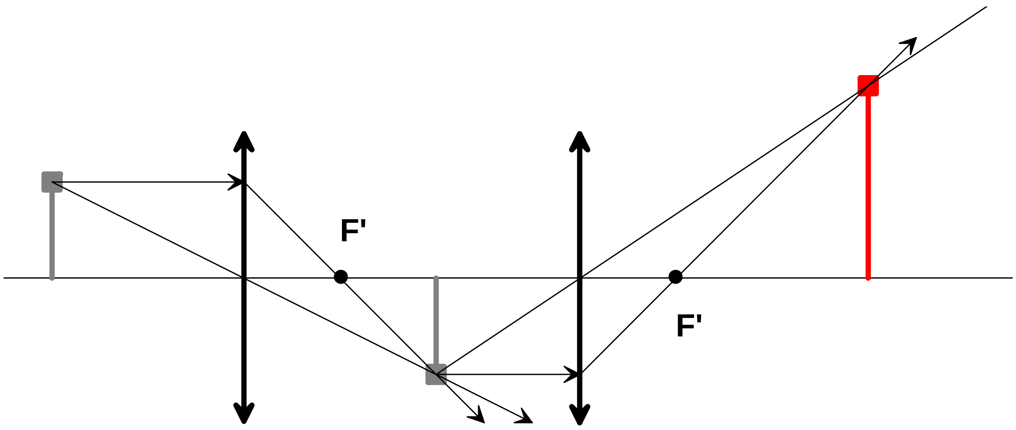
[b] ¿Cuál es el aumento total que produce este sistema de lentes?

[c] Indica las características de la imagen final.

Respuesta

---

[a] La figura muestra la formación de las imágenes mediante el diagrama de rayos.



Para la **primera lente**, s = -20 cm. Por la ecuación de las lentes, $\frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{20}$, de donde se deduce que s' = 20 cm. El aumento lateral es: $M_L = \frac{s'}{s} = \frac{20}{-20} = -1$.

Para la **segunda lente**, s = -15 cm. Por la ecuación de las lentes, $\frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{30}$, de donde se deduce que s' = 30 cm. El aumento lateral es: $M_L = \frac{s'}{s} = \frac{30}{-15} = -2$.

Vemos que estos resultados son coherentes con el diagrama de rayos.

[b] El aumento total es el producto de los aumentos: $M_{L,total}$ = (-1)·(-2) = 2.

[c] La imagen final está situada a 30 cm a la derecha de la segunda lente, es derecha y tiene el tamaño doble del tamaño del objeto.

5. El efecto fotoeléctrico y algo más

[a] Se comprueba experimentalmente que, para un metal dado, el efecto fotoeléctrico sólo se produce a partir de una cierta frecuencia umbral -f_o-, sea cual sea la intensidad luminosa. Justifica si la ecuación de Einstein para el efecto fotoeléctrico contradice o no dicho resultado.
[b] La longitud de onda umbral para el wolframio es de 260 nm. Si una radiación de 190 nm de longitud de onda incide sobre una superficie de wolframio halla, en eV, la energía cinética de los electrones liberados.
[c] Calcula la longitud de onda de De Broglie de dichos electrones.

{DATOS: $h = 6,63\cdot10^{-34}$ J.s; 1 eV = $1,60\cdot10^{-19}$ J; $c = 3,00\cdot10^{8}$ m/s; $m_e = 9,10\cdot10^{-31}$ kg}

Respuesta

[a] La ecuación de Einstein para el efecto fotoeléctrico se expresa matemáticamente mediante: $E_c = h(f - f_o)$. Dado que la energía cinética es una magnitud definida positiva, esta expresión sólo tiene sentido si $f > f_o$, esto es, el efecto fotoeléctrico se produce exclusivamente a partir de la frecuencia umbral.

[b] Hay que aplicar la ecuación anterior expresada adecuadamente, ya que se conoce como datos las longitudes de onda en lugar de las frecuencias; por lo tanto,
$E_c = h(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_o}) = hc(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_o}) = 6,63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}(\frac{1}{1,9\cdot10^{-7}} - \frac{1}{2,6\cdot10^{-7}}) = 2,80\cdot10^{-19}(J)$
$E_c = 2,80\cdot10^{-19}(J)\cdot\frac{1(eV)}{1,60\cdot10^{-19}(J)} = 1,75(eV)$.

[c] La longitud de onda de De Broglie está dada por: $\lambda = \frac{h}{p}$, donde p es el momento lineal de los electrones. Como la energía cinética está relacionada con el momento lineal mediante la ecuación: $E_c = \frac{p^2}{2m}$, la expresión de De Broglie también puede escribirse como sigue:
$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = \frac{6,63\cdot10^{-34}}{\sqrt{2\cdot9,1\cdot10^{-31}\cdot2,8\cdot10^{-19}}} = \frac{6,63\cdot10^{-34}}{7,14\cdot10^{-25}} = 9,29\cdot10^{-10}(m)$.

6. Sobre las emisiones radiactivas

[a] En un libro encontramos el siguiente párrafo:

"... La única interpretación posible la dio W. Pauli en 1931, postulando que dicha desintegración tiene lugar en el interior del núcleo cuando un neutrón se transforma en un protón, emitiendo además dos partículas: un electrón (e^-) y un antineutrino ($\bar{\upsilon}$): $n \rightarrow p + e^- + \bar{\upsilon}$."

Indica qué fenómeno físico trata de explicar este párrafo.

[b] El periodo de semidesintegración del estroncio-90 para la desintegración β es de 27,7 años. Calcula el valor de la constante de desintegración en s^{-1}. ¿Cuántos electrones emitirá por segundo 1 g de estroncio-90?

{DATO: 1 u = $1,66 \cdot 10^{-24}$ g}

Respuesta

[a] Pauli está explicando la desintegración β.

[b] Sabemos que $T_{1/2} = 27,7(años) = 8,74 \cdot 10^8(s)$, por lo que la constante de desintegración es: $\lambda = \frac{0,693}{8,74 \cdot 10^8} = 7,93 \cdot 10^{-10}(s^{-1})$.

A continuación, se calcula el número de núcleos de estroncio-90 contenidos en 1 g; la masa de un núcleo es 90 u, así que $N = \frac{1(g)}{90 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}(g)} = 6,69 \cdot 10^{21}(núcleos)$.

Cada núcleo de estroncio-90, en una desintegración β, emite un electrón, por lo que el número de electrones por segundo coincide con la actividad radiactiva del estroncio-90, esto es, $A = \lambda N = 7,93 \cdot 10^{-10} \cdot 6,69 \cdot 10^{21} = 5,31 \cdot 10^{12}(\frac{electrones}{s})$.