

OSCILACIONES TRANSVERSALES DE UN IMÁN, CÁLCULO DEL MOMENTO MAGNÉTICO DE UN IMÁN

Y

COMPROBACIÓN DE LA LEY DE SNELL A PARTIR DEL PRINCIPIO DE FERMAT.

Objetivo:

Calcular el momento magnético de un imán, observar el comportamiento de un imán cuando varía la intensidad que circula por las bobinas. También comprobar la ley de Snell a partir del principio de Fermat.

Materiales:

- Ordenador.
- Programa que simula el comportamiento del imán.
- Programa que permite fijar velocidades de propagación en los medios y simula la trayectoria del rayo entre los medios.

Método:

Cálculo del momento magnético del imán: Introducimos 6 valores distintos, en el programa de simulación del imán, para la intensidad de la corriente que circula por las bobinas. Observamos que ocurre y comentamos por escrito cómo se comporta el imán. Posteriormente, observamos en el modo “Gráfica” el valor de la pendiente de la recta y calculamos el valor del momento magnético del imán, mediante las fórmulas que se nos facilitan en dicho programa. También debemos de calcular el momento magnético del imán mediante el método de los mínimos cuadrados.

Comprobación de la ley de Snell a partir del principio de Fermat: Fijamos velocidades de propagación en los distintos medios (llamados A y B) en los que se va a propagar la onda. Seguidamente comprobamos los valores del tiempo, dependiendo de las posibles trayectorias del rayo entre los medios. Realizamos distintas simulaciones, mediante el desplazamiento de un punto rojo que hay en el programa, hasta encontrar aquella trayectoria en la que el tiempo empleado

sea mínimo. Y partiendo del principio de Fermat, sabemos que dicha trayectoria es la real. Con estos datos comprobamos la validez de la ley de Snell.

Datos:

Intensidad: {0.50 A, 2.00 A, 3.40 A, 5.00 A}

Periodo: {0.89 s, 0.44 s, 0.34 s, 0.28 s}

Pendiente: 100,43 rad²/s²

Simulaciones primer par de velocidades:

X=2,8

Tiempos: 5,911 s

Ángulos:

Incidente: 22°

Refractado: 72°

Focos: S(1.5, 3.8) P(-1.4, -3.7)

Simulaciones segundo par de velocidades:

V(A)= 3 m/s

V(B)= 4 m/s

X=1,5

Tiempo: 4,145 s

Ángulos:

Incidente: 23°

Refractado: 36°

Focos: S(3.4, 4.7) P(-1.3, -3.6)

Resultados:

1.

$$\text{Campo magnético} \rightarrow B = \frac{\mu_0 N R^2}{2(\sqrt{R^2 + x^2})^3}$$

$$\text{Campo magnético para 2 bobinas} \rightarrow B = B_1 + B_2 = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N}{R}$$

$$\text{Frecuencia angular} \rightarrow \omega^2 = \frac{mB}{I}$$

$$\text{Momento magnético} \rightarrow E_p = -mB \cos v = -mB$$

2.

Intensidad (A)	Periodo (s)
0.50	0.89
2.00	0.44
3.40	0.34
5.00	0.28

Observamos que cuando aumentamos la intensidad del campo magnético el periodo disminuye y la frecuencia aumenta. Por lo tanto, la intensidad del campo magnético y el periodo son inversamente proporcionales.

3.

La segunda cantidad representa el periodo.

4.

Pendiente: 100,43

Radio de las bobinas (R): 0.20m.

Número de espiras (N): 154

Momento de inercia del imán (I): $3.23 \times 10^{-5} \text{Kg m}^2$

$$B = B_1 + B_2 = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N}{R} = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{4\pi 10^{-7} 154}{0.20} = 0.00069236573 \text{ T}$$

$$\omega^2 = \frac{mB}{I} = m \cdot 0.0006923657 / 3.23 \times 10^{-5} = 21.435 \cdot m$$

El momento dipolar magnético vale

$$m = 100,430 / 21,435 = 4,685 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

5.

$$m = \frac{n \sum_i x_i y_i - \sum_i x_i \cdot \sum_i y_i}{n \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2} = 100,6 \text{ rad}^2 / (\text{s}^2 \text{A})$$

$$\omega^2 = 100,6 = 21,435 \cdot m \rightarrow m = 4,69 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

6.

Vemos que se desprecia la torsión de la cuerda y el movimiento pendular del imán.

Comprobación LEY DE SNELL a través del PRINCIPIO DE FERMAT

4.

Primer par de velocidades: $V(A)=1 \text{ m/s}$; $V(B)=2 \text{ m/s}$

$$t = \frac{\sqrt{(x_s-x)^2+y_s^2}}{V(A)} + \frac{\sqrt{(x_p-x)^2+y_p^2}}{V(B)} = 4,07 \text{ s}$$

$$\text{Ley de Snell} \rightarrow n_A \sin \theta_A = n_B \sin \theta_B \rightarrow \frac{c}{V_A} \text{sen}_A = \frac{c}{V_B} \text{sen}_B \rightarrow \frac{\text{sen}_A}{V_A} = \frac{\text{sen}_B}{V_B} \rightarrow \frac{\text{sen}(22)}{1} = \frac{\text{sen}(72)}{2} = 0,47$$

Segundo par de velocidades: $V(A)=3 \text{ m/s}^2$ $V(B)=4 \text{ m/s}^2$

$$t = \frac{\sqrt{(x_s-x)^2+y_s^2}}{V(A)} + \frac{\sqrt{(x_p-x)^2+y_p^2}}{V(B)} = 1,47 \text{ s}$$

$$n_A \sin \theta_A = n_B \sin \theta_B \rightarrow \frac{c}{V_A} \text{sen}_A = \frac{c}{V_B} \text{sen}_B \rightarrow \frac{\text{sen}_A}{V_A} = \frac{\text{sen}_B}{V_B} \rightarrow \frac{\text{sen}(23)}{3} = \frac{\text{sen}(36)}{4} = 0,14$$

Realizado por:

Diego Ismael Antolinos García

Antonio Fernández Baño