

Elementos de Física

Problemas Cap. 4

Interferência de Ondas

Ano Letivo 2018/2019

Capítulo 4

1. Duas fontes sonoras excitadas em fase por um mesmo amplificador estão sobre o eixo dos yy , separadas por 2 m. Num ponto a grande distância das fontes percebe-se uma interferência construtiva sob o ângulo $\theta_1 = 8^\circ$ e a seguinte sob o ângulo $\theta_2 = 16^\circ 10'$ em relação ao eixo dos xx . Considerando a velocidade do som igual a 340 m/s:
 - a) Qual é o comprimento de onda das ondas acústicas proveniente das duas fontes?
 - b) Qual é a frequência das fontes?
 - c) Sob que outros ângulos se percebe interferência construtiva?
 - d) Qual é o menor ângulo para o qual as ondas se cancelam mutuamente?
2. Considere a experiência de Young. A separação entre duas fendas é de 3,3mm e utiliza-se uma luz monocromática de comprimento de onda $\lambda = 0,55\mu\text{m}$. Determine a separação entre as franjas de interferência, sabendo que a distância das fendas ao alvo é de 3,0m.
3. Duas fendas estreitas são iluminadas pela luz amarela do Sódio ($\lambda = 589\text{nm}$). A 1m de distância, formam-se riscas num écran espaçadas de 1,0cm.
 - a) Qual a distância entre as duas fendas?
 - b) Qual o espaçamento entre as riscas formadas no écran se as mesmas fendas forem iluminadas com luz vermelha de comprimento de onda $\lambda = 650\text{nm}$?
4. É executada uma experiência de dupla fenda com luz de $\lambda = 589\text{nm}$. A distância entre a dupla fenda e o écran é de 2m. Se o décimo mínimo de interferência se observar a uma distância de 7.26mm do máximo central, determine o espaçamento entre as duas fendas.
5. Uma dupla fenda é iluminada com luz laser de $\lambda = 600\text{nm}$. A separação entre fendas é de $d = 0.85\text{mm}$ e o écran dista 2.8m das fendas.
 - a) Determine a diferença de fase entre as ondas que provêm de cada fenda, num ponto que dista 2.5mm do pico de máxima intensidade.
 - b) Calcule a razão entre as intensidades observadas nesse ponto e o ponto de máxima intensidade.
6. Dois altifalantes iguais estão separados por uma distância de 6 m. Um ouvinte senta-se directamente em frente de um deles a 8 m de distância de tal modo que os dois altifalantes e o ouvinte formam um triângulo rectângulo. Calcule as duas frequências mais baixas para as quais a diferença de caminho é um número ímpar de meios comprimentos de ondas. Porque é que estas frequências podem ser ouvidas mesmo se os altifalantes sejam excitados em fase pelo mesmo amplificador? (Use $v = 340 \text{ m/s}$ para a velocidade do som).
7. A nota dó na escala temperada usada pelos modernos fabricantes de instrumentos tem a frequência 261,63 Hz. Se esta for a frequência fundamental de uma corda de piano de 7,0 g e 80 cm de comprimento qual deverá ser a tensão aplicada à corda?

8. Uma corda de 3,0 m de comprimento está fixa pelas duas extremidades. A corda ressoa no segundo harmónico com a frequência de 60 Hz. Qual é a velocidade das ondas transversais na corda?
9. Uma corda de 3,0 m de comprimento está fixa nas duas extremidades e vibrando no seu terceiro harmónico. O deslocamento máximo de qualquer ponto da corda é 4 mm. A velocidade das ondas transversais nesta corda é 50 m/s.
- Quais são o comprimento de onda e a frequência da onda?
 - Escreva a função de onda.
10. A função de onda estacionária numa corda fixa nas duas extremidade é dada por $y(x,t) = 0,5 \sin(0,025 x) \cos(500 t)$, onde y e x estão em cm e t em s.
- Calcule a velocidade e a amplitude das duas ondas progressivas que provocam a onda estacionária.
 - Qual a distância entre nodos sucessivos na corda?
 - Qual é o menor comprimento possível da corda para observar esta onda estacionária?
11. Uma corda de 160 g e 4,0 m de comprimento está fixa numa extremidade e presa a um fio fino na outra. A tracção aplicada é de 400 N.
- Quais são os comprimentos da fundamental e dos dois primeiros harmónicos?
 - Quais são as frequências destas ondas estacionárias?
12. Uma corda de 5,0 m de comprimento está fixa numa extremidade apenas e vibrando no seu quinto harmónico com a frequência de 400 Hz. O deslocamento máximo de qualquer segmento da corda é 3 cm.
- Qual é o comprimento de onda destas ondas?
 - Qual o número de onda, k ?
 - Qual a frequência angular?
 - Escreva a função de onda desta onda estacionária.
13. Duas ondas que se deslocam numa corda, no mesmo sentido, têm a frequência de 100 Hz comprimento de onda de 2 cm e amplitude de 0,02 cm. As duas têm uma diferença de fase de 60° . Qual a amplitude da onda resultante?

Formulário:

$$y(x, t) = 2 A \cos \frac{\varphi}{2} \sin \left(kx - \omega t + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$Y(x, t) = A \sin(kx \pm \omega t + \delta)$$

$$P = \frac{1}{2} \rho_{linear} \omega^2 A^2 V_{propagação}$$

$$V_{propagação} = \sqrt{\frac{F}{\rho_{linear}}}$$

$$y(x, t) = 2 A \sin(kx) \cos(\omega t)$$

$$y(x, t) = 2 A \cos(kx) \cos(\omega t)$$

$$a \sin \theta = n\lambda$$

$$a \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$f' = f \frac{1 \pm \frac{V_0}{V_s}}{1 \mp \frac{V_s}{V_s}}$$

Grandezas físicas, conversões e fórmulas:

$$N_A = 6,022140857 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}$$

$$h = 6,626070040 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,135667662 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$\hbar = h/2\pi = 1,054571800 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 6,582119514 \times 10^{-16} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$\epsilon_0 = 8,854187817 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,98755188 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

$$m_e = 9,10938356 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1836.151 m_e$$

$$1 \text{ amu} = 1,660539040 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,67493 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 299792,458 \text{ km/s} = 2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1,602176208 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\pi = 3,14159265$$

Transformações Trigonométricas

$$\sin(x \pm y) = \sin x \cos y \pm \cos x \sin y \quad \cos(x \pm y) = \cos x \cos y \mp \sin x \sin y$$

$$\sin^2 x = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2x$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2x$$

$$\sin x \pm \sin y = 2 \cos \left(\frac{x \mp y}{2} \right) \sin \left(\frac{x \pm y}{2} \right)$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos \left(\frac{x+y}{2} \right) \cos \left(\frac{x-y}{2} \right) \quad \cos x - \cos y = 2 \sin \left(\frac{x+y}{2} \right) \sin \left(\frac{x-y}{2} \right)$$

Soluções Cap. 4

1. a) $\lambda = 0,278 \text{ m}$ b) $f = 1,22 \text{ kHz}$ c) Ângulos: $24,6^\circ$; $33,8^\circ$; 44° ; $56,5^\circ$; $76,7^\circ$ d) 4° .
2. $0,5 \text{ mm}$
3. a) $58,9 \mu\text{m}$ b) $1,1 \text{ cm}$
4. $1,54 \text{ mm}$
5. a) $7,95 \text{ rad}$ b) $0,453$
6. $f = 85,0 \text{ Hz}$; $f = 255,0 \text{ Hz}$; Porque as amplitudes das ondas sonoras emitidas pelos dois altifalantes não são exatamente iguais.
7. $T = 1,53 \times 10^3 \text{ N}$
8. $v = 1,8 \times 10^2 \text{ m/s}$
9. a) $\lambda = 2,0 \text{ m}$; $f = 25 \text{ Hz}$ b) $y = 4 \times 10^{-3} \sin(\pi x) \cos(50\pi t) \text{ (m)}$.
10. a) $v = 200 \text{ m/s}$; $A = 0,25 \text{ cm}$; b) distância entre nós = $1,26 \text{ m}$ c) Menor comprimento = $1,26 \text{ m}$.
11. a) Comprimentos de onda: Fundamental 16 m ; 3º Harmónico $5,3 \text{ m}$; 5º Harmónico $3,2 \text{ m}$. b) Frequência: Fundamental $6,25 \text{ Hz}$; 3º Harmónico $18,75 \text{ Hz}$; 5º Harmónico $31,25 \text{ Hz}$.
12. a) $\lambda = 4,0 \text{ m}$ b) $k = 1,57 \text{ m}^{-1}$ c) $\omega = 800\pi \text{ rad/s}$ d) $y = 0,03 \sin(\pi x/2) \cos(800\pi t)$, onde y e x estão em m e t em s.
13. $A = 0,035 \text{ cm}$.