

Física Geral III (Óptica)
TP1 – Ondas.

1. a) A Figura 1 representa uma onda aproximadamente sinusoidal no mar e uma bóia para prender um barco, que efectua 6 oscilações por minuto. Qual a frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação da onda?



Figura 1

b) A Figura 2 representa esquematicamente as regiões de compressão e descompressão do ar no interior de um tubo de órgão quando uma nota musical é produzida (neste caso, o Lá de referência da escala). A variação máxima de pressão no interior do tubo é de 28 Pascal. Sabendo que a velocidade da propagação do som no ar é de 340 m/s e atendendo aos dados da figura, qual a frequência e comprimento de onda que corresponde aquela nota musical?

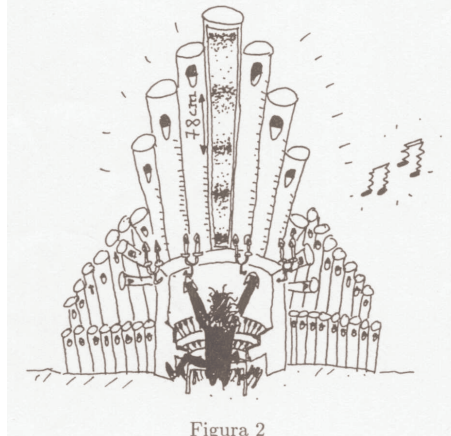


Figura 2

c) Descreva matematicamente as duas ondas e esboce os respectivos gráficos em função do espaço, do tempo. Qual é a diferença entre elas?

[R: a) 0.1 Hz, 30 m, 3 m/s; b) 440 Hz, 78 cm; c) $2 \cdot \sin[(2\pi/30) \cdot (x - 3 \cdot t)]$ m
 $14 \cdot \sin[(2\pi/0,78) \cdot (x - 340 \cdot t)]$ Pa]

2. O espectro de comprimentos de onda para a luz visível varia entre cerca de $40 \cdot 10^{-8}$ m (violeta) e cerca de $75 \cdot 10^{-8}$ m (vermelho). Entre que valores varia a frequência da luz visível?

[R: Entre $7,5 \cdot 10^2$ GHz e $4,0 \cdot 10^2$ GHz]

3. As frequências audíveis variam entre 20 Hz (sons graves) e 20 kHz (sons agudos). Quais os comprimentos de onda no ar das ondas sonoras que correspondem a estas frequências? (Considere $v = 340$ m/s)

[R: Entre 17 m e 1.7 cm]

4. Um homem produz ondas, balançando um barco na superfície de um lago de águas paradas. Ele observa que o barco apresenta 12 oscilações em 24 segundos; cada oscilação produz uma onda. A crista de uma dada onda leva 6 segundos a alcançar uma praia que se encontra à distância de 12 m.

a) Calcule o comprimento de onda das águas na superfície do lago.

b) Se a amplitude dessa onda for de 10 cm, escreva a expressão que descreve a onda, num ponto que fica a 4,5 m do barco.

[R: 1 m; $10 \cdot \sin[\pi(1-4t)]$ cm]

5. O deslocamento y de um ponto a 3 m da origem de uma onda sinusoidal que se propaga para a direita no instante $t = 0,5$ s é de 1,2 cm. O comprimento de onda é 6 m e a velocidade de propagação de 18 ms^{-1} . Calcule a amplitude da onda.

[R: 2,4 cm]

6. Para $t = 0$ s a equação de uma onda é $y = 0,2 \sin(0,5 \pi x)$, sendo x e y dados em cm. Para essa onda, calcule:

- A amplitude.
- O comprimento de onda
- O seu deslocamento vertical para $x = 0,50$ cm.
- O seu deslocamento vertical para $x = 0,66$ cm e no instante 0,0066 s, assumindo que a onda se desloca para a direita com velocidade de $50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

[R: 0,2 cm; 4 cm; 0,14 cm; 0,1 cm]

7. Uma onda progressiva transversal numa corda longa é descrita pela equação $y = 10 \sin [90^\circ (x-2t)]$, com y em cm, x em m e t em s. Desenhe a configuração da onda entre $x = 0$ até $x = 4$ m para os instantes $t = 0, \frac{1}{4}T, \frac{1}{2}T, \frac{3}{4}T$ e T .

8. Se a intensidade (irradiância) da radiação solar na Terra for de $1,2 \cdot 10^3 \text{ Wm}^{-2}$, qual a intensidade da radiação solar no planeta Mercúrio, cuja distância ao Sol é 0,4 vezes a distância do Sol à Terra?

[R: $7,5 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$]

9. Uma onda é descrita pela expressão: $x(y,t) = 10 \sin \left[180^\circ \left(y - \frac{t}{2} \right) \right]$, com x e y

em centímetros e t em segundos.

- Qual é a amplitude da onda?
- Qual é o comprimento de onda?
- Qual é a velocidade de propagação?
- Qual é o valor da onda para $y = 0$ e $t = 1$ s?
- Represente a onda no instante $t = 8$ s, para y entre 0 e 4 cm.

[R: 10 cm; 2 cm; 0,5 cm/s; -10 cm]

10. Uma onda tem 2 m de comprimento de onda, uma velocidade de propagação de 1 m/s e uma amplitude de 20 cm. Escreva a expressão que descreve essa onda, e represente-a para $x = 0$ e para t entre 0 e 3 s.

[R: $20 \cdot \sin[\pi(x-t)]$ cm]

11. (EH 2.11) Considere um impulso descrito em termos do seu perfil em $t = 0$ por:

$$y(x,t)|_{t=0} = \frac{C}{2+x^2}$$

em que C é uma constante. Desenhe a forma de onda. Escreva a expressão para a onda, suposta propagar-se com velocidade v segundo a direcção negativa do eixo dos x , em função do tempo t . Desenhe a forma da onda em

$t = 2$ s, para $v = 1$ m/s.

$$[\text{R: } y(x,t) = \frac{C}{2 + (x + vt)^2}]$$

12. (EH 2.17) Determine quais das seguintes expressões descrevem ondas progressivas:

$$\psi(y,t) = e^{-(a^2 y^2 + b^2 t^2 - 2abty)}$$

$$\psi(z,t) = A \sin(az^2 - bt^2)$$

$$\psi(x,t) = A \sin 2\pi \left(\frac{x}{a} + \frac{t}{b} \right)^2$$

$$\psi(x,t) = A \cos^2 2\pi (t - x)^2$$

[R: 1, 3 e 4]

13. (EH 3.5) Considere uma onda electromagnética plana, polarizada linearmente, que se propaga na direcção positiva do eixo dos x , com plano de polarização coincidente com o plano xy . A sua frequência é 10 MHz e a sua amplitude é $E_0 = 0,08$ V/m.

- Calcule o período e o comprimento de onda.
- Escreva uma expressão para $E(t)$ e para $B(t)$
- Calcule a densidade de fluxo, $\langle S \rangle$ da onda.

14. (EH 3.7) Um laser emite impulsos de UV com duração de 2.00 ns. O diâmetro do feixe é de 2,5 mm e a energia de cada impulso é de 6 J.

- Determine o comprimento de cada trem de ondas.
- Calcule a energia média por unidade de volume para um tal impulso.

15. Repita os cálculos da alínea b) do problema anterior para os seguintes dados: 340 fs, 10 μm e 23 nJ.

16. (EH 3.11) Quantos fótons por segundo emite uma lâmpada de incandescência amarela de 100 W? Considere que a luz é quasi-monocromática, com comprimento de onda de 550 nm, e que as perdas térmicas são desprezáveis. Na realidade, apenas 25 % da energia total dissipada por uma lâmpada de 100 W vulgar é emitida como luz visível.

17. (EH 3.13) Uma fonte pontual isotrópica e quasi-monocromática radia 100 W. Qual a densidade de fluxo à distância de 1 m? Quais as amplitudes dos campos E e B nessa região?

18. (EH 3.18) Um alvo completamente absorvente recebe 300 W de luz durante 100 s. Calcule o momento linear total transferido para o alvo.

19. (EH 3.22) Considere um astronauta flutuando no espaço livre equipado apenas com uma lanterna de 10 W (com uma fonte inesgotável de energia). Quanto tempo levará este astronauta a atingir a velocidade de 10 m/s se fizer uso da radiação como mecanismo de propulsão? A massa total do astronauta é de 100 kg.

