

## ONDULATÓRIA

Não se esqueça que o gabarito pode ser encontrado, junto com as questões (novamente) na tag [Vestibular 2021](#)

1. (Famerp 2020) Nos equipamentos eletrônicos que emitem ondas sonoras, geralmente, há um dispositivo que permite controlar o volume do som.



(<https://cidadeazulnoticias.com.br>)

Quando mudamos o volume do som, necessariamente, altera-se, na onda sonora emitida,

- a) o período.
- b) o comprimento de onda.
- c) a frequência.
- d) o timbre.
- e) a amplitude.

2. (Efomm 2020) Duas ondas senoidais propagam-se em uma corda horizontal. As equações das duas ondas são  $y_1 = A \cos(2x - 3t)$  e  $y_2 = A \cos(2x + 3t)$ , onde  $y$  representa o deslocamento vertical de um ponto  $x$  da corda (medido em metros) no tempo  $t$  (medido em segundos). Das sobreposições dessas duas ondas resulta

- a) o cancelamento completo do movimento oscilatório.
- b) uma onda progressiva com amplitude  $A$  e frequência angular  $3 \text{ rad/s}$ .
- c) uma onda progressiva com amplitude  $2A$  e frequência angular  $3 \text{ rad/s}$ .
- d) uma onda progressiva com amplitude  $2A$  e frequência angular  $0 \text{ rad/s}$ .
- e) uma onda estacionária.

3. (G1 - ifsul 2020) A luz é uma onda eletromagnética com faixa de frequência compreendida entre  $3,85 \cdot 10^{14}$  Hz e  $7,69 \cdot 10^{14}$  Hz, conforme apresentado na tabela abaixo.

Cor	Frequência ( $10^{14}$ Hz)
Violeta	7,69 – 6,65
Anil	6,65 – 6,59
Azul	6,59 – 6,10
Verde	6,10 – 5,20
Amarelo	5,20 – 5,03
Laranja	5,03 – 4,82
Vermelho	4,82 – 3,84

Considerando a velocidade de propagação da luz igual a  $3 \cdot 10^8$  m/s, e os conhecimentos físicos sobre ondas eletromagnéticas, analise as afirmativas a seguir:

- I. O vermelho, cor de menor frequência do espectro visível, é também a onda luminosa de menor comprimento de onda.
- II. O azul, com frequência de  $6 \cdot 10^{14}$  Hz, possui comprimento de onda  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$  m.
- III. Qualquer cor do espectro luminoso, ao sofrer reflexão e refração, mantém inalterada sua frequência.

Está (ão) correta (s) a(s) afirmativa(s)

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) I, II e III.

4. (Unicamp 2020) Em 2019 foi divulgada a primeira imagem de um buraco negro, obtida pelo uso de vários radiotelescópios. Também recentemente, uma equipe da NASA propôs a utilização de telescópios de infravermelho para detectar antecipadamente asteroides que se aproximam da Terra. Considere que um radiotelescópio detecta ondas eletromagnéticas provenientes de objetos celestes distantes na frequência de  $f_{\text{rádio}} = 1,5$  GHz, e que um telescópio de infravermelho detecta ondas eletromagnéticas originadas em corpos do sistema solar na frequência de  $f_{\text{infravermelho}} = 30$  THz. Qual é a razão entre os correspondentes

comprimentos de onda no vácuo,  $\frac{\lambda_{\text{rádio}}}{\lambda_{\text{infravermelho}}}$  ?

- a)  $5,0 \times 10^{-5}$ .
- b)  $6,7 \times 10^{-5}$ .
- c)  $2,0 \times 10^4$ .
- d)  $6,0 \times 10^{12}$ .

5. (Ufms 2020) O *bluetooth* é um protocolo padrão de comunicação primariamente projetado para baixo consumo de energia com baixo alcance (dependendo da potência: 1 metro, 10 metros, 100 metros), baseado em microchips transmissores de baixo custo em cada dispositivo. A faixa de frequência ocupada pelo *bluetooth* é de 2.400 MHz a 2.478 MHz, dividido em 79 frequências com bandas de 1 MHz.

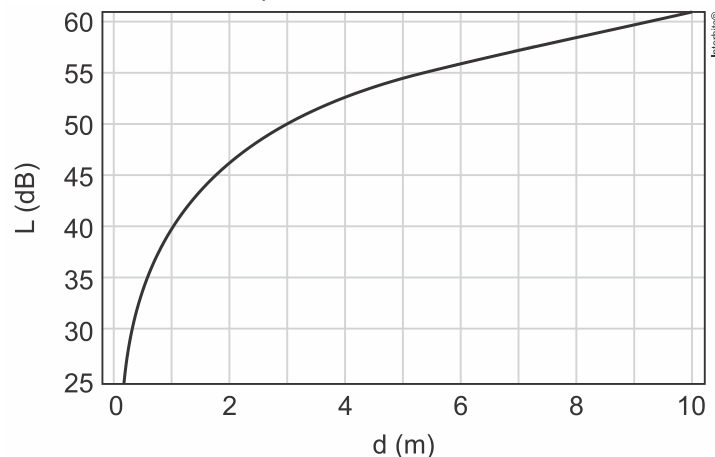
Considerando a velocidade da luz igual a  $3 \cdot 10^8$  m/s, o maior comprimento de onda para o *bluetooth* é de:

- a) 0,125 m.
- b) 0,40 m.
- c) 3 m.
- d) 8 m.
- e) 300 m.

6. (Fuvest 2020) A transmissão de dados de telefonia celular por meio de ondas eletromagnéticas está sujeita a perdas que aumentam com a distância  $d$  entre a antena transmissora e a antena receptora. Uma aproximação frequentemente usada para expressar a perda  $L$ , em decibéis (dB), do sinal em função de  $d$ , no espaço livre de obstáculos, é dada pela expressão

$$L = 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right),$$

em que  $\lambda$  é o comprimento de onda do sinal. O gráfico a seguir mostra  $L$  (em dB) *versus*  $d$  (em metros) para um determinado comprimento de onda  $\lambda$ .



Com base no gráfico, a frequência do sinal é aproximadamente

Note e adote:

Velocidade da luz no vácuo:  $c = 3 \times 10^8$  m/s;

$\pi \cong 3$ ;

1 GHz =  $10^9$  Hz.

- a) 2,5 GHz.
- b) 5 GHz.
- c) 12 GHz.
- d) 40 GHz.
- e) 100 GHz.

7. (Ufpr 2020) Uma onda sonora se propaga num meio em que sua velocidade, em módulo, vale 500 m/s. Sabe-se que o período dessa onda é de  $20 \mu\text{s}$ . Considerando os dados apresentados, a onda nesse meio apresenta o seguinte comprimento de onda ( $\lambda$ ):

- a)  $\lambda = 250 \text{ mm}$ .
- b)  $\lambda = 100 \text{ mm}$ .
- c)  $\lambda = 25 \text{ mm}$ .
- d)  $\lambda = 10 \text{ mm}$ .
- e)  $\lambda = 1 \text{ mm}$ .

8. (Ufrgs 2020) Uma onda sonora propagando-se em um meio fluido, com velocidade de módulo 1.440 m/s, sofre reflexão entre duas barreiras de modo a formar nesse meio uma onda estacionária. Se a distância entre dois nós consecutivos dessa onda estacionária é 4,0 cm, a frequência da onda sonora é

- a) 180 Hz.
- b) 360 Hz.
- c) 1.800 Hz.
- d) 3.600 Hz.
- e) 18.000 Hz.

9. (Uem 2020) Um satélite localizado a 36.000 km de distância de uma antena parabólica emite ondas RF (radiofrequência) de  $10^8 \text{ Hz}$  de frequência. O diâmetro da antena é de 2 m. Suponha que a superfície refletora dessa antena corresponda à superfície gerada pela rotação da parábola  $y^2 = 2,8x$  em torno de seu eixo de simetria, em que  $x$  e  $y$  são dados em metros e  $0 \leq x \leq x_m$ . O dispositivo que capta as ondas refletidas pela superfície parabólica está localizado sobre o eixo de simetria da antena, em um ponto que corresponde ao foco da parábola, a uma distância igual a  $f$  (em metros) do vértice da parábola  $y^2 = 2,8x$ .

Considere que a velocidade das ondas RF é igual a  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Sobre aspectos geométricos da antena mencionada e características das ondas RF emitidas pelo satélite, assinale o que for correto.

- 01) O comprimento de onda das ondas RF emitidas pelo satélite é menor que o diâmetro da antena.
- 02)  $x_m = \frac{5}{14} \text{ m}$ .
- 04)  $f = \frac{7}{10} \text{ m}$ .
- 08) As ondas RF devem chegar na antena 0,12 s após serem emitidas.
- 16) Se a superfície refletora da antena passasse a ser representada pela equação  $(y - 2)^2 = 2,8(x - 1)$ , com  $x$  e  $y$  em metros, mantendo-se o diâmetro da antena em 2 m, então teríamos  $f = \frac{3}{4} \text{ m}$ .

10. (Unesp 2020) A sensibilidade visual de humanos e animais encontra-se dentro de uma estreita faixa do espectro da radiação eletromagnética, com comprimentos de onda entre 380 nm e 760 nm. É notável que os vegetais também reajam à radiação dentro desse mesmo intervalo, incluindo a fotossíntese e o crescimento fototrópico. A razão para a importância dessa estreita faixa de radiação eletromagnética é o fato de a energia carregada por um fóton ser inversamente proporcional ao comprimento de onda. Assim, os comprimentos de onda mais longos não carregam energia suficiente em cada fóton para produzir um efeito fotoquímico apreciável, e os mais curtos carregam energia em quantidade que danifica os materiais orgânicos.

(Knut Schmidt-Nielsen. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*, 2002. Adaptado.)

A tabela apresenta o comprimento de onda de algumas cores do espectro da luz visível:

Cor	Comprimento de onda (nm)
Azul	450 - 495
Verde	495 - 570
Amarela	570 - 590
Laranja	590 - 620
Vermelha	620 - 750

Sabendo que a energia carregada por um fóton de frequência  $f$  é dada por  $E = h \times f$ , em que  $h = 6,6 \times 10^{-34}$  J·s, que a velocidade da luz é aproximadamente  $c = 3 \times 10^8$  m/s e que  $1 \text{ nm} = 10^{-9}$  m, a cor da luz cujos fótons carregam uma quantidade de energia correspondente a  $3,96 \times 10^{-19}$  J é

- a) azul.
- b) verde.
- c) amarela.
- d) laranja.
- e) vermelha.

### RESPOSTAS

1. E                      2. E                      3. C                      4. C                      5. A  
6. A                      7. D                      8. E                      9.  $02 + 04 + 08 = 14$ .  
10. B

**GABARITO**

1. E

Ao mudar o volume sonoro estamos alterando a amplitude das ondas, isto é, mudamos a intensidade sonora. Um som forte tem grande amplitude enquanto que um som fraco apresenta pequena amplitude.

2. E

Somando as equações e utilizando as fórmulas matemáticas da prostaferese, obtemos:

$$y = y_1 + y_2 = A [\cos(2x - 3t) + \cos(2x + 3t)]$$
$$y = 2A \cos(2x) \cos(3t)$$

Que é uma onda estacionária de amplitude  $A$ , não vibrante nos nodos  $2x = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, 2\pi, \dots$

3. C

Sabe-se que a equação fundamental das ondas é dada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

Onde:

$v$  = velocidade da luz no meio, em metros por segundo.

$\lambda$  = comprimento de onda, em metros.

$f$  = frequência da onda, em hertz.

Análise das afirmações:

[I] **Falsa**. Nota-se que comprimento de onda e frequência são inversamente proporcionais, assim se a frequência da cor vermelha é a menor do espectro visível, então ela tem o maior comprimento de onda.

[II] **Verdadeira**. Aqui a banca se equivocou, pois considerou a luz azul na faixa da verde como determina a tabela, o que poderia gerar pedidos de anulação da prova. O correto seria substituir para luz verde, mas sem considerar esse detalhe, podemos determinar o comprimento de onda desta luz verde usando a equação acima.

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \lambda \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$$
$$\therefore \lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$$

[III] **Verdadeira**. A frequência da onda não é alterada na sua reflexão tampouco na refração.

4. C

Utilizando a equação fundamental da ondulatória, obtemos:

$$c = \lambda_{\text{rádio}} \cdot f_{\text{rádio}} \quad \text{e} \quad c = \lambda_{\text{infravermelho}} \cdot f_{\text{infravermelho}}$$
$$\lambda_{\text{rádio}} \cdot f_{\text{rádio}} = \lambda_{\text{infravermelho}} \cdot f_{\text{infravermelho}}$$
$$\frac{\lambda_{\text{rádio}}}{\lambda_{\text{infravermelho}}} = \frac{f_{\text{infravermelho}}}{f_{\text{rádio}}} = \frac{30 \cdot 10^{12}}{1,5 \cdot 10^9}$$
$$\therefore \frac{\lambda_{\text{rádio}}}{\lambda_{\text{infravermelho}}} = 2 \cdot 10^4$$

**5. A**

Pela equação fundamental da ondulatória, temos:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

Sendo assim, o maior comprimento de onda será dado quando tivermos a menor das frequências. Logo:

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9} = 1,25 \cdot 10^{-1}$$
$$\therefore \lambda_{\text{máx}} = 0,125 \text{ m}$$

**6. A**

Substituindo o ponto (d,L) = (1 m, 40 dB) do gráfico na expressão dada, obtemos:

$$40 = 20 \log_{10} \left( \frac{4 \cdot 3 \cdot 1}{\lambda} \right) \Rightarrow 2 = \log_{10} \left( \frac{12}{\lambda} \right)$$
$$10^2 = \frac{12}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0,12 \text{ m}$$

Portanto:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{0,12}$$
$$\therefore f = 2,5 \text{ GHz}$$

**7. D**

$$\text{Dados: } v = 500 \text{ m/s; } T = 20 \mu\text{s} = 20 \times 10^{-6} \text{ s.}$$

Da equação fundamental da ondulatória:

$$\lambda = vT = 500 \times 20 \times 10^{-6} = 10 \times 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 10 \text{ mm.}$$

**8. E**

A equação fundamental relaciona a velocidade (v), comprimento de onda ( $\lambda$ ) e a frequência (f) de uma onda.

$$v = \lambda \cdot f$$

Sabendo que a distância entre dois nós sucessivos equivale à metade do comprimento de onda, temos, em unidades do SI:

$$1440 \text{ m/s} = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot f$$
$$f = \frac{1440 \text{ m/s}}{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$
$$\therefore f = 18000 \text{ Hz}$$

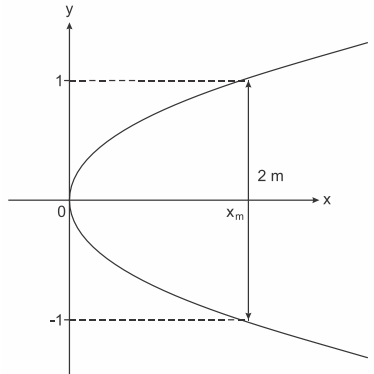
9.  $02 + 04 + 08 = 14$ .

[01] Falsa. Pela equação fundamental da Ondulatória:

$$c = \lambda f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 10^8$$

$$\therefore \lambda = 3 \text{ m}$$

[02] Verdadeira. Temos a parábola:



Para  $y = 1 \text{ m}$ :

$$1^2 = 2,8x_m \Rightarrow x_m = \frac{1}{2,8} = \frac{10}{28}$$

$$\therefore x_m = \frac{5}{14} \text{ m}$$

[04] Verdadeira. Comparando a equação da parábola dada com  $y^2 = 2px$ , vem:

$$2p = 2,8 \Rightarrow p = 1,4$$

Logo:

$$f = \frac{p}{2} = \frac{1,4}{2} = \frac{14}{20}$$

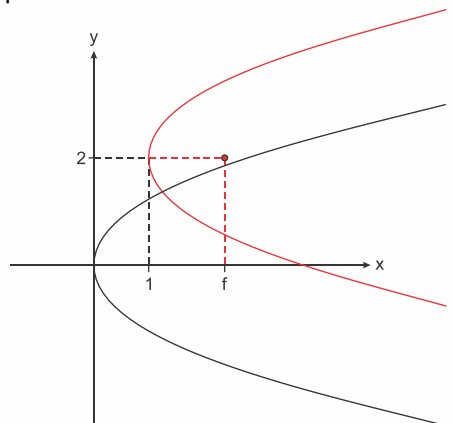
$$\therefore f = \frac{7}{10} \text{ m}$$

[08] Verdadeira. O tempo de percurso das ondas será de:

$$c = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \frac{36 \cdot 10^6}{\Delta t}$$

$$\therefore \Delta t = 0,12 \text{ s}$$

[16] Falsa. A abscissa do foco passará a ser:



$$f = \frac{7}{10} + 1 = \frac{7+10}{10} \Rightarrow \therefore f = \frac{17}{10} \text{ m}$$



**10. B**

Temos que:

$$E = hf \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$
$$3,96 \cdot 10^{-19} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\lambda}$$
$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 3 \cdot 10^{-34+8}}{3,96 \cdot 10^{-19}} = 5 \cdot 10^{-7}$$
$$\therefore \lambda = 500 \text{ nm}$$

Sendo assim, a cor procurada é a verde.