Tópico 2

1 **E.R.** Por que é impossível ouvirmos, aqui na Terra, uma explosão solar?

Resolução:
As ondas sonoras, sendo ondas mecânicas, não se propagam no vácuo que separa o Sol da Terra.

2 Quando uma onda se propaga de um local para outro, necessariamente ocorre:
a) transporte de energia.
b) transformação de energia.
c) produção de energia.
d) movimento de matéria.
e) transporte de matéria e energia.

Resolução:
Na propagação de uma onda ocorre transporte de energia.

Resposta: a

3 Das ondas citadas a seguir, qual delas não é onda eletromagnética?
a) Infravermelho.
b) Radiação gama.
c) Ondas luminosas.
d) Ondas de rádio.
e) Ultrassom.

Resolução:
O ultrassom é uma onda sonora, sendo do tipo mecânica.

Resposta: e

4 No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas possuem:
a) mesma frequência.
b) mesma amplitude.
c) mesmo comprimento de onda.
d) mesma quantidade de energia.
e) mesma velocidade de propagação.

Resolução:
No vácuo, todas as ondas elétomagnéticas têm em comum a mesma velocidade (300 000 km/s).

Resposta: e

5 Das ondas citadas a seguir, qual é longitudinal?
a) Ondas em cordas tensas.
b) Ondas em superfície da água.
c) Ondas luminosas.
d) Ondas eletromagnéticas.
e) Ondas sonoras propagando-se no ar.

Resolução:
Das citadas, apenas as ondas sonoras que se propagam no ar são ondas longitudinais.

Resposta: e

6 Analise as seguintes afirmativas:
I. O som é onda mecânica.
II. A luz é onda eletromagnética.
III. A luz pode ser onda mecânica.
IV. O som pode propagar-se no vácuo.
V. A luz pode propagar-se no vácuo.
São verdadeiras:
a) I, II e III.
b) I, III e IV.
c) II, III e V.
d) I, II e V.
e) todas as afirmativas.

Resolução:
I. Verdadeira.
II. Verdadeira.
III. Falsa.
A luz é sempre onda eletromagnética.
IV. Falsa.
Sendo uma onda mecânica, o som precisa de apoio material para se propagar. Assim, o som não se propaga no vácuo.
V. Verdadeira.

Resposta: d

7 Analise as afirmativas:
I. Toda onda mecânica é sonora.
II. As ondas de rádio, na faixa de FM (Frequência Modulada), são transversais.
III. Abalos sísmicos são ondas mecânicas.
IV. O som é sempre uma onda mecânica, em qualquer meio.
V. As ondas de rádio AM (Amplitude Modulada) são ondas mecânicas.
São verdadeiras:
a) I, II e III.
b) I, III e V.
c) II, III e IV.
d) III, IV e V.
e) I, IV e V.

Resolução:
I. Falsa.
Ondas em cordas são mecânicas, mas não sonoras.
II. Verdadeira.
Todas as ondas de rádios são eletromagnéticas e, portanto, transversais.
III. Verdadeira.
IV. Verdadeira.
V. Falsa.

Resposta: c

8 Quais das ondas a seguir não se propagam no vácuo?
a) Raios *laser* (*__l__ight __a__mplification by __s__timulated __e__mission of __r__adiation*).
b) Ondas de rádio.
c) Micro-ondas.
d) Ondas de *sonar* (*__so__und __n__avegation __a__nd __r__anging*).
e) Ondas de calor (raios infravermelhos).

Resolução:
Das ondas citadas, apenas as ondas de sonar são ondas mecânicas, que não se propagam no vácuo.

Resposta: d

9 (PUC-SP) As estações de rádio têm, cada uma delas, uma frequência fixa e própria na qual a transmissão é feita. A radiação eletromagnética transmitida por suas antenas é uma **onda de rádio**. Quando escutamos uma música, nossos ouvidos são sensibilizados por **ondas sonoras**.

Sobre **ondas sonoras** e **ondas de rádio**, são feitas as seguintes afirmações:

I. Qualquer onda de rádio tem velocidade de propagação maior do que qualquer onda sonora.
II. Ondas de rádio e ondas sonoras propagam-se em qualquer meio, tanto material quanto no vácuo.
III. Independentemente de a estação de rádio transmissora ser AM ou FM, a velocidade de propagação das ondas de rádio no ar é a mesma e vale aproximadamente $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

Está correto o que se afirma apenas em:

a) I. b) III. c) I e II. d) I e III. e) II e III.

Resolução:

I. Correto.
As ondas de rádio são ondas eletromagnéticas e as ondas sonoras são ondas mecânicas.
No ar, as ondas eletromagnéticas se propagam com velocidade aproximada de 300 000 km/s e as ondas sonoras, com aproximadamente 340 m/s.

II. Incorreto.
Ondas mecânicas (ondas sonoras) não se propagam no vácuo.

III. Correto.

Resposta: d

10 Vê-se um relâmpago; depois, ouve-se o trovão. Isso ocorre porque:

a) o som se propaga no ar.
b) a luz do relâmpago é muito intensa.
c) a velocidade do som no ar é de 340 m/s.
d) a velocidade do som é menor que a da luz.
e) se esse fenômeno ocorresse no vácuo, o som do trovão e a luz do relâmpago chegariam juntos.

Resolução:

No ar, o som tem velocidade (340 m/s) menor que a da luz (300 000 km/s).

Resposta: d

11 (Unesp-SP) Uma das características que diferem ondas transversais de ondas longitudinais é que apenas as ondas transversais podem ser:

a) polarizadas.
b) espalhadas.
c) refletidas.
d) refratadas.
e) difratadas.

Resolução:

A **polarização** é um fenômeno que ocorre exclusivamente com **ondas transversais**.

Resposta: a

12 Um professor de Física que ministrava a primeira aula sobre Ondas dava exemplos de ondas eletromagnéticas. Ele dizia: "São exemplos de ondas eletromagnéticas as ondas de rádio, a luz, as ondas de radar, os raios X, os raios γ". Um aluno entusiasmado completou a lista de exemplos, dizendo: "Raios α, raios β e raios catódicos".

Pode-se afirmar que:

a) pelo menos um exemplo citado pelo professor está errado.
b) todos os exemplos citados pelo professor e pelo aluno estão corretos.
c) apenas um exemplo citado pelo aluno está errado.
d) os três exemplos citados pelo aluno estão errados.
e) há erros tanto nos exemplos do professor quanto nos do aluno.

Resolução:

O aluno errou os três exemplos.

Raios α são núcleos de um dos isótopos do hélio; raios β e raios catódicos são constituídos de elétrons. Portanto, são partículas e não ondas.

Resposta: d

13 (UFG-GO) As ondas eletromagnéticas foram previstas por Maxwell e comprovadas experimentalmente por Hertz (final do século XIX). Essa descoberta revolucionou o mundo moderno. Sobre as ondas eletromagnéticas, são feitas as afirmações:

I. Ondas eletromagnéticas são ondas logitudinais que se propagam no vácuo com velocidade constante $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.
II. Variações no campo magnético produzem campos elétricos variáveis que, por sua vez, produzem campos magnéticos também dependentes do tempo e assim por diante, permitindo que energia e informações sejam transmitidas a grandes distâncias.
III. São exemplos de ondas eletromagnéticas muito frequentes no cotidiano: ondas de rádio, ondas sonoras, micro-ondas e raio X.

Está correto o que se afirma em:

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

Resolução:

I - Incorreto.
As ondas eletromagnéticas são transversais.

II - Correto.

III - Incorreto.
Ondas sonoras são ondas mecânicas.

Resposta: b

14 (UFC-CE) Analise as assertivas abaixo e a seguir indique a alternativa correta.

I. Elétrons em movimento vibratório podem fazer surgir ondas de rádio e ondas de luz.
II. Ondas de rádio e ondas de luz são ondas eletromagnéticas.
III. Ondas de luz são ondas eletromagnéticas e ondas de rádio são ondas mecânicas.

a) Somente I é verdadeira.
b) Somente II é verdadeira.
c) Somente III é verdadeira.
d) Somente I e II são verdadeiras.
e) Somente I e III são verdadeiras.

Resolução:

I. Correta.
As emissões eletromagnéticas derivam de cargas elétricas aceleradas.

II. Correta.

III. Incorreta.
Ondas de rádio também são ondas eletromagnéticas.

Resposta: d

15 (FMTM-MG) *Sir* David Brewster (1781-1868), físico inglês, realizou estudos experimentais sobre reflexão, refração e polarização da luz. Sobre estudos da polarização da luz, mostrou que esse fenômeno é característico de ondas:

I. longitudinais e pode ocorrer por difração ou por meio de polarizadores;
II. transversais e pode ocorrer por reflexão ou transmissão;
III. transversais ou longitudinais e pode ocorrer por interferência ou transmissão.

Está correto o contido em:

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

Resolução:

I. Incorreto.
Somente podem ser polarizadas as ondas transversais.

II. Correto.

III. Incorreto.

Resposta: b

16 (ITA-SP) Luz linearmente polarizada (ou plano-polarizada) é aquela que:

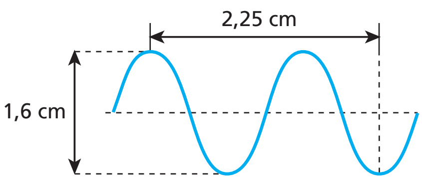
a) apresenta uma só frequência.
b) se refletiu num espelho plano.
c) tem comprimento de onda menor que o da radiação ultravioleta.
d) tem a oscilação, associada a sua onda, paralela a um plano.
e) tem a oscilação, associada a sua onda, na direção de propagação.

Resolução:

Luz linearmente polarizada é aquela que apresenta vibrações paralelas a um determinado plano.

Resposta: d

17 E.R. A figura representa um trecho de uma onda que se propaga a uma velocidade de 300 m/s:

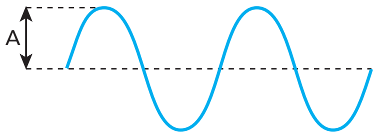


Para esta onda, determine:

a) a amplitude;
b) o comprimento de onda;
c) a frequência;
d) o período.

Resolução:

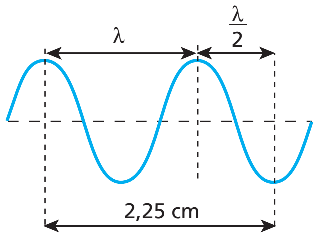
a) A amplitude (**A**) é a distância entre o nível de referência (linha horizontal tracejada) e a crista da onda.



Assim:

$$A = \frac{1{,}6\ \text{cm}}{2} \Rightarrow \boxed{A = 0{,}80\ \text{cm}}$$

b) O comprimento de onda (**λ**) é a distância entre duas cristas (ou dois vales) consecutivos.



Assim:

$$\lambda + \frac{\lambda}{2} = 2{,}25$$

$$1{,}5\,\lambda = 2{,}25 \Rightarrow \boxed{\lambda = 1{,}5\ \text{cm}} \quad \text{ou} \quad \boxed{\lambda = 1{,}5 \cdot 10^{-2}\ \text{m}}$$

c) Usando a equação da **propagação das ondas**, temos:

$$v = \lambda f$$

$$300 = 1{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot f$$

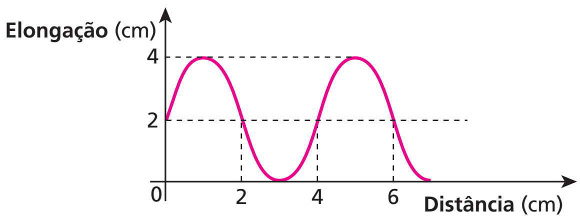
$$\boxed{f = 20\,000\ \text{Hz} = 20\ \text{kHz}}$$

d) O período de uma onda é o inverso da sua frequência.

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{20\,000}\ \text{s}$$

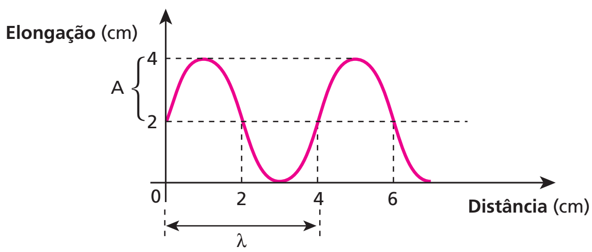
$$\boxed{T = 5{,}0 \cdot 10^{-5}\ \text{s}}$$

18 O gráfico a seguir mostra a variação da elongação de uma onda transversal com a distância percorrida por ela:



Qual o comprimento de onda e qual a amplitude dessa onda?

Resolução:



Amplitude (**A**)

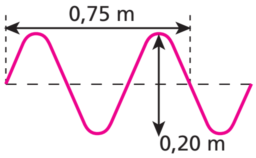
$\boxed{A = 2\ \text{cm}}$

Comprimento de onda (**λ**):

$\boxed{\lambda = 4\ \text{cm}}$

Resposta: 4 cm; 2 cm

19 A figura representa a propagação de uma onda ao longo de uma corda com frequência de 20 Hz.



Qual a velocidade de propagação dessa onda?

Resolução:

$3 \frac{\lambda}{2} = 0{,}75$

$\lambda = 0{,}50\ \text{m}$

Assim:

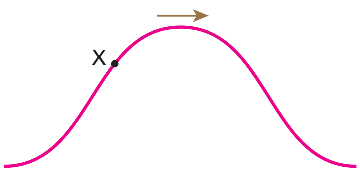
$v = \lambda\, f$

$v = 0{,}50 \cdot 20$

$\boxed{v = 10\ \text{m/s}}$

Resposta: 10 m/s

20 (UFPI) A figura abaixo mostra um pulso movendo-se para a direita, ao longo de uma corda.

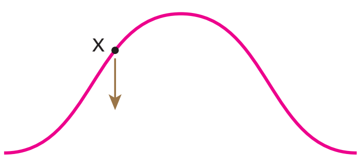


A direção do movimento do ponto **x** da corda, neste momento, está mais bem representada na alternativa:

a) ↑ c) → e) ↗
b) ↓ d) ←

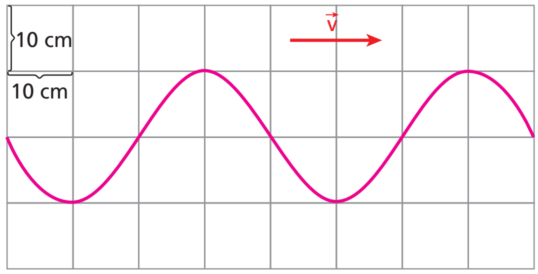
Resolução:

Enquanto a onda passa pelo ponto **X**, este oscila verticalmente para cima e para baixo. No momento indicado o ponto **X** encontra-se descendo.



Resposta: b

21 (Fatec-SP) Uma onda se propaga numa corda, da esquerda para a direita, com frequência de 2,0 hertz, como é mostrado na figura.

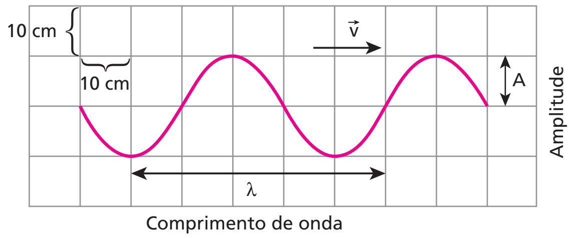


De acordo com a figura e a escala anexa, é correto afirmar que:

a) o período da onda é de 2,0 s.
b) a amplitude da onda é de 20 cm.
c) o comprimento da onda é de 20 cm.
d) a velocidade de propagação da onda é de 80 cm/s.
e) todos os pontos da corda se movem para a direita.

Resolução:

Da figura temos:



$\lambda = 40\ \text{cm}$

$A = 10\ \text{cm}$

Utilizando-se a equação fundamental da ondulatória: $V = \lambda\, f$, vem:

$v = 40 \cdot 2{,}0\ (\text{cm/s})$

$\boxed{v = 80\ \text{cm/s}}$

Resposta: d

22 **E.R.** Qual é a frequência de uma onda luminosa, monocromática e de comprimento de onda igual a $6 \cdot 10^3$ Å, quando ela se propaga no ar?

Dado: velocidade da luz no ar $= 3 \cdot 10^8$ m/s

Resolução:

A relação entre a frequência (**f**), o comprimento de onda (**λ**) e a velocidade (**v**) de uma onda, quando ela se propaga num determinado meio, é:

$$v = \lambda\, f$$

Assim, sendo $v = 3 \cdot 10^8$ m/s, $1\ \text{Å} = 10^{-10}$ m e $\lambda = 6 \cdot 10^3\ \text{Å} = 6 \cdot 10^{-7}$ m, temos:

$$3 \cdot 10^8 = 6 \cdot 10^{-7} f \Rightarrow \boxed{f = 5 \cdot 10^{14}\ \text{Hz}}$$

23 Para atrair um golfinho, um treinador emite um ultrassom com frequência de 25 000 Hz, que se propaga na água a uma velocidade de 1 500 m/s. Qual é o comprimento de onda desse ultrassom na água?

Resolução:

$v = \lambda f$

$1\,500 = \lambda \cdot 25\,000$

$\lambda = 0{,}06$ m

$\boxed{\lambda = 6{,}0 \text{ cm}}$

Resposta: 6,0 cm

24 Os modernos fornos de micro-ondas usados em residências utilizam radiação eletromagnética de pequeno comprimento de onda para cozinhar os alimentos. A frequência da radiação utilizada é de aproximadamente 2 500 MHz. Sendo 300 000 km/s a velocidade da luz no vácuo, qual é, em centímetros, o valor aproximado do comprimento de onda das radiações utilizadas no forno de micro-ondas?

Resolução:

$f = 2\,500 \text{ M Hz} = 2{,}5 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

$v = 300\,000 \dfrac{\text{km}}{\text{s}} = 3{,}0 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$

Sendo: $V = \lambda f$

Temos: $3{,}0^{10} = \lambda \cdot 2{,}5 \cdot 10^9$

$\boxed{\lambda = 12 \text{ cm}}$

Resposta: 12 cm

25 Uma emissora de rádio, na faixa de FM (Frequência Modulada), transmite utilizando ondas de 3,0 m de comprimento. Sendo $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s a velocidade das ondas eletromagnéticas no ar, qual a frequência dessa emissora de rádio? Dê a resposta em MHz.

Resolução:

$v = \lambda f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = 3{,}0\ f$

$f = 1 \cdot 10^8$ Hz

Como:

$1 \text{ M Hz} = 10^6 \text{ Hz}$

Então:

$\boxed{f = 100 \text{ MHz}}$

Resposta: 100 MHz

26 (Unicenp-PR) O físico que se especializa na área médica desenvolve métodos e aparelhos para diagnóstico, prevenção e tratamento de diversas anomalias ou doenças. O grande poder de penetração das radiações eletromagnéticas de determinadas frequências possibilitou a criação de procedimentos médicos como a tomografia computadorizada, a mamografia e a densitometria óssea. Contudo, certas ondas mecânicas também podem fornecer informações sobre o interior do corpo humano, revelando o sexo dos bebês antes do nascimento ou facilitando diagnósticos cardíacos: os ecocardiogramas.

A radiação eletromagnética e a onda mecânica que comumente permitem a realização dos exames médicos citados são, respectivamente:

a) raios “gama” e infrassom.
b) raios infravermelhos e ultrassom.
c) raios ultravioleta e raios “X”.
d) raios “X” e ultrassom.
e) ondas de rádio e infrassom.

Resolução:

Os raios **X** são as principais ondas eletromagnéticas utilizadas em procedimentos médicos. Os ultrassons são as ondas mecânicas utilizadas nos ecocardiogramas.

Resposta: d

27 (PUC-SP) Em dezembro de 2004, um terremoto no fundo do oceano, próximo à costa da ilha de Sumatra, foi a perturbação necessária, para a geração de uma onda gigante, uma *tsunami*. A onda arrasou várias ilhas e localidades costeiras na Índia, no Sri Lanka, na Indonésia, na Malásia, na Tailândia, dentre outras. Uma *tsunami* de comprimento de onda 150 quilômetros pode se deslocar com velocidade de 750 km/h. Quando a profundidade das águas é grande, a amplitude da onda não atinge mais do que 1 metro, de maneira que um barco nessa região praticamente não percebe a passagem da onda.

Quanto tempo demora para um comprimento de onda dessa *tsunami* passar pelo barco?

a) 0,5 min
b) 2 min
c) 12 min
d) 30 min
e) 60 min

Resolução:

$v = 750$ km/h

$\Delta s = \lambda = 150$ km

Assim:

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 750 = \dfrac{150}{\Delta t}$

$\boxed{\Delta t = 0{,}2 \text{ h} = 12 \text{ min}}$

Resposta: c

28 *Vivemos mergulhados em radiações. No vasto espectro das ondas eletromagnéticas, apenas uma pequena porção é percebida pelo nosso limitado aparelho sensorial, além do visível, o Universo, como descobrimos nas últimas décadas, está repleto de fontes de raios X, raios γ, ultravioleta, infravermelho e ondas de rádio.*

(*Scientific American Brasil* – n. 10 – mar. 2003)

Grote Reber, engenheiro norte-americano de Illinois, foi um dos precursores da radioastronomia. Utilizando parcos recursos próprios, desenvolveu um refletor parabólico com nove metros de diâmetro para captação de sinais de rádio oriundos do espaço. Esse refletor foi instalado no quintal de sua casa e, em 1939, tendo ajustado seu equipamento para o comprimento de onda de 1,9 m detectou sinais provenientes do centro da Via-Láctea.

Adotando-se para o módulo de velocidade de propagação das ondas de rádio o valor de $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s, é correto afirmar que a frequência dos sinais captados por Reber, do centro da Via-Láctea, é mais próxima de:

a) $1{,}4 \cdot 10^8$ Hz.
b) $1{,}6 \cdot 10^8$ Hz.
c) $1{,}8 \cdot 10^8$ Hz.
d) $2{,}0 \cdot 10^8$ Hz.
e) $2{,}2 \cdot 10^8$ Hz.

Resolução:

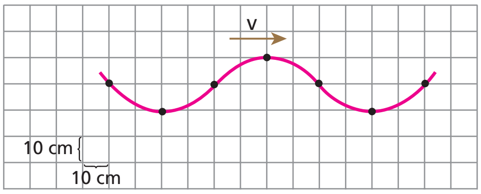
$v = \lambda f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = 1{,}9 \cdot f$

$\boxed{f \simeq 1{,}6 \cdot 10^8 \text{ Hz}}$

Resposta: b

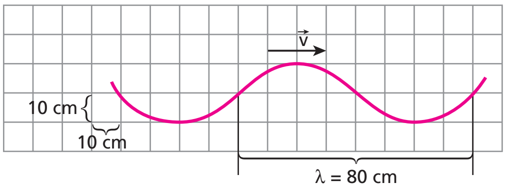
29 (UCSAL-BA) Uma onda periódica, de período igual a 0,25 s, se propaga numa corda conforme a figura abaixo.



O comprimento de onda, a frequência e a velocidade de propagação dessa onda são, respectivamente:

	λ (cm)	f (Hz)	V (cm/s)
a)	10	0,25	2,5
b)	10	4,0	40
c)	40	2,5	100
d)	80	4,0	320
e)	80	2,5	200

Resolução:



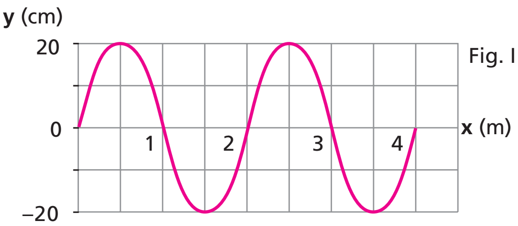
$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}25} \Rightarrow \boxed{f = 4{,}0\ \text{Hz}}$

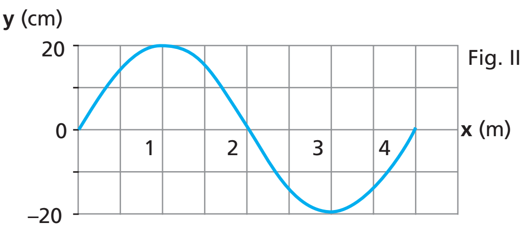
$v = \lambda f \Rightarrow v = 80 \cdot 4{,}0$

$\boxed{v = 320\ \text{cm/s}}$

Resposta: d

30 (UFRN) As figuras I e II representam fotografias de duas cordas idênticas em que se propagam ondas de mesma frequência:



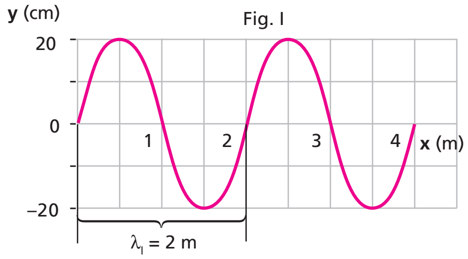


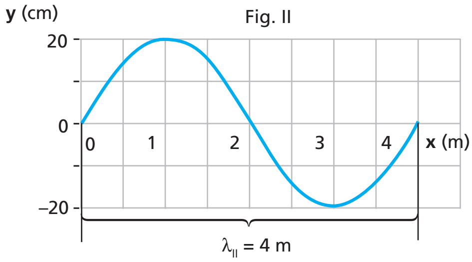
Sejam V_I e V_{II}, respectivamente, os módulos das velocidades das ondas representadas nas figuras I e II.

A razão $\frac{V_I}{V_{II}}$ é:

a) $\frac{1}{4}$ b) $\frac{1}{2}$ c) 1 d) 2 e) 4

Resolução:





$v = \lambda f$

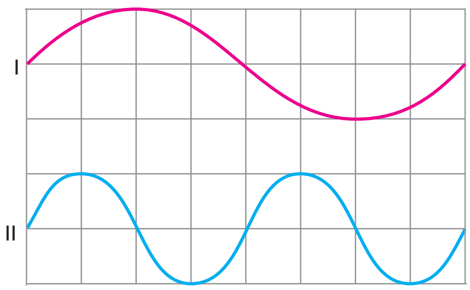
Assim: $\frac{v_I}{v_{II}} = \frac{\lambda_I f_I}{\lambda_{II} f_{II}}$

Como $f_I = f_{II}$, temos:

$\frac{v_I}{v_{II}} = \frac{\lambda_I}{\lambda_{II}} = \frac{2}{4} \Rightarrow \boxed{\frac{v_I}{v_{II}} = \frac{1}{2}}$

Resposta: b

31 A figura abaixo mostra duas ondas que se propagam em cordas idênticas (mesma velocidade de propagação).



Escolha a alternativa correta.

a) A frequência em I é menor que em II e o comprimento de onda em I é maior que em II.
b) A amplitude em ambas é a mesma e a frequência em I é maior que em II.
c) A frequência e o comprimento de onda são maiores em I.
d) As frequências são iguais e o comprimento de onda é maior em I.
e) A amplitude e o comprimento de onda são maiores em I.

Resolução:

$v_1 = v_2$

No gráfico, pode-se observar que:

$\lambda_1 = 2\lambda_2$

Como: $v = \lambda\, f$, então:

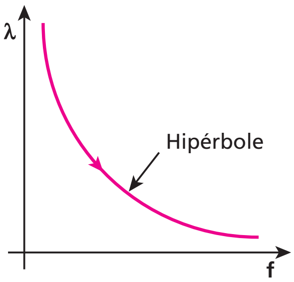
$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2$

$2\lambda_2 f_1 = \lambda_2 f_2$

$\boxed{f_2 = 2f_1}$

Resposta: a

32 Um vibrador de frequência variável produz ondas na água contida em uma cuba de ondas. Aumentando a frequência do vibrador, medimos o comprimento de onda (**λ**) das ondas na água. O gráfico mostra como o comprimento de onda (**λ**) varia com a frequência (f):



Nessa situação, é correto afirmar que:

a) a velocidade das ondas é constante.
b) a velocidade das ondas aumenta.
c) o período das ondas é constante.
d) o comprimento de onda é proporcional à frequência.
e) o comprimento de onda é proporcional à velocidade.

Resolução:

A equação da hipérbole é expressa por:

$$\lambda\, f = \text{constante}$$

Como:

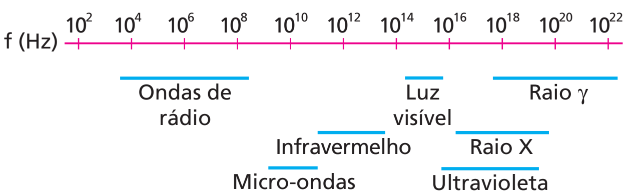
$$v = \lambda\, f$$

Então:

$$\boxed{v = \text{constante}}$$

Resposta: a

33 (UCDB-MT) A figura apresenta a frequência das ondas do espectro eletromagnético:



Admitindo que a velocidade de propagação da luz no ar vale $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s, uma onda com $\lambda = 6{,}0 \cdot 10^{-7}$ m seria:

a) uma onda de rádio.
b) luz infravermelha.
c) luz visível.
d) luz ultravioleta.
e) raio X.

Resolução:

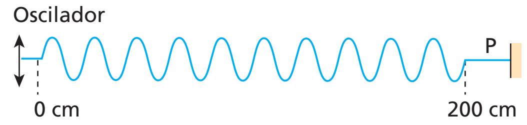
$v = \lambda\, f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = 6{,}0 \cdot 10^{-7} \cdot f \Rightarrow f = 5{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz

No gráfico, observamos que essa onda pertence à faixa de luz visível.

Resposta: c

34 (UFRN) Uma corda esticada tem uma de suas extremidades fixa e a outra está presa a um elemento que pode vibrar (oscilador). A figura abaixo representa uma fotografia tirada 5 s após o oscilador ter sido ligado.



Analisando essa fotografia da corda, podemos afirmar:

I. A velocidade da onda na corda é 30 cm/s.
II. O período da onda na corda é 0,5 s.
III. Nada se pode afirmar sobre o período de oscilação do oscilador.
IV. A frequência com que um ponto **P** da corda vai oscilar enquanto a onda passa é 2,0 Hz.
V. O comprimento de onda da onda na corda é 20 cm.

As afirmativas corretas são:

a) II, IV e V.
b) I, II e III.
c) II, I e IV.
d) III, IV e V.
e) I, III e V.

Resolução:

I. Incorreta.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{200\text{ cm}}{5\text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 40\text{ cm/s}}$$

II. Correta.

No esquema, observamos 10 ondas completas emitidas em 5 s.

$$\text{Assim: } T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{5\text{ s}}{10} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}5\text{ s}}$$

III. Incorreta.

IV. Correta.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}5} \Rightarrow \boxed{f = 2{,}0\text{ Hz}}$$

V. Correta.

$$\lambda = \frac{200\text{ cm}}{10} \Rightarrow \boxed{\lambda = 20\text{ cm}}$$

Resposta: a

35 (UFC-CE) Antenas para emissoras de rádio AM (Amplitude Modulada) são frequentemente construídas de modo que a torre emissora tenha uma altura igual a $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda das ondas a serem emitidas. Com base nisso, determine a altura, em metros, da torre de uma emissora que emite na frequência de 1 000 kHz. Considere a velocidade da luz igual a $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

Resolução:

$v = \lambda\, f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = \lambda\ 10^6 \Rightarrow \lambda = 300$ m

Atenção:

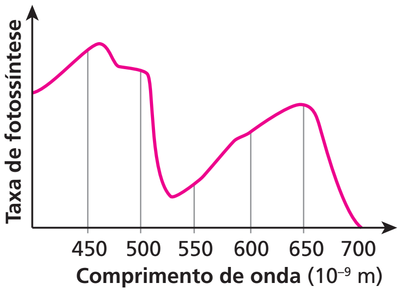
$f = 1\,000\text{ kHz} = 1\,000 \cdot 10^3\text{ Hz} = 10^6\text{ Hz}$

Portanto:

$$h = \frac{\lambda}{4} = \frac{300\text{ m}}{4} \Rightarrow \boxed{h = 75\text{ m}}$$

Resposta: 75 m

36 (Unifesp-SP) O gráfico mostra a taxa de fotossíntese em função do comprimento de onda da luz incidente sobre uma determinada planta em ambiente terrestre.



Uma cultura dessa planta desenvolver-se-ia mais rapidamente se exposta à luz de frequência, em terahertz (10^{12} Hz), próxima a:

a) 460.
b) 530
c) 650
d) 700.
e) 1 380.

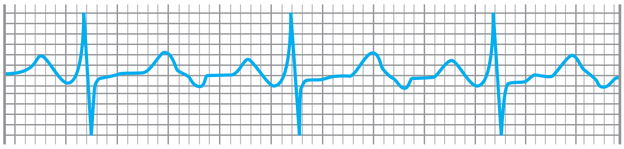
Resolução:
Para a fotossíntese maior, temos desenvolvimento mais rápido da planta.
Assim:
$\lambda \simeq 460 \cdot 10^{-9}$ m

Portanto:
$v = \lambda f$
$3 \cdot 10^8 = 460 \cdot 10^{-9} \cdot f$
$3 \cdot 10^8 = 46 \cdot 10^{-8} \cdot f$
$f = \dfrac{3 \cdot 10^8}{46 \cdot 10^{-8}} = \dfrac{3}{46} \cdot 10^{16}$
$f = \dfrac{30\,000}{46} \cdot 10^{12}$ (Hz)
$f \simeq 652 \cdot 10^{12}$ Hz

$\boxed{f \simeq 652 \text{ terahertz}}$

Resposta: c

37 (Unifesp-SP) O eletrocardiograma é um dos exames mais comuns da prática cardiológica. Criado no início do século XX, é utilizado para analisar o funcionamento do coração em função das correntes elétricas que nele circulam. Uma pena ou caneta registra a atividade elétrica do coração, movimentando-se transversalmente ao movimento de uma fita de papel milimetrado, que se desloca em movimento uniforme com velocidade de 25 mm/s. A figura mostra parte de uma fita de um eletrocardiograma.



Sabendo-se que a cada pico maior está associada uma contração do coração, a frequência cardíaca dessa pessoa, em batimentos por minuto é:

a) 60.
b) 75.
c) 80.
d) 95.
e) 100.

Resolução:
Como a fita é milimetrada, a contagem dos quadrinhos leva-nos a concluir que ela tem 60 mm de comprimento.
Assim:
$v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 25 = \dfrac{60}{\Delta t}$
$\Delta t = 2{,}4 \text{ s} = \dfrac{1}{25}$ min
Como: $f = \dfrac{n}{\Delta t}$
e o coração apresenta três batimentos nesse intervalo,
$f = \dfrac{3}{\frac{1}{25}}$

$\boxed{f = 75 \text{ bat/min}}$

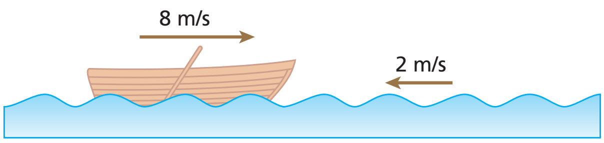
Resposta: b

38 **E.R.** Em um lago, o vento produz ondas periódicas que se propagam a uma velocidade de 2 m/s. O comprimento de onda é de 10 m. Determine a frequência de oscilação de um barco:
a) quando ancorado nesse lago;
b) quando se movimenta em sentido contrário ao da propagação das ondas, a uma velocidade de 8 m/s.

Resolução:
a) Temos que $v = \lambda\, f$. Sendo $v = 2$ m/s e $\lambda = 10$ m, calculemos a frequência **f** com que o barco ancorado oscila:

$$2 = 10\,f \Rightarrow \boxed{f = 0{,}2 \text{ Hz}}$$

b)



A velocidade relativa entre o barco e as ondas tem módulo igual a 10 m/s. Assim, a velocidade v' das ondas em relação ao barco é igual a 10 m/s e o barco oscila com uma frequência f', tal que:

$$v' = \lambda\, f'$$

Sendo v' = 10 m/s e λ = 10 m, obtemos:

$$10 = 10\,f' \Rightarrow \boxed{f' = 1 \text{ Hz}}$$

39 (UFMS) Ao se bater na superfície de um lago, produz-se uma onda, que se propaga com velocidade de 0,4 m/s. A distância entre duas cristas consecutivas da onda é 8 cm. Com base nesses dados, é correto afirmar:
(01) A onda formada tem comprimento de onda igual a 8 cm.
(02) A amplitude da onda certamente vale 4 cm.
(04) A frequência da onda é 5 Hz.
(08) A onda, ao se propagar, transfere energia de um ponto a outro da superfície do lago.
(16) Supondo que sob o efeito da onda um ponto na superfície do lago oscile verticalmente, a onda é do tipo longitudinal.

Dê como resposta a soma dos números associados às afirmativas corretas.

Resolução:

(01) Correta.

$\boxed{\lambda = 8 \text{ cm}}$

(02) Incorreta.
Não é possível saber.

(04) Correta.

$v = \lambda f \Rightarrow 0{,}4 = 0{,}08 f$

$\boxed{f = 5 \text{ Hz}}$

(08) Correta.
Onda é uma energia que se propaga através de um meio.

(16) Incorreta.
Nesse caso, ela seria **transversal**.

Resposta: 13

40 (FGV-SP)

O ar. A folha. A fuga.
No lago, um círculo vago.
No rosto, uma ruga.

(Guilherme de Almeida)

Um peixe, pensando que se tratava de um inseto sobre a água, "belisca" quatro vezes a folha durante o tempo de um segundo, produzindo quatro ondulações de mesmo comprimento de onda. Uma vez que a propagação de um pulso mecânico na água do lago ocorre com velocidade 2,0 m/s, o comprimento de onda de cada abalo produzido é, em metros:

a) 0,5. b) 1,0. c) 2,0. d) 4,0. e) 8,0.

Resolução:

$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{4}{1} \Rightarrow f = 4{,}0 \text{ Hz}$

Portanto:

$V = \lambda f$

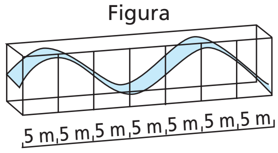
$2{,}0 = \lambda \; 4{,}0$

$\boxed{\lambda = 0{,}5 \text{ m}}$

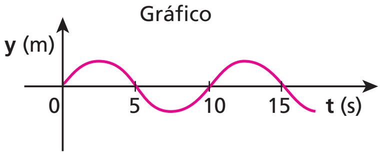
Resposta: a

41 (Fuvest-SP) Um grande aquário, com paredes laterais de vidro, permite visualizar, na superfície da água, uma onda que se propaga. A figura representa o perfil de tal onda no instante T_0. Durante sua passagem, uma boia, em dada posição, oscila para cima e para baixo e seu deslocamento vertical (**y**), em função do tempo, está representado no gráfico.

Figura



Gráfico



Com essas informações, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade, aproximadamente, de:

a) 2,0 m/s.
b) 2,5 m/s.
c) 5,0 m/s.
d) 10 m/s.
e) 20 m/s.

Resolução:

Na figura observamos que:

$\lambda = 20 \text{ m}$

No gráfico observamos que:

$T = 10 \text{ s}$

Portanto:

$v = \lambda f$

$v = \lambda \cdot \frac{1}{T}$

$v = 20 \cdot \frac{1}{10}$

$\boxed{v = 2{,}0 \text{ m/s}}$

Resposta: a

42 Um banhista, parado em relação à Terra, conta em uma praia a passagem de 21 cristas de onda equiespaçadas pelo seu corpo. O intervalo de tempo decorrido no evento é de 80 s. Conhecendo a velocidade de propagação das ondas (1,0 m/s), determine o comprimento de onda das ondas do mar nesse local.

Resolução:

21 cristas $\rightarrow$ 20 ondas

$T = \frac{\Delta t}{n} = \frac{80 \text{ s}}{20}$

$T = 4{,}0 \text{ s}$

$v = \frac{\lambda}{T}$

$1{,}0 = \frac{\lambda}{4{,}0} \Rightarrow \boxed{\lambda = 4{,}0 \text{ m}}$

Resposta: 4,0 m

43 As ondas de um lago chegam de 10 s em 10 s a um ponto da margem. Uma boia desloca-se no sentido contrário ao da propagação das ondas a uma velocidade de 30 cm/s em relação à margem, levando 5,0 s para ir de uma depressão a outra, transpondo 8 cristas. Determine a distância entre duas cristas consecutivas.

Resolução:

$T = 10 \text{ s}$

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$v_{boia} + v_{onda} = \frac{8\lambda}{\Delta t}$

$30 + \frac{\lambda}{10} = \frac{8\lambda}{5{,}0}$

$\boxed{\lambda = 20 \text{ cm}}$

Resposta: 20 cm

44 No dia 12 de agosto de 2000, um sábado, uma tragédia abateu-se acima do Círculo Polar Ártico, no mar gelado de Barents, ao norte da Rússia. O submarino nuclear russo Kursk, em treinamento militar, afundou com 118 tripulantes a bordo, que tiveram suas vidas ceifadas sem oportunidade de socorro. O gigantesco Kursk, de 154 metros de comprimento, 18,2 metros de largura e 9 metros de altura, foi localizado com exatidão por embarcações de resgate equipadas com sonares. Esses aparelhos emitiram ultrassons com frequência próxima de 25 000 Hz que se propagaram na água com velocidade de cerca de 1 500 m/s, sendo refletidos pelo submarino e captados de volta.
Com base nos dados do enunciado e sabendo que o intervalo de tempo transcorrido entre a emissão dos ultrassons e a recepção do “eco” determinado pelo Kursk foi de 0,16 s, calcule:
a) a profundidade em que foi localizada a embarcação considerando-se que o barco e o submarino estão na mesma vertical.
b) o comprimento de onda dos ultrassons utilizados.

Resolução:

a) $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2h}{\Delta t} \Rightarrow 1\,500 = \frac{2h}{0{,}16}$

$\boxed{h = 120\ \text{m}}$

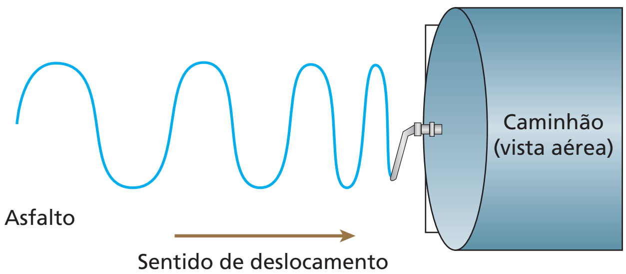
b) $v = \lambda f$

$1\,500 = \lambda\ \ 25\,000$

$\boxed{\lambda = 0{,}06\ \text{m} = 6{,}0\ \text{cm}}$

Respostas: a) 120 m; b) 6,0 cm

45 (UFRN) Do alto do prédio onde mora, Anita observou que o caminhão-tanque, que irriga canteiros em algumas avenidas em Natal, deixava no asfalto, enquanto se deslocava, um rastro de água, conforme representado na figura a seguir. Tal rastro era devido ao vazamento de uma mangueira que oscilava, pendurada na parte traseira do caminhão.



Considerando-se que a frequência dessa oscilação é constante no trecho mostrado na figura acima, pode-se afirmar que a velocidade do caminhão:
a) permanece constante e o “comprimento de onda” resultante da oscilação da mangueira está aumentando.
b) está aumentando e o período de oscilação da mangueira permanece constante.
c) permanece constante e o “comprimento de onda” resultante da oscilação da mangueira está diminuindo.
d) está diminuindo e o período de oscilação da mangueira permanece constante.

Resolução:

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

Sendo **T** constante, **V** e **λ** são **diretamente proporcionais**. Logo, se **λ** diminui, **v** também diminui.

Resposta: d

46 (Unicamp-SP) Ondas são fenômenos nos quais há transporte de energia sem que seja necessário o transporte de massa. Um exemplo particularmente extremo são os *tsunamis*, ondas que se formam no oceano, como consequência, por exemplo, de terremotos submarinos.
a) Se, na região de formação, o comprimento de onda de um *tsunami* é de 150 km e sua velocidade é de 200 m/s, qual é o período da onda?
b) A velocidade de propagação da onda é dada por $v = \sqrt{g\,h}$, em que **h** é a profundidade local do oceano e **g** é a aceleração da gravidade. Qual é a velocidade da onda numa região próxima à costa, onde a profundidade é de 6,4 m? (**Dado:** $g = 10\ \text{m/s}^2$)
c) Sendo **A** a amplitude (altura) da onda e supondo-se que a energia do *tsunami* se conserva, o produto vA^2 mantém-se constante durante a propagação. Se a amplitude da onda na região de formação for 1,0 m, qual será a amplitude perto da costa, onde a profundidade é de 6,4 m?

Resolução:

a) $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Quando: $\Delta s = \lambda$

Temos: $\Delta t = T$

Assim:

$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow 200 = \frac{150 \cdot 10^3}{T}$

$\boxed{T = 750\ \text{s} = 12\ \text{min}\ 30\ \text{s}}$

b) $v = \sqrt{gh}$

$v = \sqrt{10 \cdot 6{,}4}$

$\boxed{v = 8{,}0\ \text{m/s}}$

c) $v_1 A_1^2 = v_2 A_2^2$

$8{,}0 \cdot A_1^2 = 200\ \ (1{,}0)^2$

$\boxed{A_1 = 5{,}0\ \text{m}}$

Respostas: a) 12 min 30 s; b) 8,0 m/s; c) 5,0 m

47 **E.R.** Uma corda homogênea de 2,5 m de comprimento e 2,0 kg de massa está submetida a uma força tensora de 80 N. Suas extremidades são fixadas e produz-se na corda uma perturbação. Determine:
a) a densidade linear da corda;
b) a velocidade de propagação da onda na corda.

Resolução:

a) A densidade linear de uma corda homogênea é dada pela relação:

$$\delta = \frac{m}{L}$$

Como m = 2,0 kg e L = 2,5 m, vem:

$$\delta = \frac{2{,}0\ \text{kg}}{2{,}5\ \text{m}} \Rightarrow \boxed{\delta = 0{,}80\ \text{kg/m}}$$

b) A velocidade de propagação da onda na corda tensa é determinada por:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\delta}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{80}{0{,}8}} \Rightarrow \boxed{v = 10\ \text{m/s}}$$

48 Uma corda homogênea de densidade linear igual a 0,50 kg/m está tracionada com uma força de intensidade **F**. Uma perturbação aplicada na corda produz uma onda que se propaga por ela com velocidade de 6,0 m/s. Qual a intensidade **F** da força?

Resolução:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\delta}}$$

$$6{,}0 = \sqrt{\frac{F}{0{,}50}} \Rightarrow 36 = \frac{F}{0{,}50}$$

$$\boxed{F = 18\ N}$$

Resposta: 18 N

49 Traciona-se uma corda homogênea de 4,0 m de comprimento com uma força de intensidade 50 N. Ondas produzidas nessa corda propagam-se com velocidade de 10 m/s. Qual é a massa da corda?

Resolução:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\delta}}$$

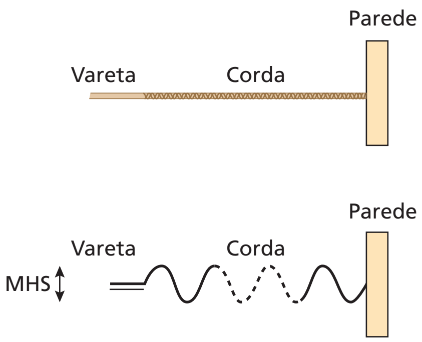
$$10 = \sqrt{\frac{50}{\delta}} \Rightarrow 100 = \frac{50}{\delta} \Rightarrow \delta = 0{,}50\ kg/m$$

Mas: $\delta = \frac{m}{L}$

Então: $0{,}50 = \frac{m}{4{,}0} \Rightarrow \boxed{m = 2{,}0\ kg}$

Resposta: 2,0 kg

50 (Mack-SP) Uma pessoa sustenta uma vareta rígida por uma de suas extremidades, segundo a horizontal. Na outra extremidade, está presa uma corda homogênea, de secção transversal constante, de massa 1,00 kg e comprimento 5,00 m. Prendendo-se a outra extremidade da corda a um ponto fixo de uma parede, a pessoa proporciona à vareta um MHS na direção vertical, de duas oscilações completas por segundo, e aplica à corda uma força tensora de intensidade 1,80 N. Sabendo-se que a velocidade de propagação de uma onda na corda é dada por $v = \sqrt{\frac{T}{A\,\mu}}$, onde **T** é a tensão na corda, **A** é a área da secção transversal e μ, sua densidade. As ondas cossenoidais que se propagam na corda possuem comprimento de onda de:



a) 5,00 m.
b) 4,50 m.
c) 3,00 m.
d) 1,50 m.
e) 0,75 m.

Resolução:

$$v = \sqrt{\frac{T}{A\mu}}$$

Sendo $\mu = \frac{m}{V} = \frac{m}{A\,L}$

$$A\,\mu = \frac{m}{L} = \frac{1{,}00}{5{,}00}\ kg/m$$

$$A\,\mu = 0{,}20\ kg/m$$

Temos:

$$v = \sqrt{\frac{1{,}80}{0{,}20}} = \sqrt{9}$$

$$v = 3{,}00\ m/s$$

Portanto:

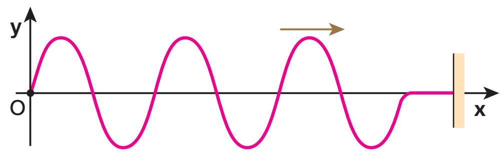
$$v = \lambda f$$

$$3{,}00 = \lambda\ 2{,}00$$

$$\boxed{\lambda = 1{,}50\ m}$$

Resposta: d

51 E.R. O esquema a seguir representa uma corda tensa não-absorvedora de energia, na qual se propaga um trem de ondas transversais, no sentido dos valores crescentes de **x**:



Em relação ao referencial xOy, a equação dessas ondas é dada por:

$$y = 0{,}5 \cos\,[2\pi\,(20t - 4x)] \quad (SI)$$

Determine:
a) a amplitude;
b) a frequência e o período;
c) o comprimento de onda;
d) a velocidade de propagação das ondas.

Resolução:
A determinação das grandezas associadas às ondas é feita pela comparação da equação dada com a equação geral das ondas:

$$y = A \cos\left[2\pi\left(f\,t - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

$$y = 0{,}5 \cos\,[2\pi\,(20t - 4x)]$$

a) Amplitude (**A**): $\boxed{A = 0{,}5\ m}$

b) Frequência (**f**) e período (**T**): $\boxed{f = 20\ Hz}$

Como $f = \frac{1}{T}$, então:

$$20 = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{20}\,s \Rightarrow \boxed{T = 0{,}05\ s}$$

c) Comprimento de onda (λ):

$$\frac{x}{\lambda} = 4x \Rightarrow \lambda = \frac{1}{4}\,m \quad \Rightarrow \quad \boxed{\lambda = 0{,}25\ m}$$

d) Velocidade de propagação (**v**):

$$v = \lambda\, f \Rightarrow v = \frac{1}{4} \cdot 20 \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = 5\ m/s}$$

52 A equação de uma onda mecânica transversal é expressa por:

$$y = 0{,}2 \cos\left[2\pi\left(5t - \frac{x}{2}\right)\right] \quad \text{(SI)}$$

Determine a amplitude e a velocidade de propagação dessa onda.

Resolução:

$$y = 0{,}2 \cos\left[2\pi\left(5t - \frac{x}{2}\right)\right] \qquad \text{(SI)}$$

A equação geral é dada por:

$$y = A \cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

Comparando as equações, temos:

$\boxed{A = 0{,}2\ m}$

$f = 5\ Hz$

$\lambda = 2\ m$

Como: $v = \lambda\, f$

vem: $v = 2 \cdot 5 \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = 10\ m/s}$

Respostas: 0,2 m; 10 m/s

53 A função de uma onda é dada pela expressão:

$$y = 20 \cos 2\pi\left(4t - \frac{x}{3}\right)$$

em que **x** e **y** estão em centímetros e **t**, em segundos. Determine a amplitude, o período e a frequência dessa onda.

Resolução:

$$y = 20 \cos\left[2\pi\left(4t - \frac{x}{3}\right)\right]$$

$$y = A \cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

Comparando:

$\boxed{A = 20\ cm}$

$f = \frac{1}{T} = 4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T = 0{,}25\ s}$

$\boxed{f = 4\ Hz}$

Respostas: 20 cm; 0,25 s; 4 Hz

54 Um trem de ondas propaga-se em uma corda tensa não-absorvedora de energia com velocidade igual a 10 m/s. Sabendo que a amplitude das ondas vale 0,5 m, a frequência é igual a 50 Hz e a fase inicial (φ_0) é nula, determine a equação dessas ondas.

Resolução:

$$y = A \cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

No texto da questão, temos:

$A = 0{,}5\ m$

$f = 50\ Hz$

$\varphi_0 = 0$

$v = 10\ m/s$

Como: $v = \lambda\, f$,

então: $10 = \lambda \ \ 50 \quad \Rightarrow \quad \lambda = 0{,}2\ m$

Portanto: $y = 0{,}5 \cos\left[2\pi\left(50t - \frac{x}{0{,}2}\right) + 0\right]$

$\boxed{y = 0{,}5 \cos\,[2\pi\,(50t + 5x)]}$ (SI)

Resposta: $y = 0{,}5 \cos\,[2\pi(50t - 5x)]$ (SI)

55 (Mack-SP) Para o estudo da propagação de uma onda, necessita-se do conhecimento da chamada **Função da Onda**, a qual, genericamente, é dada por $y = A \cdot \cos\left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$. Se, em determinada situação, a função da onda é $y = 0{,}20 \cdot \cos\left[2\pi \cdot (0{,}50 \cdot t - 0{,}80 \cdot x) + \frac{\pi}{4}\right]$, com dados no SI, a velocidade de propagação da onda é:

a) 1,60 m/s.
b) 1,25 m/s
c) $6{,}25 \cdot 10^{-1}$ m/s.
d) $3{,}14 \cdot 10^{-1}$ m/s.
e) $3{,}125 \cdot 10^{-1}$ m/s.

Resolução:

Na comparação da equação geral da onda com a equação dada, temos:

$$\frac{1}{T} = f = 0{,}50\ Hz$$

$$\frac{1}{\lambda} = 0{,}80 \quad \Rightarrow \quad \lambda = 1{,}25\ m$$

Portanto:

$v = \lambda\, f$

$v = 1{,}25 \cdot 0{,}50$

$\boxed{v = 6{,}25 \cdot 10^{-1}\ m/s}$

Resposta: c

56 Uma onda incide em um obstáculo e retorna ao mesmo meio em que se encontrava. Esse fenômeno é chamado de reflexão. Podemos afirmar que:

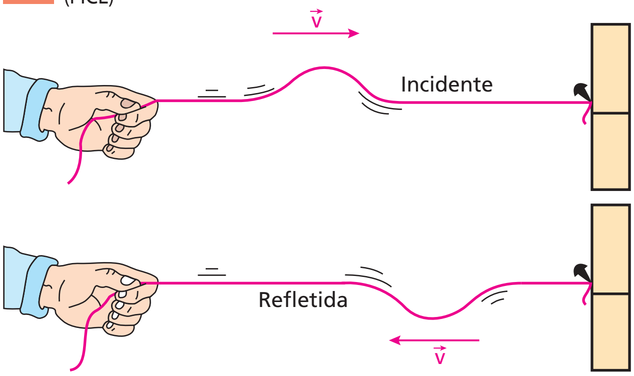
a) a frequência dessa onda aumentou.
b) a frequência dessa onda diminuiu.
c) o comprimento dessa onda aumentou.
d) a velocidade de propagação dessa onda diminuiu.
e) a velocidade de propagação dessa onda permaneceu constante.

Resolução:

Como a onda permanece no mesmo meio em que estava, sua frequência, seu comprimento de onda e sua velocidade de propagação permanecem constantes.

Resposta: e

57 (FiCE)



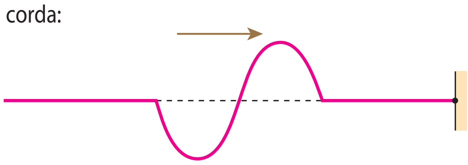
Um pulso, numa corda de extremidade fixa, ao refletir, sofre inversão de fase. Observe a figura acima. O fato de ocorrer inversão na fase do pulso está ligado à(ao):

a) Primeira Lei de Newton.
b) Princípio da Conservação da Energia.
c) Terceira Lei de Newton.
d) Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.
e) Lei de Coulomb.

Resolução:
Na propagação a onda puxa os pontos da corda para cima.
Chegando à parede, a onda puxará a parede para cima, esta reagirá, puxando a corda para baixo, ocorrendo a inversão da fase.
Assim, a explicação da inversão de fase na reflexão da onda deve ser através da 3ª Lei de Newton (Lei de Ação-Reação)

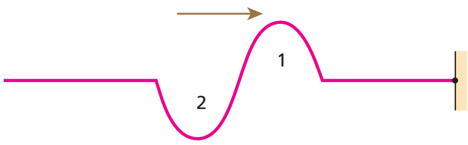
Resposta: c

58 Uma corda horizontal tem uma de suas extremidades fixa a uma parede. Na extremidade livre, produz-se um pulso, que se propaga ao longo da corda:

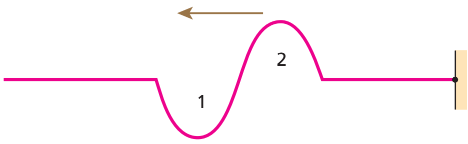


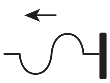
Qual o aspecto da corda logo após a reflexão do pulso na extremidade fixa?

Resolução:

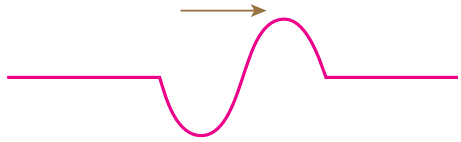


A reflexão na extremidade fixa ocorre com inversão de fase.



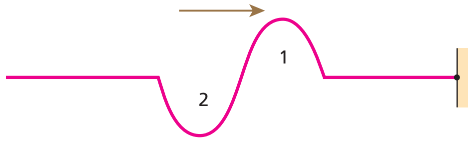
Resposta: 

59 Uma corda horizontal tem suas duas extremidades livres. Numa delas, produz-se um pulso, que se propaga ao longo da corda:

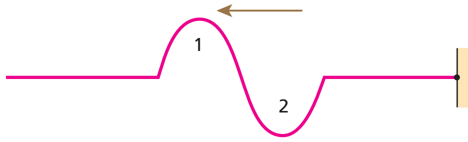


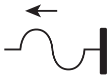
Qual o aspecto da corda logo após a reflexão do pulso na outra extremidade?

Resolução:

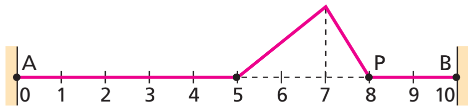


Na extremidade livre a reflexão é sem inversão de fase.



Resposta: 

60 **E.R.** Uma corda AB, de comprimento L = 10 m, tem ambas as extremidades fixas. No instante t = 0, o pulso triangular esquematizado a seguir inicia-se em **A**, atingindo o ponto **P** no instante t = 4 s. Sendo AP = 8 m, determine a velocidade de propagação do pulso e o perfil da corda no instante t = 7 s.



Resolução:
A velocidade de propagação de um pulso que se propaga num meio homogêneo pode ser calculada pela relação:

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

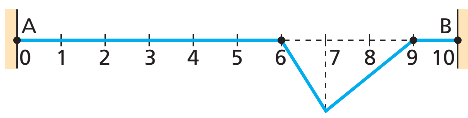
em que **d** é a distância percorrida.
Como, no caso, d = 8 m e Δt = 4 s, temos:

$$v = \frac{8\text{ m}}{4\text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 2\text{ m/s}}$$

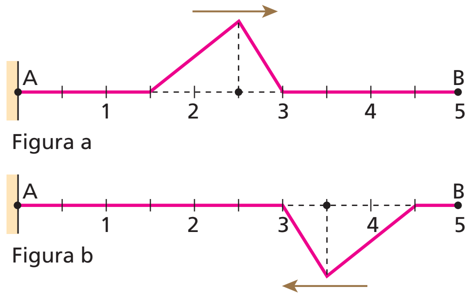
Assim, até o instante t = 7 s, o pulso terá percorrido:

$$d = v\,\Delta t \Rightarrow d = 2 \cdot 7 \Rightarrow d = 14\text{ m}$$

Como a corda tem apenas 10 m, conclui-se que o pulso refletiu em **B**, com inversão de fase (já que essa extremidade está fixa), e percorreu mais 4 m de volta, propagando-se de **B** para **A**. Portanto, o perfil da corda no instante t = 7 s é:



61 Um pulso triangular é produzido na extremidade **A** de uma corda AB, de comprimento L = 5,0 m, cuja outra extremidade **B** é livre. Inicialmente, o pulso se propaga de **A** para **B** com velocidade constante **v**. A figura **a** representa o perfil da corda no instante **t** segundos e a figura **b**, o perfil da corda no instante (t + 7) segundos.



Determine a velocidade (**v**) de propagação da onda, admitindo que a configuração de **b** esteja ocorrendo pela primeira vez após o instante **t**.

Resolução:
Esse pulso deve ir até **B** (reflexão sem inversão), ir até **A** (reflexão com inversão), ir novamente até **B** (reflexão sem inversão) e estabelecer a configuração da figura **b**. Para tanto, a onda deve percorrer uma distância igual a 14 m. Assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{14\text{ m}}{7\text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 2{,}0\text{ m/s}}$$

Resposta: 2,0 m/s

62 Analise as proposições:

I. A refração ocorre quando uma onda atravessa a superfície de separação de dois meios, passando a se propagar no segundo meio.
II. Na refração, a frequência da onda não se altera.
III. Na refração, a velocidade de propagação da onda pode ou não variar.
IV. Na refração, a direção de propagação da onda pode mudar ou não.
V. Na refração, ocorre inversão de fase na onda.

Podemos afirmar que:
a) todas as afirmativas são verdadeiras.
b) todas as afirmativas são falsas.
c) apenas I, II e IV são verdadeiras.
d) apenas I e V são verdadeiras.
e) apenas IV e V são verdadeiras.

Resolução:
I. Verdadeira
II. Verdadeira
III. Falsa
Na refração a velocidade de propagação da onda **sempre** varia.
IV. Verdadeira
Na incidência normal não há variação de direção.
Na incidência oblíqua ocorre variação de direção.
V. Falsa
Na refração, a fase da onda não varia.

Resposta: c

63 (UFMG) A velocidade de um ultrassom, na água, é igual a 1 450 m/s e, no gelo, é de 3 840 m/s a 0 °C. Um ultrassom de frequência igual a $2{,}0 \cdot 10^6$ Hz se propaga no mar em direção a um *iceberg*. Em relação ao comprimento de onda **λ** e à frequência **f** do ultrassom, é correto afirmar que, quando o ultrassom penetra no *iceberg*:

a) **λ** aumenta e **f** aumenta.
b) **λ** aumenta e **f** diminui.
c) **λ** aumenta e **f** permanece constante.
d) **λ** permanece constante e **f** aumenta.
e) **λ** diminui e **f** diminui.

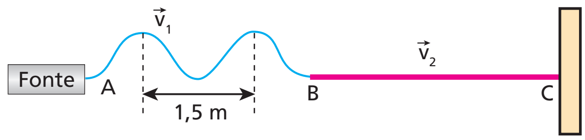
Resolução:
Na refração, a frequência **f** da onda permanece a mesma.
Assim, se:

$$v = \lambda f$$

o comprimento da onda **λ** será maior onde a velocidade de propagação **V** da onda é maior.

Resposta: c

64 A figura representa uma onda transversal periódica que se propaga nas cordas AB e BC com as velocidades $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$, de módulos respectivamente iguais a 12 m/s e 8,0 m/s.



Nessas condições, o comprimento de onda na corda BC, em metros, é:
a) 1,0.
b) 1,5.
c) 2,0.
d) 3,0.
e) 4,0.

Resolução:
Em AB:
$v = \lambda f$
$12 = 1{,}5\ f \Rightarrow f = 8{,}0$ Hz
Em BC:
$v = \lambda f$
$8{,}0 = \lambda_{BC}\ 8{,}0$

$$\boxed{\lambda_{BC} = 1{,}0\text{ m}}$$

Resposta: a

65 Uma onda mecânica com 800 Hz de frequência propaga-se em um meio com comprimento de onda igual a 2,0 m. Ao sofrer refração, essa onda tem sua velocidade reduzida a 50% de seu valor inicial. Qual será o seu novo comprimento de onda?

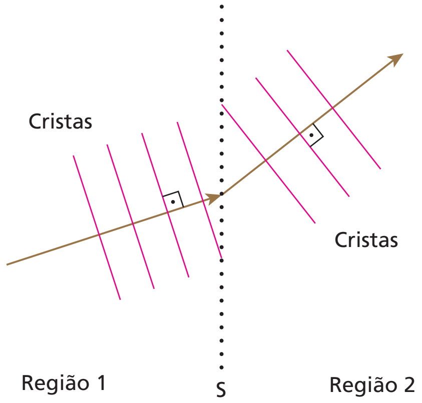
Resolução:
No primeiro meio:
$v = \lambda f$
$v_1 = 2{,}0 \cdot 800$
$v_1 = 1\,600$ m/s
No segundo meio:
$v = \lambda f$

$$\frac{1\,600}{2} = \lambda_2 \cdot 800$$

$$\boxed{\lambda_2 = 1{,}0\text{ m}}$$

Resposta: 1,0 m

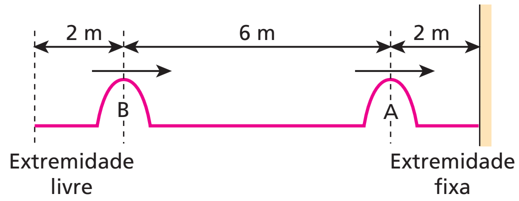
66 (UFBA) A figura a seguir mostra, esquematicamente, as frentes de ondas planas, geradas em uma cuba de ondas, em que duas regiões, nas quais a água tem profundidades diferentes, são separadas pela superfície imaginária **S**. As ondas são geradas na região 1, com frequência de 4 Hz, e se deslocam em direção à região 2. Os valores medidos, no experimento, para as distâncias entre duas cristas consecutivas nas regiões 1 e 2 valem, respectivamente, 1,25 cm e 2,00 cm.
Com base nessas informações e na análise da figura, pode-se afirmar:
(01) O experimento ilustra o fenômeno da difração de ondas.
(02) A frequência da onda na região 2 vale 4 Hz.
(04) Os comprimentos de onda, nas regiões 1 e 2, valem, respectivamente, 2,30 cm e 4,00 cm.
(08) A velocidade da onda, na região 2, é maior que na região 1.
(16) Seria correto esperar-se que o comprimento de onda fosse menor nas duas regiões, caso a onda gerada tivesse frequência maior que 4 Hz.



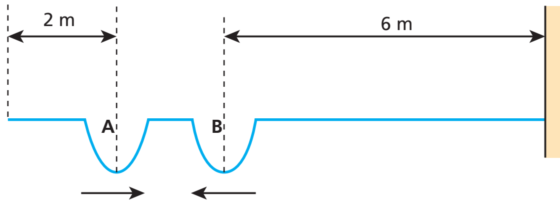
Resolução:
(01) Falsa.
O experimento ilustra o fenômeno de **refração** de ondas.
(02) Verdadeira.
A frequência da onda não se altera na refração.
(04) Falsa.
A distância entre duas cristas consecutivas é igual a um comprimento de onda λ.
Assim:
$\lambda_1 = 1{,}25$ cm
$\lambda_2 = 2{,}00$ cm
(08) Verdadeira.
Como a frequência **f** é igual nos dois meios, a velocidade será maior onde o comprimento de onda for maior.
Assim, sendo:
$\lambda_2 > \lambda_1$,
temos:
$v_2 > v_1$
(16) Verdadeira.
Em cada meio, a velocidade é constante. Assim, sendo $v = \lambda\, f$, o comprimento de onda ficará menor se a frequência ficar maior.

Resposta: 26

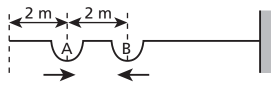
67 Numa corda homogênea de 10 m de comprimento, propagam-se dois pulsos com velocidades iguais a 1 m/s. No instante t = 0, a configuração da corda é representada pela figura abaixo. Qual será a configuração dessa corda no instante t = 14 s?



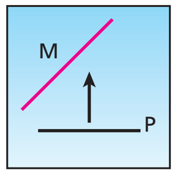
Resolução:
Cada pulso irá percorrer 14 m até o instante t = 14 s. Assim, temos:



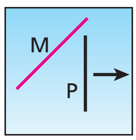
Na extremidade fixa → reflexão com inversão de fase.
Na extremidade livre → reflexão sem inversão de fase.

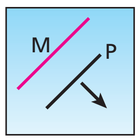
Resposta: 

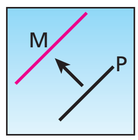
68 Um pulso reto propaga-se na superfície da água em direção a um obstáculo **M** rígido, onde se reflete.
O pulso e o obstáculo estão representados na figura a seguir. A seta indica o sentido de propagação do pulso.

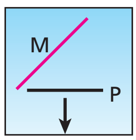


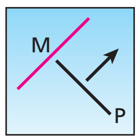
Entre as figuras abaixo, a que melhor representa o pulso **P**, após sua reflexão em **M**, é:

a) 

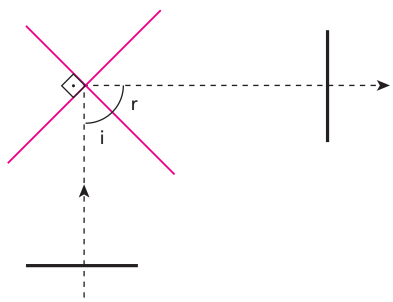
c) 

e) 

b) 

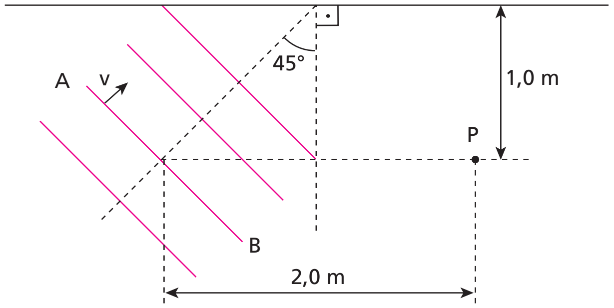
d) 

Resolução:



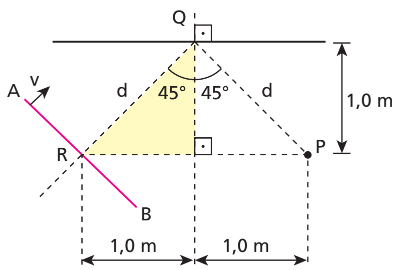
Resposta: a

69 (Fuvest-SP) Ondas retas propagam-se na superfície da água com velocidade de módulo igual a 1,4 m/s e são refletidas por uma parede plana vertical, na qual incidem sob o ângulo de 45°. No instante $t_0 = 0$, uma crista AB ocupa a posição indicada na figura.



a) Depois de quanto tempo essa crista atingirá o ponto **P** após ser refletida na parede?
b) Esboce a configuração dessa crista quando passa por **P**.

Resolução:
a)



Para cada pulso atingir o ponto **P**, ele deverá percorrer uma distância 2d.
Aplicando a relação de Pitágoras, temos:

$2d = 2\sqrt{(1,0)^2 + (1,0)^2}\ (m) = 2\sqrt{2}\ (m) \simeq 2,8\ (m)$

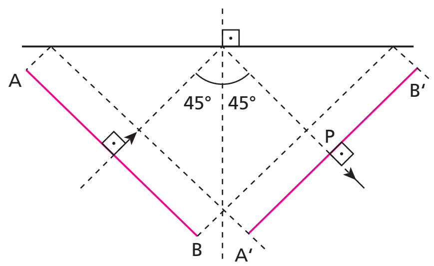
Portanto:

$\Delta s = v\ \Delta t$

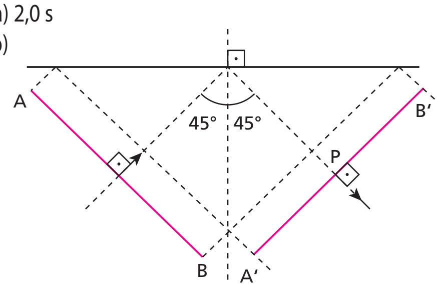
$2,8 = 1,4\ \Delta t$

$\boxed{\Delta t = 2,0\ s}$

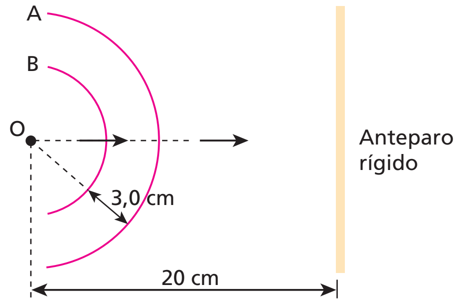
b)



Respostas: a) 2,0 s
b)

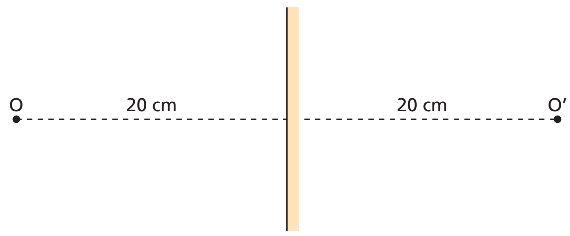


70 Dois pulsos circulares **A** e **B** são produzidos no ponto **O** da superfície tranquila da água de uma cuba de ondas. Os pulsos incidem em um anteparo plano colocado dentro da cuba, sofrendo reflexão:

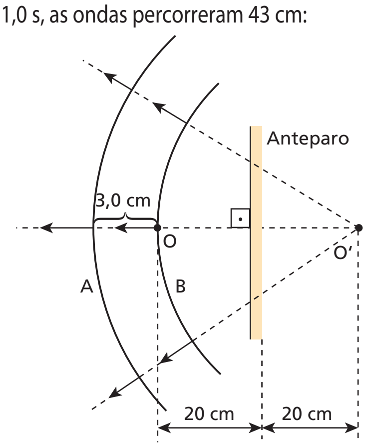


Sabendo que os pulsos se propagam na água com velocidade de 43 cm/s e que **A** foi produzido no instante t = 0, determine a configuração do sistema no instante t = 1,0 s.

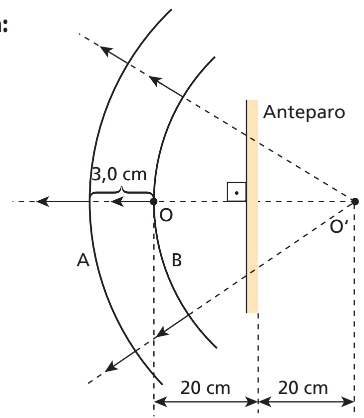
Resolução:
Primeiro vamos obter a "imagem" do ponto **O** em relação ao anteparo.



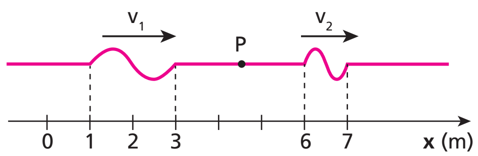
Para obter a configuração no instante t = 1,0 s, podemos imaginar que as ondas saíram do ponto O' no instante t = 0 s.
Assim, em t = 1,0 s, as ondas percorreram 43 cm:



Resposta:



71 O pulso proveniente da esquerda é transmitido através da junção **P** a uma outra corda, como se vê na figura:



Qual é a razão entre a velocidade do pulso v_1 (antes da junção) e v_2 (depois da junção)?

Resolução:

$v = \lambda f$

Como a frequência **f** permanece a mesma, temos:

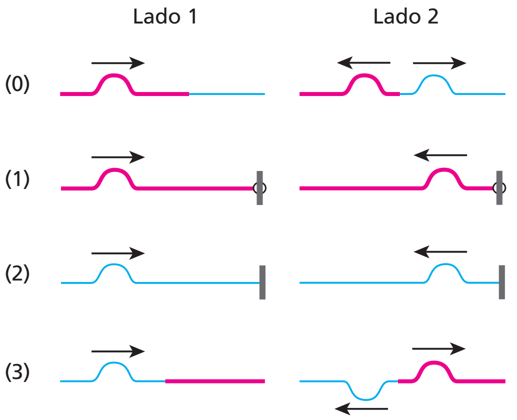
$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\frac{v_1}{2} = \frac{v_2}{1}$$

$$\boxed{\frac{v_1}{v_2} = 2}$$

Resposta: 2

72 (UFMT) Nos esquemas abaixo, temos a representação de um pulso que se propaga em uma corda. O lado 1 representa o pulso incidente e o lado 2 representa o pulso após ocorrido o fenômeno de reflexão, refração ou ambos. Diante do exposto, julgue os itens.



Resolução:

(0) Verdadeiro.
Na junção ocorrem refração e reflexão (sem inversão de fase)

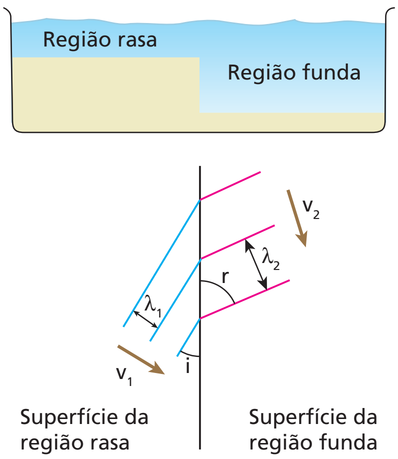
(1) Verdadeiro.
No anteparo a extremidade da corda está livre, a reflexão é sem inversão de fase.

(2) Falso.

(3) Verdadeiro.
A segunda corda é mais grossa, ocorrendo reflexão com inversão de fase.

Respostas: V, V, F, V

73 **E.R.** A figura mostra uma cuba de ondas onde há uma região rasa e outra funda. Com uma régua, são provocadas perturbações periódicas retas a cada 0,4 s que se propagam na superfície da água:



Sabendo que $\boldsymbol{\lambda_1}$ (comprimento de onda na região rasa) é igual a 2 cm, **i** (ângulo de incidência) é igual a 30° e $\mathbf{v_2}$ (velocidade da onda na região funda) é igual a $5\sqrt{2}$ cm/s, determine:

a) a velocidade ($\mathbf{v_1}$) da onda, na região rasa;
b) o comprimento de onda ($\boldsymbol{\lambda_2}$), na região funda;
c) o ângulo de refração (**r**).

Resolução:

a) A velocidade (v_1) da onda, na região rasa, pode ser calculada pela **relação fundamental das ondas**:

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

Sendo $\lambda_1 = 2$ cm e $T = 0,4$ s, temos:

$$v_1 = \frac{2}{0,4} \Rightarrow \boxed{v_1 = 5 \text{ cm/s}}$$

b) Para o cálculo do comprimento de onda (λ_2), na região funda, usamos a mesma relação do item anterior:

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

Sendo $v_2 = 5\sqrt{2}$ cm/s e $T = 0,4$ s, já que o período não muda na refração, temos:

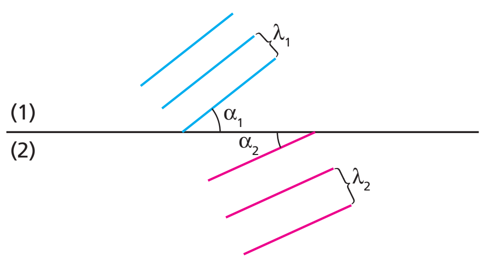
$$\lambda_2 = 5\sqrt{2} \cdot 0,4 \Rightarrow \boxed{\lambda_2 = 2\sqrt{2} \text{ cm}}$$

c) Pela Lei de Snell, podemos calcular o ângulo de refração (**r**):

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\text{sen } 30°}{\text{sen } r} = \frac{2}{2\sqrt{2}}$$

$$\text{sen } r = \sqrt{2} \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow \text{sen } r = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \boxed{r = 45°}$$

74 A figura a seguir representa um trem de ondas retas que passa de um meio 1 para um meio 2. A separação entre os traços indica o comprimento de onda **λ**:



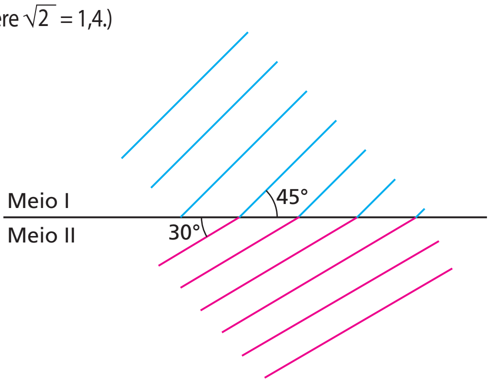
Aponte a alternativa correta.

a) A figura não está correta, porque, se $\lambda_2 > \lambda_1$, deveríamos ter $\alpha_1 < \alpha_2$.
b) A figura está correta, e a velocidade de propagação da onda em 2 é maior que em 1.
c) A figura representa corretamente uma onda passando de um meio para outro mais refringente que o primeiro.
d) A figura não está correta, porque o comprimento de onda não varia quando uma onda passa de um meio para o outro.
e) Todas as afirmações anteriores estão erradas.

Resolução:
Sendo $\lambda_2 > \lambda_1$, temos $v_2 > v_1$.
Para $v_2 > v_1$ os pontos da frente da onda no meio 2 devem se propagar mais rápido, fazendo $\alpha_2 > \alpha_1$.

Resposta: a

75 (Cesgranrio-RJ) Um vibrador produz ondas planas na superfície de um líquido com frequência f = 10 Hz e comprimento de onda λ = 28 cm. Ao passarem do meio I para o meio II, como mostra a figura, foi verificada uma mudança na direção de propagação das ondas. (**Dados:** sen 30° = cos 60° = 0,5; sen 60° = cos 30° = $\frac{\sqrt{3}}{2}$; sen 45° = cos 45° = $\frac{\sqrt{2}}{2}$. Considere $\sqrt{2}$ = 1,4.)



No meio II, os valores da frequência e do comprimento de onda serão, respectivamente, iguais a:

a) 10 Hz; 14 cm.
b) 10 Hz; 20 cm.
c) 10 Hz; 25 cm.
d) 15 Hz; 14 cm.
e) 15 Hz; 25 cm.

Resolução:
A frequência da onda não se altera.

$\boxed{f_{II} = f_I = 10 \text{ Hz}}$

Lei de Snell:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

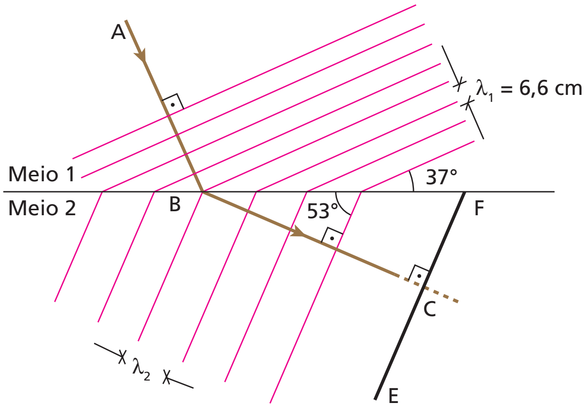
$$\frac{\text{sen } 45°}{\text{sen } 30°} = \frac{28}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{28}{\lambda_2}$$

$$\sqrt{2}\,\lambda_2 = 28$$

$$1{,}4\,\lambda_2 = 28 \Rightarrow \boxed{\lambda_2 = 20 \text{ cm}}$$

Resposta: b

76 O esquema a seguir representa a refração de uma onda sonora plana que passa de um meio 1 (ar) para um meio 2 (gás em alta temperatura e alta pressão). Estão indicados o raio incidente AB, o raio refratado BC e algumas frentes de onda. Uma barreira EF está posicionada no meio 2, perpendicularmente ao raio BC, com o objetivo de refletir o som.



A distância entre os pontos **B** e **F** é igual a 55 cm e adota-se para a intensidade da velocidade do som no meio 1 o valor 330 m/s.
Dados: sen 37° = cos 53° = 0,60;
sen 53° = cos 37° = 0,80.
Determine:

a) as frequências f_1 e f_2 da onda sonora, respectivamente, nos meios 1 e 2;
b) o comprimento da onda λ_2 da onda sonora no meio 2;
c) o intervalo de tempo Δt transcorrido entre a passagem da onda pelo ponto **B** e seu retorno a esse mesmo ponto depois de sofrer reflexão na barreira.

Resolução:
a) $v = \lambda f$
Em 1:
$330 = 6{,}6 \cdot 10^{-2}\ f$
$\boxed{f = f_1 = f_2 = 5{,}0 \cdot 10^3 \text{ Hz}}$

b) Lei de Snell:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{\text{sen } 37°}{\text{sen } 53°} = \frac{6{,}6}{\lambda_2}$$

$$\frac{0{,}60}{0{,}80} = \frac{6{,}6}{\lambda_2}$$

$\boxed{\lambda_2 = 8{,}8 \text{ cm}}$

c) $v = \lambda f$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{v_2}{330} = \frac{8{,}8}{6{,}6} \Rightarrow v_2 = 440 \text{ m/s}$$

No triângulo retângulo BFC:

$$\text{sen } 53° = \frac{\overline{BC}}{\overline{BF}} \Rightarrow 0{,}80 = \frac{\overline{BC}}{0{,}55}$$

$\overline{BC} = 0{,}44$ m
Portanto, usando a expressão: $\Delta s = v\,\Delta t$, considerando-se a ida e a volta, temos:
$2\,\overline{BC} = v\,\Delta t$
$2 \cdot 0{,}44 = 440\ \Delta t$
$\Delta t = \frac{0{,}88}{440}$ s
$\boxed{\Delta t = 2{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$

Respostas: a) 5 kHz; b) 8,8 cm; c) 2,0 ms

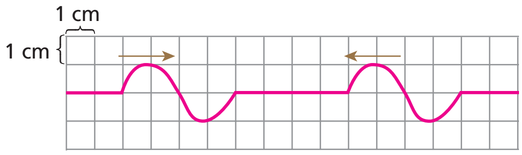
77 Quando duas ondas se superpõem, a onda resultante apresenta sempre, pelo menos, uma mudança em relação às ondas componentes. Tal mudança se verifica em relação à(ao):

a) comprimento de onda.
b) período.
c) amplitude.
d) fase.
e) frequência.

Resolução:
A onda resultante tem sua amplitude igual à soma das amplitudes das ondas componentes.

Resposta: c

78 E.R. No esquema a seguir, observamos duas ondas de mesmo comprimento de onda e mesma amplitude, que se propagam numa mesma corda homogênea em sentidos opostos:

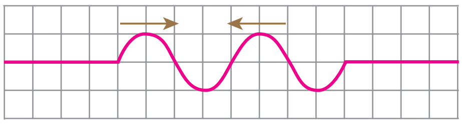


Sabendo que a situação indicada ocorreu no instante t = 0 e que a velocidade das ondas é igual a 1 cm/s, determine o perfil da corda nos instantes:

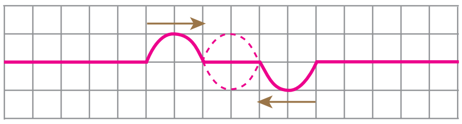
a) $t_1 = 2$ s;
b) $t_2 = 3$ s;
c) $t_3 = 4$ s;
d) $t_4 = 7$ s.

Resolução:

a) Até o instante $t_1 = 2$ s, as ondas deslocam-se 2 cm cada uma, no sentido de suas propagações:

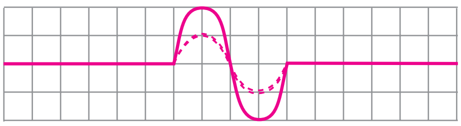


b) Do instante $t_1 = 2$ s até o $t_2 = 3$ s, as ondas avançam mais 1 cm cada uma. Então, temos a seguinte configuração:

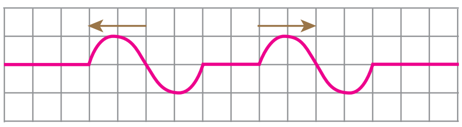


Note que na parte central da corda houve uma interferência destrutiva.

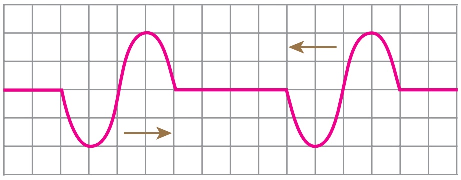
c) No instante $t_3 = 4$ s, as ondas se superpõem em concordância de fase, ocorrendo uma interferência construtiva:



d) De $t_3 = 4$ s até $t_4 = 7$ s, as ondas percorrem mais 3 cm. Temos, então, o seguinte perfil na corda:

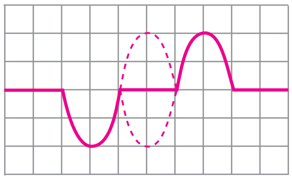


79 A figura abaixo mostra, em um certo instante, duas ondas que se propagam numa corda longa, com o mesmo período T = 4 s:



Qual será a forma da onda resultante três segundos após o instante mostrado acima?

Resolução:
Se o período vale 4s, a onda caminha 1 quadradinho a cada segundo. Assim, após 3 s, temos:



Resposta: 

80 Numa mesma corda são produzidos dois pulsos, que se propagam em sentidos opostos (figura **A**). No instante em que esses pulsos estiverem totalmente superpostos (figura **B**), qual será a forma da corda?

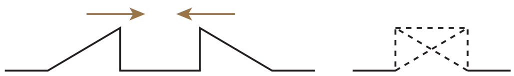
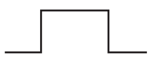
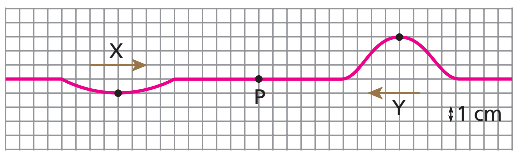


Figura A Figura B

Resolução:
Observamos que a composição dos dois pulsos resulta:

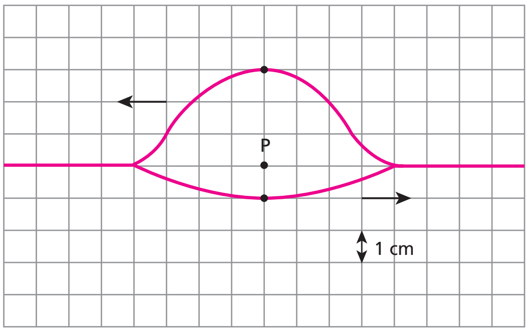
Resposta: 

81 Dois pulsos, **X** e **Y**, propagam-se ao longo de um fio homogêneo, como indicado na figura a seguir:



Quando os pulsos estiverem exatamente superpostos, qual será a amplitude do pulso resultante no ponto **P**?

Resolução:
Na superposição, temos:



A onda **X** puxa o ponto **P** um quadrinho para baixo, e a onda **Y**, três quadrinhos para cima. O resultado é o ponto **P**, dois quadrinhos para cima (2 cm).

$\boxed{d_P = 2 \text{ cm}}$

Resposta: 2 cm

82 Numa experiência com dois diapasões, os resultados obtidos foram batimentos. Isso só foi possível porque os diapasões vibraram com:
a) mesma amplitude.
b) amplitudes pouco diferentes entre si.
c) frequências bem diferentes.
d) frequências iguais.
e) frequências de valores próximos.

Resolução:
Batimento é um fenômeno que ocorre quando duas ondas têm mesma natureza, mesma amplitude e frequências próximas.

Resposta: e

83 Um afinador de pianos, ao realizar seu trabalho, vale-se de diapasões que emitem sons de frequências-padrão. Para afinar certa nota, após acioná-la, ele percute o diapasão correspondente e ouve os dois sons. A afinação da nota será considerada finda quando o afinador não observar entre os sons do piano e do diapasão:
a) interferência.
b) polarização.
c) batimentos.
d) ressonância.
e) reflexão.

Resolução:
A afinação do instrumento musical estará finda quando as notas emitidas pelo piano e pelo diapasão tiverem a mesma frequência. Isso ocorre quando o afinador não percebe mais batimentos.

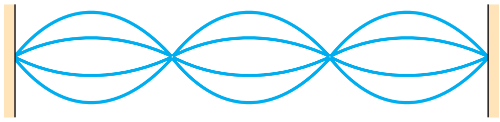
Resposta: c

84 Numa corda vibrante, é possível observar ondas estacionárias. Elas se formam devido aos fenômenos de:
a) reflexão e refração.
b) dispersão e reflexão.
c) refração e polarização.
d) reflexão e interferência.
e) interferência e polarização.

Resolução:
Ondas estacionárias são formadas por duas ondas iguais que se propagam em sentidos opostos. Assim, numa corda, as ondas se propagam até as extremidades, **refletem** e voltam se superpondo provocando **interferência**.

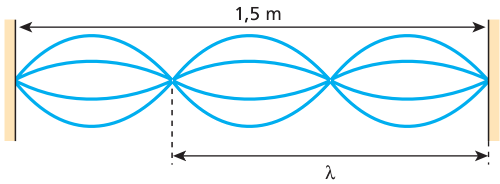
Resposta: d

85 Uma onda estacionária é estabelecida numa corda, de modo a formar três ventres e quatro nós, como está esquematizado na figura:



Sabendo que a distância entre os nós extremos é de 1,5 m e a velocidade da onda é de 10 m/s, determine a frequência dessa onda.

Resolução:



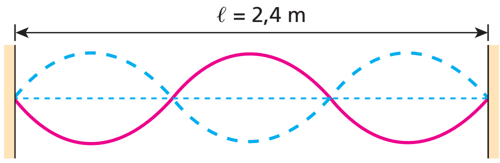
Assim:
$\lambda = 1,0 \text{ m}$

Portanto:
$v = \lambda f$
$10 = 1,0 \cdot f$

$\boxed{f = 10 \text{ Hz}}$

Resposta: 10 Hz

86 Uma corda de comprimento $\ell = 2,4$ m vibra com frequência de 300 Hz no estado estacionário representado na figura. Qual a velocidade de propagação da onda na corda?



Resolução:
Na figura, observamos que :

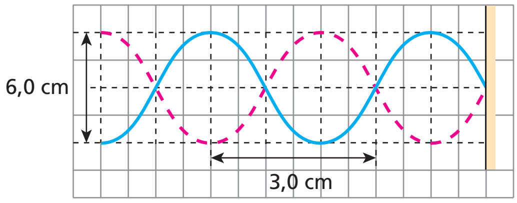
$$3\frac{\lambda}{2} = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 1,6 \text{ m}$$

Portanto:
$v = \lambda f$
$v = 1,6 \cdot 300$

$\boxed{v = 480 \text{ m/s}}$

Resposta: 480 m/s

87 O esquema seguinte representa a configuração estacionária formada numa corda elástica, que tem uma extremidade fixa e outra vibrante:



A respeito da onda estacionária formada na corda, aponte a alternativa verdadeira:

a) Embora sua velocidade de propagação seja nula, transporta energia.
b) Sua amplitude vale 6,0 cm.
c) Seu comprimento de onda vale 3,0 cm.
d) A distância entre dois de seus nós pode ser 6,0 cm.
e) A distância entre dois de seus ventres é 4,0 cm.

Resolução:
Se a distância entre dois nós consecutivos vale 2,0 cm, a distância entre dois nós **pode** ser 6,0 cm.

Resposta: d

88 Um sistema físico que vibra devido à ressonância deve:

a) vibrar com sua máxima amplitude possível.
b) vibrar com uma frequência maior que sua frequência natural.
c) receber energia de uma onda que tem frequência igual à sua frequência natural de vibração.
d) ser feito do mesmo material que a fonte emissora de ondas.
e) ter tamanho menor que o comprimento de onda emitido pela fonte de vibração.

Resolução:
O fenômeno da ressonância ocorre quando um sistema físico recebe energia de uma onda de frequência igual à sua frequência própria de vibração.

Resposta: c

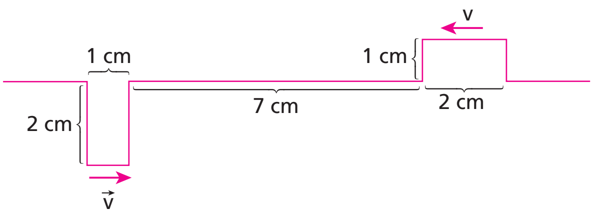
89 (Aman-RJ) Em um forno de micro-ondas, o processo de aquecimento é feito por ondas eletromagnéticas que atingem o alimento ali colocado, incidindo assim nas moléculas de água nele presentes. Tais ondas, de frequência 2,45 GHz, atingem aquelas moléculas, que, por possuírem esta mesma frequência natural, passam a vibrar cada vez mais intensamente. Desse modo, podemos afirmar que o aquecimento descrito é decorrente do seguinte fenômeno ondulatório:

a) batimento.
b) refração.
c) interferência.
d) ressonância.
e) difração.

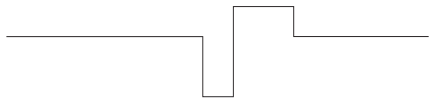
Resolução:
A frequência natural de vibração das moléculas de água é por volta de 2,45 GHz (giga = 10^9).
No forno de micro-ondas, as moléculas de água dos alimentos entram em ressonância com as ondas eletromagnéticas emitidas pelo magnétron, transformando a energia das ondas em energia térmica de aquecimento.

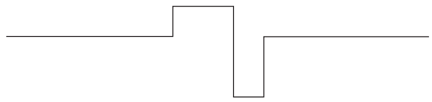
Resposta: d

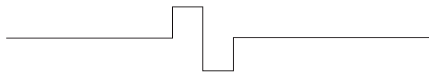
90 (UFSCar-SP) A figura mostra dois pulsos numa corda tensionada no instante t = 0 s, propagando-se com velocidade de 2 m/s em sentidos opostos:

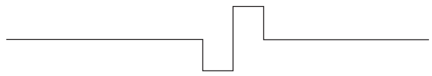


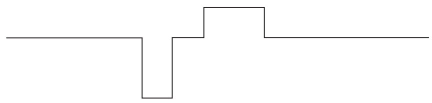
A configuração da corda no instante t = 20 s é:

a) 

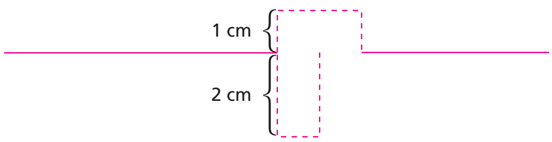
b) 

c) 

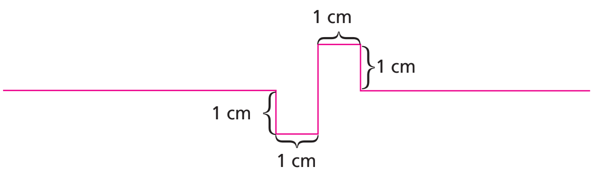
d) 

e) 

Resolução:
$t = 20\ ms = 20 \cdot 10^{-3}\ s$
Fazendo-se:
$\Delta s = vt$,
Temos:
$\Delta s = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-3}\ m$
$\Delta s = 40 \cdot 10^{-3}\ m$
$\Delta s = 4\ cm$
Assim, nesse intervalo de tempo, cada pulso percorre 4 cm apresentando a superposição:

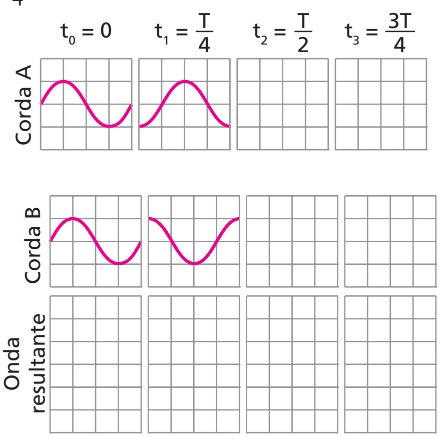


Resultando:



Resposta: d

91 Duas ondas harmônicas, de mesma frequência e igual comprimento de onda, propagam-se em duas cordas idênticas. Os esquemas representam o perfil de um mesmo trecho das cordas nos instantes $t_0 = 0$ e $t_1 = \frac{T}{4}$, em que **T** é o período das ondas:



Determine:

a) o sentido de propagação das ondas, em cada corda;

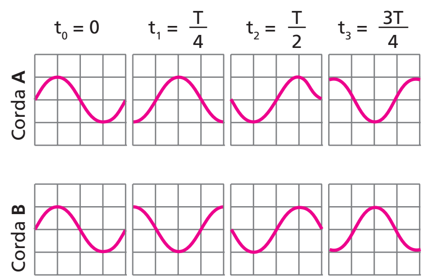
b) o perfil das cordas nos instantes $t_2 = \frac{T}{2}$ e $t_3 = \frac{3T}{4}$;

c) o perfil de uma única corda, nos instantes considerados, supondo que as ondas se superpõem, ocorrendo interferência entre elas.

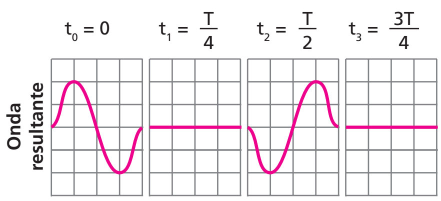
Resolução:

a) Na corda **A**, a onda se propaga da esquerda para a direita e, na **B**, da direita para a esquerda.

b)

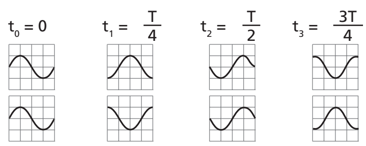


c)

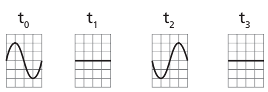


Respostas: a) Na corda **A**, a onda se propaga da esquerda para a direita e, na **B**, da direita para a esquerda.

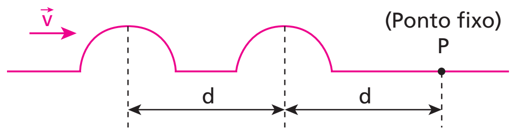
b)



c)



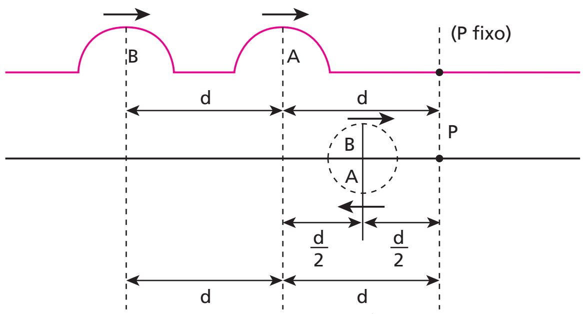
92 (UEL-PR) Dois pulsos idênticos se propagam numa mola perfeitamente elástica com velocidade $\vec{v}$ e são refletidos no ponto fixo **P**. O esquema representa a posição dos pulsos no instante t = 0:



Obs.: d é medido em metros.

Para que as deformações se anulem totalmente, por interferência, no instante t = 1 s, qual deve ser o valor da velocidade de propagação, em metros por segundo?

Resolução:

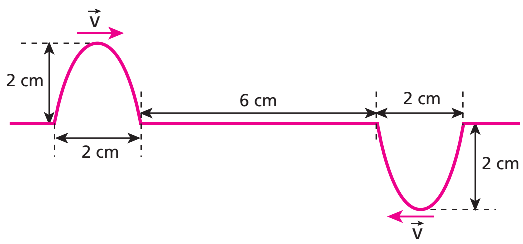


Cada onda percorreu uma distância $\left(d + \frac{d}{2}\right) = \frac{3d}{2}$ até a superposição com interferência destrutiva.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\frac{3d}{2}}{1} \Rightarrow \boxed{v = \frac{3d}{2}\ \text{m/s}}$$

Resposta: $\frac{3d}{2}$ m/s

93 (UFSC) A figura representa dois pulsos de onda, inicialmente separados por 6,0 cm, propagando-se em um meio com velocidades iguais a 2,0 cm/s, em sentidos opostos.



Considerando a situação descrita, indique a(s) proposição(ões) correta(s).

(01) Inicialmente, as amplitudes dos pulsos são idênticas e iguais a 2,0 cm.

(02) Decorridos 8,0 segundos, os pulsos continuarão com a mesma velocidade e forma de onda, independentemente um do outro.

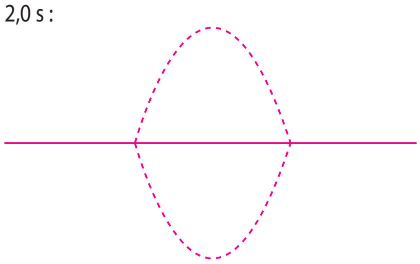
(04) Decorridos 2,0 segundos, haverá sobreposição dos pulsos e a amplitude será nula nesse instante.

(08) Decorridos 2,0 segundos, haverá sobreposição dos pulsos e a amplitude será máxima nesse instante e igual a 2,0 cm.

(16) Quando os pulsos se encontrarem, haverá interferência de um sobre o outro e não mais haverá propagação dos mesmos.

Dê como resposta o somatório dos itens corretos.

Resolução:
(01) Correta.
(02) Correta.
Após 8,0 s do início, as ondas já passaram uma pela outra.
(04) Correta.
Em t = 2,0 s :



(08) Incorreta.
(16) Incorreta.

Resposta: 07

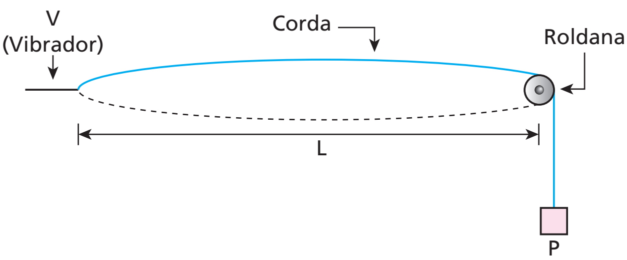
94 (UEL-PR) Há algum tempo um repórter de televisão noticiou uma marcha em algum lugar do Brasil. Em dado momento, citou que os seus integrantes pararam de marchar quando estavam passando sobre uma ponte, com medo de que pudesse cair. Na ocasião, o repórter atribuiu tal receio a “crendices populares”. Com base nos conceitos da Física, é correto afirmar que os integrantes da marcha agiram corretamente, pois a ponte poderia cair devido ao fenômeno da(o):
a) reverberação.
b) interferência.
c) ressonância.
d) batimento.
e) efeito Doppler.

Resolução:
As pessoas marchando provocam uma onda mecânica que pode ter a mesma frequência de vibração da ponte. A energia dessa onda pode fazer a ponte oscilar e até cair.
Esse fenômeno chama-se **ressonância**.

Resposta: c

95 (Cefet-MG) Uma corda com comprimento livre **L** possui uma de suas extremidades presa à haste de um vibrador e a outra, passando por uma roldana, sustentando um peso **P**. A velocidade de propagação das ondas na corda é expressa por $v = \sqrt{\frac{P}{\mu}}$, em que **μ** representa a massa específica linear da corda $\left(\frac{m}{L}\right)$. Os valores de **P**, **L** e **m** encontram-se na tabela.

P	1 N
L	1 m
m	0,04 kg



Considerando que a corda é posta para vibrar, adquirindo o formato mostrado, é correto afirmar que o valor da frequência **f** de vibração, em oscilações/segundo, é igual a:
a) 1,5.
b) 2,5.
c) 4,5.
d) 5,0.
e) 7,0.

Resolução:
$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0,04 \text{ kg}}{1 \text{ m}}$
$\mu = 0,04 \text{ kg/m}$

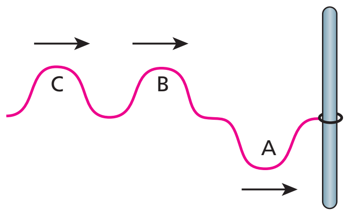
Assim:
$v = \sqrt{\frac{P}{\mu}} = \sqrt{\frac{1}{0,04}} = \sqrt{25}$
$v = 5 \text{ m/s}$

Do desenho, temos:
$\lambda = 2L = 2 \cdot 1 \text{ m}$
$\lambda = 2 \text{ m}$

Portanto:
$v = \lambda f$
$5 = 2 \ f$
$\boxed{f = 2,5 \text{ Hz}}$

Resposta: b

96 (Vunesp-SP) A figura mostra 3 pulsos deslocando-se para a direita numa corda com a extremidade móvel na barra vertical. Até a reflexão de todos os pulsos ocorrerão, sequencialmente,

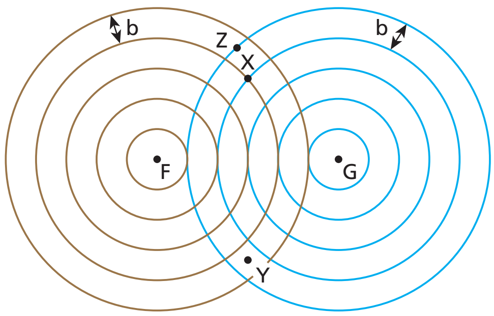


a) duas interferências construtivas.
b) duas interferências construtivas e uma destrutiva.
c) uma interferência destrutiva, uma construtiva e outra destrutiva.
d) duas interferências destrutivas.
e) duas interferências destrutivas e uma construtiva.

Resolução:
Os três pulsos refletem sem inversão de fase (a extremidade da onda está solta).
Assim, na volta, o pulso **A** interfere **destrutivamente** com o pulsos **B** e **C**.
O pulso **B**, na volta, interfere **construtivamente** com o pulso **C**.

Resposta: e

97 A figura seguinte representa as ondas produzidas por duas fontes, **F** e **G**, que vibram na superfície de um líquido. **X**, **Y** e **Z** são pontos da superfície do líquido. As circunferências indicam cristas. Considere que na região indicada não há amortecimento das ondas.



a) Se **f** é a frequência da fonte **F**, qual a frequência da fonte **G**?
b) Se **x**, **y** e **z** são amplitudes de vibração da água nos pontos **X**, **Y** e **Z**, compare **x**, **y** e **z**.

Resolução:

a) Como as ondas **F** e **G** propagam-se com a mesma velocidade e possuem o mesmo comprimento de onda, suas frequências serão iguais.

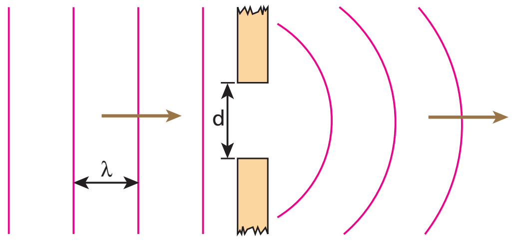
$\boxed{g = f}$

b) **X** $\Rightarrow$ superposição de duas cristas
Y $\Rightarrow$ superposição de dois vales
Z $\Rightarrow$ superposição de uma crista e um vale.
Assim:

$\boxed{x = y > z}$

Respostas: a) $g = f$; b) $x = y > z$

98 O esquema a seguir representa, visto de cima, a evolução de ondas na superfície da água. Elas se propagam da esquerda para a direita, incidindo na mureta indicada, na qual há uma abertura de largura **d**:



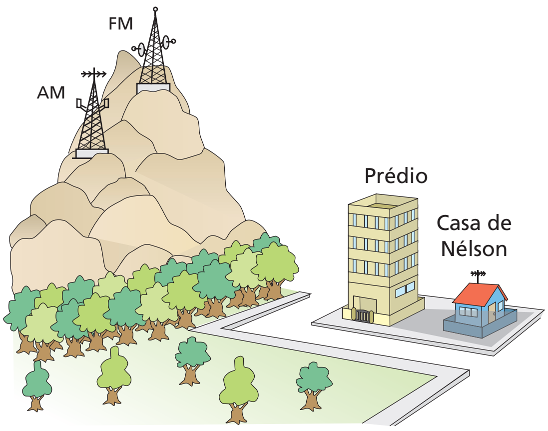
As ondas, cujo comprimento de onda vale λ, conseguem "contornar" a mureta, propagando-se à sua direita. É correto que:

a) ocorreu refração, e $d > \lambda$.
b) ocorreu refração, e $d = \lambda$.
c) ocorreu difração, e $d < \lambda$.
d) ocorreu reflexão, e $d > \lambda$.
e) tudo o que se afirmou não tem relação alguma com o fenômeno ocorrido.

Resolução:
O fenômeno observado é a **difração** e a largura da fenda **d** é menor que o comprimento de onda λ.

Resposta: c

99 (UFMG) No alto da Serra do Curral, estão instaladas duas antenas transmissoras – uma de rádio AM e outra de rádio FM. Entre essa serra e a casa de Nélson, há um prédio, como mostrado na figura a seguir:



Na casa de Nélson, a recepção de rádio FM é ruim, mas a de rádio AM é boa.
Com base nessas informações, **explique** por que isso acontece.

Resolução:
Sendo:
$f_{AM} < f_{FM}$
temos:
$\lambda_{AM} > \lambda_{FM}$
Assim, as ondas AM difratam com maior facilidade, já que seu comprimento de onda é da ordem da dimensão de prédios e montanhas.
As ondas FM difratam menos.

Resposta: As ondas AM difratam mais facilmente que as ondas FM.

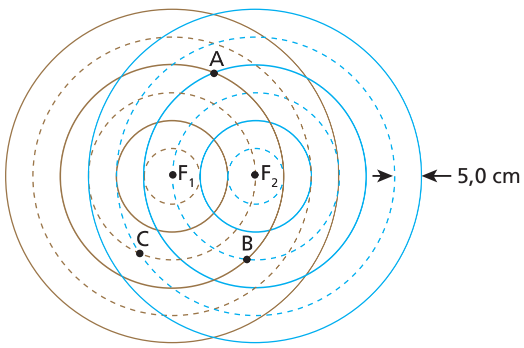
100 O princípio que estabelece que cada ponto de uma onda se comporta como se fosse uma fonte de ondas secundárias é devido a:

a) Newton.
b) Young.
c) Fresnel.
d) Huygens.
e) Coulomb.

Resolução:
O descrito no texto é o **Princípio de Huygens**.

Resposta: d

101 (UFSC) Na figura abaixo estão representadas as cristas (circunferências contínuas) e os vales (circunferências tracejadas) das ondas produzidas pelas fontes F_1 e F_2, num determinado instante. A amplitude de cada onda é igual a 1,0 cm e a frequência de vibração de F_1 como a de F_2 é igual a 10 Hz.



Indique a(s) proposição(ões) verdadeira(s):

(01) Cada uma das ondas independentemente é unidimensional.
(02) No ponto **A**, há uma interferência construtiva com amplitude de vibração de 2,0 cm.
(04) No ponto **B**, há uma interferência destrutiva com amplitude de vibração nula.
(08) No ponto **C**, há uma interferência construtiva com amplitude de vibração de 2,0 cm.
(16) O comprimento de onda de cada onda é 5,0 cm.
(32) O valor da velocidade de propagação de cada onda é $v = 100$ cm/s.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

Resolução:
(01) Falsa.
Cada onda circular representada é bidimensional, isto é, ela se propaga em um plano.

(02) Verdadeira.
Em **A**, ocorre uma interferência construtiva (IC); temos crista com crista:
$A = A_1 + A_2 = 1{,}0 + 1{,}0$
$A = 2{,}0$ cm

(04) Verdadeira.
Em **B**, ocorre uma interferência destrutiva (ID); temos crista com vale:
$A = A_1 - A_2 \Rightarrow A = 0$

(08) Verdadeira.
Em **C**, ocorre uma interferência construtiva (IC); temos vale com vale:
$A = A_1 + A_2 = 2{,}0$ cm

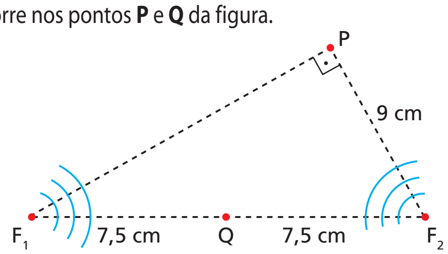
(16) Falsa.
O comprimento de onda (**λ**) é a distância entre duas cristas ou entre dois vales consecutivos.
$\lambda = 10$ cm

(32) Verdadeira.
$v = \lambda f \Rightarrow v = 10 \cdot 10$
$v = 100$ cm/s

Portanto, a soma dos números correspondentes às afirmações corretas é 46.

Resposta: 46

102 E.R. Numa cuba de ondas de profundidade constante, dois estiletes funcionam como fontes de ondas circulares, vibrando em fase com frequência de 5 Hz. Sabendo que a velocidade dessas ondas na superfície da água é de 10 cm/s, determine o tipo de interferência que ocorre nos pontos **P** e **Q** da figura.



Resolução:
Ponto Q
Como o ponto **Q** está a igual distância das fontes e estas vibram em fase, a interferência nesse local é **construtiva**, pois $\Delta d = 0$.

E sendo $\Delta d = N \frac{\lambda}{2}$, temos $N = 0$.

Obs.: Para N = 0, 2, 4, 6, 8, ..., teremos interferência construtiva (IC) e para N = 1, 3, 5, 7, ..., teremos interferência destrutiva (ID), caso as fontes estejam em concordância de fase (se estiverem em oposição, as condições se inverterão).

Ponto P
Para o ponto **P**, temos $PF_2 = 9$ cm e PF_1 pode ser calculado pelo Teorema de Pitágoras, já que o triângulo F_1PF_2 é retângulo. Então:

$(\overline{F_1F_2})^2 = (\overline{PF_1})^2 + (\overline{PF_2})^2$

$15^2 = (\overline{PF_1})^2 + 9^2 \Rightarrow (\overline{PF_1})^2 = 225 - 81 = 144$

$\overline{PF_1} = 12$ cm

Assim, temos:

$\Delta d = \overline{PF_1} - \overline{PF_2} = 12 - 9 \Rightarrow \Delta d = 3$ cm

Da relação $\Delta d = N \frac{\lambda}{2}$, sendo $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{10 \text{ cm/s}}{5 \text{ Hz}} = 2$ cm, vem:

$$3 = N \cdot \frac{2}{2} \Rightarrow \boxed{N = 3}$$

Portanto, em **P** a interferência é destrutiva.

103 Nas figuras, F_1 e F_2 são duas fontes de ondas circulares de mesma frequência que se propagam na superfície da água. Supondo que na primeira figura as fontes estejam em concordância de fase e que na segunda estejam em oposição, determine o tipo de interferência que ocorre nos pontos **A**, **B**, **C** e **D**. As ondas propagam-se com comprimentos de onda iguais a 2 cm.

Figura 1

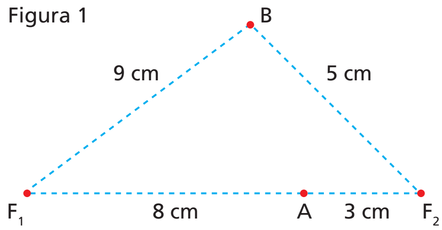
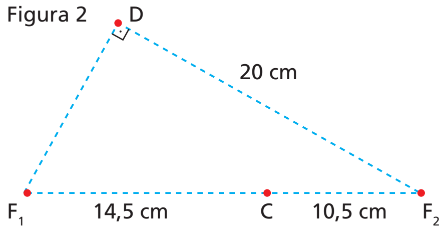


Figura 2



Resolução:
Na figura 1 (fontes em concordância de fase)
Em **A**:
$\Delta d_A = (8 - 3)$ cm
$\Delta d_A = 5$ cm
Como:
$\lambda = 2$ cm
Então:
$\Delta d_A = 5 \frac{\lambda}{2}$

Para N = 5, temos **Interferência Destrutiva**.
Em **B**:
$\Delta d_B = (9 - 5)$ cm
$\Delta d_B = 4$ cm
$\Delta d_B = 4 \frac{\lambda}{2}$

Para N = 4, temos **Interferência Construtiva**.

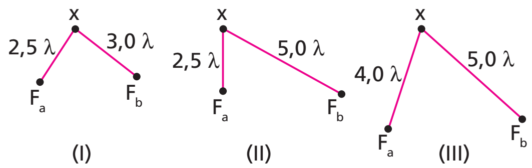
Na figura 2 (fontes em oposição de fase)
Em **C**:
$\Delta d_C = (14{,}5 - 10{,}5)$ cm
$\Delta d_C = 4$ cm
$\Delta d_C = 4 \frac{\lambda}{2}$

Para N = 4, temos **Interferência Destrutiva** (**atenção:** as fontes estão em oposição de fase).
Em **D**:
$\Delta d_D = 20 - \overline{F_1D}$
$\overline{F_1D} = 15$ cm
$\Delta d_D = (20 - 15)$ cm
$\Delta d_D = 5$ cm
$\Delta d_D = 5 \frac{\lambda}{2}$

Para N = 5, temos **Interferência Construtiva** (fontes em oposição de fase).

Respostas: A(ID), B(IC), C(ID), D(IC).

104 (Cefet-MG) Os diagramas seguintes mostram duas fontes de onda F_a e F_b, em fase, produzindo ondas na superfície da água, de comprimento de onda **λ**.



Em **x**, o deslocamento da superfície da água é nulo no(s) diagrama(s):

a) somente I.
b) somente I e II.
c) somente III.
d) somente II.
e) I, II e III.

Resolução:

O deslocamento na superfície da água é nulo nos pontos de interferência destrutiva (ID), em que a diferença de percurso das ondas é um número ímpar de $\frac{\lambda}{2}$. Observe que as fontes estão em fase.

Em I:

$\Delta x = 3{,}0\ \lambda - 2{,}5\ \lambda = 0{,}5\ \lambda$

$\Delta x = 1\ \frac{\lambda}{2}$ (ID)

Em II:

$\Delta x = 5{,}0\ \lambda - 2{,}5\ \lambda = 2{,}5\ \lambda$

$\Delta x = 5\ \frac{\lambda}{2}$ (ID)

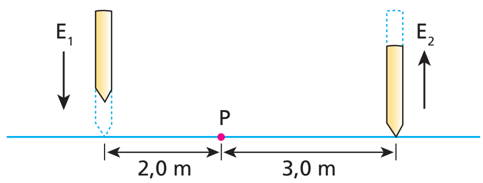
Em III:

$\Delta x = 5{,}0\ \lambda - 4{,}0\ \lambda = 1{,}0\ \lambda$

$\Delta x = 2\ \frac{\lambda}{2}$ (IC)

Resposta: b

105 Dois estiletes E_1 e E_2 vibram verticalmente, executando movimentos harmônicos simples, de frequências iguais. Suas extremidades colidem com a superfície da água de um lago, provocando ondas de amplitudes iguais que se propagam sem amortecimento, com velocidade de 10 m/s.



Sabendo que os estiletes vibram em oposição de fase, calcule a menor frequência de suas oscilações para que no ponto **P** indicado se observe:

a) o máximo reforço das ondas que se superpõem;
b) o anulamento das ondas que se superpõem.

Resolução:

$\Delta x = N\ \frac{\lambda}{2}$

Mas: $v = \lambda\, f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$

Então: $\Delta x = N\ \frac{v}{2f} \Rightarrow f = \frac{Nv}{2\ \Delta x}$

a) Para interferência construtiva (IC), **N** deve ser ímpar, já que as fontes estão vibrando em oposição de fase. Para a menor frequência, N = 1.

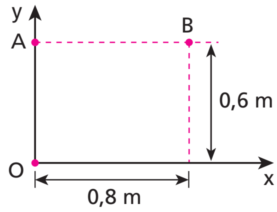
$$f = \frac{1 \cdot 10}{2(3{,}0 - 2{,}0)} \Rightarrow \boxed{f = 5{,}0\ \text{Hz}}$$

b) N = 2

$$f = \frac{n\,v}{2\ \Delta x} = \frac{2 \cdot 10}{2(3{,}0 - 1{,}0)} \Rightarrow \boxed{f = 10\ \text{Hz}}$$

Respostas: a) 5,0 Hz; b) 10 Hz

106 Numa cuba de ondas, criam-se ondas de superfície com duas fontes puntiformes síncronas sediadas nos pontos **O** e **A**. Qual o maior comprimento de onda **λ** possível para que no ponto **B** ocorra um máximo de interferência? E para um mínimo de interferência em **B**?



Resolução:

Por Pitágoras:

$(\overline{OB})^2 = (0{,}6)^2 + (0{,}8)^2$

$\overline{OB} = 1$ m

Assim, sendo:

$\Delta x = N\frac{\lambda}{2}$

Temos:

$(1{,}0 - 0{,}8) = \frac{N\lambda}{2}$

$0{,}4 = N\ \lambda$

Para que em **B** tenhamos:

IC $\rightarrow$ N = 2

$0{,}4 = 2 \cdot \lambda \Rightarrow \boxed{\lambda = 0{,}2\ \text{m}}$ (máximo)

ID $\rightarrow$ N = 1

$0{,}4 = 1\ \lambda \Rightarrow \boxed{\lambda = 0{,}4\ \text{m}}$ (mínimo)

Respostas: 0,2 m (máximo), 0,4 m (mínimo)

107 | E.R. Um tanque de fundo plano contém benzeno transparente de índice de refração absoluto igual a 1,5. Um onda de telecomunicações com frequência igual a 100 MHz, emitida de um satélite, incide verticalmente sobre a superfície tranquila do benzeno, sendo em parte refletida na superfície líquida e em parte refletida no fundo do tanque. Sabendo-se que a intensidade da velocidade da luz no vácuo é igual a $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s, determine:

a) a intensidade da velocidade da onda no interior do benzeno, bem como seu respectivo comprimento de onda;
b) as três menores alturas do benzeno dentro do tanque para que a parcela da onda refletida na superfície líquida seja cancelada pela parcela da onda refletida no fundo do tanque.

Resolução:

a) A intensidade da velocidade da onda no interior do benzeno é calculada por:

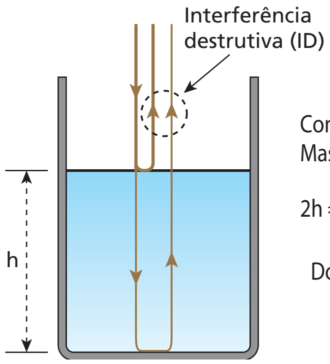
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow 1{,}5 = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = 2{,}0 \cdot 10^8\ \text{m/s}}$$

Aplicando-se a **Equação Fundamental da Ondulatória**, determinamos o comprimento de onda da onda do satélite no interior do benzeno.

$$v = \lambda\, f \Rightarrow 2{,}0 \cdot 10^8 = \lambda 100 \cdot 10^6 \Rightarrow \boxed{\lambda = 2{,}0\ \text{m}}$$

É importante notar que mesmo sofrendo sucessivas refrações a onda mantém inalterada sua frequência de 100 MHz.

b)



Condição de ID: $\Delta y = \frac{\lambda}{2}$
Mas, $\Delta y = 2h$, logo:

$2h = k\frac{\lambda}{2} \Rightarrow h = k\frac{2,0}{4}$ (m)

Donde: $h = k\,0,50$ (m)

$(k = 1, 3, 5, ...)$

Os três menores valores de h correspondem aos três menores valores de k (k = 1, k = 3 e k = 5).
Assim:

Para $k = 1$: $h = 1 \cdot 0,50$ m $\Rightarrow$ $\boxed{h = 0,50 \text{ m}}$

Para $k = 3$: $h = 3 \cdot 0,50$ m $\Rightarrow$ $\boxed{h = 1,5 \text{ m}}$

Para $k = 5$: $h = 5 \cdot 0,50$ m $\Rightarrow$ $\boxed{h = 2,5 \text{ m}}$

108 (Uece) Um método muito usado para inibir a reflexão da luz em vidros é recobri-los com um filme fino e transparente. A espessura mínima, em nm, que um filme fino com índice de refração 1,25 deve ter para que uma luz de comprimento de onda igual a 620 nm, no vácuo, não seja refletida, quando incide praticamente normal a um vidro de índice de refração 1,50, é:
a) 155. b) 124. c) 112. d) 103.

Resposta: b

109 (ITA-SP) Um fina película de fluoreto de magnésio recobre o espelho retrovisor de um carro a fim de reduzir a reflexão luminosa. Determine a menor espessura da película para que produza a reflexão mínima no centro do espectro visível. Considere o comprimento de onda $\lambda = 5\,500$ Å, o índice de refração do vidro $n_v = 1,50$ e o da película $n_p = 1,30$. Admita a incidência luminosa como quase perpendicular ao espelho.

Resposta: 1 058 Å

110 (Olimpíada Brasileira de Física) Ondas de 6 cm de comprimento, produzidas na superfície de um tanque, propagam-se com uma velocidade de 0,06 m/s. Essas ondas encontram um anteparo com uma abertura de 3 cm. Pode-se afirmar que:
a) ocorre difração e o comprimento de onda, após a abertura, é metade da anterior.
b) ocorreu difração e a frequência das ondas é sempre 1 Hz.
c) ocorre refração e a velocidade de propagação das ondas aumentou.
d) ocorre refração, embora as ondas se desloquem na mesma direção.
e) as ondas sofrem reflexão, porque a abertura é menor que o comprimento de onda.

Resolução:
Sendo o comprimento de onda (6 cm) maior que a abertura da fenda (3 cm) atingida, ocorrerá **difração**. A frequência da onda, que não sofre alteração devido à difração, é:
$v = \lambda f$
$0,06 = 0,06 \cdot f$

$\boxed{f = 1 \text{ Hz}}$

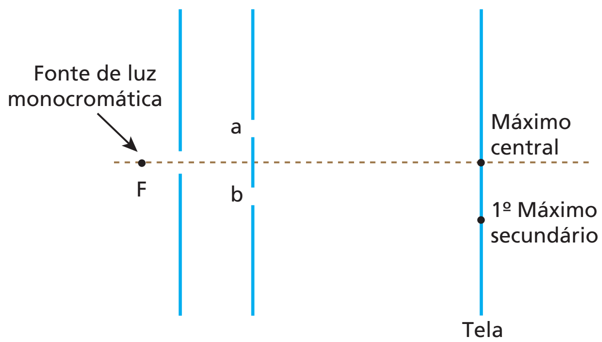
Resposta: b

111 (ITA-SP) "Cada ponto de uma frente de onda pode ser considerado a origem de ondas secundárias tais, que a envoltória dessas ondas forma a nova frente de onda."
I. Trata-se de um princípio aplicável somente a ondas transversais.
II. Tal princípio é aplicável somente a ondas sonoras.
III. É um princípio válido para todos os tipos de ondas, tanto mecânicas quanto eletromagnéticas.
Das afirmativas, pode-se dizer que:
a) somente I é verdadeira.
b) todas são falsas.
c) somente III é verdadeira.
d) somente II é verdadeira.
e) I e II são verdadeiras.

Resolução:
I. Falsa.
Esse princípio é aplicável a qualquer tipo de onda.
II. Falsa.
III. Verdadeira.

Resposta: c

112 Na montagem da experiência de Young, esquematizada abaixo, **F** é uma fonte de luz monocromática de comprimento de onda igual a **λ**.



Na região onde se localiza o primeiro máximo secundário, qual a diferença entre os percursos ópticos dos raios provenientes das fendas **a** e **b**?

Resolução:

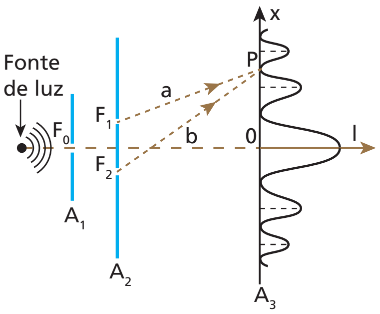
$\Delta x = N\frac{\lambda}{2}$

Para 1º máximo, temos N = 2

$\Delta x = 2\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta x = \lambda}$

Resposta: λ

113 (UFBA) Na experiência de Thomas Young, a luz monocromática difratada pelas fendas F_1 e F_2 se superpõe na região limitada pelos anteparos A_2 e A_3, produzindo o padrão de interferência mostrado na figura.

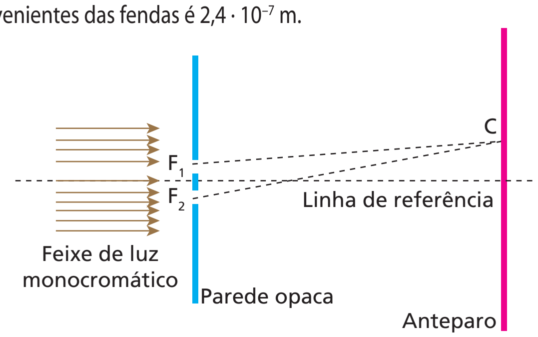


Sabendo que a luz utilizada tem frequência igual a $6{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz e se propaga com velocidade de módulo igual a $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s, determine, em unidades do Sistema Internacional, a diferença entre os percursos ópticos **a** e **b** dos raios que partem de F_1 e F_2 e atingem o ponto **P**.

Resolução:
Na figura observamos que em **P** ocorre interferência destrutiva.
Assim:
$\Delta x = b - a$
$N \frac{\lambda}{2} = b - a,$
em que (N = 3)
No entanto: $v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$
Então:
$\frac{3}{2} \cdot \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{6{,}0 \cdot 10^{14}} = b - a \Rightarrow \boxed{(b - a) = 7{,}5 \cdot 10^{-7}\ \text{m}}$

Resposta: $7{,}5 \cdot 10^{-7}$ m

114 (FURG-RS) A figura mostra a montagem da experiência de Young sobre o fenômeno da interferência da luz. Um feixe de luz monocromático incide perpendicularmente sobre a parede opaca da esquerda, que tem duas fendas F_1 e F_2, próximas entre si. A luz, após passar pelas fendas, forma uma figura de interferência no anteparo da direita. O ponto **C** é a posição da primeira franja escura, contada a partir da franja clara central. A diferença de percurso entre as luzes provenientes das fendas é $2{,}4 \cdot 10^{-7}$ m.



Cor	Comprimento de onda
Vermelha	$6{,}5 \cdot 10^{-7}$ m
Amarela	$5{,}7 \cdot 10^{-7}$ m
Verde	$5{,}4 \cdot 10^{-7}$ m
Azul	$4{,}8 \cdot 10^{-7}$ m
Violeta	$4{,}5 \cdot 10^{-7}$ m

De acordo com a tabela dada, identifique qual é a cor da luz do experimento.

a) Vermelha.
b) Amarela.
c) Verde.
d) Azul.
e) Violeta.

Resolução:
No ponto **C**, encontramos a primeira franja escura (N = 1).
Assim:
$\Delta x = N \frac{\lambda}{2}$
$2{,}4 \cdot 10^{-7} = 1 \frac{\lambda}{2}$
$\lambda = 4{,}8 \cdot 10^{-7}$ m
Na tabela, observamos que esse comprimento de onda corresponde à luz de cor **azul**.

Resposta: d

115 (Cesubra-DF) Um ser humano é capaz de perceber sons que variam entre 20 Hz e 20 kHz. Ondas semelhantes, acima de 20 kHz, são chamadas de ultrassom. Na Medicina, o ultrassom, com frequências entre $1{,}0 \cdot 10^6$ Hz e $10 \cdot 10^6$ Hz é utilizado para analisar órgãos internos do corpo humano. Já, o olho humano é capaz de perceber ondas de frequências compreendidas entre $4{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz e $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz e, imediatamente acima desta última, tem-se o ultravioleta, que, em excesso, pode provocar o aparecimento de câncer de pele. A velocidade de propagação do som nos sólidos tem valor próximo a 1 500 m/s e da luz no ar (ou vácuo), aproximadamente 300 000 km/s. Com base no texto e nos seus conhecimentos sobre o assunto, julgue os itens a seguir, classificando-os como verdadeiros ou falsos.

(1) Quando um paciente submete-se ao exame de ultrassom, seu corpo é permeado por ondas mecânicas cujos comprimentos de onda variam entre 0,15 mm e 1,5 mm.
(2) Ondas de rádio são mecânicas e suas frequências estão compreendidas entre 20 Hz e 20 kHz.
(3) Quando um olho emetrope percebe a luz solar, as células da retina (os cones e os bastonetes) sensibilizam-se, porque estão recebendo ondas cujos comprimentos estão compreendidos entre $4{,}0 \cdot 10^{-7}$ m e $6{,}6 \cdot 10^{-7}$ m, aproximadamente.
(4) Admitindo que a velocidade de propagação do som no ar seja igual a 340 m/s, um trovão que é ouvido 4 s após a visualização do relâmpago indica que o trovão e o relâmpago ocorreram a 1 360 m do observador, aproximadamente.
(5) É impossível que uma onda sonora sofra interferência com uma onda luminosa.

Resolução:
(1) Verdadeiro.
$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$
Ultrassom utilizado na medicina:
$\lambda_{mín} = \frac{1\,500}{10 \cdot 10^6}\ \text{m} \Rightarrow \lambda_{mín} = 0{,}15\ \text{mm}$
$\lambda_{máx} = \frac{1\,500}{1{,}0 \cdot 10^6}\ \text{m} \Rightarrow \lambda_{máx} = 1{,}5\ \text{mm}$
(2) Falso.
Ondas de rádio são ondas eletromagnéticas.
(3) Verdadeiro.
$\lambda = \frac{v}{f}$
Luz visível.
$\lambda_{mín} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{7{,}5 \cdot 10^{14}}\ \text{m} \Rightarrow \lambda_{mín} = 4{,}0 \cdot 10^{-7}\ \text{m}$
$\lambda_{máx} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{4{,}5 \cdot 10^{14}}\ \text{m} \Rightarrow \lambda_{máx} = 6{,}6 \cdot 10^{-7}\ \text{m}$

(4) Verdadeiro.
$d = v \ \ \Delta t$
$d = 340 \cdot 4 \text{ (m)}$
$d = 1\,360 \text{ m}$

(5) Verdadeiro.
O fenômeno da interferência somente ocorre entre ondas de mesma natureza.

Respostas: V, F, V, V, V

116 (Unesp-SP) O princípio físico fundamental para entender o forno de micro-ondas baseia-se no conceito de ressonância. Na parte superior da parede, numa das laterais do forno, encontra-se o *magnetron*, que é a fonte de micro-ondas e que determina a frequência dessas ondas eletromagnéticas. Por sua vez, as dimensões do forno são adequadas para que se formem ondas estacionárias no seu interior. Os antinodos formados por essas ondas estacionárias podem ser visualizados por manchas mais escuras em um papel fotossensível (como os de aparelhos de fax) deixado no forno durante período breve de funcionamento.

a) Quais grandezas físicas variam periodicamente dando origem às micro-ondas?
b) Calcule a velocidade das micro-ondas de um forno, sabendo que a distância entre o centro de duas manchas no papel de fax foi da ordem de 6 cm e que a frequência, indicada pelo fabricante, é 2,45 GHz.

Resolução:

a) A intensidade da corrente alternada, no interior do *magnétron*, varia periodicamente. Essa variação produz um campo elétrico e outro magnético, de intensidades variáveis com o tempo, que caracterizam a onda eletromagnética emitida.

b) $6 \text{ cm} = \dfrac{\lambda}{2} \ \Rightarrow \ \lambda = 1{,}2 \text{ cm} = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Sendo:
$v = \lambda f$,
temos:
$v = 12 \cdot 10^{-2} \cdot 2{,}45 \cdot 10^{9} \text{ (m/s)}$
$\boxed{v = 2{,}94 \cdot 10^{8} \text{ m/s}}$

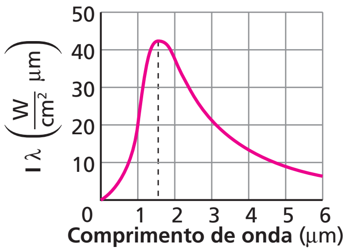
Respostas: a) Intensidade da corrente alternada, do campo elétrico e do campo magnético; b) $2{,}94 \cdot 10^{8}$ m/s

117 Em 1894, o físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) propôs que o produto entre o comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida por um corpo ($\lambda_{máx}$) e sua respectiva temperatura absoluta (T) é aproximadamente constante, conforme a expressão

$$\lambda_{máx} T \simeq 3{,}0 \cdot 10^{3} \ (\mu\text{mK})$$

A radiação térmica proveniente de uma fornalha utilizada para fundir materiais pode ser analisada por um espectrômetro. A intensidade das radiações emitidas por essa fornalha a uma determinada temperatura foi registrada pelo equipamento em função do comprimento de onda correspondente, obtendo-se a curva espectral a seguir.

Resolução:



De acordo com as informações do texto e do gráfico e adotando-se para a intensidade da velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas o valor $3{,}0 \cdot 10^{8}$ m/s, pode-se afirmar que a temperatura da fornalha e a frequência da radiação de máxima intensidade emitida valem, respectivamente:

a) $3{,}0 \cdot 10^{3}$ K e $5{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz.
b) $3{,}0 \cdot 10^{3}$ K e $2{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz.
c) $2{,}0 \cdot 10^{3}$ K e $5{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz.
d) $2{,}0 \cdot 10^{3}$ K e $2{,}0 \cdot 10^{14}$ Hz.
e) $5{,}0 \cdot 10^{3}$ K e $2{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz.

Resposta: d

118 Informações são guardadas em discos CD por meio de sequências de traços ao longo da superfície do disco, as quais são varridas por um feixe de *laser* durante a leitura.
Analise as proposições a seguir.

(01) No vácuo, a velocidade das ondas eletromagnéticas que formam o feixe de *laser* é de 300 000 km/s.
(02) As ondas eletromagnéticas que formam o feixe de *laser* podem deslocar-se através de fibras ópticas, sofrendo sucessivas reflexões totais.
(04) Qualquer feixe de *laser*, tal como o feixe empregado na leitura de um CD, é formado por ondas eletromagnéticas de vários comprimentos de onda.
(08) Todo feixe de *laser* é formado por fótons de frequência bem def inida.
(16) A leitura de um disco CD é realizada com base no fenômeno da interferência de ondas.
(32) A leitura de um disco CD é feita de maneira digital (binária), isto é, *laser* refletido fortalecido: dígito 1; *laser* refletido enfraquecido: dígito 0.
(64) A leitura de um disco CD também pode ser realizada com o emprego de ondas mecânicas.

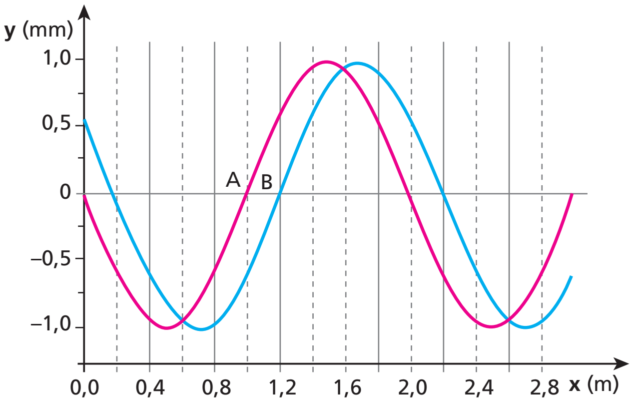
Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

Resolução:

(01) Correta.
(02) Correta.
(04) Incorreta.
O *laser* é constituído por um feixe de luz coerente (em concordância de fase) e de uma só frequência (de um só comprimento de onda).
(08) Correta.
(16) Correta.
(32) Correta.
Laser refletido fortalecido = interferência construtiva.
Laser refletido enfraquecido = interferência destrutiva.
(64) Incorreta.
A leitura somente pode ser feita com ondas eletromagnéticas.

Resposta: 59

119 As curvas **A** e **B** representam duas fotografias sucessivas de uma onda transversal que se propaga numa corda. O intervalo de tempo entre as fotografias é de 0,008 s e é menor que o período da onda.



Pede-se para determinar:

a) a amplitude (**A**), o comprimento de onda (**λ**) e a frequência (**f**) da onda que se propaga ao longo da corda;

b) a intensidade (**v**) da velocidade de propagação.

Resolução:

a) Na figura:

$\boxed{A = 1{,}0 \text{ mm}}$

$\boxed{\lambda = 2{,}0 \text{ m}}$

$v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \lambda\ f$

$\dfrac{0{,}2}{0{,}008} = 2{,}0\ f$

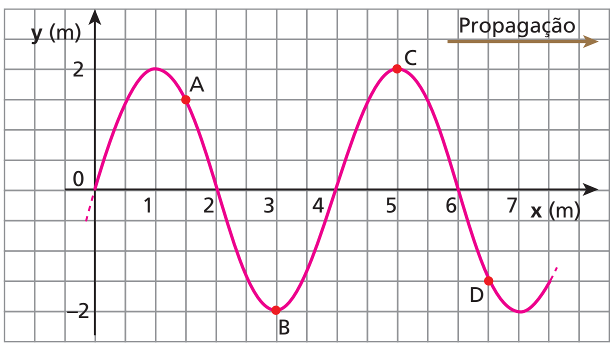
$\boxed{f = 1{,}25 \text{ Hz}}$

b) $v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{0{,}2 \text{ m}}{0{,}008 \text{ s}}$

$\boxed{v = 25 \text{ m/s}}$

Respostas: a) 1,0 mm, 2,0 m, 12,5 Hz; b) 25 m/s

120 A figura representa no instante $t_0 = 0$ um trecho de uma corda elástica e não-absorvedora percorrida por um trem de ondas harmônicas que se propagam para a direita, com velocidade de intensidade igual a 2 m/s.



Considerando o referencial cartesiano 0xy, responda:

a) Qual a equação das ondas, y = f(x, t), dada em unidades do SI?

b) Qual a defasagem, em radianos, entre os pontos **A** e **D**?

c) Os pontos **B** e **C** estão vibrando em concordância ou em oposição de fase? Justifique.

Resolução:

a) Do gráfico:

$\lambda = 4$ m

$A = 2$ m

$\varphi_0 = \dfrac{\pi}{2}$ rad

Como: $v = \lambda\, f$,

temos: $2 = 4\ f \Rightarrow f = \dfrac{1}{2}$ Hz

Assim, a equação de onda é dada por:

$$y = A \cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

$$\boxed{y = 2 \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right]} \text{ (SI)}$$

b) $\Delta\varphi_{AD} = \varphi_A - \varphi_D$

$$\Delta\varphi_{AD} = \left[2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{1{,}5}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right] - \left[2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{6{,}5}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right] \text{ (rad)}$$

$$\Delta\varphi_{AD} = 2\pi\left(\frac{6{,}5}{4} - \frac{1{,}5}{4}\right) \text{ (rad)}$$

$$\boxed{\Delta\varphi_{AD} = \frac{5\pi}{2} \text{ rad}}$$

c) $\Delta\varphi_{BC} = \varphi_B - \varphi_C$

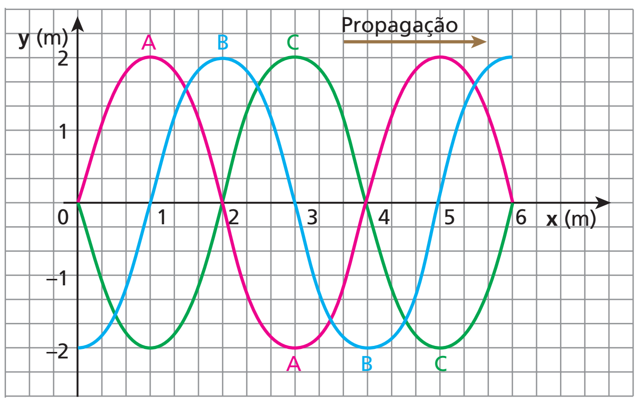
$$\Delta\varphi_{BC} = 2\pi\left(\frac{5-3}{4}\right) \text{ (rad)}$$

$$\Delta\varphi_{BC} = \pi \text{ rad}$$

Os pontos **B** e **C** estão em **oposição de fase**.

Respostas: a) $y = 2 \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$ (SI); b) $\frac{5\pi}{2}$ rad; c) Oposição de fase.

121 A figura seguinte representa três fotografias do mesmo trecho de uma corda, por onde se propaga um trem de ondas sinusoidais sem dissipação de energia.



A primeira fotografia, identificada pela letra **A**, foi obtida no instante t = 0; a segunda, **B**, foi obtida no instante t = 0,05 s e a terceira, **C**, no instante t = 0,10 s. Em relação ao sistema cartesiano xOy, determine:

a) a velocidade de propagação das ondas;

b) o comprimento de onda, a frequência e o período;

c) a "equação" y = f(x, t) das ondas referidas.

Resolução:

a) $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1\ m}{0,05\ s}$

$\boxed{v = 20\ m/s}$

b) Do gráfico:

$\lambda = 4\ m$

$v = \lambda f \Rightarrow 20 = 4\ f \Rightarrow \boxed{f = 5\ Hz}$

$f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{5}\ s \Rightarrow \boxed{T = 0,2\ s}$

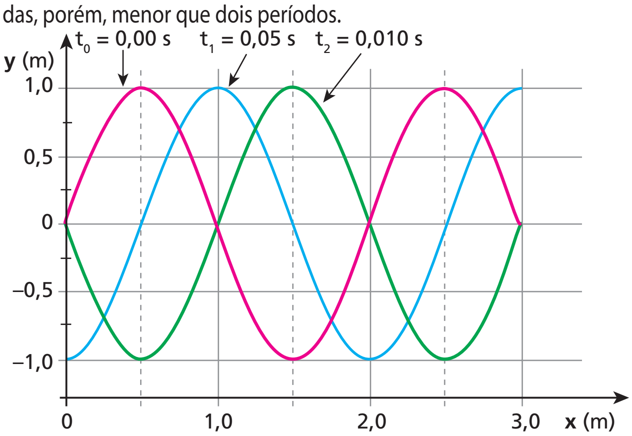
c) $y = A \cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$

$\boxed{y = 2 \cos\left[2\pi\left(5t - \frac{x}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right]}$ (SI)

Observe que $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ porque o ponto **O** da corda começa no zero e oscila para valores negativos.

Respostas: a) v = 20 m/s; b) 4 m, 5 Hz, 0,2 s;
c) $y = 2 \cos\left[2\pi\left(5t - \frac{x}{4}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$ (SI)

122 O esquema abaixo representa três fotografias consecutivas e superpostas de um mesmo trecho de uma corda elástica, ao longo da qual se propaga um trem de ondas harmônicas. O intervalo de tempo entre duas fotografias consecutivas é maior que um período das ondas, porém, menor que dois períodos.



A partir da figura, determine:

a) a amplitude e o comprimento de onda das ondas;

b) a intensidade da velocidade de propagação, bem como a frequência, admitindo-se dois casos: as ondas propagam-se no sentido positivo do eixo 0x; as ondas propagam-se no sentido negativo do eixo 0x.

Resolução:

a) Da figura, temos:

$\boxed{A = 1,0\ m}$

$\boxed{\lambda = 2,0\ m}$

b) No sentido positivo de **Ox**:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2,5\ m}{0,05\ s}$

$\boxed{v = 5,0\ m/s}$

Observe que, entre duas fotos consecutivas, há um intervalo de tempo maior que um período.

$v = \lambda f$

$50 = 2,0\ f \Rightarrow \boxed{f = 25\ Hz}$

No sentido negativo de **Ox**:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3,5\ m}{0,05\ s}$

$\boxed{v = 70\ m/s}$

$v = \lambda f$

$70 = 2,0\ f \Rightarrow \boxed{f = 35\ Hz}$

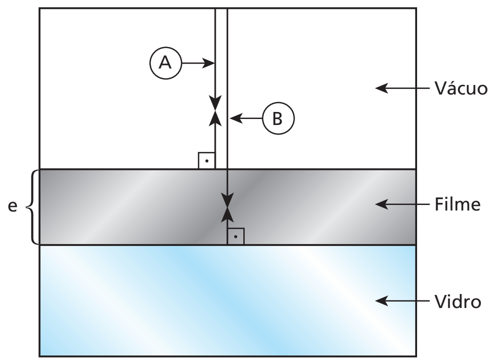
Respostas: a) 1,0 m, 2,0 m; b) 50 m/s e 25 Hz, 70 m/s e 35 Hz

123 (UFC-CE) Um método muito usado para inibir a reflexão da luz em vidros é recobri-los com um filme fino e transparente. A espessura mínima, em nm, que um filme fino com índice de refração 1,25 deve ter para que uma luz de comprimento de onda igual a 620 nm, no vácuo, não seja refletida, quando incide praticamente normal a um vidro de índice de refração 1,50, é:

a) 155.
b) 124.
c) 112.
d) 103.

Resolução:

Para inibir a reflexão, os raios refletidos **A** e **B** da figura devem interferir destrutivamente (ID).



Assim:

$\Delta x = 2e = N\frac{\lambda}{2}$ (N = 1, 2, 3, ...),

mas:

$\frac{\lambda_F}{\lambda_0} = \frac{n_0}{n_F} \Rightarrow \frac{\lambda_F}{620} = \frac{1,00}{1,25}$

$\lambda_F = 496\ nm$

Portanto:

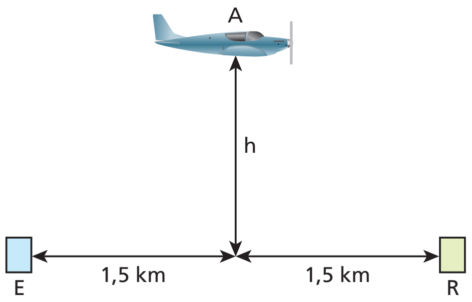
$2\ e_{mín} = 1 \cdot \frac{496}{2}\ (nm)$

$\boxed{e_{mín} = 124\ nm}$

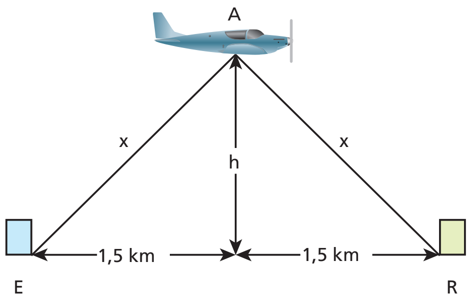
Resposta: b

124 (UFC-CE) Uma estação (**E**) de rádio AM, transmitindo na frequência $f = 750$ kHz, está sendo sintonizada por um receptor (**R**), localizado a 3,0 km de distância. A recepção é, momentaneamente, interrompida devido a uma interferência destrutiva entre a onda que chega direto da estação e a que sofre reflexão no avião (**A**), que voa a uma altura **h**, a meio caminho entre a estação e o receptor (veja figura abaixo). Determine o menor valor possível de **h**. A velocidade da luz no ar é $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

Obs.: a onda refletida sofre uma inversão de fase.



Resolução:



$\Delta d = N\frac{\lambda}{2}$

$2x - 3000 = \frac{N}{2}\ \frac{v}{f}$

$2x - 3000 = \frac{N}{2}\ \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{750 \cdot 10^3}$

$2x - 3000 = N\ \ 200$

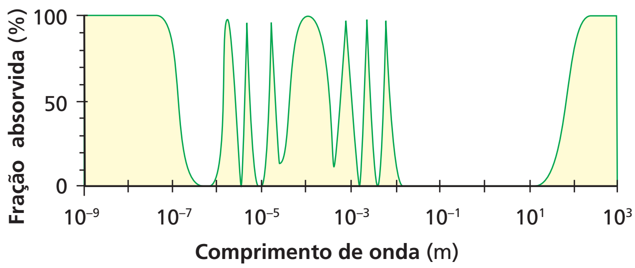
Por causa da reflexão com inversão de fase no avião, a condição para ID em **R** é $N = 2$.

Assim:
$2x - 3000 = 2 \cdot 200$
$2x = 3400$
$x = 1700$ m

Por Pitágoras:
$x^2 = h^2 + (1500)^2$
$(1700)^2 = h^2 + (1700)^2$
$h^2 = 2890000 - 2250000$
$h^2 = 640000$
$\boxed{h = 800 \text{ m}}$

Resposta: 800 m

125 (Unicamp-SP) O sistema GPS (*Global Positioning System*) consiste em um conjunto de satélites em órbita em torno da Terra que transmitem sinais eletromagnéticos para receptores na superfície terrestre. A velocidade de propagação dos sinais é de 300 000 km/s. Para que o sistema funcione bem, a absorção atmosférica desse sinal eletromagnético deve ser pequena. A figura a seguir mostra a porcentagem de radiação eletromagnética absorvida pela atmosfera em função do comprimento de onda.



a) A frequência do sinal GPS é igual a 1 500 MHz. Qual o comprimento de onda correspondente? Qual a porcentagem de absorção do sinal pela atmosfera?

b) Uma das aplicações mais importantes do sistema GPS é a determinação da posição de um receptor na Terra. Essa determinação é feita por meio da medida do tempo que o sinal leva para ir do satélite até o receptor. Qual é a variação Δt na medida do tempo feita pelo receptor que corresponde a uma variação na distância satélite-receptor de $\Delta x = 100$ m? Considere que a trajetória do sinal seja retilínea.

Resolução:

a) $v = \lambda f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = \lambda\ \ 1{,}5 \cdot 10^9$

$\boxed{\lambda = 2{,}0 \cdot 10^{-1} \text{m}}$

No gráfico, observamos que, para esse comprimento de onda, a fração absorvida pela atmosfera é nula.

b) $\Delta x = d_2 - d_1 = 100$ m

Como: $\Delta x = v\ \ \Delta t$,

temos: $100 = 3{,}0 \cdot 10^8\ \ \Delta t$

$\boxed{\Delta t \simeq 3{,}3 \cdot 10^{-7} \text{ s}}$

Respostas: a) 0,2 m, nula; b) $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ s

126 A figura mostra uma onda progressiva em dois instantes de tempo: $t_1 = 1{,}0$ s (——) e $t_2 = 9{,}0$ s (——). Se a distância indicada for $d = 2{,}0$ m, o período (em segundos) da onda não poderá ser igual a:

a) 32. b) 16. c) 6,4. d) 3,5. e) 2,5.

Resolução:

Do gráfico:
$\lambda = 4\ \ d = 4 \cdot 2{,}0$ m
$\lambda = 8{,}0$ m

Como: $v = \lambda\ \frac{1}{T}$ e $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Então: $T = \frac{\lambda \Delta t}{\Delta s}$

Entre a situação de linha cheia (t_1=1,0 s) e a da linha tracejada (t_2 = 9,0 s), a onda pode ter percorrido a distância:

1) d = 2,0 m

$$T_1 = \frac{8,0\ \ (9,0 - 1,0)}{2,0} \Rightarrow T_1 = 32\ s$$

2) d + λ = (2,0 + 8,0) m = 10 m

$$T_2 = \frac{8,0\ \ (9,0 - 1,0)}{10} \Rightarrow T_2 = 6,4\ s$$

3) d + 2λ = (2,0 + 2 · 8,0) m = 18 m

$$T_3 = \frac{8,0\ \ (9,0 - 1,0)}{18} \Rightarrow T_3 \simeq 3,6\ s$$

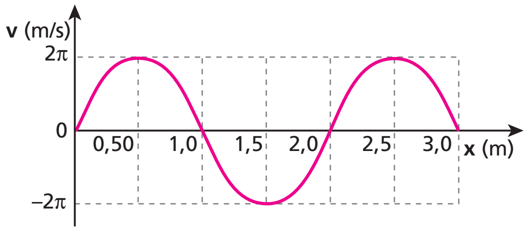
4) d + 3λ = (2,0 + 3 · 8,0) m = 26 m

$$T_4 = \frac{8,0\ \ (9,0 - 1,0)}{26} \Rightarrow T_4 \simeq 2,5\ s$$

Portanto, o único valor não possível é de 16 s.

Resposta: b

127 Considere uma onda senoidal propagando-se com velocidade igual a 4,0 m/s ao longo de uma corda elástica coincidente com um eixo de referência Ox. O gráfico mostra, em determinado instante, os valores algébricos das velocidades transversais de alguns pontos da corda, compreendidos entre as posições x_0 = 0 e x_1 = 3,0 m.



a) Determine a frequência e a amplitude da onda.
b) No instante considerado, qual será o perfil da corda compreendido entre as posições x_0 = 0 e x_1 = 3,0 m?
c) Calcule, no instante considerado, o valor algébrico da aceleração do ponto da corda situado na posição x = 2,0 m.

Resolução:

a) Entre a posição de equilíbrio (x = 0) e uma das posições de inversão (v = 0), a distância corresponde à amplitude do MHS.

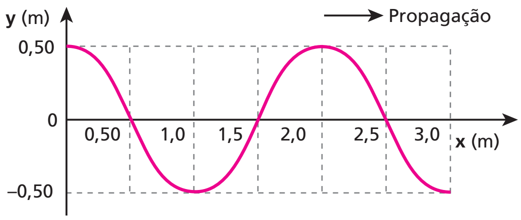
$\boxed{A = 0,50\ m}$

Uma oscilação completa ocorre em um trecho de 2,0 m de corda. Assim, λ = 2,0 m.

$v = \lambda f \Rightarrow 4,0 = 2,0\ f$

$\boxed{f = 2,0\ Hz}$

b)



Quando a velocidade é nula, a elongação é máxima.

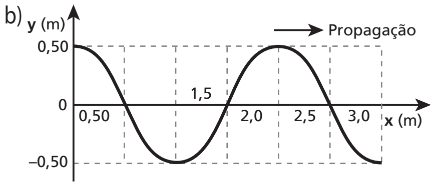
c) No ponto x = 2,0 m, a velocidade da corda é nula e a aceleração é determinada por:

$\gamma = -a\omega^2 = -a(2\pi f)^2$

$\gamma = -0,50\ (2\pi\ 2,0)^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = -8\pi^2\ m/s^2}$

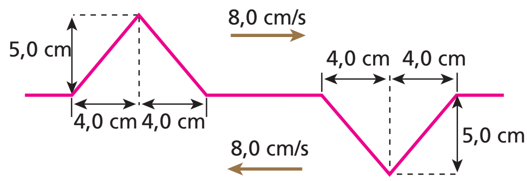
Respostas: a) 2,0 Hz, 0,50 m;

b)



c) $-8\pi^2$ m/s²

128 Dois pulsos triangulares, de mesma largura e amplitude, propagam-se em oposição de fase ao longo de uma corda elástica, não-dispersiva e de densidade linear igual a 10 g/cm.

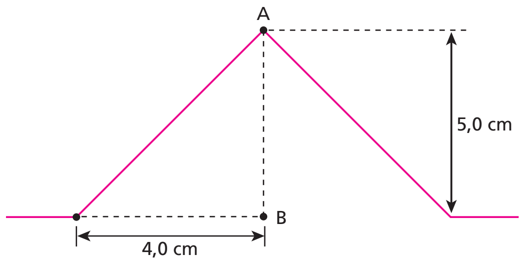


Suas velocidades são opostas, apresentando módulo de 8,0 cm/s. Sabendo que cada pulso transporta uma energia potencial elástica de $4,0 \cdot 10^{-4}$ J, calcule:

a) a energia cinética transportada por pulso antes de eles estarem superpostos;
b) a energia cinética total associada ao sistema no instante em que os pulsos estiverem perfeitamente superpostos.

Resolução:

a)



O ponto **A** atinge a posição **B** no mesmo tempo em que a onda percorre 4,0 cm.

$$v_{onda} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 8,0 = \frac{4,0}{\Delta t}$$

Δt = 0,50 s

Assim, a velocidade de fase do ponto **A** é dada por :

$$v_A = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{5,0\ cm}{0,5\ s}$$

v_A = 10 cm/s = 0,10 m/s

Portanto:

$$E_C = \frac{m\ v^2}{2}$$

mas: $\delta = \dfrac{m}{L} \Rightarrow m = \delta\ L$

Então:

$$E_C = \frac{\delta\, L v^2}{2} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}0\,(0{,}10)^2}{2}\ (J)$$

$$\boxed{E_C = 4{,}0 \cdot 10^{-4}\ (J)}$$

b) Quando os pulsos estão superpostos, ocorre a ID, sendo sendo que toda a energia mecânica existente está sob a forma de energia cinética.

$E_T = 2\,(E_C + E_P)$

$E_T = 2\,(4{,}0 \cdot 10^{-4} + 4{,}0 \cdot 10^{-4})$

$$\boxed{E_T = 1{,}6 \cdot 10^{-3}\ (J)}$$

Respostas: a) $4{,}0 \cdot 10^{-4}$ J; b) $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ J

129 Uma emissora de rádio AM opera com frequência de 600 kHz e sua antena transmissora está distante 180 km de um determinado aparelho receptor. Entre a antena e o receptor o solo é praticamente plano e horizontal e não existem barreiras pejudicando a propagação das ondas de telecomunicações, que, no local, têm velocidade de intensidade $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s. O sinal que atinge o receptor chega por dois caminhos: o direto e o via reflexão na ionosfera, admitida paralela à superfície terrestre e situada, num instante $t_0 = 0$, a 120 km de altitude. Nesse instante, o receptor recebe um sinal resultante reforçado como consequência da interferência construtiva ocorrida entre os dois sinais que o atingem. Em seguida, o sinal captado torna-se mais fraco, voltando, pela primeira vez, a apresentar-se intensificado como antes no instante t = 2,6 min. Isso pode ser explicado pelo fato de a ionosfera ter-se aproximado do solo com uma velocidade escalar média do módulo **v**.

a) Calcule o comprimento de onda **λ** das ondas irradiadas pela emissora.
b) Determine o valor de **v**.

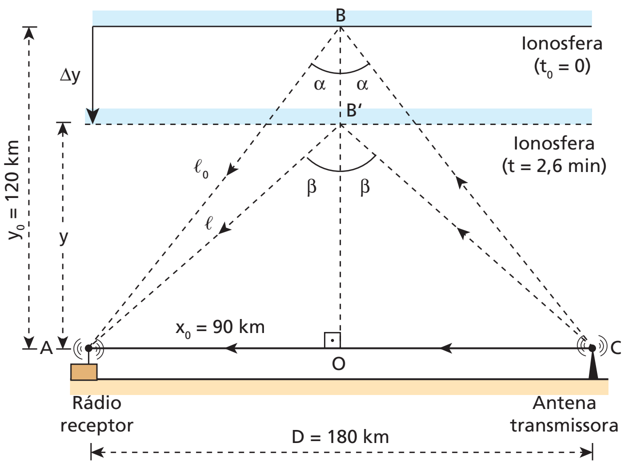
Resolução:

a) $v = \lambda f$

$3{,}0 \cdot 10^8 = \lambda\ \ 600 \cdot 10^3$

$$\boxed{\lambda = 500\ m}$$

b) Observemos o esquema a seguir:



No triângulo ABO, temos:

$\ell_0^2 = 90^2 + 120^2$

$\ell_0 = 150$ km

Diferença de percursos entre a onda direta (AC) e a refletida (ABC):

$\Delta x_0 = 2\ell_0 - D$

$\Delta x_0 = 2\ \ (150) - 180\ \ (km)$

$\Delta x_0 = 120$ km

No instante t = 2,6 min, deve ocorrer nova interferência construtiva. Assim:

$\Delta x = \Delta x_0 - \lambda$

$\Delta x = 120\,000 - 500\ \ (m)$

$\Delta x = 119\,500$ m

Esse Δx é a nova diferença de percurso:

$\Delta x = 2\ell - D$

$119\,500 = 2\ell - 180\,000$

$\ell = 149\,750$ m

No triângulo AB'O, temos:

$\ell^2 = x_0^2 + y^2$

$(149\,750)^2 = (90\,000)^2 + y^2$

$y = 119\,687,35$ m

Portanto:

$\Delta y = y - y_0$

$\Delta y = 119\,687{,}35 - 120\,000\ \ (m)$

$\Delta y = -312{,}65$ m

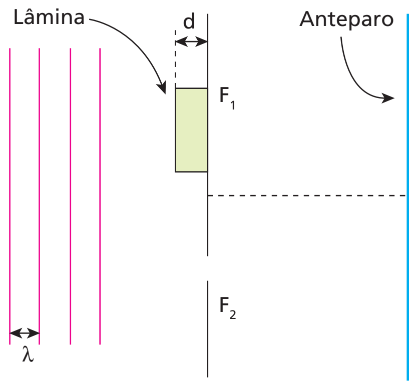
e:

$$v = \frac{|\Delta y|}{\Delta t} = \frac{312{,}65\ m}{2{,}6 \cdot 60\ s}$$

$$\boxed{v \simeq 2{,}0\ m/s}$$

Respostas: a) 500 m; b) $\simeq$ 2,0 m/s

130 (ITA-SP) Num experimento de duas fendas de Young, com luz monocromática de comprimento de onda **λ**, coloca-se uma lâmina delgada de vidro (n_v = 1,6) sobre uma das fendas.
Isso produz um deslocamento das franjas na figura de interferência. Considere que o efeito da lâmina é alterar a fase da onda. Nessas circunstâncias, pode-se afirmar que a espessura **d** da lâmina, que provoca o deslocamento da franja central brilhante (ordem zero) para a posição que era ocupada pela franja brilhante de primeira ordem, é igual a:



a) 0,38 λ.
b) 0,60 λ.
c) λ.
d) 1,2 λ.
e) 1,7 λ.

Resolução:

Cálculo da diferença de fase entre as ondas:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{T}\,(\Delta t_L - \Delta t_0)$$

em que:

$\Delta t_L \rightarrow$ tempo para a onda atravessar a lâmina;

$\Delta t_0 \rightarrow$ tempo para a onda percorrer igual distância no vácuo.

Como:

$\Delta t_L = \frac{d}{V_L}$ e $V_L = \frac{c}{n}$

Temos: $\Delta t_L = \frac{dn}{c}$

mas: $v = \lambda f \Rightarrow c = \lambda \frac{1}{T}$

Então: $\Delta t_L = \frac{dnT}{\lambda}$

Não existindo a lâmina, a distância **d** percorrida pela onda no vácuo:

$d = c\Delta t_0 \Rightarrow d = \frac{\lambda \Delta t_0}{T} \Rightarrow \Delta t_0 = \frac{d\,T}{\lambda}$

Assim:

$\Delta t_L - \Delta t_0 = \frac{nd\,T}{\lambda} - \frac{d\,T}{\lambda}$

$\Delta t_L - \Delta t_0 = \frac{d\,T}{\lambda}(n-1)$

e

$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{T}\ \frac{d\,T}{\lambda}(n-1)$

$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}(n-1)$

Para que a franja de ordem 1 tenha interferência construtiva, vem:

$\Delta\varphi = 2\pi$ rad

$\frac{2\pi d}{\lambda}(n-1) = 2\pi$

$d = \frac{\lambda}{n-1} = \frac{\lambda}{1,6-1} = \frac{\lambda}{0,6}$

$\boxed{d \simeq 1,7\,\lambda}$

Resposta: e