

01 | Radares são emissores e receptores de ondas de rádio e têm aplicações, por exemplo, na determinação de velocidades de veículos nas ruas e rodovias. Já os sonares são emissores e receptores de ondas sonoras, sendo utilizados no meio aquático para determinação da profundidade dos oceanos, localização de cardumes, dentre outras aplicações.

Comparando-se as ondas emitidas pelos radares e pelos sonares, temos que:

- A** as ondas emitidas pelos radares são mecânicas e as ondas emitidas pelos sonares são eletromagnéticas.
- B** ambas as ondas exigem um meio material para se propagarem e, quanto mais denso for esse meio, menores serão suas velocidades de propagação.
- C** as ondas de rádio têm oscilações longitudinais e as ondas sonoras têm oscilações transversais.
- D** as frequências de oscilação de ambas as ondas não dependem do meio em que se propagam.
- E** a velocidade de propagação das ondas dos radares pela atmosfera é menor do que a velocidade de propagação das ondas dos sonares pela água.

02 | A tabela abaixo apresenta a frequência f de três diapasões.

Diapasão	f (Hz)
d_1	264
d_2	352
d_3	440

Considere as afirmações abaixo.

- I. A onda sonora que tem o maior período é a produzida pelo diapásão d_1 .
- II. As ondas produzidas pelos três diapasões, no ar, têm velocidades iguais.

III. O som mais grave é o produzido pelo diapásão d_3 .

Quais estão corretas?

- A** Apenas I.
- B** Apenas II.
- C** Apenas III.
- D** Apenas I e II.
- E** I, II e III.

03 | Isaac Newton é reconhecido como um dos grandes gênios da humanidade. Em sua lápide, na Abadia de Westminster, em Londres, está escrito: “Disse Deus ‘Faça-se Newton’ e houve luz nas jazidas”. Dentre suas contribuições para o desenvolvimento da Física, estão os estudos relacionados à dispersão da luz do Sol ao atravessar um prisma de vidro. Nessas condições, ocorre a decomposição da luz branca nas várias cores.

Com relação ao fenômeno de dispersão da luz branca, analise as informações a seguir.

- I. O arco-íris aparece quando os raios de luz branca incidem em gotículas de água presentes na atmosfera.
- II. A cor que sofre menor desvio quando a luz branca atravessa um prisma de vidro é a vermelha.
- III. A frequência das cores que compõem a luz branca não sofre alteração ao atravessar um prisma.
- IV. No interior de um prisma de vidro, as diversas cores que compõem a luz branca apresentam velocidades de propagação diferentes.

Está **correto** o que se afirma em:

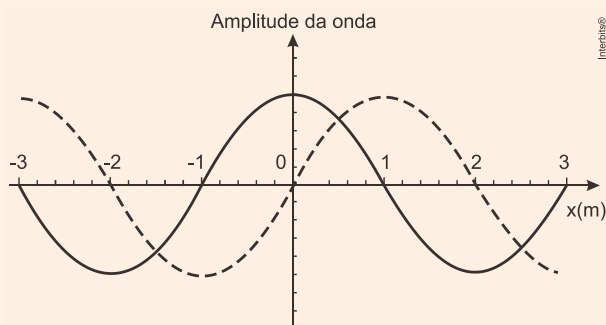
- A** II e IV, apenas.
- B** I e III, apenas.
- C** II, III e IV, apenas.
- D** I, II, III e IV.
- E** I e II, apenas.

04 Em uma corda esticada, uma onda transversal se propaga com frequência f e comprimento de onda λ .

A velocidade de propagação da onda na corda e a frequência angular da onda são dadas, respectivamente, por:

- A** $\lambda/f; 2\pi f$
- B** $\lambda f; 1/f$
- C** $\lambda/f; 2\pi/f$
- D** $\lambda f; 2\pi f$
- E** $\lambda f; 2\pi/f$

05 A figura representa uma onda harmônica transversal, que se propaga no sentido positivo do eixo x , em dois instantes de tempo: $t = 3$ s (linha cheia) e $t = 7$ s (linha tracejada).



Dentre as alternativas, a que pode corresponder à velocidade de propagação dessa onda é

- A** 0,14 m/s
- B** 0,25 m/s
- C** 0,33 m/s
- D** 1,00 m/s
- E** 2,00 m/s

06 Um pescador observa que seu barco oscila na direção vertical, para baixo e para cima 200 vezes em 50 s. O período de uma oscilação do barco é

- A** 4,0 s
- B** 2,0 s
- C** 1,0 s
- D** 0,50 s
- E** 0,25 s

07 A frequência cardíaca de um atleta, medida após uma corrida de 800 m, era de 90 batimentos por minuto.

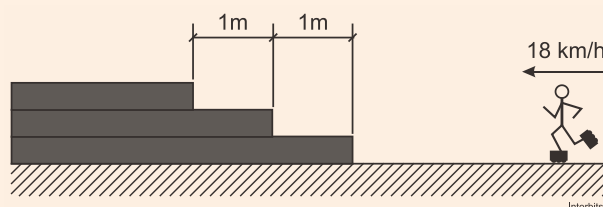
Essa frequência, expressa em Hertz, corresponde a

- A** 1,5
- B** 3,0
- C** 15
- D** 30
- E** 60

08 As ondas em um oceano possuem 6,0 metros de distância entre cristas sucessivas. Se as cristas se deslocam 12 m a cada 4,0 s, qual seria a frequência, em Hz, de uma boia colocada nesse oceano?

- A** 1,80
- B** 1,50
- C** 1,00
- D** 1,20
- E** 0,50

09



Um patinador em velocidade constante de 18 km/h vai ao encontro de uma escadaria, batendo palma. O som produzido pela palma é refletido horizontalmente em cada degrau de 1 m de largura, fazendo com que o patinador perceba um som composto por vários tons. A menor componente de frequência da onda sonora refletida percebida com um máximo de intensidade pelo patinador, em Hz, é:

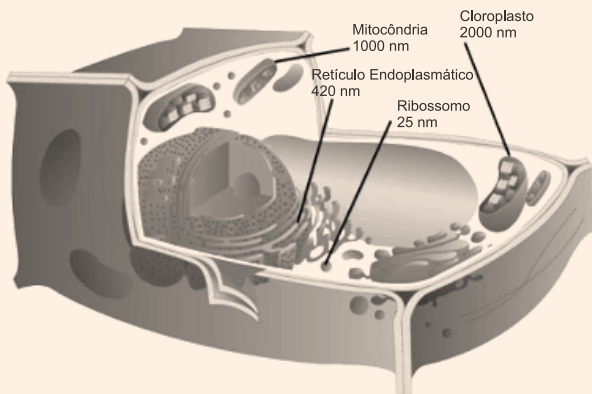
Dado: velocidade de propagação do som: 340 m/s.

- A** 167,5
- B** 170,0
- C** 172,5
- D** 340,0
- E** 345,0



10| Considere que, de forma simplificada, a resolução máxima de um microscópio óptico é igual ao comprimento de onda da luz incidente no objeto a ser observado. Observando a célula representada na figura abaixo, e sabendo que o intervalo de frequências do espectro de luz visível está compreendido entre $4,0 \times 10^{14}$ Hz e $7,5 \times 10^{14}$ Hz, a menor estrutura celular que se poderia observar nesse microscópio de luz seria

(Se necessário, utilize $c = 3 \times 10^8$ m/s.)



(Adaptado de <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/celulas-conheca-a-historia-de-sua-descoberta-e-entenda-sua-estrutura.htm>. Acessado em: 25/10/2016.)

- A** o ribossomo.
- B** o retículo endoplasmático.
- C** a mitocôndria.
- D** o cloroplasto.

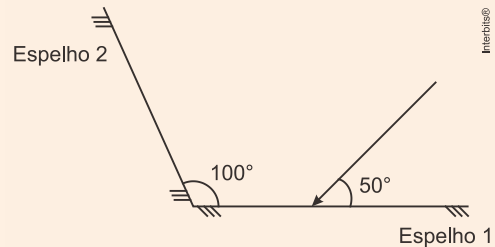
11| Um apontador laser emite uma radiação de comprimento de onda igual a 600 nm, isto é, 600×10^{-9} m.

São dadas a velocidade da luz no ar, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s, e a constante de Planck, $6,6 \times 10^{-34}$ J · s.

Os valores que melhor representam a frequência da radiação e a energia de cada fóton são, respectivamente,

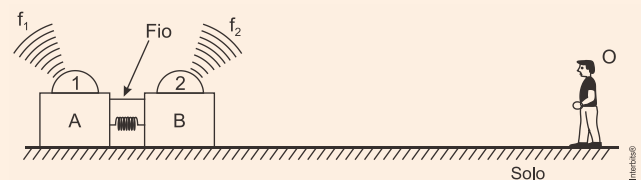
- A** 50 Hz e $3,3 \times 10^{-32}$ J.
- B** 50 Hz e $1,32 \times 10^{-35}$ J.
- C** 180 Hz e $1,2 \times 10^{-31}$ J.
- D** $5,0 \times 10^{14}$ Hz e $1,8 \times 10^{-20}$ J.
- E** $5,0 \times 10^{14}$ Hz e $3,3 \times 10^{-19}$ J.

12| Dois espelhos planos formam um ângulo de 100° entre si. Um raio de luz incide então no Espelho 1 fazendo com ele um ângulo de 50° , conforme indicado na figura abaixo. Sabendo que o raio é refletido na direção do Espelho 2, determine o ângulo que o raio de luz faz com o Espelho 2 ao incidir nele.



- A** 30°
- B** 40°
- C** 60°
- D** 110°
- E** 150°

13| Duas fontes sonoras 1 e 2, de massas desprezíveis, que emitem sons, respectivamente, de frequências $f_1 = 570$ Hz e $f_2 = 390$ Hz são colocadas em um sistema, em repouso, constituído por dois blocos, A e B, unidos por um fio ideal e inextensível, de tal forma que uma mola ideal se encontra comprimida entre eles, como mostra a figura abaixo.



A fonte sonora 1 está acoplada ao bloco A, de massa 2 m, e a fonte sonora 2 ao bloco B, de massa m.

Um observador O, estacionário em relação ao solo, dispara um mecanismo que rompe o fio. Os blocos passam, então, a se mover, separados da mola, com velocidades constantes em relação ao solo, sendo que a velocidade do bloco B é de 80 m/s.

Considere que não existam forças dissipativas, que a velocidade do som no local é constante e igual a 340 m/s, que o ar se encontra em repouso em relação ao solo.

Nessas condições, a razão entre as frequências sonoras percebidas pelo observador, devido ao movimento das fontes 2 e 1, respectivamente, é

- A** 1
B 2
C 3
D 4

14 | Pedro é músico e estudante de Física. Certo dia, Pedro estava no alto de um palco afinando seu violão. Ele usava um diapasão em Lá fundamental do piano que vibra com uma frequência de 440,00 Hz. Por um descuido, Pedro inadvertidamente deixou o diapasão cair. Ele, que tem um ouvido muito bom, percebeu que enquanto o diapasão caía, o som percebido se alterava para frequências diferentes daquelas 440,00 Hz que ele estava ouvindo antes. Muito curioso, Pedro resolveu determinar a frequência do diapasão percebido por ele, no instante imediatamente antes de o diapasão tocar o chão. Para isso, ele mediu a altura de queda em 1,80 m e considerando a velocidade do som no ar como 330,00 m/s, ele chegou a um valor de:

- A** 438,15 Hz
B 432,14 Hz
C 332,12 Hz
D 330,00 Hz
E 324,10 Hz

15 | A qualidade do som que permite distinguir um som forte de um som fraco, por meio da amplitude de vibração da fonte sonora é definida como

- A** timbre
B altura
C intensidade
D tubo sonoro

16 | O aparelho auditivo humano distingue nas ondas sonoras 3 qualidades: altura, intensidade e timbre.

Com base no exposto, marque com **V** as afirmações **verdadeiras** e com **F** as **falsas**.

() O timbre muda quando adiciona-se a uma onda sonora um de seus harmônicos

() A intensidade da onda sonora diminui ao se reduzir o comprimento de onda.

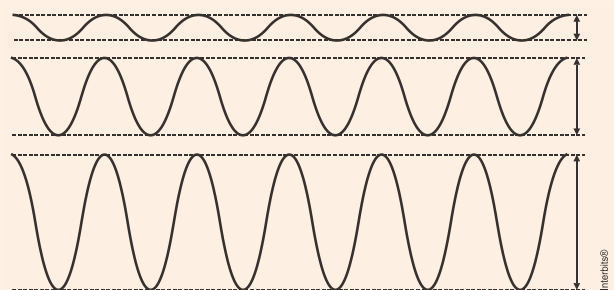
() A altura da onda sonora aumenta quando a frequência aumenta.

() Percebe-se a onda sonora duas vezes mais intensa quando se dobra a potência acústica.

A sequência correta é:

- A** F – V – V – V
B V – F – V – F
C F – F – V – F
D V – F – V – V

17 | Analisando a figura do gráfico que representa três ondas sonoras produzidas pela mesma fonte, assinale a alternativa correta para os três casos representados.



- A** As frequências e as intensidades são iguais.
B As frequências e as intensidades são diferentes.
C As frequências são iguais, mas as intensidades são diferentes.
D As frequências são diferentes, mas as intensidades são iguais.

18 | A radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos de interferência, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Já em processo de emissão e de absorção ela pode apresentar um comportamento _____. Pode também ser descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade de aproximadamente 300.000 km/s e têm massa _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A** ondulatório – ondulatório – nula.
B ondulatório – corpuscular – nula.
C ondulatório – corpuscular – diferente de zero.
D corpuscular – ondulatório – diferente de zero.
E ondulatório – ondulatório – diferente de zero.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade (g) = $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

19 | Considere um sistema formado por duas cordas elásticas diferentes, com densidades lineares μ_1 e μ_2 , tal que $\mu_1 > \mu_2$. Na corda de densidade linear μ_1 é produzido um pulso que se desloca com velocidade constante e igual a v , conforme indicado na figura abaixo.



Após um intervalo de tempo Δt , depois de o pulso atingir a junção das duas cordas, verifica-se que o pulso refratado percorreu uma distância 3 vezes maior que a distância percorrida pelo pulso refletido.

Com base nessas informações, podemos afirmar, respectivamente, que a relação entre as densidades lineares das duas cordas e que as fases dos pulsos refletido e refratado estão corretamente relacionados na alternativa:

- A** $\mu_1 = 3 \cdot \mu_2$, o pulso refletido sofre inversão de fase mas o pulso refratado não sofre inversão de fase.
- B** $\mu_1 = 3 \cdot \mu_2$, os pulsos refletido e refratado não sofrem inversão de fase.
- C** $\mu_1 = 9 \cdot \mu_2$, o pulso refletido não sofre inversão de fase mas o pulso refratado sofre inversão de fase.
- D** $\mu_1 = 9 \cdot \mu_2$, os pulsos refletido e refratado não sofrem inversão de fase.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

20 | Supondo-se que uma equação de onda de ultrassom, utilizada em um exame pré-natal, tem o deslocamento ao longo da direção y dado pela relação $y(x, t) = 50 \text{ sen} [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$, onde x e y estão medidos em micrômetros e o tempo t , em segundos. Essa equação representa uma onda

- A** que viaja com uma velocidade de 15 mm/s no sentido negativo do eixo x .
- B** de amplitude 25 μm que viaja ao longo do sentido negativo do eixo x .
- C** que possui número de onda igual a 40 m^{-1} .
- D** de comprimento de onda 60 μm .
- E** de frequência 10⁶ MHz.

21 | *As fibras ópticas são feitas de vidro óptico extremamente puro. Costumamos achar que uma janela de vidro é transparente. Entretanto, quanto mais espesso for o vidro, menos transparente ele será em razão das impurezas nele contidas. O vidro de uma fibra óptica possui, porém, menos impurezas que o vidro usado em janelas. Segue a descrição da qualidade do vidro produzido por uma companhia: se você estivesse sobre um oceano feito de quilômetros de núcleo sólido de fibra de vidro, poderia ver claramente o fundo. Fazer fibras ópticas requer as seguintes etapas: elaborar um cilindro de vidro pré-formado; estirar as fibras a partir da pré-forma; e testar as fibras.*

Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas5.htm>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Durante a fase de estiramento das fibras, é necessário haver um controle da espessura dos fios de fibra óptica fabricados. Para isso, suponha que uma montagem experimental é configurada, utilizando-se um laser com comprimento de onda de 650 nm que incide sobre o fio de fibra óptica, com um revestimento opaco, conforme ilustra a Figura 1. Após passar pelo fio, o feixe de laser forma um padrão de difração em um anteparo instalado a 2,0 m de distância do fio. A representação esquemática desse padrão está mostrada na Figura 2.

Figura 1

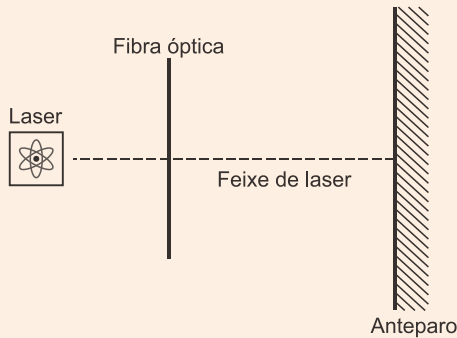
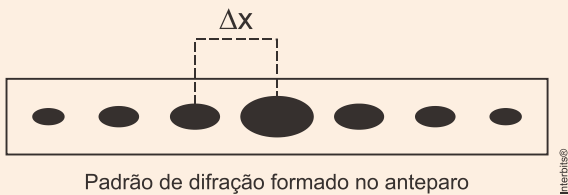


Figura 2



Sabendo-se que a separação entre os máximos de intensidade luminosa, Δx , é 1,0 cm, qual é o valor do diâmetro do fio?

- A** 65 μm
- B** 130 μm
- C** 260 μm
- D** 390 μm
- E** 520 μm

GABARITO

01 | D

Seja a onda mecânica ou eletromagnética, a frequência independe do meio, mas da fonte de emissão.

02 | D

Análise das afirmativas:

[I] Verdadeira. Como período e frequência são inversamente proporcionais, o maior período terá a menor frequência.

[II] Verdadeira. Se a temperatura do ar for constante, a velocidade do som também será constante, portanto as velocidades das ondas produzidas pelos três diapásões serão iguais.

[III] Falsa. Sons graves possuem frequências mais baixas, logo, o diapásão d_1 é o mais grave de todos.

03 | D

[I] Correta. A dispersão de um feixe de luz policromática como a luz branca ocorre quando a luz incide obliquamente na interface de dois meios de diferentes índices de refração.

[II] Correta. A ordem crescente de desvio é: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

[III] Correta. A frequência de uma onda não se altera quando ela é refletida ou refratada.

[IV] Correta. Um mesmo material apresenta diferentes índices de refração para diferentes radiações. Consequentemente, as velocidades também são diferentes. As radiações eletromagnéticas somente têm a mesma velocidade, $c = 3 \times 10^8$ m/s, no vácuo.

04 | D

Para resolver essa questão, basta-se saber as equações certas, que são:

$$v = \ddot{e} \cdot f$$

$$w = 2\delta f$$

05 | B

Da leitura direta do gráfico, tira-se que entre os dois instantes citados a onda desloca-se 1 m.

Assim:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1-0}{7-3} = \frac{1}{4} \Rightarrow v = 0,25 \text{ m/s.}$$

Da figura também pode obter o comprimento de onda.

$$\ddot{e} = 1 - (-3) \Rightarrow \ddot{e} = 4 \text{ m.}$$

Entre os instantes mostrados o intervalo de tempo corresponde a 1/4 do período. Então:

$$\frac{T}{4} = (7-3) \Rightarrow T = 16 \text{ s.}$$

Usando a equação fundamental da ondulatória:

$$v = \frac{\ddot{e}}{T} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} \Rightarrow v = 0,25 \text{ m/s.}$$

06 | E



$$f = \frac{200}{50} \Rightarrow f = 4 \text{ Hz}$$

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

07 | A

$$f = 90 \frac{\text{batimentos}}{\text{min}} \Rightarrow f = \frac{90}{60} \Rightarrow f = 1,5 \text{ Hz}$$

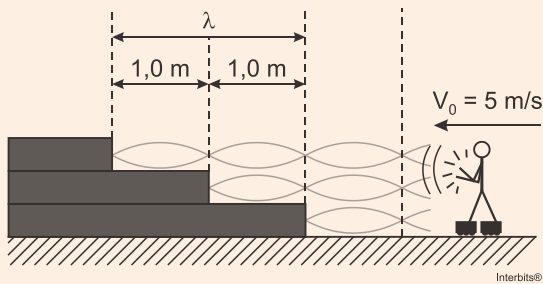
08 | E

A onda possui comprimento 6,0 m, desloca-se 12 m em 4 s. Logo, se deslocará 6 m em 2 s, dessa forma, o período da onda vale 2 s.

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

09 | C

Cada palma dada pelo patinador gera uma onda sonora composta por uma faixa de frequência com diferentes alturas.



A geometria da escadaria permite que a frequência, ou melhor, que a componente de maior comprimento de onda, (ou, o que é equivalente, de menor frequência), a ser amplificada, seja tal que:

$$\frac{\tilde{\epsilon}}{2} = 1 \Rightarrow \tilde{\epsilon} = 2 \text{ m}$$

A frequência da componente de onda amplificada e refletida é calculada da seguinte forma:

$$\tilde{\epsilon} f = c \Rightarrow f = \frac{c}{\tilde{\epsilon}} = \frac{340}{2} = 170 \text{ Hz}$$

sendo c a velocidade de propagação do som no ar.

Como o patinador se aproxima com velocidade relativa $v_0 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$ da escadaria, ele percebe uma frequência maior por conta do Efeito Doppler, dada da seguinte forma:

$$f_p = f \left(\frac{c + v_0}{c} \right) \Rightarrow 170 \left(\frac{340 + 5}{340} \right) \Rightarrow$$

$$f_p = 172,5 \text{ Hz}$$

10 | B

Pela equação fundamental da ondulatória:

$$c = \tilde{\epsilon} f \Rightarrow \tilde{\epsilon} = \frac{c}{f}$$

Pela expressão, o menor comprimento de onda corresponde à maior frequência. Assim:

$$\tilde{\epsilon} = \frac{3 \cdot 10^8}{7,5 \cdot 10^{14}} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 400 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \tilde{\epsilon} = 400 \text{ nm}$$

Assim, poderiam ser vistas estruturas com tamanho maior ou igual a 400 nm. Das mostradas na figura, a menor é o retículo endoplasmático, com 420 nm.

11 | E

Pela equação geral das ondas, com a velocidade e comprimento de onda, descobrimos sua frequência:

$$v = \tilde{\epsilon} f \Rightarrow f = \frac{v}{\tilde{\epsilon}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{600 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \therefore f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

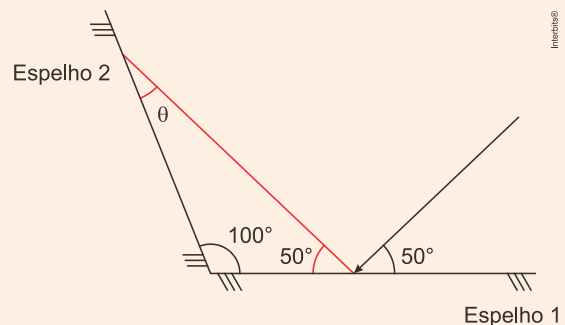
Já a energia da radiação é dada por:

$E = hf$ onde h é a constante de Planck e f é a frequência:

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \therefore E = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

12 | A

Desenhando o raio refletido com o mesmo ângulo de incidência podemos determinar o ângulo de incidência sobre o espelho 2 usando os princípios da trigonometria, em que a soma dos ângulos internos de um triângulo devem somar 180°.



Logo, teremos:

$$\hat{\epsilon} = 180^\circ - 100^\circ - 50^\circ \therefore \hat{\epsilon} = 30^\circ$$

13| A

Sejam f'_1 e f'_2 as frequências detectadas pelo observador e v a velocidade do som no ar. Aplicando a expressão do efeito Doppler às duas situações, vem:

$$\left\{ \begin{array}{l} f'_2 = \frac{v}{v - v_B} f_1 \\ f'_1 = \frac{v}{v + v_A} f_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{f'_2}{f'_1} = \frac{f_1}{v - v_B} \times \frac{v + v_A}{f_2} = \frac{(340 + 40) \times 390}{(340 - 80) \times 570} \Rightarrow \frac{f'_1}{f'_2} = 1$$

14| B

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, aplicando a equação de Torricelli, calcula-se a velocidade do diapasão ao atingir o chão.

$$v^2 = v_0^2 + 2gh = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 1,8 = 36 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s.}$$

Aplicando a expressão do efeito Doppler, calcula-se a frequência aparente:

$$f_{ap} = \frac{v_{som}}{v_{som} + v_{diap}} f \Rightarrow f_{ap} = \frac{330}{330 + 6} \cdot 440 \Rightarrow f_{ap} = 432,14 \text{ Hz.}$$

15| C

A intensidade sonora está relacionada com a amplitude do som, permitindo a distinção de sons fracos e sons fortes. Ondas sonoras de grande amplitude são ondas que transportam grande energia e já as ondas de pouca amplitude são ondas que transportam pouca energia.

16| ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

[F] Adicionando um harmônico, reduz-se o comprimento de onda, aumentando a frequência, ou seja a altura do som (som mais agudo).

[F] A intensidade sonora depende da amplitude e não do comprimento de onda. Como já justificado na afirmação anterior, quando se reduz o comprimento de onda, aumenta-se a frequência, ou seja a altura do som (som mais agudo).

[V] Já justificado nas afirmações anteriores.

[?] Aqui há uma imprecisão, pois o ouvido humano não percebe a intensidade sonora que ele recebe, mas sim o nível de intensidade sonora (\hat{a}), expresso

em decibel, dado pela expressão: $I = 10 \log \frac{I}{I_0}$. Nessa expressão, I é a intensidade recebida e I_0 é a menor intensidade audível, correspondendo a zero decibel.

17| C

As amplitudes são diferentes, os comprimentos de onda são os mesmos, a frequência também é a mesma e, por consequência, a velocidade da onda também é a mesma. Como dito anteriormente, a única coisa que muda é a intensidade da onda (que é relacionada com a amplitude).

18| B

A interferência está associada ao comportamento ondulatório da radiação eletromagnética enquanto que o efeito fotoelétrico está associado ao comportamento corpuscular. O fóton que é tido com a partícula fundamental da luz não possui massa.

19| D

Sabendo que a velocidade de propagação de uma onda na corda depende da intensidade da força de tração T na mesma e da sua densidade linear \hat{i} , de acordo com a equação:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\hat{i}}}$$

E que a onda refratada na corda de menor densidade linear possui o triplo da velocidade da corda de maior densidade linear, podemos relacionar as duas equações lembrando que as trações nas cordas são iguais.

Para a corda 1:

$$v_1 = \sqrt{\frac{T}{\hat{i}_1}}$$

E para a corda 2:

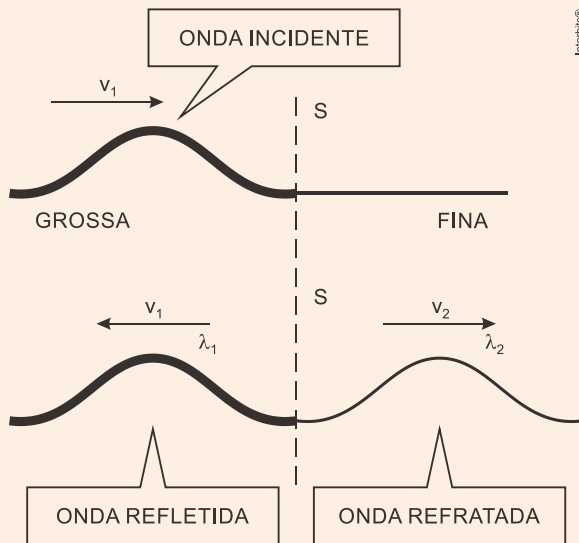
$$v_2 = 3v_1 = \sqrt{\frac{T}{\hat{i}_2}}$$

Fazendo a razão da corda 2 pela 1:

$$\frac{3v_1}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{T}{\hat{i}_2}}}{\sqrt{\frac{T}{\hat{i}_1}}} \Rightarrow 3 = \frac{\sqrt{\hat{i}_1}}{\sqrt{\hat{i}_2}} \therefore \hat{i}_1 = 9\hat{i}_2$$



Por fim, o pulso da corda de maior densidade não sofre inversão de fase ao encontrar com a corda menor, nem para a refração e tão pouco para a reflexão. Ver figura ilustrativa abaixo.



20 | A

A equação dada pode ser comparada com a equação representativa da elongação de uma onda harmônica como função da posição e do tempo, assim obtemos os parâmetros informados na equação dada.

$$y(x, t) = 50 \text{ sen } [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$$

$$y(x, t) = A \text{ sen } [\omega t + kx]$$

Então:

A amplitude da onda é:

$$A = 50 \text{ m}$$

A frequência:

$$\omega = 60 \cdot 10^6 \text{ rad/s} \Rightarrow$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60 \cdot 10^6 \text{ rad/s}}{2 \cdot 3} \therefore f = 10 \text{ MHz}$$

A onda viaja no sentido negativo do eixo x, devido ao sinal positivo do número de onda.

O número de onda:

$$k = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \therefore k = 4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}$$

Comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot 3}{4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}} \therefore \lambda = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

E, finalmente, a velocidade da onda, será:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ Hz} \therefore v = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 15 \text{ mm/s}$$

21 | B

A partir do padrão de interferência (figura 2), a distância de separação entre dois máximos de intensidade luminosa Δx pode ser relacionada com o diâmetro da fibra d, a distância entre o anteparo e a fibra óptica D e o comprimento de onda do laser λ usado na medida através da equação ajustada para interferência construtiva:

$$d = \frac{\lambda \cdot D}{\Delta x}$$

Substituindo os valores fornecidos no problema, temos:

$$d = \frac{650 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 2 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \therefore d = 130 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 130 \text{ } \mu\text{m}$$