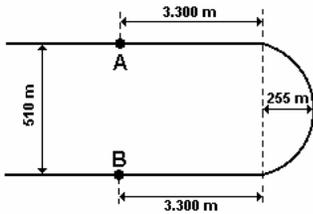


**Onda Sonora**

1) Um trecho dos trilhos de aço de uma ferrovia tem a forma e as dimensões dadas a seguir. Um operário bate com uma marreta no ponto A dos trilhos. Um outro trabalhador, localizado no ponto B, pode ver o primeiro, ouvir o ruído e sentir com os pés as vibrações produzidas pelas marretadas no trilho.



a) supondo que a luz se propague instantaneamente, qual o intervalo de tempo  $\Delta t$  decorrido entre os instantes em que o trabalhador em B vê uma marretada e ouve o seu som?  
 b) Qual a velocidade de propagação do som no aço, sabendo-se que o trabalhador em B, ao ouvir uma marretada, sente simultaneamente as vibrações no trilho? Dado: a velocidade do som no ar é de 340m/s. Para fazer as contas use  $\pi=3$ .

2) Observe na tabela a velocidade do som ao se propagar por diferentes meios. Suponha uma onda sonora propagando-se no ar com frequência de 300 Hz que, na seqüência, penetre em um desses meios. Com base nisso, analise as seguintes afirmações:

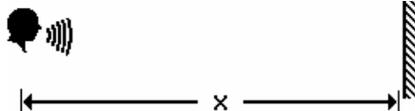
| Meio            | Velocidade (m/s) |
|-----------------|------------------|
| Ar (0°C, 1 atm) | 331              |
| Água (20°C)     | 1482             |
| Alumínio        | 6420             |

I - Ao passar do ar para a água, o período da onda sonora diminuirá.  
 II - Ao passar do ar para a água, a frequência da onda aumentará na mesma proporção do aumento de sua velocidade.  
 III - O comprimento da onda sonora propagando-se no ar será menor do que quando ela se propagar por qualquer um dos outros meios apresentados na tabela.  
 Somente está correto o que se lê em  
 a) I    b) II    c) III    d) I e II    e) II e III

3) Para a percepção inteligível de dois sons consecutivos, o intervalo de tempo entre os mesmos deve ser igual ou maior que 0,100s. Portanto, num local onde a velocidade de propagação do som no ar é de 350m/s, para que ocorra eco, a distância mínima entre uma pessoa gritando seu nome na direção de uma parede alta e a referida parede deve ser de  
 a) 17,5m    b) 35,0m    c) 175m    d) 350m    e) 700m

4) Para determinar a profundidade de um poço de petróleo, um cientista emitiu com uma fonte, na abertura do poço, ondas sonoras de frequência 220Hz. Sabendo-se que o comprimento de onda, durante o percurso, é de 1,5m e que o cientista recebe como resposta um eco após 8s, a profundidade do poço é  
 a) 2640 m    b) 1440 m    c) 2880 m    d) 1320 m    e) 330 m

5) O menor intervalo de tempo entre dois sons percebido pelo ouvido humano é de 0,10 s. Considere uma pessoa defronte a uma parede em um local onde a velocidade do som é de 340 m/s.



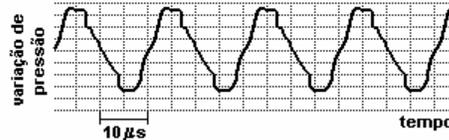
a) Determine a distância x para a qual o eco é ouvido 3,0 s após a emissão da voz.  
 b) Determine a menor distância para que a pessoa possa distinguir a sua voz e o eco.

6) A velocidade média do ultra-som, na água do mar, é de 1500 m/s. O operador do sonar de um barco pesqueiro observou no aparelho o registro de duas reflexões. A primeira, 1/4 de segundo após a emissão do ultra-som, era correspondente a um cardume que passava. A outra, recebida 2 segundos após a emissão, era de próprio fundo do mar. Com esses dados, responda a que profundidade se encontrava o cardume e qual a profundidade do fundo do mar no ponto assinalado?

7) Analise as afirmações a seguir.  
 I. Dois instrumentos musicais diferentes são acionados e emitem uma mesma nota musical.  
 II. Dois instrumentos iguais estão emitindo uma mesma nota musical, porém, com volumes (intensidades) diferentes.  
 III. Um mesmo instrumento é utilizado para emitir duas notas musicais diferentes.  
 Assinale a principal característica que difere cada um dos dois sons emitidos nas situações I, II e III respectivamente.  
 a) Amplitude, comprimento de onda e frequência.  
 b) Frequência, comprimento de onda e amplitude.  
 c) Timbre, amplitude e frequência.  
 d) Amplitude, timbre e frequência.

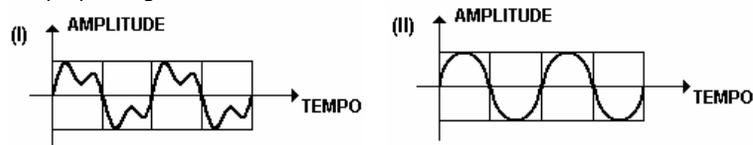
8) O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura a seguir. O gráfico representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em  $\mu s$  ( $1 \mu s = 10^{-6} s$ ). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis, por diferentes seres vivos, conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por

| Seres vivos | Intervalos de Frequência |
|-------------|--------------------------|
| cachorro    | 15 Hz - 45.000 Hz        |
| ser humano  | 20 Hz - 20.000 Hz        |
| sapo        | 50 Hz - 10.000 Hz        |
| gato        | 60 Hz - 65.000 Hz        |
| morcego     | 1000 Hz - 120.000 Hz     |



a) seres humanos e cachorros  
 b) seres humanos e sapos  
 c) sapos, gatos e morcegos  
 d) gatos e morcegos  
 e) morcegos

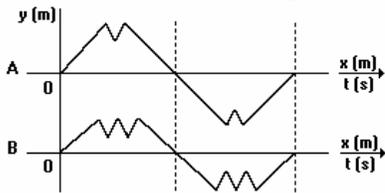
9) Ondas sonoras emitidas no ar por dois instrumentos musicais distintos, I e II, têm suas amplitudes representadas em função do tempo pelos gráficos abaixo.



A propriedade que permite distinguir o som dos dois instrumentos é:  
 a) o comprimento de onda  
 b) a amplitude  
 c) o timbre  
 d) a velocidade de propagação  
 e) a frequência

## Onda Sonora

10) As vozes de dois cantores, emitidas nas mesmas condições ambientais, foram representadas em um osciloscópio e apresentaram os aspectos geométricos indicados a seguir.



A respeito dessas ondas, foram feitas várias afirmativas:

1. As vozes possuem timbres diferentes.
  2. As ondas possuem o mesmo comprimento de onda.
  3. Os sons emitidos possuem alturas iguais.
  4. As ondas emitidas possuem a mesma frequência.
  5. Os sons emitidos possuem a mesma intensidade.
  6. As ondas emitidas possuem amplitudes diferentes.
  7. O som indicado em A é mais agudo do que o indicado em B.
  8. Os períodos das ondas emitidas são iguais.
- O número de afirmativas CORRETAS é igual a:
- a) 3    b) 4    c) 5    d) 6    e) 7

11) Um indivíduo percebe que o som da buzina de um carro muda de tom à medida que o veículo se aproxima ou se afasta dele. Na aproximação, a sensação é de que o som é mais agudo, no afastamento, mais grave. Esse fenômeno é conhecido em Física como efeito Doppler. Considerando a situação descrita, julgue os itens que se seguem.

- (1) As variações na totalidade do som da buzina percebidas pelo indivíduo devem-se a variações da frequência da fonte sonora.
- (2) Quando o automóvel se afasta, o número de cristas de onda por segundo que chegam ao ouvido do indivíduo é maior.
- (3) Se uma pessoa estiver se movendo com o mesmo vetor velocidade do automóvel, não mais terá a sensação de que o som muda de totalidade.
- (4) Observa-se o efeito Doppler apenas para ondas que se propagam em meios materiais.

12) Um automóvel com velocidade constante de 72km/h se aproxima de um pedestre parado. A frequência do som emitido pela buzina é de 720Hz. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340m/s, a frequência do som que o pedestre irá ouvir será de:

- a) 500 Hz    b) 680 Hz    c) 720 Hz    d) 765 Hz    e) 789 Hz

13) Um professor lê o seu jornal sentado no banco de uma praça e, atento às ondas sonoras, analisa três eventos

- I. O alarme de um carro dispara quando o proprietário abre a tampa do porta-malas.
- II. Uma ambulância se aproxima da praça com a sirene ligada.
- III. Um mau motorista, impaciente, após passar pela praça, afasta-se com a buzina permanentemente ligada.

O professor percebe o Efeito Doppler apenas

- a) no evento I, com frequência sonora invariável
- b) nos eventos I e II, com diminuição da frequência.
- c) nos eventos I e III, com aumento da frequência.
- d) nos eventos II e III, com diminuição da frequência em II e aumento em III.
- e) o nos eventos II e III, com aumento da frequência em II e diminuição em III.

14) nível de intensidade sonora (N) é expresso em decibéis (dB)

$$\text{por: } N = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

onde: I = intensidade sonora fornecida pela caixa de som;  $I_0$  = intensidade-padrão, correspondente ao limiar da audição (para o qual  $N = 0$ ). Para o nível de intensidade  $N = 120\text{dB}$ , a intensidade sonora, fornecida pela caixa de som, deverá ser de:

- a)  $10^{13} I_0$     b)  $10^{12} I_0$     c)  $1200 I_0$     d)  $120 I_0$     e)  $12 I_0$

15) A menor intensidade de som que um ser humano pode ouvir é da ordem de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ . Já a maior intensidade suportável (limiar da dor) situa-se em torno de  $1 \text{ W/m}^2$ . Usa-se uma unidade especial para expressar essa grande variação de intensidades percebidas pelo ouvido humano: o bel (B). O significado dessa unidade é o seguinte: dois sons diferem de 1 B quando a intensidade de um deles é 10 vezes maior (ou menor) que a do outro, diferem de 2 B quando essa intensidade é 100 vezes maior (ou menor) que a do outro, de 3 B quando ela é 1000 vezes maior (ou menor) que a do outro, e assim por diante. Na prática, usa-se o decibel (dB), que corresponde a 1/10 do bel. Quantas vezes maior é, então, a intensidade dos sons produzidos em concertos de rock (110 dB) quando comparada com a intensidade do som produzido por uma buzina de automóvel (90 dB)?

- a) 1,22.    b) 10.    c) 20.    d) 100.    e) 200.

16) Numa certa guitarra, o comprimento das cordas (entre suas extremidades fixas) é de 0,6 m. Ao ser dedilhada, uma das cordas emite um som de frequência fundamental igual a 220 Hz.

Marque a proposição verdadeira:

- a) Se somente a tensão aplicada na corda for alterada, a frequência fundamental não se altera.
- b) A distância entre dois nós consecutivos é igual ao comprimento de onda.
- c) O comprimento de onda do primeiro harmônico é de 0,6 m.
- d) A velocidade das ondas transversais na corda é de 264 m/s.
- e) As ondas que se formam na corda não são ondas estacionárias.

17) Uma corda de um violão emite uma frequência fundamental de 440,0 Hz ao vibrar livremente, quando tocada na região da boca, como mostra Figura 1.

Pressiona-se então a corda a  $L/3$  de distância da pestana, como mostra Figura 2.

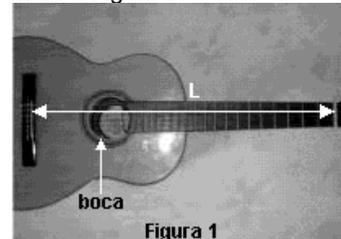


Figura 1

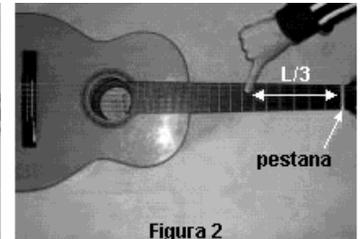
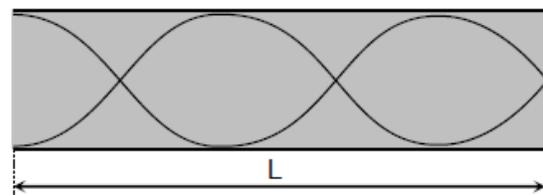


Figura 2

A frequência fundamental emitida pela corda pressionada, quando tocada na região da boca, será de:

- a) 660,0 Hz.    b) 146,6 Hz.    c) 880,0 Hz.    d) 293,3 Hz.

18) A figura mostra uma onda estacionária em um tubo de comprimento  $L = 5 \text{ m}$ , fechado em uma extremidade e aberto na outra. Considere que a velocidade do som no ar é 340 m/s e determine a frequência do som emitido em Hertz.



## Onda Sonora

19) Um tubo sonoro está no ar ( $V_{\text{som}} = 320 \text{ m/s}$ ) e emite um som fundamental de frequência  $80 \text{ Hz}$ . Os dois harmônicos seguintes são emitidos com frequência respectivamente iguais a  $240 \text{ Hz}$  e  $400 \text{ Hz}$ .

Leia atentamente as afirmativas a seguir:

- I. O tubo é certamente fechado em uma das extremidades.
- II. O tubo só emite harmônicos de ordem ímpar.
- III. O tubo possui  $1,0 \text{ m}$  de comprimento.

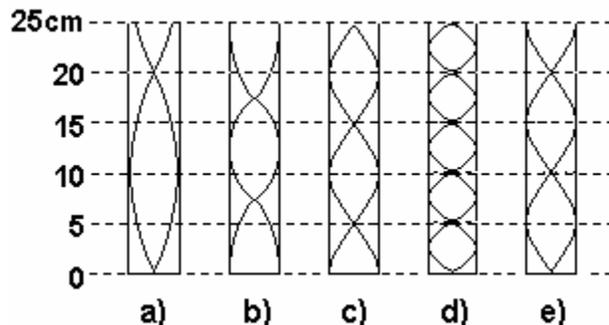
Assinale

- a) se todas as afirmativas estiverem corretas.
- b) se todas as afirmativas estiverem incorretas.
- c) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- d) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.
- e) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

20) Considere dois tubos sonoros, um aberto e outro fechado, ambos do mesmo comprimento e situados no mesmo ambiente. Se o som de frequência fundamental emitido pelo tubo aberto tem comprimento de onda de  $34 \text{ cm}$ , qual o comprimento de onda, em centímetros do som de frequência fundamental emitido pelo tubo fechado?

21) Um tubo metálico retilíneo, aberto nas duas extremidades, tem  $2,0 \text{ m}$  de comprimento. Qual a menor frequência em  $\text{Hz}$  com que o tubo ressoa? Adote a intensidade da velocidade do som no ar =  $340 \text{ m/s}$ .

22) Um músico sopra a extremidade aberta de um tubo de  $25 \text{ cm}$  de comprimento, fechado na outra extremidade, emitindo um som na frequência  $f = 1.700 \text{ Hz}$ . A velocidade do som no ar, nas condições do experimento, é  $v = 340 \text{ m/s}$ . Dos diagramas a seguir, aquele que melhor representa a amplitude de deslocamento da onda sonora estacionária, excitada no tubo pelo sopro do músico é:



23) Considerando que a velocidade do som no ar é igual a  $340 \text{ m/s}$  e que o canal auditivo humano pode ser comparado a um tubo de órgão com uma extremidade aberta e a outra fechada, qual deveria ser o comprimento do canal auditivo para que a frequência fundamental de uma onda sonora estacionária nele produzida seja de  $3400 \text{ Hz}$ ?

- a)  $2,5 \text{ m}$
- b)  $2,5 \text{ cm}$
- c)  $0,25 \text{ cm}$
- d)  $0,10 \text{ m}$
- e)  $0,10 \text{ cm}$

24) O grupo brasileiro Uakti constrói seus próprios instrumentos musicais. Um deles consiste em vários canos de PVC de comprimentos variados. Uma das pontas dos canos é mantida fechada por uma membrana que emite sons característicos ao ser percutida pelos artistas, enquanto a outra é mantida aberta. Sabendo-se que o módulo da velocidade do som no ar vale  $340 \text{ m/s}$ , é correto afirmar que as duas frequências mais baixas emitidas por um desses tubos, de comprimento igual a  $50 \text{ cm}$ , são:

- a)  $170 \text{ Hz}$  e  $340 \text{ Hz}$ .
- b)  $170 \text{ Hz}$  e  $510 \text{ Hz}$ .
- c)  $200 \text{ Hz}$  e  $510 \text{ Hz}$ .
- d)  $340 \text{ Hz}$  e  $510 \text{ Hz}$ .

e)  $200 \text{ Hz}$  e  $340 \text{ Hz}$ .

25) Quando uma pessoa fala, o que de fato ouvimos é o som resultante da superposição de vários sons de frequências diferentes. Porém, a frequência do som percebido é igual à do som de menor frequência emitido. Em 1984, uma pesquisa realizada com uma população de 90 pessoas, na cidade de São Paulo, apresentou os seguintes valores médios para as frequências mais baixas da voz falada:  $100 \text{ Hz}$  para homens,  $200 \text{ Hz}$  para mulheres e  $240 \text{ Hz}$  para crianças.

(TAFNER, Malcon Anderson. "Reconhecimento de palavras faladas isoladas usando redes neurais artificiais". Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.)

Segundo a teoria ondulatória, a intensidade  $I$  de uma onda mecânica se propagando num meio elástico é diretamente proporcional ao quadrado de sua frequência para uma mesma amplitude. Portanto, a razão  $I_F / I_M$  entre a intensidade da voz feminina e a intensidade da voz masculina é:

- a)  $4,00$ .
- b)  $0,50$ .
- c)  $2,00$ .
- d)  $0,25$ .
- e)  $1,50$ .

Gabarito:

- 1) a)  $1,5 \text{ s}$ , b)  $4910 \text{ m/s}$ ; 2) c; 3) a; 4) d; 5) a)  $510 \text{ m}$ , b)  $17 \text{ m}$ ; 6)  $187,5 \text{ m}$  e  $1500 \text{ m}$ ; 7) c; 8) d; 9) c; 10) d; 11) F, F, V, F; 12) d; 13) e; 14) b; 15) d; 16) d; 17) a; 18)  $85 \text{ Hz}$ ; 19) a; 20)  $68 \text{ cm}$ ; 21)  $85 \text{ Hz}$ ; 22) e; 23) b; 24) b; 25) a.