

07 – Som

Exercícios Resolvidos

Exercício Resolvido 7.1

Calcule o comprimento de onda de um ultrassom com frequência $f = 100000 \text{ Hz}$.

Resolução:

No ar, a velocidade do som é $v = 340 \text{ m/s}$. O comprimento de onda é a razão $\lambda = v/f$, ou seja $\lambda = 3.4 \text{ mm}$. Dentro d'água ou no interior de um sólido, onde as velocidades são bem mais altas, os comprimentos de onda serão muito maiores.

Exercício Resolvido 7.2

Quando alguém aspira o gás hélio contido em um pequeno balão, a sua voz se torna, momentaneamente, bem mais aguda do que o normal. As crianças dizem que a voz é "do Pato Donald". Isso acontece porque o comprimento de onda λ do som gerado na garganta é determinado pelas dimensões das pregas vocais e portanto, permanece invariante quando o ar é substituído pelo gás. Se uma cantora emite uma nota de frequência 1000 Hz no ar, que frequência terá o som quando ela tentar emitir a mesma nota com a garganta cheia de hélio?

Resolução:

A frequência é dada pela razão v/λ . No ar, temos que:

$$f_{\text{ar}} = \frac{v_{\text{ar}}}{\lambda} \quad (7.02.1)$$

e no hélio,

$$f_{\text{He}} = \frac{v_{\text{He}}}{\lambda} \quad (7.02.2)$$

Como o comprimento de onda é o mesmo, podemos dividir uma equação pela outra para ver que:

$$f_{\text{He}} = \frac{v_{\text{ar}}}{v_{\text{He}}} f_{\text{ar}} \quad (7.02.3)$$

A 20°C , a velocidade do som no ar é 343 m/s e a velocidade no hélio, é 965 m/s . Substituídos esses valores no lado direito da Eq. (7.02.3), encontramos que:

$$f_{\text{He}} = 2813 \text{ Hz}$$

A nota é bem mais aguda do que pretendia a cantora.

Exercício Resolvido 7.3

O limiar da sensação dolorosa é alcançado, por exemplo, na frente de um amplificador de som durante um show de rock. Qual é a amplitude da pressão no limiar da sensação dolorosa?

Resolução:

Se a temperatura for 20°C , a velocidade do som é $V = 343\text{ m/s}$ e a densidade do ar é $\rho = 1.2\text{ kg/m}^3$. Substituídos esses valores na equação:

$$I = \frac{1}{2} \rho_0 V \omega^2 u_0^2 = \frac{1}{2} \frac{P_0^2}{\rho_0 V}$$

encontramos para $I = 100\text{ W/m}^2$ que $P_0 = 2.9 \times 10^2\text{ N/m}^2$. Mesmo nessa condição extrema, a amplitude é uma fração muito pequena da pressão ambiente, que é da ordem de 10^5 N/m^2 . Variações de pressão comparáveis com a pressão ambiente somente são encontradas em explosões.

Exercício Resolvido 7.4

A distância entre o bocal e a primeira abertura em uma flauta transversal é $0,50\text{ cm}$. Qual a menor frequência que o instrumento emite quando é soprado nessas condições?

Resolução:

A variação de pressão é máxima no bocal. A geometria pertinente é, pois, a da Fig. 7.18.

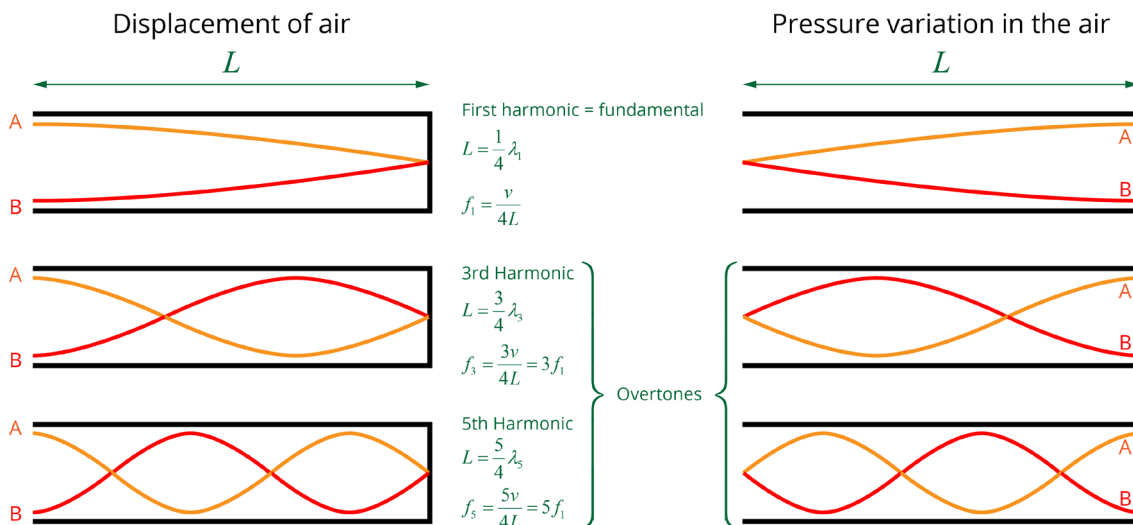


Figura 7.18 - Ondas estacionárias dentro de um tubo aberto em um dos extremos e fechado no outro. A coluna da esquerda mostra o deslocamento de ar, que é máximo na borda aberta e nulo na fechada. A coluna da direita mostra a variação de pressão dentro do mesmo tubo. A variação de pressão é máxima na extremidade fechada.

Assim, o comprimento da onda estacionária com menor frequência, ilustrada no topo da figura, é quatro vezes o comprimento do tubo, ou seja $\lambda = 2\text{ m}$. A velocidade do som, a 20°C , é $V = 343\text{ m/s}$. A frequência é:

$$f = \frac{V}{\lambda} = 172\text{ Hz}.$$

Exercício Resolvido 7.5

Na situação do exercício 7.4, o flautista olha para um termômetro e descobre que a temperatura subiu para 30°C , enquanto o ensaio foi realizado a 20°C . Que distância deve haver entre o bocal e a primeira saída de ar para que a mesma frequência seja emitida?

Resolução:

A frequência deve continuar a ser 172Hz , mas a velocidade do som a 30°C é $V' = 349\text{m/s}$. Assim, o novo comprimento de onda deve ser:

$$\lambda' = \frac{V'}{f} = 2.02\text{m}$$

A distância, que é $1/4$ do comprimento de onda, deve ser 50.5m .