

Questão 10

10. A levitação acústica consiste no emprego de ondas acústicas para exercer força sobre objetos e com isso mantê-los suspensos no ar, como a formiga representada na figura A, ou movimentá-los de forma controlada. Uma das técnicas utilizadas baseia-se na formação de ondas acústicas estacionárias entre duas placas, como ilustra a figura B, que mostra a amplitude da pressão em função da posição vertical.

- a) As frequências de ressonância acústica entre duas placas, ou num tubo fechado nas duas extremidades, são dadas por $f_n = \frac{nv}{2L}$, sendo L a distância entre as placas, $v = 340$ m/s a velocidade do som no ar, e n um número inteiro positivo e não nulo que designa o modo. Qual é a frequência do modo ilustrado na figura B?
- b) A força acústica aplicada numa pequena esfera aponta sempre na direção z e no sentido do nó de pressão mais próximo. Nas proximidades de cada nó, a força acústica pode ser aproximada por $F_{ac} = -k\Delta z$, sendo k uma constante e $\Delta z = z - z_{nó}$. Ou seja, a força aponta para cima (positiva) quando a esfera está abaixo do nó (Δz negativo), e vice-versa. Se $k = 6,0 \times 10^{-2}$ N/m e uma esfera de massa $m = 1,5 \times 10^{-6}$ kg é solta a partir do repouso na posição de um nó, qual será a menor distância percorrida pela esfera até que ela volte a ficar instantaneamente em repouso? Despreze o atrito viscoso da esfera com o ar.

RESPOSTA

a) A figura (B) representa o terceiro modo de vibração ($n=3$). Temos que: $L = 3,4 \cdot 10^{-2}$ m e $V = 340$ m/s. Assim,

$$f_3 = \frac{3V}{2L} \Rightarrow f_3 = \frac{3 \cdot 340}{2 \cdot 3,4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow f_3 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Hz}$$

b) $F_{AC} = P$

$$|-k \cdot \Delta z| = m \cdot g$$

$$6 \cdot 10^{-2} \cdot \Delta z = 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10$$

$$\Delta z = \frac{15 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-2}}$$

$$\Delta z = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Portanto, a distância pedida será $d = 2 \cdot \Delta z = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,5 \text{ mm}$