

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Física II - 4300112

3ª Lista de exercícios - Cone de Mach, Temperatura e Calor - 2013

1. Um avião voa a $\frac{5}{4}$ da velocidade do som. A explosão sônica alcança um homem no solo exatamente $\frac{1}{4}$ minuto depois de o avião ter passado sobre sua cabeça. Qual a altitude do avião? Considere a velocidade do som como sendo 330 m/s.

R: 8,25 km.

2. Um avião sobrevoa uma cidade a uma altitude de 3,192 km e a uma velocidade v igual a $1,9v_S$ com relação ao solo, onde v_S é a velocidade do som no ar. A temperatura do ar é de 302,4 K e o vento está num sentido oposto ao do avião, com velocidade de 33,6 m/s.

(a) Qual é a velocidade do avião (com relação ao solo)?

(b) Qual é o ângulo de Mach?

(c) Para um observador no solo, qual é o tempo decorrido entre ver o avião passar sobre sua cabeça e ouvi-lo?

Dica: Procure simplificar as frações. Por exemplo, $302,4 = \frac{1512}{5} = \frac{7 \times 8 \times 27}{5}$. Utilize $\gamma_{\text{ar}} = 1,4 = \frac{7}{5}$, $R = 8 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ (constante universal dos gases) e $M_{\text{ar}} = 30 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ (massa molar do ar).

R: (a) 638,4 m/s; (b) $\alpha = \pi/6$; (c) $5\sqrt{3} \approx 8,66 \text{ s}$.

3. (Moysés) Uma barra retilínea é formada por uma parte de latão soldada em outra de aço. A 20°C , o comprimento total da barra é de 30 cm, dos quais 20 cm de latão e 10 cm de aço. Os coeficientes de dilatação linear são $1,9 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ para o latão e $1,1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ para o aço. Qual é o coeficiente de dilatação linear da barra?

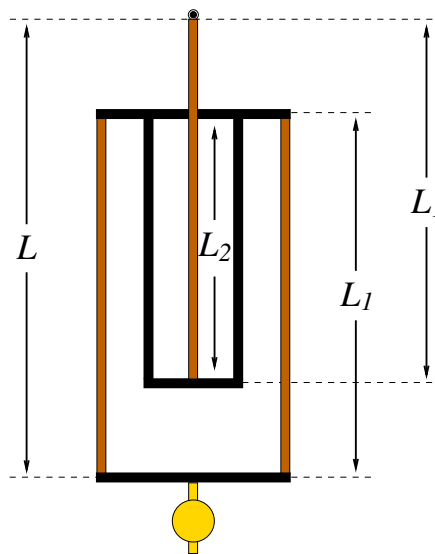
R: $1,63 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$.

4. (Moysés) Num relógio de pêndulo, o pêndulo é uma barra metálica, projetada para que seu período de oscilação seja igual a 1 s. Verifica-se que, no inverno, quando a temperatura média é de 10°C , o relógio adianta, em média 55 s por semana; no verão, quando a temperatura média é de 30°C , o relógio atrasa, em média, 1 minuto por semana.

(a) Calcule o coeficiente de dilatação linear do metal do pêndulo.

(b) A que temperatura o relógio funcionaria com precisão?

R: (a) $1,9 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, (b) $19,6^\circ\text{C}$.



5. (Moysés) A figura acima ilustra um esquema possível de construção de um pêndulo cujo comprimento L não seja afetado pela dilatação térmica. As três barras verticais claras na figura, de mesmo comprimento L_1 , são de aço, cujo coeficiente de dilatação linear é $1,1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$. As duas barras verticais escuras na figura, de mesmo comprimento L_2 , são de alumínio, cujo coeficiente de dilatação linear é $2,3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$. Determine L_1 e L_2 de forma a manter $L = 0,5 \text{ m}$.

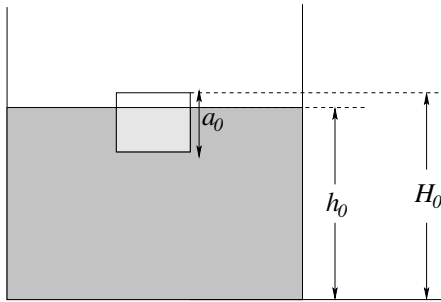
R: $L_1 = 47,9 \text{ cm}$, $L_2 = 45,8 \text{ cm}$.

6. (Moysés) Um tubo cilíndrico delgado de seção uniforme, feito de um material de coeficiente de dilatação linear α , contém um líquido de coeficiente de dilatação volumétrica β . À temperatura T_0 , a altura da coluna líquida é h_0 .

(a) Qual é a variação Δh de altura da coluna quando a temperatura sobe de 1°C ?

(b) Se o tubo é de vidro ($\alpha = 9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) e o líquido é mercúrio ($\beta = 1,8 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$) mostre que este sistema não constitui um bom termômetro, do ponto de vista prático, calculando Δh para $h_0 = 10 \text{ cm}$.

R: (a) $\Delta h = h_0(\beta - 2\alpha)$, (b) $\Delta h = 0,016 \text{ mm}$.



7. (Moysés) Um reservatório cilíndrico de aço contém mercúrio, sobre o qual flutua um bloco cilíndrico de latão. À temperatura de 20°C , o nível do mercúrio no reservatório está a uma altura $h_0 = 0,5$ m em relação ao fundo e a altura a_0 do cilindro de latão é de $0,3$ m. A essa temperatura, a densidade do latão é de $8,60$ g/cm³ e a densidade do mercúrio é de $13,55$ g/cm³.

- (a) Ache a que altura H_0 está o topo do bloco de latão em relação ao fundo do reservatório a 20°C (figura acima).
- (b) O coeficiente de dilatação linear do aço é $1,1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$; o do latão é $1,9 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, e o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é $1,8 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$. Calcule a variação δH da altura H_0 (em mm) quando a temperatura sobe para 80°C .

R: (a) $H_0 = 60,96$ cm, (b) $\delta H = 3,5$ mm.