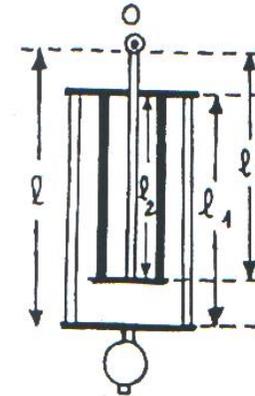
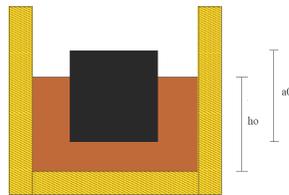


### Lista de Exercícios IV

- ① Uma barra retilínea é formada por uma parte de latão soldada em outra de aço. A  $20^\circ\text{C}$ , 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?
- ② A figura abaixo ilustra um esquema possível de construção de um pêndulo cujo comprimento  $l$  não seja afetado pela dilatação térmica. As três barras verticais claras 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 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  $l = 0,5$  m.



- ③ Um reservatório cilíndrico de aço contém mercúrio, sobre o qual flutua um bloco cilíndrico de latão. À temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , 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 – veja a figura. A essa temperatura, a densidade do latão é de  $8,60\text{ g/cm}^3$  e a densidade do mercúrio é de  $13,55\text{ g/cm}^3$ .



- (a) Ache a que altura  $H_0$  está o topo do bloco de latão em relação ao fundo do reservatório a  $20^\circ\text{C}$ .
- (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  $\delta H$  da altura  $H_0$  (em mm) quando a temperatura sobe para  $80^\circ\text{C}$ .
- ④ A capacidade térmica molar (a volume constante) de um sólido a baixas temperaturas,  $T \ll T_D$ , onde  $T_D$  é a temperatura de Debye, é dada por:  $C_V \approx 464(T/T_D)^3$  cal/mol K. Para o NaCl,  $T_D \approx 281\text{K}$ .
- (a) Calcule a capacidade térmica molar média  $\overline{C_V}$  do NaCl entre  $T_i = 10\text{ K}$  e  $T_f = 20\text{ K}$ .
- (b) Calcule a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 kg de NaCl de 10 K para 20 K.
- ⑤ Duas esferas metálicas concêntricas, de raios  $r_1$  e  $r_2 > r_1$ , são mantidas respectivamente às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$ , e estão separadas por uma camada de material homogêneo de condutividade térmica  $k$ . Calcule a taxa de transmissão de calor por unidade de tempo através dessa camada.
- Sugestão:* Considere uma superfície esférica concêntrica intermediária de raio  $r$  ( $r_1 < r < r_2$ ) e escreva a lei de condução de calor através dessa superfície. Integre depois em relação a  $r$  de  $r = r_1$  até  $r = r_2$ .
- ⑥ Generalize o resultado obtido no problema ⑤ para o caso da condução de calor através de uma camada de material de condutividade térmica  $k$  entre dois cilindros concêntricos de raios  $\rho_1$  e  $\rho_2 > \rho_1$  e de comprimento  $l \gg \rho_2$ , de modo que se possam desprezar efeitos das extremidades.

- (a) Calcule a taxa de transmissão de calor por unidade de tempo através da camada.
- (b) Aplique este resultado a uma garrafa térmica cilíndrica com  $\rho_1 = 5\text{ cm}$ ,  $\rho_2 = 5,5\text{ cm}$  e  $l = 20\text{ cm}$ , com uma camada de ar entre as paredes interna e externa. A condutividade térmica do ar é de  $5,7 \times 10^{-5}\text{ cal/s cm }^\circ\text{C}$ . A garrafa contém café inicialmente a  $100^\circ\text{C}$  e a temperatura externa é de  $25^\circ\text{C}$ . Estime o tempo que leva para o café esfriar até a temperatura ambiente.

☛ **Problema Desafio :** A constante solar, quantidade de energia solar que chega à Terra por unidade de tempo e área, acima da atmosfera e para um elemento de área perpendicular à direção dos raios solares, é de  $1,35\text{ kW/m}^2$ . Para um elemento de área cuja normal faz um ângulo  $\theta$  com direção dos raios solares, o fluxo de energia varia com  $\cos \theta$ .

- (a) Calcule a quantidade total de energia solar que chega à Terra por dia.
- Sugestão:* Para um elemento de superfície  $dS$ , leve em conta a interpretação de  $dS \cos \theta$  como projeção sobre um plano.
- (b) Sabe-se que aproximadamente 23% da energia solar incidente sobre a água produzirá evaporação. O calor latente de vaporização da água à temperatura ambiente (quantidade de calor necessária para vaporizá-la por unidade de massa) é aproximadamente  $590\text{ cal/g}$ . Sabendo que aproximadamente 71% da superfície da Terra são cobertos por oceanos, calcule a profundidade da camada de água dos oceanos que seria evaporada por dia pela energia solar que chega à Terra.