

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Física II - 4300112

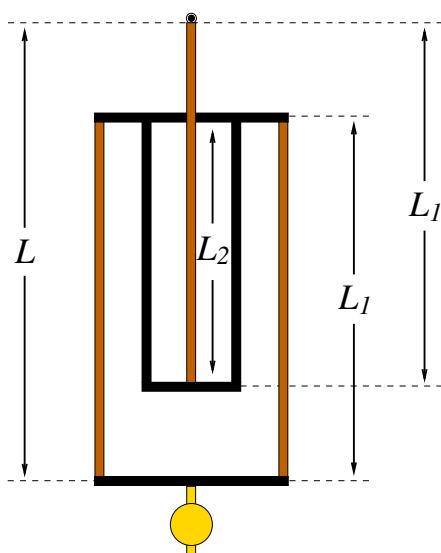
3ª Lista de exercícios - Temperatura e Calor - 2012

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

2. (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) $19,6^\circ\text{C}$.



3. (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

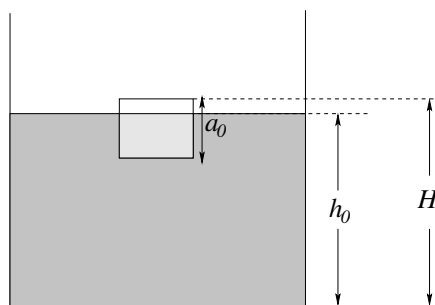
aço, cujo coeficiente de dilatação linear é $1,1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$. As duas barras verticais escuras na figura, de mesmo comprimento L_2 , são de alumínio, cujo coeficiente de dilatação linear é $2,3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$. Determine L_1 e L_2 de forma a manter $L = 0,5$ m.

R: $L_1 = 47,9$ cm, $L_2 = 45,8$ cm.

4. (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 $h_0 = 10$ cm.

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



5. (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.

6. Quando estava pintando o topo de uma antena a uma altura de 225 m, um trabalhador deixa cair acidentalmente uma garrafa com 1,00 l de água da sua mochila. A garrafa é amortecida por arbustos e atinge o solo sem se quebrar. Supondo que a água absorva uma quantidade de calor igual ao módulo da variação da energia potencial, qual é o aumento de temperatura da água?

R: $0,526^{\circ}\text{C}$.

7. Um técnico de laboratório coloca em um calorímetro a amostra de um material desconhecido, a uma temperatura de 100°C . O recipiente do calorímetro, inicialmente a 19°C , é feito com 0,150 kg de cobre e contém 0,200 kg de água. A temperatura final do calorímetro é igual a $26,1^{\circ}\text{C}$. Calcule o calor específico da amostra. (Dados: calor específico do cobre: $0,094$ cal/g. $^{\circ}\text{C}$)

R: $0,24$ cal/g. $^{\circ}\text{C}$.

8. Uma nave espacial feita de alumínio descreve uma trajetória circular em torno da Terra com uma velocidade de 7700 m/s.

(a) Determine a razão entre sua energia cinética e a energia necessária para elevar sua temperatura de 0°C até 600°C . (O ponto de fusão do alumínio é igual a 660°C . Suponha que o calor específico seja constante e igual a 910 J/kg.K)

(b) Com base na sua resposta, discuta o que ocorre quando uma nave espacial tripulada reentra na atmosfera terrestre.

R: (a) 54,29.

9. (Moysés) Uma chaleira de alumínio contendo água em ebulição, a 100°C , está sobre uma chama. O raio do fundo da chaleira é de 7,5 cm e sua espessura é de 2 mm. A condutividade térmica do alumínio é $0,49$ cal/s.cm. $^{\circ}\text{C}$. A chaleira vaporiza 1 l de água em 5 min. O calor de vaporização da água a 100°C é de 540 cal/g. A que temperatura está o fundo da chaleira? Despreze as perdas pelas superfícies laterais.

R: (a) $104,2^{\circ}\text{C}$.

10. (Moysés) Num país frio, a temperatura sobre a superfície de um lago caiu a -10°C e começa a formar-se uma camada de gelo sobre o lago. A água sob o gelo permanece a 0°C : o gelo flutua sobre ela e a camada de espessura crescente em formação serve como isolante térmico, levando ao crescimento gradual de novas camadas de cima para baixo.

(a) Exprima a espessura l da camada de gelo formada, decorrido um tempo t do início do processo de congelamento, como função da condutividade térmica k do gelo, da sua densidade ρ e calor latente de fusão L , bem como da diferença de temperatura ΔT entre a água e a atmosfera acima do lago.

Sugestão: Considere a agregação de uma camada de espessura dx à camada já existente, de espessura x , e integre em relação a x .

(b) No exemplo acima, calcule a espessura da camada de gelo 1 h após iniciar-se o congelamento, sabendo que $k = 4 \times 10^{-3}$ cal/s.cm. $^{\circ}\text{C}$, $\rho = 0,92$ g/cm 3 e $L = 80$ cal/g.

R: (a) $l = \sqrt{\frac{2k(\Delta T)t}{\rho L}}$, (b) 1,98 cm.

11. Considere um pobre viajante perdido no deserto e caminhando a 5 km/h em um dia quente, usando somente roupa de banho. A temperatura da pele desta pessoa tende a aumentar devido a quatro mecanismos:

i) a energia liberada por reações metabólicas do corpo com uma taxa de 280 W, e essa energia é quase toda convertida em calor que flui para a pele;

ii) ocorre transferência de calor por convecção do ar para a pele com uma taxa dada por $k' A_{pele} (T_{ar} - T_{pele})$, onde k' é 54 J/h. $^{\circ}\text{C}$.m 2 , a área da pele exposta é $1,5$ m 2 , a temperatura do ar é 36°C ;

iii) A pele absorve a energia irradiada pelo sol a uma taxa de 1400 W/m 2 ;

iv) A pele absorve a energia irradiada pelo ambiente, que está a uma temperatura de 47°C .

(a) Calcule a taxa total (em watts) do aquecimento da pele produzido por estes quatro mecanismos. Suponha que a emissividade da pele seja $e = 1$ e que a temperatura inicial da pele seja igual a 36°C . Qual desses mecanismos é o mais importante?

(b) Qual deve ser a taxa (em L/h) de vaporização do suor da pele desta pessoa para manter a temperatura da pele constante? (O calor de vaporização da água a 36°C é igual a $2,42 \cdot 10^6$ J/kg.)

(c) Suponha agora que a pessoa esteja protegida por roupa branca ($e \approx 0$) de modo que a área da pele exposta seja reduzida para $0,45$ m 2 . Qual é agora a taxa de transpiração necessária? Discuta a utilidade das roupas usadas tradicionalmente por habitantes do deserto.

Dado: constante de Stefan-Boltzmann: $5,67 \cdot 10^{-8}$ W/m 2 .K 4 .

R: (a) 2496,45 W, (b) 3,71 L/h, (c) 1,41 L/h.