

Lista de problemas baseada em “Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica”, Halliday, Resnick, Walker, 4ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

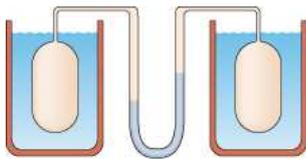
1. Para medir temperaturas, os físicos e astrônomos usam, com frequência, a intensidade da radiação eletromagnética emitida por um objeto. O comprimento de onda para o qual a intensidade é máxima é dado por

$$\lambda_{max}T = 0,2898 \text{ cm} \cdot \text{K},$$

onde  $\lambda_{max}$  é o comprimento de onda associado à intensidade máxima e  $T$  é a temperatura do objeto em kelvins. Em 1965, uma radiação de microondas com  $\lambda_{max} = 0,107 \text{ cm}$  foi descoberta, vinda de todas as direções do espaço. A que temperatura este comprimento de onda corresponde? Esta *radiação de fundo* é interpretada como um resíduo do Big Bang, que teria acontecido há cerca de 15 bilhões de anos, quando o universo começou rapidamente a se expandir e esfriar.

2. Um *termopar* é formado quando dois pedaços de materiais diferentes se tocam em dois pontos, aquecidos a temperaturas diferentes. Aparece, então, uma pequena diferença de potencial elétrico entre os dois pontos de contato. Num termopar feito de ferro e constantã, um dos pontos está a  $0,0^\circ\text{C}$ , e a voltagem varia linearmente desde  $0,0$  até  $28,0 \text{ mV}$ , à medida que a temperatura do outro ponto sobe de  $0,0$  até  $510^\circ\text{C}$ . Ache a temperatura deste ponto quando a voltagem é de  $10,2 \text{ mV}$ .

3. Um termômetro de gás consiste de dois bulbos (figura), cada um colocado num recipiente com água. A diferença de pressão entre os dois bulbos é medida por um manômetro de mercúrio, como mostra a figura. O volume de gás dos dois bulbos é mantido constante, usando reservatórios apropriados, não mostrados na figura. Quando os dois recipientes estão à temperatura do ponto triplo da água, a diferença de pressão indicada pelo manômetro é zero. Quando um dos recipientes está na temperatura do ponto triplo, e outro na do ponto de ebulição da água, o manômetro indica  $120 \text{ mmHg}$ . Finalmente, o manômetro indica  $90 \text{ mmHg}$ , quando um dos recipientes está à temperatura do ponto triplo e o outro está a uma temperatura desconhecida. Qual é a temperatura desconhecida?



4. Um *termistor* é um componente semiconductor cuja resistência elétrica depende da temperatura. Costuma ser usado em termômetros clínicos e também para detectar superaquecimento em equipamentos eletrônicos. Dentro de uma faixa limitada de temperatura, a resistência é dada por

$$R = R_a e^{B(1/T - 1/T_a)},$$

onde  $R$  é a resistência do termistor à temperatura  $T$  e  $R_a$  é a resistência à temperatura  $T_a$ ;  $B$  é uma constante que depende do material semiconductor utilizado. Para um tipo de termistor,  $B = 4689 \text{ K}$ , e a resistência a  $273 \text{ K}$  é  $1,0 \times 10^4 \Omega$ . Que temperatura o termistor mede quando sua resistência é  $100 \Omega$ ?

5. Observamos, no dia-a-dia, que objetos quentes ou frios esfriam ou aquecem até adquirir a temperatura do ambiente. Se a diferença de temperatura  $\Delta T$  entre o objeto e o ambiente não for muito grande, a taxa de esfriamento ou aquecimento será proporcional à diferença de temperatura, isto é,

$$\frac{d\Delta T}{dt} = -A \Delta T,$$

onde  $A$  é uma constante positiva. O sinal  $(-)$  aparece porque  $\Delta T$  diminui com o tempo, se for positivo, e aumenta, se for negativo. Esta é a *lei de Newton do esfriamento*. (a) De que fatores depende  $A$ ? Qual é a sua dimensão? (b) Se no instante  $t = 0$  a diferença de temperatura for  $\Delta T_0$ , mostre que

$$\Delta T = \Delta T_0 e^{-At}$$

num instante posterior  $t$ .

6. Uma barra de aço mede exatamente  $20 \text{ cm}$  a  $30^\circ\text{C}$ . Qual o seu comprimento a  $50^\circ\text{C}$ ?

7. O espelho de vidro pirex no telescópio do observatório de Monte Palomar tem  $200''$  de diâmetro. Qual a variação do diâmetro do espelho, quando a temperatura vai do mínimo de  $-10^\circ\text{C}$  até o máximo de  $50^\circ\text{C}$ ?

8. Um orifício circular numa placa de alumínio tem  $2,725 \text{ cm}$  de diâmetro a  $0^\circ\text{C}$ . Qual é o seu diâmetro a  $100^\circ\text{C}$ ?

9. Uma barra mede exatamente  $20,05 \text{ cm}$ , medidos com uma régua de aço a  $20^\circ\text{C}$ . Colocamos a barra e a régua num forno a  $270^\circ\text{C}$  e, nestas condições, medimos a barra com a régua, obtendo  $20,11 \text{ cm}$ . Qual é o coeficiente de dilatação da barra?

10. Uma janela de vidro mede exatamente  $20 \times 30 \text{ cm}^2$  a  $10^\circ\text{C}$ . De quanto aumenta sua área, quando a temperatura é de  $40^\circ\text{C}$ ?

11. Ache a variação do volume de uma esfera de alumínio de raio  $r = 10 \text{ cm}$ , quando é aquecida de  $0$  a  $100^\circ\text{C}$ .

12. Uma caneca de alumínio de  $100 \text{ cm}^3$  está cheia de glicerina a  $22^\circ\text{C}$ . Quanta glicerina derramará, se a temperatura subir para  $28^\circ\text{C}$ ? O coeficiente de dilatação da glicerina é  $\beta = 5,1 \times 10^{-4}/\text{C}^\circ$ .

13. Uma barra de aço a  $25^\circ\text{C}$  tem  $3,000 \text{ cm}$  de diâmetro. Um anel de latão tem diâmetro interno de  $2,992 \text{ cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ . A que temperatura comum o anel se ajustará perfeitamente à barra?

14. Prove que, desprezando quantidades muito pequenas, o aumento de volume de um sólido, quando a temperatura

aumenta de  $\Delta T$ , é  $\Delta V = 3\alpha V \Delta T$ , onde  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação linear.

15. Densidade é massa dividida por volume. Como o volume depende da temperatura, a densidade também depende. Mostre que, se a temperatura variar de  $\Delta T$ , a variação da densidade será

$$\Delta \rho = -\beta \rho \Delta T,$$

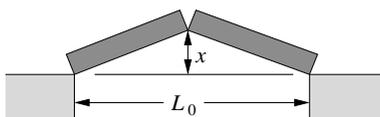
onde  $\beta$  é o coeficiente de dilatação volumétrica. Explique o sinal negativo.

16. Quando a temperatura de um cilindro metálico vai de 0 a  $100^\circ\text{C}$ , seu comprimento aumenta em 0,23%. (a) Encontre o aumento percentual da densidade do cilindro. (b) De que metal é feito o cilindro?

17. A temperatura de uma moeda de cobre aumenta de  $100^\circ\text{C}$  e seu diâmetro cresce 0,18%. Dê o aumento percentual, com dois algarismos significativos, (a) na área, (b) na espessura, (c) no volume e (d) na massa da moeda. (e) Qual é o coeficiente de dilatação linear da moeda?

18. Um relógio de pêndulo feito de latão é exato a  $20^\circ\text{C}$ . Qual será o erro, em segundos por hora, com o relógio a  $0,0^\circ\text{C}$ ?

19. Uma barra com fratura no centro entorta para cima com um aumento de temperatura de  $32^\circ\text{C}$ . Se  $L_0 = 3,77\text{ m}$  e o coeficiente de dilatação linear é  $25 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ , ache  $x$ .



20. Numa experiência, precisamos mover uma fonte radiativa a velocidades extremamente baixas. Isso foi feito prendendo a fonte à extremidade de uma barra de alumínio e aquecendo a parte central da barra, de maneira controlada. Se a parte aquecida da barra mede 2 cm a que taxa constante devemos aquecer a barra para que a fonte se mova a  $100\text{ nm/s}$ ?

21. Um tubo de vidro vertical de  $1,28\text{ m}$  está preenchido até a metade com um líquido a  $20^\circ\text{C}$ . Qual a variação da altura da coluna líquida, se aquecermos o tubo até  $30^\circ\text{C}$ ? Considere  $\alpha_{\text{vidro}} = 1,0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$  e  $\beta_{\text{líquido}} = 4,0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ .

22. Uma barra composta, de comprimento  $L = L_1 + L_2$ , é feita de uma barra de material 1 e comprimento  $L_1$  e uma barra de material 2 e comprimento  $L_2$ . (a) Mostre que o coeficiente de dilatação linear efetivo para esta barra é  $\alpha = (\alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2)/L$ . (b) Usando aço e latão, dimensione uma barra de  $52,4\text{ cm}$  e coeficiente de dilatação linear efetivo de  $13,0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ .



23. Três barras de comprimentos iguais feitas de alumínio, invar e aço estão a  $20^\circ\text{C}$ , formando um triângulo equilátero com pinos de fixação nos vértices. A que temperatura o ângulo oposto à barra de invar será de  $59,95^\circ$ ?