



Fenômenos Térmicos Primeiro Quadrimestre de 2012 Lista 1

Termômetros e escalas de temperatura

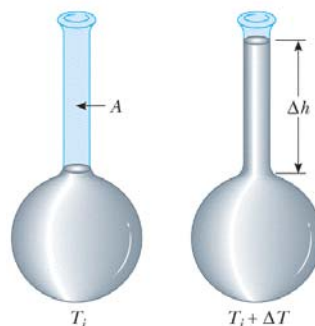
- 1) Um termômetro de gás a volume constante é calibrado em gelo seco (isto é, dióxido de carbono em estado sólido, que tem uma temperatura de -80°C) e em álcool etílico fervente (78°C). As duas pressões são $0,900\text{ atm}$ e $1,635\text{ atm}$. (a) Qual é o valor do zero absoluto, em Celsius, produzido por esta calibração? Qual é a pressão (b) no ponto de congelamento da água e (c) no ponto de ebulição da água?
- 2) Em um termômetro de gás a volume constante, a pressão a $20,0^{\circ}\text{C}$ é de $0,980\text{ atm}$. (a) Qual é a pressão a $45,0^{\circ}\text{C}$? (b) Qual é a temperatura se a pressão for $0,500\text{ atm}$?
- 3) O nitrogênio líquido tem um ponto de ebulição de $-195,81^{\circ}\text{C}$ na pressão atmosférica. Expresse esta temperatura (a) em graus Fahrenheit e (b) em Kelvins.
- 4) Converta as seguintes temperaturas em suas equivalentes nas escalas Celsius e Kelvin: (a) a temperatura normal do corpo humano, $98,6^{\circ}\text{F}$; (b) a temperatura do ar em um dia frio, $-5,00^{\circ}\text{F}$.

Expansão térmica

- 5) A ponte New River Gorge em Virginia do Oeste é uma ponte de aço, feita na forma de arco, com 518 m de comprimento. Quanto muda o comprimento total do leito da ponte entre os extremos de temperatura de -20°C e 35°C ? O resultado indica o tamanho das juntas de extensão que devem ser construídas na estrutura. Dado $\alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$.
- 6) A armação de um par de óculos é feita de resina epóxi. À temperatura ambiente ($20,0^{\circ}\text{C}$), a armação tem aberturas circulares das lentes de $2,20\text{ cm}$ de raio. A que temperatura a armação deve ser aquecida se lentes de $2,21\text{ cm}$ de raio tiverem de ser introduzidas nela? O coeficiente médio de expansão linear do epóxi é de $1,30 \times 10^{-4} (^{\circ}\text{C})^{-1}$.
- 7) O elemento ativo de um determinado laser é feito de uma haste de vidro de $30,0\text{ cm}$ de comprimento por $1,50\text{ cm}$ de diâmetro. Se a temperatura da haste aumentar $65,0^{\circ}\text{C}$, qual é o aumento (a) em seu comprimento, (b) em seu diâmetro e (c) em seu volume? Suponha que o coeficiente médio de expansão linear do vidro é $9,00 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$.
- 8) O coeficiente médio de expansão volumar do tetracloreto de carbono é $5,81 \times 10^{-4} (^{\circ}\text{C})^{-1}$. Se um recipiente de aço de 50 galões estiver completamente cheio com tetracloreto de carbono quando a temperatura for $10,0^{\circ}\text{C}$, quanto de excesso derramará quando a temperatura se elevar para $30,0^{\circ}\text{C}$?

9) A $20,0^{\circ}\text{C}$, um anel de alumínio tem um diâmetro interno de $5,000\text{ cm}$ e uma haste de bronze tem um diâmetro de $5,050\text{ cm}$. (a) Se somente o anel for aquecido, qual temperatura ele deve alcançar de tal forma que se encaixe sobre a haste? (b) Se ambos forem aquecidos juntos, que temperatura eles devem alcançar para que o anel se encaixe sobre a haste? Esse último processo funcionaria? Dados $\alpha_{\text{alumínio}} = 24 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ e $\alpha_{\text{bronze}} = 19 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$.

10) Um termômetro de mercúrio é construído como mostrado na figura. O tubo capilar tem diâmetro de $0,004\text{ cm}$ e o bulbo tem diâmetro de $0,250\text{ cm}$. Desprezando a expansão do vidro, encontre a mudança na altura da coluna de mercúrio que ocorre com uma mudança na temperatura de $30,0^{\circ}\text{C}$.



11) Um líquido tem uma densidade ρ . (a) Mostre que a mudança fracionária na densidade para uma mudança ΔT na temperatura é $\Delta \rho / \rho = -\beta \Delta T$. O que o sinal negativo significa? (b) A água doce tem uma densidade máxima de $1,000\text{ g/cm}^3$ a $4,0^{\circ}\text{C}$. A $10,0^{\circ}\text{C}$, sua densidade é $0,9997\text{ g/cm}^3$. Qual é o valor de β para a água nesse intervalo de temperatura?

12) Use a equação de estado para um gás ideal e a definição do coeficiente de expansão volumar, na forma $\beta = (1/V) dV/dT$, para demonstrar que o coeficiente de expansão volumar de um gás ideal a pressão constante dado por $\beta = 1/T$, onde T é a temperatura absoluta. (b) Qual valor essa expressão prevê para β a 0°C ? Compare o resultado com os valores experimentais para o hélio e para o ar ($3,665 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ e $3,67 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$), respectivamente). Observe que ele é muito maior que os coeficientes de expansão volumar da maioria dos líquidos e sólidos.

Descrição macroscópica de um gás

13) Um pneu de automóvel é inflado com ar originalmente a $10,0^{\circ}\text{C}$ e à pressão atmosférica normal. Durante o processo, o ar é comprimido para $28,0\%$ de seu volume original e a temperatura é aumentada para $40,0^{\circ}\text{C}$. (a) Qual é a pressão do pneu? (b) Depois que o carro é dirigido em alta velocidade, a temperatura do ar do pneu eleva-se para $85,0^{\circ}\text{C}$ e seu volume interior aumenta por $2,00\%$. Qual é a nova pressão (absoluta) do pneu em pascal?

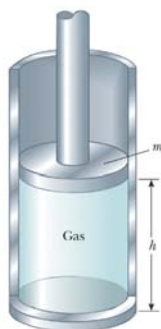
14) Um tanque que tem um volume de $0,100\text{ m}^3$ contém gás hélio a 150 atm . Quantos balões o tanque pode inflar se cada balão cheio for uma esfera de $0,300\text{ m}$ de diâmetro em uma pressão absoluta de $1,20\text{ atm}$?

15) A $25,0\text{ m}$ abaixo da superfície do mar, (densidade = 1025 kg/m^3), onde a temperatura é $5,00^{\circ}\text{C}$, um mergulhador exala uma bolha de ar que tem um volume de $1,00\text{ cm}^3$. Se a temperatura da superfície do mar for $20,0^{\circ}\text{C}$, qual é o volume da bolha imediatamente antes de chegar à superfície?

16) Estime a massa de ar em seu quarto. Indique as grandezas que você considera como dados e o valor medido ou estimado de cada uma.

17) Uma marca popular de refrigerante contém 6,50 g de dióxido de carbono dissolvido em 1,00 L de bebida. Se o dióxido de carbono evaporado for preso em um cilindro a 1,00 atm e 20,0°C, qual volume o gás ocupará?

18) Um quarto de volume V contém ar que tem massa molecular equivalente M (em gramas por mol). Se a temperatura do quarto for elevada de T_1 para T_2 , que massa de ar sairá do quarto? Suponha que a pressão do ar no quarto é mantida em P_0 .



19) Um cilindro vertical com uma área de seção transversal A é ajustado com um pistão de encaixe justo, sem atrito, de massa m (ver figura). (a) Se n moles de um gás ideal estiverem no cilindro a uma temperatura T , qual é a altura h na qual o pistão estará em equilíbrio sob seu próprio peso? (b) Qual é o valor de h se $n = 0,200$ mol, $T = 400$ K, $A = 0,00800$ m² e $m = 20,0$ kg?

20) (a) Mostre que a densidade de um gás ideal que ocupa um volume V é dada por $\rho = PM/RT$, onde M é a massa molecular. (b) Determine a densidade do gás de oxigênio à pressão atmosférica e a 20,0°C.

21) O oxigênio a pressões muito superiores a 1 atm é tóxico para as células do pulmão. Qual é a razão que deve ser utilizada do peso do hélio (He) pelo peso do oxigênio (O₂) por um mergulhador que deva descer a uma profundidade de 50,0 m no oceano?

Teoria cinética dos gases

22) Em um período de 1,00 s, $5,00 \times 10^{23}$ moléculas de nitrogênio atingem uma parede com uma área de 8,00 cm². Se as moléculas deslocam-se com uma velocidade de 300 m/s e atingem a parede frontalmente em colisões perfeitamente elásticas, qual é a pressão exercida na parede? (A massa de uma molécula de N₂ é $4,68 \times 10^{-26}$ kg).

23) (a) Quantos átomos de gás Hélio enchem um balão de 30,0 cm de diâmetro a 20,0°C e 1,00 atm? (b) Qual é a energia cinética média dos átomos de Hélio? (c) Qual é a velocidade média quadrática dos átomos de Hélio?

24) Um cilindro contém uma mistura de hélio e argônio em equilíbrio a 150°C. (a) Qual é a energia cinética média de cada tipo de molécula de gás? (b) Qual é a velocidade média quadrática de cada tipo de molécula?

25) Um recipiente de 5,00 litros contém gás de nitrogênio a 27,0°C e 3,00 atm. (a) Encontre a energia cinética translacional total das moléculas do gás e (b) a energia cinética média por molécula.

26) Quinze partículas idênticas têm várias velocidades: uma tem uma velocidade de 2,00 m/s; duas têm velocidades de 3,00 m/s; três têm velocidades de 5,00 m/s; quatro têm velocidades de 7,00 m/s; três têm velocidades de 9,00 m/s; e duas têm velocidades de 12,0 m/s. Encontre (a) a velocidade média, (b) a velocidade média quadrática, e (c) a velocidade mais provável dessas partículas.

27) Pela distribuição de velocidades de Maxwell-Boltzmann, mostre que a velocidade mais provável de uma molécula de gás é dada pela equação $v_{mp} = 1,41\sqrt{k_b T/m}$. Observe que a velocidade mais provável corresponde ao ponto em que a inclinação da curva da distribuição das velocidades dN_v/dv é nula.

GABARITO

1) (a) $T = -274^\circ\text{C}$; (b) $P = 1,27 \text{ atm}$; (c) $P = 1,74 \text{ atm}$

15) $3,67 \text{ cm}^3$

2) (a) $1,06 \text{ atm}$; (b) -124°C

16) $\sim 10^2 \text{ kg}$

3) (a) -320°F ; (b) $77,3 \text{ K}$

17) $3,55 \text{ L}$

4) (a) 310 K ; (b) 253 K

18)

$$\frac{P_0 VM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

5) $0,313 \text{ m}$

19) (a)

$$h = \frac{nRT}{mg + P_0 A}$$

6) $55,0^\circ\text{C}$

(b) $0,661 \text{ m}$

7) (a) $0,176 \text{ mm}$; (b) $8,78 \times 10^{-4} \text{ cm}$; (c) $0,0930 \text{ cm}^3$

20) (a) Demonstração; (b) $1,33 \text{ kg/m}^3$

8) $0,548 \text{ gal}$

21) $0,623$

9) (a) 437°C ; (b) 3000°C ; não, pois o alumínio derrete a 660°C

22) $17,6 \text{ kPa}$

10) $3,55 \text{ cm}$

23) (a) $3,54 \times 10^{23} \text{ átomos}$; (b) $6,07 \times 10^{-21} \text{ J}$; (c) $1,35 \text{ km/s}$

11) (a) Demonstração; o sinal negativo significa que qualquer acréscimo de temperatura causa uma redução na densidade e vice-versa; (b) $5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

24) (a) $8,76 \times 10^{-21} \text{ J}$; (b) He: $1,62 \text{ km/s}$; Ar: 514 m/s

12) (a) Demonstração; (b) $3,66 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

25) (a) $2,28 \text{ kJ}$; (b) $6,22 \times 10^{-21} \text{ J}$

13) (a) $4,00 \times 10^5 \text{ Pa (abs.)}$; (b) $4,49 \times 10^5 \text{ Pa}$

26) (a) $6,8 \text{ m/s}$; (b) $7,41 \text{ m/s}$; (c) $7,00 \text{ m/s}$

14) 884 balões

27) Demonstração