

## SEGUNDA LISTA DE TERMODINÂMICA – PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA

**16.3** Um tanque cilíndrico possui um pistão bem ajustado que permite alterar o volume do cilindro. O tanque inicialmente contém  $0,110 \text{ m}^3$  de ar a uma pressão de  $3,40 \text{ atm}$ . O pistão é lentamente puxado para fora até que o volume do gás aumenta para  $0,390 \text{ m}^3$ . Sabendo que a temperatura permaneceu constante, qual é a pressão final?

**16.13** Um tanque metálico com volume de  $3,10 \text{ L}$  deve estourar quando a pressão absoluta do ar em seu interior superar  $100 \text{ atm}$ . Se  $11,0 \text{ mol}$  de um gás ideal for colocado no tanque a uma temperatura de  $23,0^\circ\text{C}$ , até que temperatura o tanque pode ser usado antes que ele se rompa? Despreze a dilatação térmica do tanque. b) Com base na resposta do item (a), verifique se é razoável desprezar a dilatação térmica do tanque. Explique.

**16.16** Uma bomba de vácuo moderna permite obter facilmente vácuo da ordem de  $10^{-13} \text{ atm}$  no laboratório. Para uma pressão de  $9,00 \times 10^{-14} \text{ atm}$  e para uma temperatura comum (digamos  $T = 300 \text{ K}$ ), quantas moléculas existem em um volume de  $1,00 \text{ cm}^3$ ?

errata: pressão de  $9,00 \times 10^{-14} \text{ atm}$

**16.19** Quantos moles existem em  $1,00 \text{ kg}$  de água? Quantas moléculas? A massa molecular da água é igual a  $18,0 \text{ g/mol}$ .

**16.25** a) O oxigênio ( $O_2$ ) possui massa molecular igual a 32,0 g/mol. Qual é a energia cinética translacional média de uma molécula de oxigênio a uma temperatura igual a 300 K? b) Qual é o valor médio do quadrado de sua velocidade? c) Qual é sua velocidade quadrática média? d) Qual é o momento linear de uma molécula de oxigênio se deslocando com esta velocidade? e) Suponha que a molécula de oxigênio que se desloca com esta velocidade oscile para frente e para trás entre as paredes opostas de um recipiente cúbico com aresta de 0,10 m. Qual é a força média exercida pelo gás sobre uma das paredes do recipiente? (Suponha que a velocidade da molécula seja ortogonal aos lados sobre os quais ela colide.) f) Qual é a força média por unidade de área? g) Quantas moléculas de oxigênio seriam necessárias para produzir uma pressão média de 1 atm? h) Calcule o número de moléculas de oxigênio que realmente estão contidas em um recipiente deste tamanho a 300 K e com pressão de uma atmosfera. i) A sua resposta do item (h) deve ser maior ou menor do que sua resposta do item (g)? Qual é a origem desta discrepância?

**16.29** a) Calcule o calor específico a volume constante do vapor d'água, supondo uma molécula triatômica linear com três graus de liberdade de translação e três graus de liberdade de rotação e que o movimento de vibração não contribua. A massa molecular da água é 18,0 g/mol. b) O calor específico real do vapor d'água em pressões baixas é igual a 2000 J/kg • K. Compare este valor com sua resposta e comente sobre o papel real desempenhado pelo movimento vibratório.

**16.31** a) Qual é o calor necessário para fazer a temperatura de 2,50 mol de um gás ideal diatômico aumentar de 30,0 K nas vizinhanças da temperatura ambiente se o gás for mantido com um volume constante? b) Qual seria a resposta do item (a) se o gás fosse monoatômico em vez de diatômico?

**16.44** Durante a realização de um teste em 1939 antes de ser aceito pela Marinha dos Estados Unidos, o submarino *Squalus* afundou em um ponto com uma profundidade igual a 73,0 m. A temperatura na superfície era igual a 27,0°C e no fundo era de 7,0°C. A densidade da água do mar é igual a 1030 kg/m<sup>3</sup>. a) Um sino de imersão foi usado para o resgate dos 33 tripulantes presos no interior do *Squalus*. O sino de imersão possuía a forma de um cilindro com 2,30 m de altura, aberto em sua extremidade inferior e fechado no topo. Quando o sino de imersão chegou ao fundo do mar, até que altura a água do mar subiu no interior do sino de imersão? (*Sugestão:* Você pode desprezar a relativamente pequena variação de pressão da água entre o fundo do mar e a superfície superior da água no interior do sino de imersão.) b) Qual foi a pressão manométrica do ar comprimido fornecido ao sino de imersão para expelir completamente a água do seu interior?

**16.72** A *pressão de vapor* é a pressão da fase vapor de uma substância que está em equilíbrio de fase envolvendo a fase líquida e a fase gasosa da substância. A *umidade relativa* é a pressão parcial do vapor d'água no ar dividida pela pressão de vapor da água na mesma temperatura, podendo ser expressa como uma porcentagem. Dizemos que o ar está saturado quando a umidade relativa é igual a 100%. a) A pressão de vapor da água a 20,0°C é igual a  $2,34 \times 10^3$  Pa. Se a temperatura do ar for igual a 20,0°C e a umidade relativa for igual a 60%, qual será a pressão parcial do vapor d'água na atmosfera (ou seja, a pressão que seria exercida pelo vapor d'água caso ele estivesse sozinho)? b) Nas condições do item (a), qual é a massa da água em 1,00 m<sup>3</sup> de ar? (A massa molecular da água é igual a 18,0 g/mol. Suponha que o vapor d'água possa ser considerado como um gás ideal.)