

# Fundamentos

Formas mais completas da 1ª Lei contabilizam variações de energia cinética e energia potencial. Logicamente, esses termos são muito importantes no cálculo de redes de tubulação, por exemplo; entretanto, considerando-se isoladamente os equipamentos onde ocorrem trocas térmicas, esses termos são usualmente desprezados. Para demonstrar isso, compare:

- a. A variação de energia cinética que ocorre em um corpo de 1,0 kg ao ser acelerado do repouso à velocidade de  $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ ;
- b. A variação de energia potencial que ocorre em um corpo de 1,0 kg devido a uma variação de altura de 10,0 m; e
- c. A variação da energia interna que ocorre em 1,0 kg de água ao ter sua temperatura elevada em  $1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Em seus cálculos, considere que a capacidade calorífica da água líquida é constante e igual a  $4200 \text{ J/(kg K)}$ .

# Aquecimento seguido de expansão adiabática

Um cilindro está ligado a um pistão, por meio do qual consegue realizar trabalho. Dentro do cilindro há ar a 1,0 atm e 300 K, exatamente as mesmas condições do ambiente. O pistão é preso, e cilindro é aquecido a 600 K. Em seguida o pistão é solto, e o ar expande-se até que a pressão interna iguale à pressão externa. Qual trabalho (por quantidade de matéria) que é realizado pelo ar? Compare esse valor com a quantidade de calor cedida ao sistema para aumentar sua temperatura até 600 K. Considere que o sistema, após o aquecimento, não troca calor com o ambiente.

Considere que o ar é um gás ideal com capacidade calorífica  $C_v = 20,9 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  independente da temperatura. Use em seus cálculos os valor de  $R$  igual a  $8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ , e lembre-se de que a unidade de pressão no Sistema Internacional (SI) de medidas é o Pascal ( $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ).

# Aquecimento seguido de expansão adiabática

Uma determinada quantidade de ar é submetida a um processo de aquecimento e expansão. Para isso, ar inicialmente a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $1,0\text{ atm}$  é colocado em contato com uma fonte quente a  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  até a equalização de temperaturas, em um processo que ocorre a volume constante. Considere as possíveis sequências para o processo:

- i. O gás expande-se adiabaticamente contra uma pressão externa de  $1\text{ atm}$ .
  - ii. O gás expande-se adiabaticamente em duas etapas, inicialmente contra uma pressão externa de  $2\text{ atm}$  e, em seguida, contra uma pressão externa de  $1\text{ atm}$ .
  - iii. O gás expande-se adiabaticamente contra uma pressão que é, em cada instante, igual à pressão interna, até uma pressão final de  $1\text{ atm}$ :
- a) Quanto calor é transferido ao ar no processo de aquecimento, por quantidade de ar.
  - b) Quanto trabalho é realizado pelo ar nos três processos de expansão descritos.

O que foi notado? Qual é o processo mais “eficiente”, isto é, qual consegue produzir mais trabalho a partir de uma mesma quantidade de calor? Você conseguiria imaginar um processo que fornecesse mais trabalho, sem haver nenhuma outra troca de calor? <sub>3</sub>

# 1ª Lei da Termodinâmica

Deseja-se remover calor de uma sala vazia, com as dimensões de  $20 \times 10 \times 5 \text{ m}^3$ . Qual é a quantidade de calor necessária para descer a temperatura do ar de 30 para 20 °C? Considere que a pressão no interior da sala permaneça igual a 1,0 atm. Desconsidere a troca de calor com o mobiliário e paredes, ou seja, calcule o calor necessário para aquecer somente o ar no interior da sala.

Considere que o ar é um gás ideal com capacidade calorífica  $C_v = 20,9 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  independente da temperatura. Use em seus cálculos os valor de  $R$  igual a  $8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ , e lembre-se de que a unidade de pressão no Sistema Internacional (SI) de medidas é o Pascal ( $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ).

