

**Lista de Exercícios VIII**

- ① Um quilograma de gelo é removido de um congelador a  $-15^{\circ}\text{C}$  e aquecido, até converter-se totalmente em vapor, a  $100^{\circ}\text{C}$ . Qual é a variação de entropia deste sistema? O calor específico do gelo é  $0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ , o calor latente de fusão do gelo é  $79,6 \text{ cal/g}$  e o calor latente de vaporização da água é  $539,6 \text{ cal/g}$ .
- ② Um recipiente de paredes adiabáticas contém  $2 \ell$  de água a  $30^{\circ}\text{C}$ . Coloca-se nele um bloco de  $500 \text{ g}$  de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- (a) Calcule a temperatura final do sistema. Tome  $80 \text{ cal/g}$  para o calor latente de fusão do gelo.
- (b) Calcule a variação de entropia do sistema.
- ③ Um reservatório frio está a  $273 \text{ K}$  e um reservatório mais quente a  $373 \text{ K}$ . Mostrar que é impossível que uma pequena quantidade de energia térmica, por exemplo  $8 \text{ J}$ , seja transferida do reservatório frio para o reservatório quente sem provocar diminuição da entropia do universo e violar, assim, a segunda lei da termodinâmica.
- ④ Um litro de água, inicialmente a  $100^{\circ}\text{C}$ , é totalmente vaporizado:
- (a) em contato com um reservatório térmico a  $100^{\circ}\text{C}$ ;
- (b) em contato com um reservatório térmico a  $200^{\circ}\text{C}$ .
- O calor latente de vaporização da água é  $539,6 \text{ cal/g}$ . Calcule a variação total de entropia do universo devida exclusivamente ao processo de vaporização, nos casos (a) e (b), e relacione os resultados com a reversibilidade ou não do processo.
- ⑤ Uma chaleira contém  $1 \ell$  de água em ebulição. Despeja-se toda água numa piscina, que está a temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ .
- (a) De quanto variou a entropia da água da chaleira?
- (b) De quanto variou a entropia do universo?

- ⑥ Uma máquina térmica opera entre dois reservatórios de calor, a  $T_1 = 600 \text{ K}$  e  $T_2 = 350 \text{ K}$ . A máquina absorve  $1.000 \text{ J}$  de calor do reservatório de temperatura mais elevada, e efetua  $250 \text{ J}$  de trabalho. Calcule:
- (a) a variação de entropia do universo  $\Delta S_u$  desse processo e
  - (b) o trabalho  $W$  que poderia ter sido feito por uma máquina de Carnot ideal, operando entre os mesmos dois reservatórios.
  - (c) Mostrar que a diferença entre o trabalho nos itens (a) e (b) é  $T_2 \Delta S_u$ .
- ⑦ Um cilindro contendo  $1 \text{ kg}$  de He a  $150 \text{ atm}$ , em equilíbrio térmico com o ambiente a  $17^\circ \text{C}$ , tem um pequeno vazamento, através do qual o gás escapa para a atmosfera, até que o tanque se esvazia por completo do hélio. Qual a variação de entropia do gás hélio? Que quantidade de trabalho é desperdiçada por este processo?
- ☛ Problema Desafio: Um fluido é submetido a um ciclo reversível. Se o ciclo é representado por um diagrama no plano (T,S), onde S é a entropia do fluido.
- (a) Mostre que o trabalho associado ao ciclo é dado por  $W = \oint T dS$ , a área orientada por ele compreendida.
  - (b) Represente um ciclo de Carnot para um gás ideal no plano (T,S). Verifique o resultado da parte (a) neste caso.
  - (c) Calcule o rendimento  $\eta$  do ciclo de Carnot da parte (b) diretamente a partir do diagrama (T,S).