4300159 – Física do Calor

Sexta Lista de Exercícios – Segunda Lei da Termodinâmica

Questões: As questões a seguir são conceituais, envolvendo eventualmente cálculos simples. É essencial que você saiba *justificar* suas respostas (pode haver mais de uma alternativa correta). Há uma tabela com calores específicos após os enunciados. Utilize, se necessário, R = 8.314 J/mol.K, k_B = 1.381×10^{-23} J/K, $N_A = 6.022\times10^{23}$ mol^{-1}. Lembre-se também que 1 atm equivale a 1.01325×10^5 Pa.

Q1) Indique se as afirmações abaixo são verdadeiras ou falsas.
( ) Produzir calor esfregando as mãos é um processo irreversível.
( ) Deixar a porta da geladeira aberta refrigera a cozinha.
( ) De acordo com o Teorema de Carnot, é impossível que um motor elétrico seja mais eficiente que a Máquina de Carnot.

Suponha que a massa m de água esteja isolada no interior de um calorímetro a 50°C. Admita que, espontaneamente, a massa $m/2$ fosse aquecida até 100°C utilizando o calor fornecido pelo resfriamento da massa $m/2$ até 0°C, de forma que toda a água permaneça líquida.
( ) O processo descrito é impossível, pois violaria a Primeira Lei da Termodinâmica.
( ) O processo descrito é impossível, pois violaria a Segunda Lei da Termodinâmica.

Q2) Considere as seguintes máquinas térmicas: i) um motor que, por ciclo, absorve 5000J de calor e rejeita 4500J de calor; ii) um motor que, por ciclo, absorve 25kJ de calor e realiza 2kJ de trabalho; iii) um motor que, por ciclo, realiza 400J de trabalho e rejeita 2800J de calor. As eficiências são tais que

(a) $\eta_i > \eta_{ii} > \eta_{iii}$.
(b) $\eta_{iii} > \eta_i > \eta_{ii}$.
(c) $\eta_{ii} > \eta_{iii} > \eta_i$.
(d) $\eta_i > \eta_{iii} > \eta_{ii}$.
(e) $\eta_{iii} > \eta_{ii} > \eta_i$.
(f) $\eta_{ii} > \eta_i > \eta_{iii}$.

Q3) Na expansão livre de um gás (indique todas as alternativas corretas):

(a) $\Delta U < 0$.
(b) $\Delta U = 0$.
(c) $\Delta U > 0$.
(d) $\Delta T < 0$.
(e) $\Delta T = 0$.
(f) $\Delta T > 0$.

Problemas: Ao resolver os problemas que seguem, explicite seu raciocínio e as principais passagens dos cálculos.

P1) A potência de uma máquina térmica (trabalho realizado por unidade de tempo) é 5,00kW, sendo sua eficiência 25%. Assumindo que a máquina rejeita 8,00kJ de calor por ciclo, determine (a) a energia consumida em um ciclo de operação e (b) o tempo de cada ciclo.

P2) Considere que uma máquina térmica opera entre dois reservatórios: um recipiente com alumínio no líquido à temperatura de fusão (660°C) e um bloco de mercúrio sólido também à temperatura de fusão (–38.9°C). Em um ciclo completo, 15.0g de mercúrio são derretidos e 1,00g de alumínio é solidificado. Os calores de fusão do alumínio e do mercúrio são, respectivamente, 3.97×10^5 J/kg e 1.18×10^4 J/kg.
(a) Qual a eficiência dessa máquina? (b) Qual o limite teórico para sua eficiência?

P3) Uma máquina térmica operando entre 80°C e 200°C atinge 20% do limite teórico de eficiência. Que energia deverá ser absorvida do reservatório quente para que a máquina realize 10.0kJ de trabalho?

Respostas:

Q1) V, F, F, F, V. Q2) (b). Q3) (b), (e).

P1) (a) $Q_H = 10.7$ kJ. (b) $\Delta t_{ciclo} = 0.54$ s

P2) (a) $\eta = 0.55$ (55%) (b) $\eta_{teo} = 0.75$ (75%) [O limite é estabelecido pela Máquina de Carnot]

P3) $Q_H = 197$ kJ.