Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Física

Física L2 – Terceira Prova – 04 de outubro de 2006

Gabarito.

Problema 1: Na falta de um termômetro, pode-se aferir a temperatura usando uma barra que possui 1 m de alumínio à temperatura ambiente 25 °C. Primeiro coloca-se esta barra em contato com gelo a 0 °C e depois em contato com água fervente a 100 °C, e descobre-se que o comprimento da barra aumentou 23 mm no processo. Depois coloca-se esta barra em etanol fervente e descobre-se que esta barra está com 1,012 m. Qual é a temperatura de ebulição do etanol?

Resposta: Com os dados, podemos calcular diretamente o coeficiente de dilatação linear:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{23\,\mathrm{mm}}{100\,^\circ\mathrm{C}}$$

Assim, a temperatura a partir de 25 °C será proporcional a expansão medida na barra à temperatura do etanol fervente:

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{\alpha} = \frac{12}{23} \times 100\,^\circ\mathrm{C} \approx 52{,}2\,^\circ\mathrm{C}$$

O que resulta em uma temperatura de $T = 25\,^\circ\mathrm{C} + 52{,}2\,^\circ\mathrm{C} = \boxed{77{,}2\,^\circ\mathrm{C}}$ para o ponto de ebulição do etanol.

Problema 2: Um ar-condicionado de 10.000 Btu/h retira calor a volume e pressão constantes de uma sala com $V = 40\,\mathrm{m}^3$ de ar (peso molar $18\,g$). Calcule em quanto tempo o ar-condicionado diminuirá a temperatura do gás em 5 °C. Use 1 Btu = 1055 J.

Resposta: O calor específico molar do gás é $5/2R$, e assim basta que achemos quantos moles de gás há na sala inicialmente para que possamos relacionar a perda de calor com a queda de temperatura. Um mol de gás ocupa, à pressão de $1\,\mathrm{atm} = 10^5\,\mathrm{Pa}$ e à temperatura de $T = 298\,\mathrm{K}$, um volume de

$$V_{\mathrm{molar}} = \frac{RT}{p} = 0{,}0248\,\mathrm{m}^3$$

Assim em uma sala de $40\,\mathrm{m}^3$ teremos

$$n = \frac{V}{V_{\mathrm{molar}}} = 1615$$

moles de gás. A energia para reduzir tal quantidade de gás em 5 °C será então:

$$E = \frac{5}{2} nR\,\Delta T \approx 167800\,\mathrm{J}$$

Que será fornecida, pela potência necessária, em um tempo de

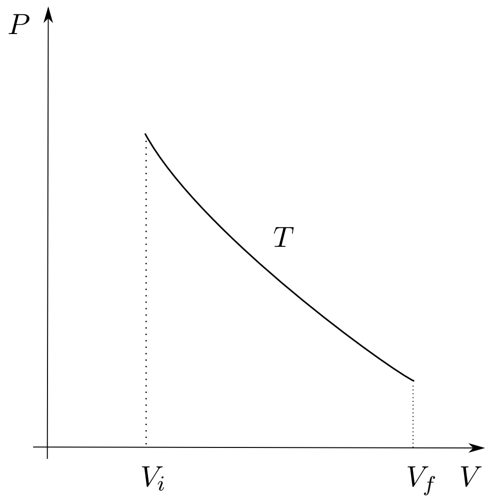
$$\boxed{t = \frac{E}{P} = \frac{167800}{10000 \cdot 1055}\,\mathrm{h} \approx 57\,\mathrm{s}} \tag{1}$$

supondo eficiência perfeita.

Problema 3: Um mol de oxigênio inicialmente a 10 atm, se expande isotermicamente desde um volume inicial V_i de $12\,\ell$ até um volume final V_f de $30\,\ell$. Admita que o gás se comporta como um gás ideal.

(a) Esboce o diagrama (PV) para esta transformação gasosa.

Resposta:



(b) Calcule o trabalho realizado, em kJ, durante a expansão do oxigênio, sabendo que a temperatura permaneceu constante, durante o processo, em 310 K.

Resposta: A temperatura constante $p = nRT/V$ e assim

$$\begin{aligned} W &= \int_{V_i}^{V_f} p(V)\, dV = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V}\, dV \\ &= \boxed{nRT \ln \frac{V_f}{V_i}} \end{aligned} \tag{2}$$

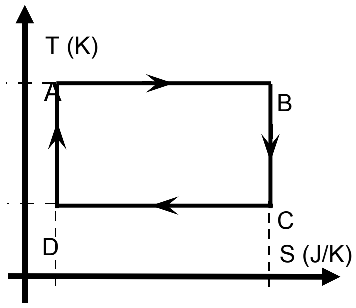
O que resulta $W = 2360\,\mathrm{J}$ após substituirmos os números.

(c) Calcule a pressão final do gás e o calor absorvido.

Resposta: Como $\Delta T = 0$ durante o processo, o calor absorvido será igual ao trabalho realizado $Q = W$, calculado acima. Quanto à pressão, temos que em uma expansão à temperatura constante:

$$p_f V_f = p_i V_i \Longrightarrow p_f = p_i \frac{V_i}{V_f} = \boxed{40\,\mathrm{atm}} \tag{3}$$

Problema 4: O ciclo de Carnot que está representado no diagrama TS abaixo representa uma máquina térmica ideal que opera entre as temperaturas de 400 K e 250 K. Sabendo que a entropia varia de 0,1 J/K a 0,6 J/K, pede-se:



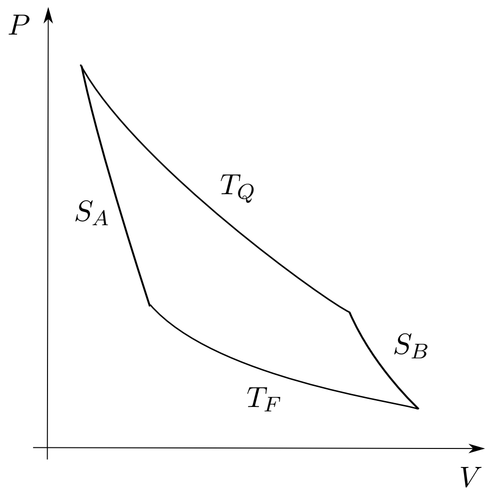
(a) Esboce o diagrama Pressão (P) versus Volume (V) correspondente;

(b) Calcule a quantidade de calor absorvido da fonte quente e a quantidade de calor perdida para a fonte fria;

(c) Calcule o rendimento (eficiência) do ciclo.

Dados possivelmente úteis: $R = 8{,}31$ J/mol.K; $\ln 2 = 0{,}6931$; $\ln 5 = 1{,}6094$. $pV = nRT$; $\Delta E_{\text{int}} = \Delta Q – \Delta W$;

(a) **Resposta**:



(b) **Resposta**: A temperatura constante, o calor trocado é relacionado com a variação de entropia pela definição $\Delta Q = T\,\Delta S$. Assim:

$$\boxed{\Delta Q_Q = T_Q(S_B - S_A) = 200\,\text{J}} \\ \boxed{\Delta Q_F = T_F(S_A - S_B) = -125\,\text{J}} \tag{4}$$

(c) **Resposta**: Em um ciclo de Carnot, a eficiência é máxima, ou seja, o trabalho realizado é $\Delta Q_Q + \Delta Q_F$. a eficiência será:

$$\epsilon = \frac{W}{\Delta Q_Q} = \frac{\Delta Q_Q + \Delta Q_F}{\Delta Q_Q} = 1 - \frac{T_F}{T_Q} = \boxed{0{,}375} \tag{5}$$