1) ____
2) ____
3) ____
4) ____
Nota: ____

3ª Prova de F-228, Noturno, Turma:____
29/11/2006

Nome:______________________________ **RA:**__________

1- Considere um cilindro contendo um gás cujo volume pode ser controlado por um êmbolo de área A. Inicialmente o gás ocupa o volume V_0 e tem energia interna U_0, Sabendo-se que um agente externo fornece uma quantidade de calor Q para duplicar o volume do gás, pede-se:

a) O trabalho executado pelo gás caso a sua energia interna fique inalterada no processo,

b) Caso haja uma força de atrito F_A entre o cilindro e o êmbolo, qual é a nova quantidade de calor que deve ser fornecida para a execução do mesmo processo?

c) Assumindo que toda a energia dissipada pelo atrito transfira-se apenas para o êmbolo, qual é a sua variação de temperatura no processo anterior? Sabe-se que a capacidade térmica do êmbolo é C_E.

d) Se o êmbolo e o gás estavam inicialmente a temperatura T_0 e, após o estágio descrito no item anterior, permitirmos a troca de calor entre o êmbolo e o gás, qual é a energia interna do gás na nova situação de equilíbrio termodinâmico? Sabe-se que a capacidade térmica do gás é C_G.

e) Qual é o trabalho executado pelo agente externo para trazer o gás de volta à configuração inicial de energia interna U_0 através de um processo adiabático e reversível (sem atrito)?

$$a)\ \Delta U = \Delta Q - \Delta W$$

$$como\ \ \Delta U = 0\ \ temos\ \ \Delta W = Q$$

$$b)\ \ se\ \ V = 2V_0 \Rightarrow d = V_0/A \Rightarrow W_A = F_A V_0/A$$

$$como\ \Delta U = \Delta Q - \Delta W - W_A,\ \Delta U = 0\ e\ \Delta W = Q$$

$$temos\ \Delta Q = Q + F_A V_0/A$$

$$c)\quad \Delta Q_E = C_E \Delta T\ \Rightarrow \Delta T = F_A V_0/AC_E$$

$$d)\ \Delta Q_G = -\ \Delta Q_E \Rightarrow C_G(T - T_0) = C_E(T_0 + F_A V_0/AC_E - T)$$

$$ou\ \ T = T_0 + \frac{F_A V_0}{A(C_G + C_E)} \Rightarrow \Delta Q_G = \frac{C_G F_A V_0}{A(C_G + C_E)}$$

$$como\ \ \Delta U_G = \Delta Q_G\ \ temos\ \ U = U_0 + \frac{C_G F_A V_0}{A(C_G + C_E)}$$

$$e)\ \Delta U = U_0 - U_0 - \frac{C_G F_A V_0}{A(C_G + C_E)} = \Delta Q - \Delta W$$

$$como\ \ \Delta Q = 0\ \ e\ não\ há\ mais\ atrito,\ \Delta W = -W_{ext}$$

$$W_{ext} = -\frac{C_G F_A V_0}{A(C_G + C_E)}$$

2- Um gás ideal sofre uma expansão isotérmica desde um volume inicial V_i até um final V_f (processo 1).

(a) calcule o trabalho neste processo

O gás sofre agora um processo em duas etapas, primeiro uma compressão a volume constante $(V_i, P_i) \rightarrow (V_i, P_f)$ e depois expande a pressão constante $(V_i, P_f) \rightarrow (V_f, P_f)$ (processo 2)

(b) Calcule o trabalho neste processo

(c) Calcule a razão dos dois trabalhos calculados em a e b em termos dos volumes V_i e V_f.

(a) Processo isotérmico T = cte

$$W_1 = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

$$PV = nRT \quad ou \quad P = \frac{nrT}{V}$$

$$W_1 = \int_{V_i}^{V_f} P dV = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$W_1 = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

(b) trabalho em volume constante é zero

O trabalho com pressão constante é

$$W_2 = \int_{V_i}^{V_f} P dV = P_f \int_{V_i}^{V_f} dV = P_f (V_f - V_i)$$

(c) a razão dos trabalhos

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{nRT \ln \frac{V_f}{V_i}}{P_f (V_f - V_i)}$$

usando

$$P_f = \frac{nrT}{V_f}$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{V_f \ln \frac{V_f}{V_i}}{(V_f - V_i)}$$

3- Um mol de gás diatômico ideal ($c_v = (5/2)$ R) tem pressão P e volume V. Quando o gás é aquecido sua pressão triplica enquanto seu volume duplica. Se o processo de aquecimento inclui dois passos, (a) o primeiro a pressão constante e o segundo (b) a volume constante, determine a quantidade de energia transferida para o sistema pelo processo de aquecimento.

(a)Processo 1

$P = cte \quad c_p = Cv + R = (7/2)R$

$$Q_I = c_p \Delta T \qquad e\ \Delta T = PV/R$$

Dai $\qquad Q_I = (7/2)PV$

(b) Processo II

V = cte

$$\Delta T = 2V\ 2P/R$$

$$Q_{II} = c_v\ \Delta T$$
$$Q_{II} = 5x2\ PV = 10\ PV$$

Dai

$$Q = Q_I + Q_{II}$$

$$Q = 13{,}5\ PV$$

4- 1 kg de gelo, inicialmente a 0° C, é totalmente liquefeito: (a) em contato com um reservatório térmico a 0° C e (b) em contato com um reservatório térmico a 20° C. O calor latente de fusão do gelo é 80 cal/g. Pede-se, então, a variação de entropia devida exclusivamente ao processo de fusão

a) do gelo no processo (a) 0,5
b) do gelo no processo (b) 0,5
c) do universo no processo (a) 0,5
d) do universo no processo (b) 0,5
e) Relacione os seus resultados com a reversibilidade ou não do processo 0,5

$$a)\ \ \Delta Q_{gelo} = mL \Rightarrow \Delta S_{gelo} = \frac{mL}{T_a}$$

$$\Rightarrow \Delta S_{gelo} = \frac{1000g \times 80cal/g}{273} \approx 293 cal/K$$

$$b)\ \ \Delta S_{gelo} = o\ mesmo\ que\ antes\ pois\ T = const$$

$$c)\ \ \Delta Q_R = -mL \Rightarrow \Delta S_R = -\frac{mL}{T_a}$$

$$\Rightarrow \Delta S_U = \Delta S_{gelo} + \Delta S_R = 0$$

$$d)\ \ \Delta Q_R = -mL \Rightarrow \Delta S_R = -\frac{mL}{T_b}$$

$$\Delta S_U = \Delta S_{gelo} + \Delta S_R = \frac{mL}{T_a} - \frac{mL}{T_b} = mL\left(\frac{T_b - T_a}{T_a T_b}\right) \approx 20 cal/K$$

e) em (c) o processo é reversível e em (d) é irreversível