INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física III / Física Geral e Experimental XIX

Segunda Prova 02/06 – 1º semestre de 2010

ALUNO____________________________________

TURMA _____ PROF. __________ NOTA DA PROVA

1ª questão (2,5) nota:______

As dimensões de um tijolo de chumbo são 5cm X 10cm X 20cm

a) Quantos moles de chumbo existem neste tijolo? (1,0)

b) O tijolo de chumbo é aquecido até 1749 ºC virando vapor, calcular a energia interna deste vapor e a velocidade média quadrática dos átomos de chumbo. (1,5)

Dados:

Peso molecular do chumbo: M =207 g/mol

$\rho_{chumbo} = 11{,}36\ g/cm^3$

a) $n = \frac{m}{M}$ $m = \rho \times V = 11{,}36 \frac{g}{cm^3} \times 1000\ cm^3 = 11{,}36 \times 10^3\ g$

$$\boxed{n} = \frac{11{,}36 \times 10^3\ g}{207\ g/mol} = \boxed{54{,}88\ mol}$$

b) Energia interna de um gás monoatômico

$E_{int} = \frac{3}{2} nRT$ $T = 1749 + 273 = 2022K$

$E_{int} = \frac{3}{2} \times 54{,}88 mol \times 8{,}31 \frac{J}{mol.K} \times 2022K$

$$\boxed{E_{int} = 13{,}86 \times 10^5\ Joule}$$

c) $V_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$V_{rms} = \sqrt{\frac{3 \times 8{,}31 J/mol.K \times 2022K}{207 \times 10^{-3}\ kg/mol}}$

$$\boxed{V_{rms} = 493{,}47\ m/s}$$

Segunda prova de Física III e XIX, 02/06/2010

nome:________________________________ turma: _________

professor: _________

2ª questão (2,5) nota:______

Duas moles de gás ideal monoatômico experimentam os processos mostrados no diagrama PV da figura, seguindo o caminho ABC.

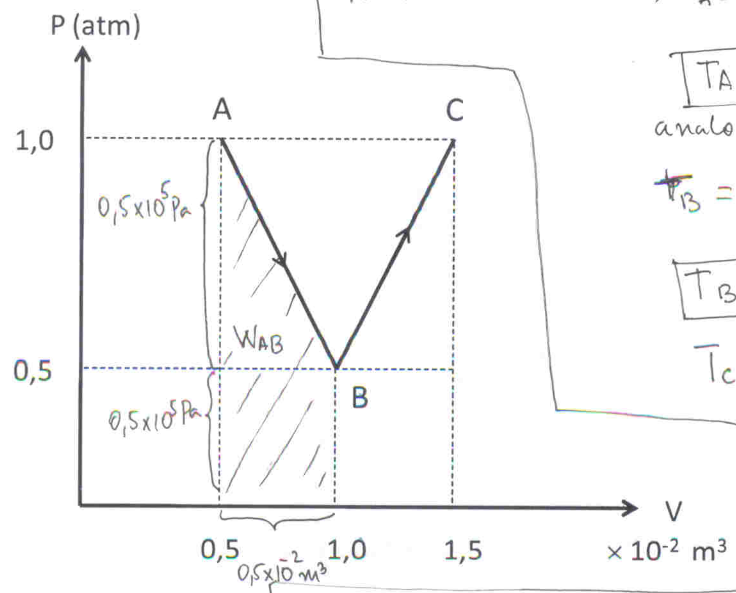
a) Calcule a temperatura do gás nos pontos A, B e C. (0,5)

b) Calcule o trabalho realizado pelo gás quando vai de A para B. (0,5)

c) Determine o calor resultante acrescentado ao gás durante o processo BC. (1,0)

d) Qual a variação de energia interna ΔE_{int} ao longo de todo o processo? (0,5)

$n = 2$



Dados:

$R = 8{,}31\ J/mol \cdot K$

$1atm = 1 \times 10^5 Pa$

a) $T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{1\times10^5 Pa \times 0{,}5\times10^{-2} m^3}{2 mol \times 8{,}31\ J/mol.K}$

$\boxed{T_A = 30 K}$

analogamente:

$T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{0{,}5\times10^5 Pa \times 1\times10^{-2} m^3}{2 mol \times 8{,}31\ J/mol.K}$

$\boxed{T_B = 30K}$

$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} \rightarrow \boxed{T_C = 90{,}2 K}$

b) W_{AB} área embaixo da reta A

$W_{AB} = A_\Delta + A_\square$

$= \frac{1}{2} 0{,}5\times10^{-2} m^3 \times 0{,}5\times10^5 Pa$

$+ 0{,}5\times10^{-2} m \times 0{,}5\times10^5 Pa$

$W_{AB} = 375 J$

$\boxed{W_{AB} = -375 J}$

o gás está se expandindo

Trabalho realizado pelo gás

c) Processo B→C $\boxed{W_{BC} = W_{AB} = -375 J}$

$\Delta E_{int} = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} nR(T_C - T_B)$

$\Delta E_{int} = \frac{3}{2} \times 2 mol \times 8{,}31 \frac{J}{mol.K} \times (90{,}2 - 30 K)$

$\boxed{\Delta E_{int\,BC} = 1500{,}78 J}$

Primeira lei: $\Delta E_{int\,BC} = W_{BC} + Q_{BC}$

$Q_{BC} = \Delta E_{int\,BC} - W_{BC} = 1500{,}78 - (-375 J)$

$\boxed{Q_{BC} = 1875{,}78 J}$

d) $\Delta E_{AC} = \Delta E_{AB} + \Delta E_{BC}$

$\Delta E_{AB} = 0$ (Temperatura em A e B é a mesma

$\Rightarrow \Delta E_{AC} = \Delta E_{BC}$

$\boxed{\Delta E_{int\,AC} = 1500{,}78 J}$

Segunda prova de Física III e XIX, 02/06/2010

nome:________________________________ turma: ________

professor: ________

3.- Um mol de um gás ideal monoatômico é levado da pressão P_0 e volume V_0 no ponto A até a pressão $2P_0$ e volume $2V_0$ no ponto C ao longo do trajeto ABC como ilustrado na figura. O processo AB é isotérmico. A temperatura em B é 300K.

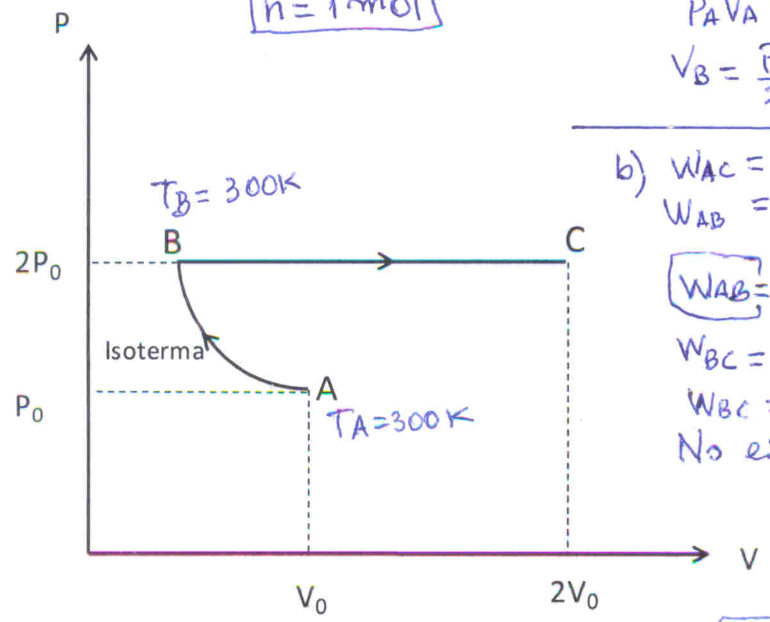
a) Calcular o volume em B. (0,3)

b) Calcular o trabalho realizado para ir de A até C. (0,9)

c) Em que trecho o calor é absorvido e em que trecho o calor é liberado? Justifique. (0,7)

d) Calcular a variação de energia interna ΔE_{int} entre os estado A e C. (0,6)

$\boxed{n = 1\,mol}$



$R = 8{,}31\, J/mol \cdot K$

a) $A \to B$: Processo Isotérmico

$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow V_B = \frac{P_A}{P_B} V_A$

$V_B = \frac{P_0}{2P_0} V_0 \Rightarrow \boxed{V_B = \frac{V_0}{2}}$

b) $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$

$W_{AB} = -nRT_A \ln\frac{V_B}{V_A} = -nRT_A \ln\left(\frac{V_0/2}{V_0}\right)$

$\boxed{W_{AB} = -nRT_A \ln\left(\tfrac{1}{2}\right) = 1.728{,}0\ J}$

$W_{BC} = -P_B(V_C - V_B) = -2P_0(2V_0 - V_0/2)$

$W_{BC} = -3P_0V_0$

No estado de equilíbrio A temos que

$P_A V_A = nRT_A$

$P_0 V_0 = nRT_A = 1\,mol \times 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K} \times 30$

$P_0 V_0 = 2.493{,}0\ J$

$\Rightarrow \boxed{W_{BC} = -3 \times 2.493{,}0\ J = -7.479{,}0\ J}$

Finalmente $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC} = 1.728{,}0 - 7.479{,}0\ J$

$\boxed{W_{AC} = -5.751{,}0\ J}$

c) Trecho $A \to B$: Processo Isotérmico $\Delta E_{AB} = 0$. Pela primeira lei: $\Delta E_{AB} = W_{AB} + Q_A$

$Q_{AB} = -W_{AB} = -1.728{,}0\ J \to$ Valor negativo $\Rightarrow$ Calor liberado

Trecho $B \to C$: $Q_{BC} = nC_p\Delta T = nC_p(T_C - T_B)$ como $T_C > T_B \Rightarrow Q_{BC} > 0 \Rightarrow$ Calor Absorvid

d) $\Delta E_{int} = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} nR(T_C - T_A)$

Processo $B \to C$ (Isobarico P = cte) $\Rightarrow \frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} \to T_C = \frac{V_C}{V_B} T_B = \frac{2V_0}{V_0/2} T_B = 4T_B$

$\Rightarrow T_C = 1200\ K$

$\Delta E_{int} = \frac{3}{2} \times 1\,mol \times 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K} (1200 - 300)\,K$

$\boxed{\Delta E_{int} = 11{,}22 \times 10^3\ J = 11{,}22\ kJ}$

Segunda prova de Física III e XIX, 02/06/2010

nome:____________________________________ turma: ________

professor: ________

4ª questão (2,5) nota:______

Dois moles de um gás diatômico passa pelo o ciclo ilustrado na figura. O processo AB é isotérmico e o processo BC é adiabático.

a) Calcule o trabalho W e o calor Q para todos os processos. (0,8)

b) Determinar o rendimento da máquina térmica que opera neste ciclo. (0,8)

c) Calcular ΔE_{int} e ΔS para todos os processos (0,9)

Determinação das coordenadas (P,V,T) dos estados A, B, C e D.

Estado B: $P_B V_B = nRT_B \rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{1{,}5\times10^5\,Pa \times 2\times10^{-3}\,m^3}{2\,mol \times 8{,}31\,J/mol\,K}$

$\boxed{T_B = 18{,}05\,K}$

$\boxed{T_A = T_B = 18{,}05\,K}$

Processo BC (adiabático) $P_B V_B^{\gamma} = P_C V_C^{\gamma}$

$V_C = \left(\frac{P_B}{P_C}\right)^{1/\gamma} V_B \rightarrow \boxed{V_C = 2{,}67\,V_0}$

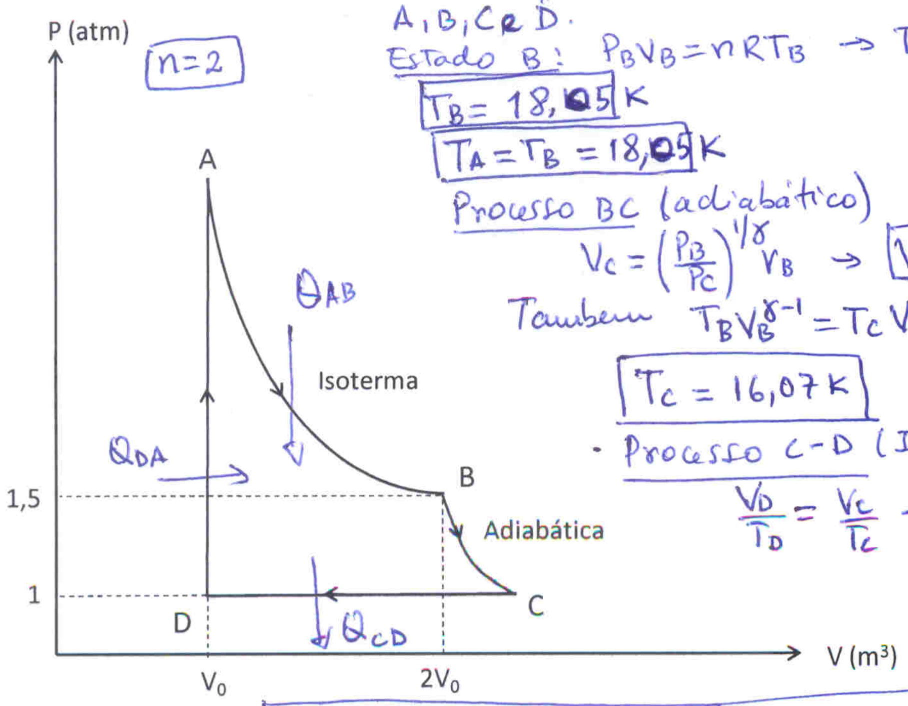
Também $T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \rightarrow T_C = \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma-1} T_B$

$\boxed{T_C = 16{,}07\,K}$

Processo C-D (Isobárico P = cte)

$\frac{V_D}{T_D} = \frac{V_C}{T_C} \rightarrow T_D = \frac{V_D}{V_C} T_C$

$\boxed{T_D = 6{,}01\,K}$



Dados:

$V_0 = 1l = 10^{-3} m^3$

Gás diatômico:

$\gamma = 7/5$

$C_P = 29{,}1\, J/mol \cdot K$

$C_V = 20{,}8\, J/mol \cdot K$

Processo A-B (Isotérmico)

$\boxed{W_{AB} = -nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = -207{,}94\,J}$

$\boxed{\Delta E_{int_{AB}} = 0}$ (Proc Isotérmico)

Usando a 1ª lei: $Q_{AB} = -W_{AB}$ ($\Delta E = Q + W$)

$\boxed{Q_{AB} = 207{,}94\,J}$

$\Delta S_{AB} = \int_A^B \frac{dQ}{T}$ no processo A→B $T = T_A = cte \Rightarrow \Delta S_{AB} = \frac{Q_{AB}}{T_A}$

$\boxed{\Delta S_{AB} = 11{,}52\,J/K}$

Processo B-C (Adiabático)

$W_{BC} = \frac{1}{\gamma-1}\left[P_C V_C - P_B V_B\right] \Rightarrow \boxed{W_{BC} = -82\,J}$

$\boxed{Q_{BC} = 0}$. Primeira lei: $\Delta E_{int} = W$ ($\Delta E = Q + W$)

$\Delta E_{int_{BC}} = W_{BC} \Rightarrow \boxed{\Delta E_{int} = -82\,J}$

$\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$

como $Q = 0$

$\Rightarrow \boxed{\Delta S_{BC} = 0}$

Processo C-D (Isobárico $P = cte$)

$$W_{CD} = -P_C(V_D - V_C)$$

$$\boxed{W_{CD} = 167{,}2\,J}$$

$$Q_{CD} = nC_p(T_D - T_C)$$

$$\boxed{Q_{CD} = -585{,}5\,J}$$

Aplicando primeira lei: ($\Delta E = Q + W$)

$$\Delta E_{CD} = Q_{CD} + W_{CD}$$

$$\boxed{\Delta E_{INT_{CD}} = -418{,}3\,J}$$

$$\Delta S_{CD} = \int_C^D \frac{dQ}{T} = \int_C^D \frac{nC_p\,dT}{T}$$

$$\Delta S_{CD} = nC_p \ln\left(\frac{T_D}{T_C}\right)$$

$$\boxed{\Delta S_{CD} = -57{,}24\,J}$$

Processo D-A: (Isovolumétrico $V = cte$)

$$\boxed{W_{DA} = 0} \quad (V = cte)$$

$$Q_{DA} = nC_v(T_A - T_D)$$

$$\boxed{Q_{DA} = 500{,}86\,J}$$

Primeira lei ($\Delta E = Q + \cancel{W}^{\,0}$)

$$\Delta E_{DA} = Q_{DA}$$

$$\boxed{\Delta E_{DA} = 500{,}86\,J}$$

$$\Delta S_{DA} = \int_D^A \frac{dQ}{T} = \int_D^A \frac{nC_v\,dT}{T}$$

$$\Delta S_{DA} = nC_v \ln\left(\frac{T_A}{T_D}\right)$$

$$\boxed{\Delta S_{DA} = 45{,}75\,J}$$

Rendimento: $e = \dfrac{|W_{TOTAL}|}{|Q_{entra}|}$

$$W_{TOT} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = \cancel{6537{,}06\,J}\ 122{,}74\,J$$

$$Q_{ent} = Q_{AB} + Q_{DA} \quad \text{(Positivos)}$$

$$Q_{ent} = \cancel{16.542{,}46}\ 708{,}8\,J$$

$$\cancel{e = \frac{6.537{,}06\,J}{16.542{,}46\,J}}$$

$$e = \frac{122{,}74\,J}{708{,}8\,J} = 0{,}17$$

Rendimento: 17%