Gabarito

Exercícios Recomendados da Semana-6

NÍVEL 2

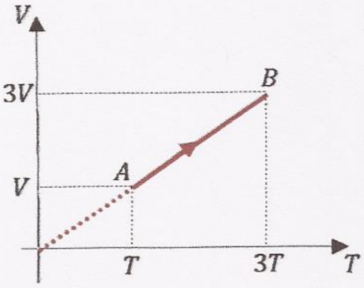
15º) Um fluido e n moles de um gás ideal diatômico estão no interior de um cilindro provido de um êmbolo de massa m que pode deslizar livremente sem atrito. O coeficiente de dilatação térmica do fluido é β. O êmbolo e as paredes do recipiente são adiabáticos, exceto a base, que está em contato com um reservatório térmico. Inicialmente, o fluido e o gás ocupam cada um a metade do volume interno V do cilindro e estão em equilíbrio com o reservatório à temperatura T. A temperatura do reservatório é, então, muito lentamente, levada da temperatura inicial T até a temperatura final $3T$. Durante esse processo, o fluido e o gás estão sempre em equilíbrio térmico com o reservatório. Desprezando a dilatação do recipiente e uma possível evaporação do fluido, determine:

a) a variação do volume do fluido;
b) a variação do volume do gás;
c) a variação da energia interna do gás;
d) o trabalho realizado pelo gás;
e) o calor absorvido pelo gás;
f) a variação de entropia sofrida pelo gás;
g) o trabalho realizado pelo fluido sobre o gás.

Resposta: a) βVT; b) V; c) $5nRT$; d) $2nRT$; e) $7nRT$; f) $\frac{7}{2}nRT$; g) $2nR\beta T^2$.

16º) Um mol de moléculas de um gás ideal monoatômico é submetido ao processo apresentado na figura, passando o gás do estado A ao estado B.

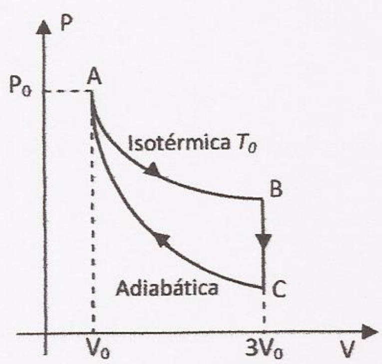
a) Calcule a variação de energia interna do gás no processo.
b) Calcule a razão $\frac{Q}{W}$, onde Q e W são, respectivamente, o calor absorvido e trabalho realizado pelo gás no processo.



Resposta: a) $\Delta U = 3RT$; b) $\frac{Q}{W} = \frac{5}{2}$.

17º) Um gás ideal diatômico passa pelo ciclo mostrado no diagrama $P \times V$ da figura. Em função de P_0, V_0, T_0 e R, determine:

a) os calores molares C_V e C_P, e o expoente de Poisson γ.
b) a pressão P_B no estado B;
c) a pressão P_C no estado C;
d) a temperatura T_C no estado C;
e) para cada processo e para o ciclo a variação de energia interna, o trabalho realizado, o calor trocado e a variação de entropia, por mol.



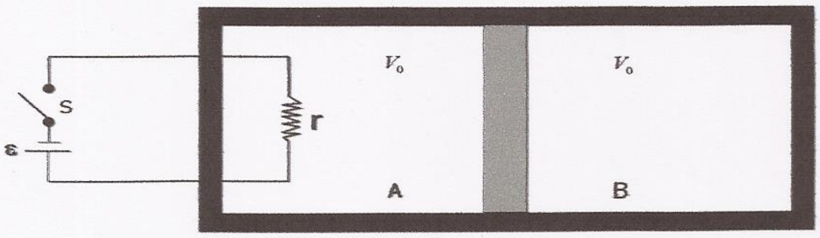
Resposta: a) $\frac{5R}{2}$, $\frac{7R}{2}$ e $\frac{7}{5}$; b) $\frac{P_0}{3}$; c) $3^{-1,4}P_0$; d) $3^{-0,4}T_0$; e.1) 0, $RT_0 \ln 3$, $RT_0 \ln 3$ e $R \ln 3$; e.2) $2{,}5RT_0(3^{-0,4} - 1)$, 0, $2{,}5RT_0(3^{-0,4} - 1)$ e -$R\ln 3$; e.3) $2{,}5RT_0(1 - 3^{-0,4})$, $2{,}5RT_0(3^{-0,4} - 1)$, 0 e 0; e.4) 0, $W = Q = RT_0 \ln 3 + 2{,}5RT_0(3^{-0,4} - 1)$ e 0.

18º) Um cilindro, cujas paredes são adiabáticas, é fechado por um pistão também adiabático que pode deslizar na vertical sem atrito. O volume interno do cilindro possui uma parede divisória que não permite troca de partículas, mas permite troca de calor. O volume superior contém n mols de um gás ideal monoatômico e o volume inferior contém $2n$ mols do mesmo gás. O gás no volume superior do cilindro, partindo de um estado de equilíbrio inicial, é comprimido reversivelmente pelo pistão até um estado de equilíbrio final. Sabendo que a variação de temperatura entre esses dois estados é ΔT, calcule o trabalho realizado sobre o gás no volume superior.

Resposta: $W = -\frac{9}{2}nR\Delta T$.

19º) Um recipiente de paredes adiabáticas é dividido, por uma parede móvel adiabática, em duas partes iguais, de volume V_0 cada uma delas. No interior de cada parte, encontram-se 2 moles de um gás ideal monoatômico. O sistema se encontra em equilíbrio, com os gases a uma temperatura T_0. No interior de uma das partes, chamada de A, existe um resistor de resistência r ligado, através de uma chave S, a uma bateria de resistência interna nula e força eletromotriz ε. A chave, inicialmente aberta, é mantida fechada por um determinado intervalo de tempo e depois é novamente aberta. Durante o intervalo de tempo em que a chave fica fechada, o gás da parte A se expande, empurrando muito lentamente a parede móvel, de forma a reduzir em 8 vezes o volume do lado oposto, chamado de B. A constante universal dos gases é R, medida em $Jmol^{-1}K^{-1}$ ou J/mol k. Considerando que não há atrito entre a parede móvel e o recipiente, determine:

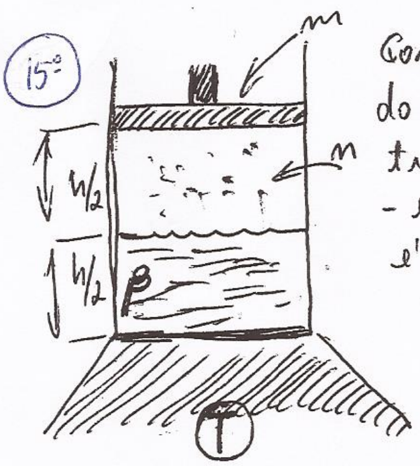
a) a temperatura final do gás contido em B;
b) o trabalho realizado pelo gás contido em B;
c) o calor recebido pelo gás contido em A;
d) o intervalo de tempo em que a chave fica fechada.



Resposta: a) $T_B = 4T_0$; b) $W_B = -9nRT_0$; c) $Q_A = 186nRT_0$; d) $\Delta t = 186\frac{nrRT_0}{\varepsilon^2}$.

Exercícios recomendados semana-4

15º



Como a P_{ext} e a massa do êmbolo são cte, e a transformação é quase-estática o processo é Isobárico.

a) $\Delta V_F = \frac{V}{2}\beta(3T-T) \Rightarrow \boxed{\Delta V_F = \beta V T}$

b) $\frac{V/2}{T} = \frac{V_g}{3T} \Rightarrow V_g = \frac{3}{2}V$

$\Delta V_g = \frac{3V}{2} - \frac{V}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta V_g = V}$

c) $\Delta U_g = n C_v \Delta T$; $\Delta U_g = n\frac{5}{2}R(3T-T)$

$\boxed{\Delta U_g = 5nRT}$

d) Isobárico $\Rightarrow W_g = P\Delta V_g$

$P\frac{V}{2} = nRT \Rightarrow P = \frac{2nRT}{V}$

$W_g = \frac{2nRT}{V}\cdot V$

$\boxed{W_{gás} = 2nRT}$

e) $\Delta U_g = Q_g - W_g \Rightarrow Q_g = \Delta U_g + W_g$

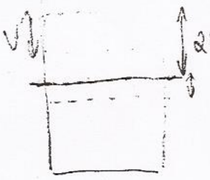
$\boxed{Q_g = 7nRT}$

f) $C_p = R + \frac{5}{2}R \Rightarrow C_p = \frac{7R}{2}$

$\Delta S = \int n C_p \frac{dT}{T} = n\frac{7R}{2}\ln\left(\frac{3T}{T}\right)$

$\boxed{\Delta S = \frac{7}{2}nR\ln(3)}$

g)



$W_g = W_{gp} + W_{gF}$

$W_{gF} = -W_{Fg}$

$W_{Fg} = -P\Delta V_{Fg} = -\frac{2nRT}{V}(-\beta V T)$

$\boxed{W_{Fg} = 2nR\beta T^2}$

16º $V \propto T \Rightarrow$ Processo Isobárico

a) $\Delta U = n C_v \Delta T \Rightarrow \Delta U = 1 . \frac{3}{2}R(3T-T)$

$\boxed{\Delta U = 3RT}$

b) $Q = n C_p \Delta T$ e $W_p = P\Delta V$

$W = \frac{nRT}{V}\cdot(3V-V)$

$W = 2RT$

ou $W = Q - \Delta U$

$W = n\Delta T(C_p - C_v)$

$W = n\Delta T\left(\frac{5}{2}R - \frac{3}{2}R\right)$

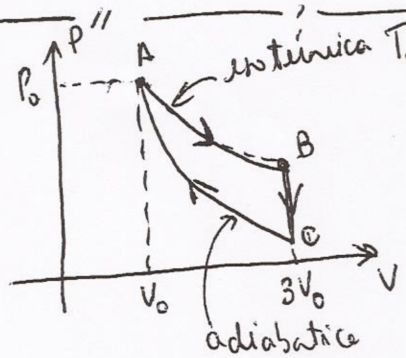
$W = nR\Delta T \Rightarrow W = 2$

$Q = n\frac{5}{2}R(3T-T)$

$Q = 5RT$

$\boxed{\frac{Q}{W} = \frac{5}{2}}$

17º



a) monoatômico $C_v = \frac{5}{2}R$, $C_p = \frac{7}{2}R$

$\gamma = \frac{C_p}{C_v} \Rightarrow \boxed{\gamma = 7/5}$

b) A→B isotérmico $P_0 V_0 = P_B 3V_0$

$\boxed{P_B = \frac{P_0}{3}}$

(continuação)

c) $C \to A$ adiabático $P_c (3V_0)^{\gamma} = P_0 V_0^{\gamma}$

$$P_c = 3^{-\gamma} P_0$$

$$\boxed{P_c = 3^{-7/5} P_0}$$

d) $B \to C$ isocórico $\frac{P_0}{3} / T_0 = \frac{3^{-7/5} P_0}{T_c}$

$$\boxed{T_c = 3^{-2/5} T_0}$$

e) i) $A \to B$ isotérmico

$$\Delta U_{AB} = 0 \qquad \Delta U_{AB} = Q_{AB} - W_{AB}$$

$$W_{AB} = nRT_0 \ln\left(\frac{3V_0}{V_0}\right)$$

$$\frac{W_{AB}}{n} = RT_0 \ln(3)$$

$$\frac{Q_{AB}}{n} = RT_0 \ln(3)$$

$$\Delta S_{AB} = R \ln(3)$$

ii) $B \to C$ isocórico

$$\frac{\Delta U_{BC}}{n} = \frac{5}{2} RT_0 \left(3^{-2/5} - 1\right)$$

$$W_{BC} = 0$$

$$\frac{Q_{BC}}{n} = \frac{5}{2} RT_0 \left(3^{-2/5} - 1\right)$$

$$\frac{\Delta S_{BC}}{n} = \frac{5}{2} R \ln\left(3^{-2/5}\right)$$

$$\frac{\Delta S_{BC}}{n} = -R \ln(3)$$

iii) $C \to A$ adiabático

$$\frac{\Delta U_{CA}}{n} = \frac{5}{2} RT_0 \left(1 - 3^{-2/5}\right)$$

$$\frac{W_{CA}}{n} = -\frac{5}{2} RT_0 \left(1 - 3^{-2/5}\right)$$

$$Q_{CA} = 0$$

$$\Delta S_{CA} = 0.$$

iv) ciclo.

$$\Delta U_{ciclo} = 0$$

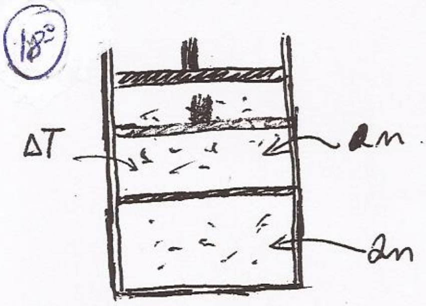
$$\frac{W_{ciclo}}{n} = RT_0 \ln(3) - \frac{5}{2} RT_0 \left(1 - 3^{-2/5}\right)$$

$$Q_{ciclo} = RT_0 \ln(3) - \frac{5}{2} RT_0 \left(1 - 3^{-2/5}\right)$$

$$\Delta S_{ciclo} = 0.$$

2 de 3

18º



A variação de temperatura do gás no volume inferior tb é ΔT, ptt o calor trocado pelo gás no volume inferior é (processo isocórico)

$$Q_{2n} = 2n \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$Q_{2n} = 3nR\Delta T$$

O calor trocado pelo gás no volume superior é

$$Q_n = -Q_{2n} \Rightarrow Q_n = -3nR\Delta T$$

A variação de energia interna do gás no volume superior é

$$\Delta U_n = n \frac{3}{2} R \Delta T,$$

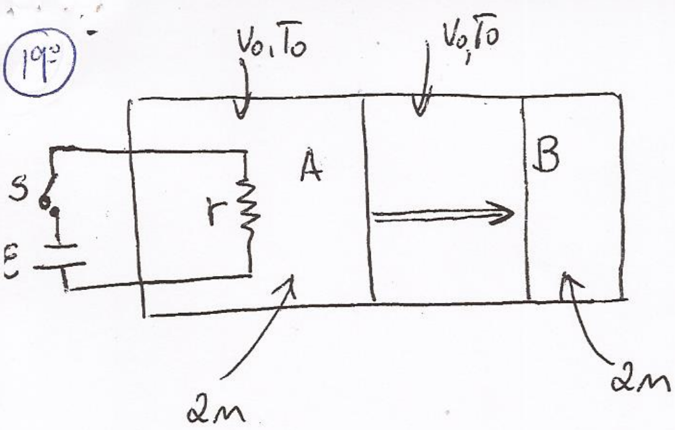
ptt,

$$W_n = Q_n - \Delta U_n$$

$$W_n = -3nR\Delta T - \frac{3}{2} nR\Delta T$$

$$\boxed{W_n = -\frac{9}{2} nR\Delta T}$$

19º



Após a expansão $P_A = P_B$.

gás monoatômico $\Rightarrow C_V = \frac{3}{2}RT$

$$\boxed{P_0 = \frac{2mRT_0}{V_0}} \qquad \gamma = 5/3$$

a) Transformação adiabática em B.

$$PV^\gamma \equiv cte \Rightarrow TV^{\gamma-1} \equiv cte$$

$$T_B(V_0/8)^{\gamma-1} = T_0 V_0^{\gamma-1}$$

$$T_B = 8^{\gamma-1} T_0$$

$$T_B = 8^{2/3} T_0$$

$$\boxed{T_B = 4T_0}$$

b) $Q_B = 0 \Rightarrow \Delta U_B = -W_B$

$$W_B = -2m\frac{3}{2}R(T_B - T_0)$$

$$\boxed{W_B = -9mRT_0}$$

obs: O trabalho tb pode ser calculado de

$$W_{adiabático} = \frac{P_0V_0 - P_BV_B}{\gamma - 1}$$

$$P_B(V_0/8)^\gamma = P_0V_0 \Rightarrow P_B = 8^\gamma P_0$$

$$P_B = 8^{5/3} P_0 \Rightarrow P_B = 32P_0 \quad \text{(3 de 3)}$$

$$W_B = \frac{P_0V_0 - \cancel{32}^{4} P_0(V_0/\cancel{8})}{(2/3)} = -\frac{9}{2}P_0V_0$$

$$W_B = -\frac{9}{\cancel{2}}\frac{\cancel{2}mRT_0\cancel{V_0}}{\cancel{V_0}} = -9mRT_0$$

ou

c) $W_{A\to B} = -W_{B\to A}$

$$\boxed{W_A = 9mRT_0}$$

$$V_A = V_0 + \left(V_0 - \frac{V_0}{8}\right) = \frac{15}{8}V_0$$

$$P_A = P_B = 32P_0$$

$$P_AV_A = 2mRT_A \Rightarrow T_A = \frac{\cancel{32}^{\cancel{4}\,2} P_0\, 15V_0/\cancel{8}}{2mR}$$

$$T_A = 30\frac{P_0V_0}{mR} = \frac{30V_0}{mR}\frac{2mRT_0}{V_0}$$

$$\boxed{T_A = 60T_0}$$

$$\Delta U_A = \cancel{2}m\frac{3}{\cancel{2}}R(T_A - T_0)$$

$$\Delta U_A = 177.\,mRT_0$$

$$Q_A = \Delta U_A + W_A$$

$$\boxed{Q_A = 186\,mRT_0}$$

d) $P_{OT} = \frac{\varepsilon^2}{r} = \frac{Q_A}{\Delta t}$

$$\Delta t = \frac{Q_A r}{\varepsilon^2}$$

$$\boxed{\Delta t = \frac{186\,mrRT_0}{\varepsilon^2}}$$