



1. O bolbo de um termómetro de gás a volume constante encontra-se num recipiente fechado contendo unicamente uma mistura de gelo, água líquida e vapor de água. Nestas condições a pressão do gás é 200 torr. Supondo o gás ideal, determine a temperatura a que este se encontra quando a sua pressão é de 150 torr. (R: $T = 204.87 \text{ K}$)

2. Um recipiente metálico de paredes delgadas e volume V_B contém um gás a pressão elevada. Unido ao recipiente existe um tubo capilar provido de uma torneira de regulação. Ao abrir ligeiramente a torneira, o gás escapa lentamente para o interior de um cilindro equipado com um pistão sem atrito e de ajuste perfeito, no qual a pressão permanece constante com o valor P_0 da pressão atmosférica. Demonstre que, depois de haver escapado todo o gás que for possível, realizou-se um trabalho

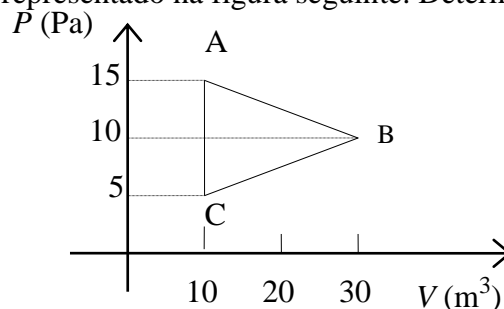
$$W = P_0(V_0 - V_B)$$

sendo V_0 o volume do gás à pressão e temperatura atmosféricas.

3. Um gás realiza o ciclo termodinâmico ABCA representado na figura seguinte. Determine:

- a) W_{AB}
- b) W_{CA}
- c) W_{ABCA}

(R: a) 250 J; b) 0 J; c) 100 J)



4. Durante uma expansão adiabática quase estática de um gás perfeito, a pressão é dada, em qualquer instante, pela equação

$$PV^\gamma = K$$

onde γ e K são constantes. Demonstre que o trabalho realizado na expansão de um estado (P_i, V_i) até um estado (P_f, V_f) é

$$W = \frac{P_f V_f - P_i V_i}{1 - \gamma}$$

Se a pressão e o volume iniciais são 10 atm e 1 litro, respectivamente, e os valores finais, 2 atm e 3.16 litros, quantos joules de trabalho foram realizados por um gás de $\gamma = 1.4$?

(1 atm.litro = 101 J)



5. Uma garrafa de 11.21 l de capacidade está fechada e contém azoto ($M_0(\text{N}_2) = 28 \text{ g/mol}$) à temperatura de 0°C e à pressão de 1.0 atm.

a) Diga qual o número de mole de azoto contidas na garrafa.

Supondo que o azoto se comporta como um gás ideal, determine:

b) a pressão do gás se a temperatura subir para 140°C ;

c) a temperatura do gás se a pressão for de $1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$;

d) o valor da constante dos gases perfeitos para o azoto expressa em $\text{J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ e $\text{cal.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$.

(R: a) 0.5; b) $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$; c) 485.0 K; d) $2.97 \times 10^2 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1} = 1.98 \text{ cal.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$)

6. Considere o diagrama PV da figura. Nele estão representados estados termodinâmicos de um gás.

Supondo que: $\int_i^f dQ_{(a)} = 50 \text{ J}$; $\int_i^f dW_{(a)} = 20 \text{ J}$; $\int_i^f dQ_{(b)} = 36 \text{ J}$; $\int_f^i dW_{(curva)} = -13 \text{ J}$ e $U_i = 10 \text{ J}$;

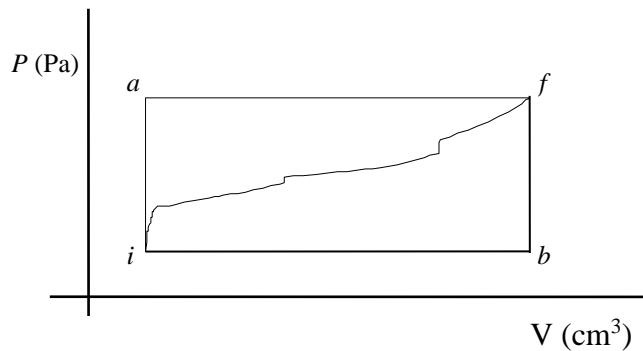
calcule:

a) U_f

b) W_{ibf}

c) $Q_{fi(\text{curva})}$

d) W_{fai}



(R: a) 40 J; b) 6 J c) -43 J d) -20 J)

7. Num calorímetro contendo 2.5 kg de água ($c_p(\text{água}) = 4.18 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$) à temperatura inicial de 15.00°C são colocados 50 g de etanol à temperatura de 30°C . Quando a temperatura da mistura estabiliza, o seu valor é 15.17°C . Determine o calor específico do etanol. (R: $C = 5.73 \times 10^2 \text{ cal.K}^{-1}.\text{kg}^{-1} = 2.40 \times 10^3 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$)

8. Uma mole de gelo (18 g) a 0°C é colocada num calorímetro contendo 1.75 kg de água à temperatura inicial de 15.3°C . Após a fusão completa do gelo a temperatura da água é de 14.5°C . Determine o calor de fusão da água. (R: $Q_L = 5.8 \times 10^3 \text{ J}$)

9. O calor específico molar do metano ($P = 1 \text{ atm}$) no intervalo de temperaturas entre 300 K e 380 K é $c_p = 18.92 + 0.055T \text{ (J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1})$. Calcule a energia necessária para elevar de 50°C para 100°C , 40 g de metano. (R: $Q = 1903 \text{ J/mol}$)



10. Considere uma massa de ar de 0.1 kg ($M_0(\text{ar}) = 0.77M_0(\text{N}_2) + 0.23M_0(\text{O}_2) \cong 28.6 \text{ g/mol}$) contida num cilindro com um êmbolo. Inicialmente o ar está à temperatura $T_1 = 20^\circ\text{C}$ e à pressão $P = 10^5 \text{ Pa}$. A partir de determinado instante é fornecido calor ao ar (colocando uma chama por baixo do cilindro, por exemplo) de modo que a sua temperatura vai subindo. Simultaneamente, vai-se atuando no êmbolo (aumentando o volume do ar) de forma a manter constante a pressão no interior do cilindro. Este processo continua até se atingir a temperatura final de $T_2 = 50^\circ\text{C}$. Considere $c_v = 5/2R$ e calcule:

- o calor fornecido ao sistema constituído pelo ar.
- o volume inicial e o volume final do sistema.
- o trabalho produzido pelo sistema em virtude do aumento de volume.
- a variação de energia interna do sistema.

(R: a) 3055 J; b) $8.53 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ e $9.40 \times 10^{-2} \text{ m}^3$; c) 873.0 J; d) 2182 J)

11. Um cilindro com um êmbolo móvel contém 14 g de azoto (0.5 mol de azoto) à temperatura de 27°C e à pressão de 1 atm. Este gás sofre uma transformação cíclica constituída por quatro transformações parciais sucessivas:

1 - É aquecido, mantendo o volume constante, até 127°C (Transformação isocórica).

2 - Desloca-se o êmbolo, mantendo a pressão constante, até que o volume ocupado pelo gás se torne igual a 1.5 vezes o volume inicial (Transformação isobárica).

3 - Arrefece-se o gás, mantendo o volume constante, até a pressão atingir o valor inicial (Transformação isocórica)

4 - Comprime-se o gás, mantendo a pressão constante, até que o respectivo volume seja igual ao volume inicial (Transformação isobárica).

Tomando $c_v = 5/2R$, determine (supondo que o azoto se comporta como um gás perfeito):

- o calor posto em jogo em cada uma das transformações, indicando em cada caso se ele foi fornecido ao gás ou pelo gás.
- o trabalho realizado em cada uma das transformações, indicando em cada caso se foi fornecido ou recebido pelo sistema.
- a variação da energia interna do sistema em cada uma das transformações parciais.
- a variação total da energia interna do sistema (durante o ciclo completo). É realmente necessário efetuar o cálculo para a obtenção deste resultado ? Justifique.

(R: a) 1039.25 J; 2904.1 J; -1556.8 J; -2179.75 J; b) 0; 830.5 J; 0; -623 J; c) 1039.25 J; 2074.3 J; -1556.8 J; -1556.75 J)



12. Dez litros de ar à pressão atmosférica são comprimidos isotermicamente até um volume de 2 dm³, sendo então permitido que se expandam adiabaticamente até um volume de 10 dm³. Represente o processo num diagrama PV . Calcule a pressão final ($\gamma = 1.4$).

13. Uma mole de um gás perfeito monoatômico, que inicialmente se encontra à temperatura T_0 , sofre uma expansão de um volume V_0 para $3V_0$. Calcule o trabalho associado à expansão e o calor absorvido pelo gás nos seguintes casos:

- a) Quando a expansão se dá a temperatura constante.
- b) Quando a expansão se dá a pressão constante.

14. O azoto é um gás cuja molécula é constituída por dois átomos de número de massa 14. Considere que para os valores de temperatura e pressão considerados neste problema o gás se comporta como perfeito e responda às seguintes questões ($c_v = 5/2R$):

- a) Qual a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de 1000 gramas de azoto de -20 para 100 graus centígrados a pressão constante?
- b) Qual o aumento da energia interna do azoto nesse processo?
- c) Qual a quantidade de trabalho realizado no mesmo processo?