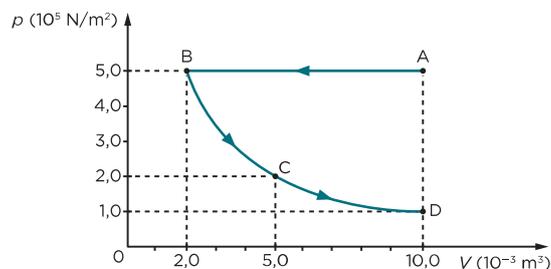


DESENVOLVENDO HABILIDADES

Aula 7

- 1 Uma massa de 25 gramas de um gás ideal e monoatômico, inicialmente no estado termodinâmico A, em que sua temperatura é 1500 K, é submetida a uma transformação A → B → C → D, indicada no diagrama a seguir.



- a) Classifique as transformações A → B e B → C → D.

A → B: pressão constante ⇒ **transformação isobárica**

B → C → D: note que $p_B \cdot V_B = p_C \cdot V_C = p_D \cdot V_D = 1000$

Logo, trata-se de uma **transformação isotérmica**.

- b) Determine a variação de energia interna nas transformações A → B e B → C.

B → C: transformação isotérmica ($\Delta U_{BC} = 0$)

A → B: transformação sob pressão constante

Assim, a variação de energia interna é dada por:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot (2 - 10) \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta U = -6000 \text{ J}$$

- c) Determine o valor aproximado do calor específico desse gás sob pressão constante.

Transformação sob pressão constante: A → B

A variação de energia interna é dada por:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Delta V$$

O trabalho realizado pela força de pressão é:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

Substituindo ΔU e τ na PLT (Primeira Lei da Termodinâmica):

$$Q = \Delta U + \tau = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Delta V + p \cdot \Delta V = \frac{5}{2} \cdot p \cdot \Delta V$$

Mas: $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$

Igualando as expressões:

$$m \cdot c_p \cdot \Delta T = \frac{5}{2} \cdot p \cdot \Delta V \quad (1)$$

Na transformação A → B, como a pressão é constante, a temperatura é diretamente proporcional ao volume ocupado pelo gás. Como o volume foi dividido por 5, a temperatura também será dividida por 5. Logo,

em B, sua temperatura será:

$$T_B = \frac{1500}{5} \therefore T_B = 300 \text{ K}$$

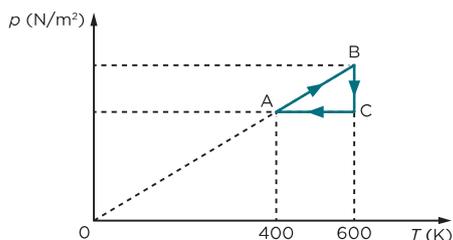
Fazendo as devidas substituições numéricas em (1):

$$25 \cdot c_p \cdot (300 - 1500) = \frac{5}{2} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot (2 - 10) \cdot 10^{-3}$$

$$c_p \approx 0,33 \text{ J/g} \cdot \text{K}$$

Aula 8

2 Em um recipiente dotado de um êmbolo móvel, que pode deslizar livremente, 1 mol de um gás ideal é submetido a uma transformação cíclica $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$, representada no diagrama a seguir.



O trabalho realizado pela força de pressão do gás em cada ciclo é de 2 kJ.

Adotando $R = 8,0 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, faça o que se pede.

a) Identifique as transformações e complete o quadro.

Transformação	Tipo
A \rightarrow B	isométrica
B \rightarrow C	isotérmica
C \rightarrow A	isobárica

A \rightarrow B: nota-se que p é diretamente proporcional a T , o que só é

verdadeiro em uma transformação isométrica.

B \rightarrow C: o gás sofre uma redução de pressão, mas mantém sua

temperatura constante.

C \rightarrow A: o gás sofre uma redução de temperatura, mas mantém sua

pressão constante.

b) Determine o trabalho realizado pela força que o gás aplica ao êmbolo durante a transformação isotérmica.

O trabalho no ciclo é:

$$\tau_{\text{ciclo}} = \tau_{AB} + \tau_{BC} + \tau_{CA} \quad (1)$$

A \rightarrow B é uma transformação isométrica: $\tau_{AB} = 0$.

O trabalho realizado na transformação isobárica (C \rightarrow A) é:

$$\tau_{CA} = p \cdot \Delta V = n \cdot R \cdot \Delta T = 1 \cdot 8 \cdot (400 - 600) = -1600 \text{ J}$$

Substituindo esses valores na expressão (1), podemos determinar o trabalho na transformação isotérmica (B \rightarrow C)

$$2000 = 0 + \tau_{BC} + (-1600)$$

$$\text{Portanto: } \tau_{BC} = 3600 \text{ J}$$

3 (UFJF-MG) Recipientes fechados que contêm gases podem ser expostos a grandes variações de temperatura. Eles sempre devem ter uma válvula de segurança que se abre de modo a evitar que a pressão interna se aproxime da pressão máxima a que eles resistem. Considere uma panela de pressão, tampada, contendo 1 mol de um gás ideal monoatômico, inicialmente à pressão atmosférica e à temperatura de 27°C . Esse gás é aquecido até alcançar a temperatura de 177°C .

Se for necessário, considere:

- $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$

- $R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

- $0 \text{ K} = -273^\circ\text{C}$

- a energia interna de um gás monoatômico é dada por $\left(\frac{3}{2}\right) \cdot n \cdot R \cdot T$

a) Determine a variação de pressão do gás contido na panela devido ao aquecimento e a quantidade de calor fornecida ao gás durante esse aquecimento.

Trata-se de uma transformação a volume constante. Assim, a pressão do gás torna-se diretamente proporcional à sua temperatura.

$$T_i = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K} \text{ e } T_f = 177^\circ\text{C} = 450 \text{ K}$$

$$\text{Sendo assim, nota-se que: } T_f = 1,5 \cdot T_i$$

$$\text{Logo: } p_f = 1,5 \cdot p_i \Rightarrow p_f = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Desse modo, a variação na pressão do gás é:

$$\Delta p = 0,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Como não houve variação de volume, vem: $\tau = 0$

Assim, a quantidade de calor (Q) é:

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow Q = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,3 \cdot (450 - 300)$$

$$\therefore Q = 1867,5 \text{ J}$$

b) Suponha que a válvula de segurança esteja obstruída. Assim que o gás atinge a temperatura de 177°C , a pressão interna supera a pressão máxima suportada e a panela explode. Sendo assim, o gás experimenta uma súbita variação de temperatura (considere como processo adiabático) de 177°C para 77°C . Calcule o trabalho total realizado pelo gás sobre as partes da panela.

Sendo o processo adiabático: $\Delta U = -\tau$

$$\text{Assim: } \tau = -\Delta U = -\frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

Note que, nesse caso: $T_i = 177^\circ\text{C} = 450 \text{ K}$ e $T_f = 77^\circ\text{C} = 350 \text{ K}$

$$\text{Assim: } \tau = -\frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \tau = -\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,3 \cdot (350 - 450)$$

$$\therefore \tau = -1245 \text{ J}$$