

1ª LEI DA TERMODINÂMICA

PROF. TALES GIULIANO VIEIRA

Transformações gasosas

Lei dos gases ideais:

$$PV = nRT$$

para uma quantidade fixa de substância temos:

$$nR = \text{Constante} = PV/T$$

Para uma transformação geral temos:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Prof. Tales G. Vieira

Transformações gasosas

Transformação Isotérmica

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Transformação Isobárica

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Transformação Isovolumétrica

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 1

Uma massa de 5 g de gás carbônico inicialmente a 20°C e 2 atm ocupava um volume de 4,8 L e foi submetido a uma compressão isotérmica até a metade de seu volume. Nessas condições qual o valor da pressão final do gás?

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 2

Um certo gás a 35°C e 1,8 atm ocupava um volume X e foi submetido a uma transformação isovolumétrica até a pressão atingir o valor de 2,2 atm. Qual o valor da temperatura final do gás?

Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

Trabalho (W)

$$dW = -P dV$$

Processos isobáricos $W = -P\Delta V$

Processos isovolumétricos $W = 0$

Processos isotérmicos $dW = -PdV$

Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

- Trabalho (W)

Ex: calcular o trabalho envolvido durante a transformação isotérmica a 100K de 1 mol de gás ideal ocupando um volume de 2,5L a 2 atm até a pressão final de 5,5 atm.

$$PV = nRT \quad \text{ou} \quad P = nRT/V$$

$$dW = -PdV \quad \text{ou} \quad dW = -nRT/V dV$$

$$W = -nRT \int dV/V$$

$$W = -nRT \ln V_f/V_i \quad W = 8,37$$

Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

- Trabalho (W) de processo isobárico

Ex: calcular o trabalho durante o aquecimento isobárico de 1,5 L de gás ideal a 50°C até a temperatura final de 120°C.

$$dW = -PdV$$

$$W = -P \int dV$$

$$W = -P \Delta V$$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

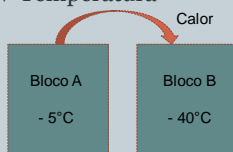
Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

- Calor (Q)

Energia em trânsito que flui de um corpo de maior para outro de menor temperatura.

Calor \neq Temperatura



Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

- Energia interna (U)

É a energia total de um sistema

1ª Lei da Termodinâmica

$$\Delta U = Q + W \quad \text{ou}$$

$$dU = dQ + dW$$

Prof. Tales G. Vieira

Trabalho, calor e energia

- Energia interna (U)

$$dU = C_v dT \quad \text{ou}$$

$C_v = dU/dT$ (Ex.: Aquecimento de água e uma barra de ferro com a mesma fonte)

C_v capacidade calorífica a volume constante

É uma propriedade extensiva, pois:

$$C = m.c \quad (c = \text{calor específico da substância})$$

Prof. Tales G. Vieira

Situações da 1ª Lei

Processos a volume constante:

$$\Delta U = Q + W$$

$$W = 0$$

$$\Delta U = Q = C_v \Delta T \quad \text{ou}$$

$$Q = m.c. \Delta t$$

Prof. Tales G. Vieira

Situações da 1ª Lei

Ex: Qual a quantidade de calor necessária para aquecer 300 g de água de 10 a 35°C?

Volume constante, ou seja:

$$Q = m.c. \Delta t$$

$$Q = 300 \text{ g} \cdot 1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 25^\circ\text{C}$$

$$Q = 7500 \text{ cal} = 7,5 \text{ kcal} \quad \text{ou}$$

$$Q = 31,38 \text{ kJ} \quad (1\text{cal} = 4,184 \text{ J})$$

Prof. Tales G. Vieira

Situações da 1ª Lei

Processos a temperatura constante:

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = 0, \text{ pois } \Delta U = C_v \Delta T$$

$$Q = -W$$

Ex: durante uma mudança de fase, todo calor fornecido não aumenta a energia interna mas é utilizado para realizar trabalho (afastamento das partículas – aumento de volume)

Prof. Tales G. Vieira

Exercício

Durante a vaporização da água, são consumidos 540 cal/g (calor latente) de energia.

Considerando que a temperatura fique constante durante o processo e que o valor de C_v para a água seja igual a 2,1 cal/°C, calcule a variação de volume que 100 g de água irá sofrer nesse processo, sob pressão de 1 atm.

Nessa situação, o que acontecerá com a densidade da água após o processo?

Prof. Tales G. Vieira

Situações da 1ª Lei

Processos adiabáticos:

$$\Delta U = Q + W$$

$$Q = 0$$

$$\Delta U = W$$

Ex: expansão rápida de um gás (extintor de incêndio)

$$\Delta U = W \quad \text{ou} \quad C_v dT = -PdV$$

Como dV é positivo, ocorre queda na temperatura da vizinhança.

Prof. Tales G. Vieira

Entalpia (H)

Definição:

$$H = U + pV$$

Sob pressão constante temos:

$$dH_p = dQ = C_p dT$$

Prof. Tales G. Vieira

Entalpia (H)

ΔH positivo – Reação endotérmica

ABSORÇÃO DE ENERGIA

$$\text{Ex: } \Delta H = 300 \text{ kJ/mol}$$

ΔH negativo – Reação exotérmica

LIBERAÇÃO DE ENERGIA

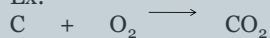
$$\text{Ex: } \Delta H = -280 \text{ kJ/mol}$$

Prof. Tales G. Vieira

Entalpia (H)

Reação exotérmica – Libera energia

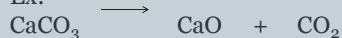
Ex:



$$\Delta H = -390 \text{ kJ/mol}$$

Reação endotérmica – Absorve energia

Ex:



$$\Delta H = 620 \text{ kJ/mol}$$

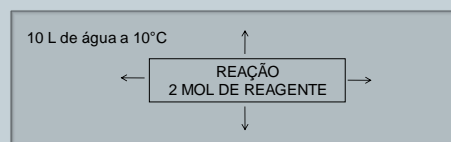
Prof. Tales G. Vieira

Entalpia (H)

Exemplo:

Uma reação apresenta ΔH igual a -300 kcal/mol de reagente.

2 mol desse reagente é colocado em combustão ao redor de um recipiente contendo 10 L de água destilada a 10°C . Calcule a temperatura final da água.



Prof. Tales G. Vieira

Entalpia (H)

Exemplo:

Uma reação apresenta ΔH igual a -300 kcal/mol de reagente.

2 mol desse reagente é colocado em combustão ao redor de um recipiente contendo 10 L de água destilada a 10°C . Calcule a temperatura final da água.

Energia liberada total = 600 kcal

Como a pressão é constante: $\Delta H = Q = C_p \Delta T$

$$600000 = 10000 \text{ g} \cdot 1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 60^\circ\text{C} \text{ e } t_f = 70^\circ\text{C}$$

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 1

- Um volume de água ($c=1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $d=1,0 \text{ g/mL}$) igual a 200 mL foi aquecido por uma chapa de aquecimento durante 2 minutos tendo uma elevação de temperatura igual a 50°C . Uma amostra de 160 g de um líquido X foi submetida ao aquecimento com a mesma chapa durante 5 minutos. Considerando que a taxa de aquecimento (cal/min) da chapa não se modifique, calcule o calor específico do referido líquido que no intervalo de tempo, variou sua temperatura de 25°C a 85°C ?

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 2

- Uma massa de 5 g de etanol hidratado com $92,8\%$ em massa foi submetida à combustão completa e o calor liberado utilizado para aquecer 100 mL de água ($c=1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$) no interior de um calorímetro com $C = 0 \text{ cal}^\circ\text{C}$. Calcule o calor de combustão em kJ/mol do etanol, sabendo que a água variou sua temperatura de 20 a 80°C durante o aquecimento.

Considere $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 3

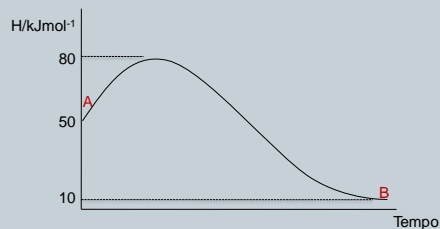
- Uma massa de $36,5 \text{ g}$ de metanol (CH_3OH) com $97,5\%$ de pureza foi submetida à combustão completa e o calor liberado utilizado para aquecer 1000 mL de água ($c=1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$) no interior de um calorímetro com $C = 0 \text{ cal}^\circ\text{C}$. Calcule o calor de combustão em kJ/mol do metanol, sabendo que a água variou sua temperatura de $27,3$ a $71,9^\circ\text{C}$ durante o aquecimento.

Considere $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 4

Considere o gráfico abaixo:

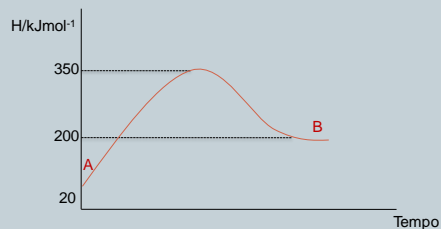


- 1- calcule o valor do ΔH para a reação
- 2- escreva a equação genérica que representa a reação

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 5

Considere o gráfico abaixo:

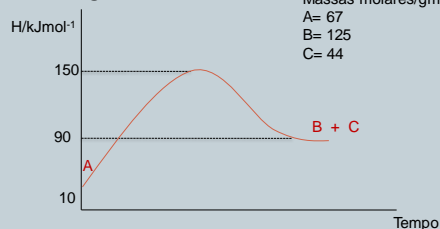


Calcule a temperatura final de 3,0 L de água a 55 °C ao entrar em contato com 1,5 mol do reagente A.

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 6

Considere o gráfico abaixo:



Massas molares/gmol⁻¹
 A= 67
 B= 125
 C= 44

Calcule a temperatura final de 18,0 L de água a 35 °C ao entrar em contato com 2,5 kg do reagente A.

Prof. Tales G. Vieira

Exercício 7

Um volume de etanol ($c=0,92 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $d=0,8 \text{ g/mL}$) igual a 300 mL foi aquecido por uma chapa de aquecimento durante 2 minutos tendo uma elevação de temperatura igual a 40 °C. Uma amostra de 200 g de um líquido X foi submetida ao aquecimento com a mesma chapa durante 5 minutos. Considerando que a taxa de aquecimento (cal/min) da chapa não se modifique, calcule o calor específico do referido líquido que no intervalo de tempo, variou sua temperatura de 25 °C a 115 °C?

Prof. Tales G. Vieira