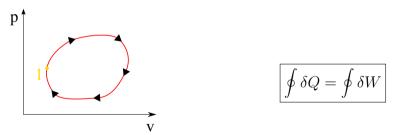
A 1^a Lei da Termodinâmica^{*}

1^a Lei = Lei da Conservação da Energia

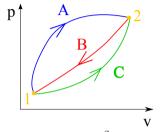
1 1^a Lei aplicada a um ciclo



Num ciclo, o calor trocado é igual ao trabalho realizado.

^{*}Lei não é derivada ou provada. Em física elementar, trabalhamos com $W,\,EP$ e EC. Em Termodinâmica, acrescentaremos Q e U.

2 1^a Lei aplicada a um processo



Considere um ciclo que vai de 1 a 2 pelo caminho A e volta pelo caminho B.

1^a Lei para ciclos:
$$\oint \delta Q = \oint \delta W$$

$$\int_{1}^{2} \delta Q_{A} + \int_{2}^{1} \delta Q_{B} = \int_{1}^{2} \delta W_{A} + \int_{2}^{1} \delta W_{B}$$
 (1)

Considere um outro ciclo, que vai de 1 a 2 pelo caminho C e volta pelo caminho B:

$$\int_{1}^{2} \delta Q_{C} + \int_{2}^{1} \delta Q_{B} = \int_{1}^{2} \delta W_{C} + \int_{2}^{1} \delta W_{B}$$
 (2)

Fazendo (1)–(2):

$$\int_{1}^{2} \delta Q_{A} - \int_{1}^{2} \delta Q_{C} = \int_{1}^{2} \delta W_{A} - \int_{1}^{2} \delta W_{C}$$

$$\therefore \int_{1}^{2} (\delta Q - \delta W)_{A} = \int_{1}^{2} (\delta Q - \delta W)_{C}$$

A e C são processos arbitrários, portanto $(\delta Q - \delta W)$ depende somente dos estados inicial e final 1 e 2, sendo portanto, uma função de ponto.

 $(\delta Q - \delta W)$ é o diferencial da <u>ENERGIA</u>, que é uma propriedade do sistema, representada pela letra E.

1^a Lei na forma diferencial:

$$\delta Q - \delta W = \mathrm{d}E$$

1^a Lei na forma integral:

$$\int_{1}^{2} \delta Q - \int_{1}^{2} \delta W = \int_{1}^{2} dE \quad \Rightarrow \quad Q_{1,2} - {}_{1}W_{2} = E_{2} - E_{1}$$

Sendo E= energia total do sitema = energia interna + energia cinética + energia potencial

$$E = U + EC + EP$$

U está associada ao estado termodinâmico do sistema e EC+EP estão associadas ao sistema de coordenadas.

$$\delta Q - \delta W = dU + d(EC) + d(EP)$$

Onde

$$EC = \frac{1}{2}mV^2$$
 e $EP = mgZ$

Assim:
$$\delta Q - \delta W = dU + d\left(\frac{mV^2}{2}\right) + d(mgZ)$$

Integrando:
$$_{1}Q_{2} - _{1}W_{2} = U_{2} - U_{1} + m \frac{V_{2}^{2} - V_{1}^{2}}{2} + mg(Z_{2} - Z_{1})$$

3 Energia Interna

- Propriedade termodinâmica.
- Símbolo U [J]; Energia interna específica u=U/m [J/kg][†]
- No estado saturado $u = (1 x)u_l + xu_v$ ou $u = u_l + xu_{lv}$
- Energia interna tem referencial arbitrário \rightarrow somente a variação é importante.

[†]valores tabelados

Exercício 1

O fluido contido num tanque é movimentado por um agitador. O trabalho fornecido ao agitador é 5090 kJ e o calor transferido do tanque é 1500 kJ. Considerando o tanque e o fluido como sistema, determine a variação da energia do sistema neste processo.

Exercício 2

Um conjunto cilindro pistão, que não apresenta atrito, contém $2 \,\mathrm{kg}$ de vapor superaquecido de R-134a a $100\,^{\circ}\mathrm{C}$ e $350\,\mathrm{kPa}$. O conjunto é, então, resfriado a pressão constante até que o fluido apresente título igual a 75%. Calcule $_1Q_2$.

Exercício 3

Um pistão sem atrito é usado para manter uma pressão constante de $400\,\mathrm{kPa}$ em um cilindro contendo vapor inicialmente a $200\,\mathrm{^{\circ}C}$ com um volume de $2\,\mathrm{m}^3$. Calcule a temperatura final se $3500\,\mathrm{kJ}$ de calor são fornecidos.

4 Entalpia

- Combinação de outras propriedades termodinâmicas \rightarrow também é propriedade.
- Definição: $H = U + p \mathcal{V}$ [kJ]; por unidade de massa: h = u + p v [kJ/kg]
- A entalpia é tabelada. Podemos calcular a energia interna: u = h pv.

- Na saturação: $h = (1 x)h_l + xh_v$ ou $h = h_l + xh_{lv}$
- A entalpia é útil na formulação da 1ª Lei para VC.
- Assim como a energia interna, a entalpia tem referencial arbitrário \to somente a variação é importante.
- Para líquido comprimido, pode-se tomar a energia interna e o volume específico do líquido saturado à mesma temperatura e calcular $h=u_l+pv_l$.