

Caixa Principal de Ferramentas – Análise Termodinâmica

❑ **Postulado de Estado:** duas propriedades intensivas independentes definem um estado. Uma propriedade extensiva (normalmente massa ou volume) é necessária para o cálculo da demais.

❑ **Conservação da Massa**

volume de controle:
$$\frac{dm_{vc}}{dt} = \sum_e \dot{m}_e - \sum_s \dot{m}_s$$

regime uniforme:
$$\Delta m_{vc} = \sum_e m_e - \sum_s m_s$$

❑ **1ª Lei da Termodinâmica**

para sistema:
$$\Delta E = Q - W \quad \frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W}$$

volume de controle:
$$\frac{dE_{vc}}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum_e \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e \right) - \sum_s \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s \right)$$

regime uniforme:
$$\Delta E_{vc} = Q - W + \sum_e m_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e \right) - \sum_s m_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s \right)$$

❑ **2ª Lei da Termodinâmica**

para sistema:
$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} + \dot{S}_{ger} \quad \frac{dS}{dt} = \int \frac{\delta \dot{Q}}{T} + \dot{S}_{ger}$$

volume de controle:
$$\frac{dS_{vc}}{dt} = \sum \frac{\dot{Q}}{T} + \sum_e \dot{m}_e s_e - \sum_s \dot{m}_s s_s + \dot{S}_{ger}$$

regime uniforme:
$$\Delta S_{vc} = \sum \frac{Q}{T} + \sum_e m_e s_e - \sum_s m_s s_s + S_{ger}$$

Caixa de Ferramentas de Apoio – Cálculo de Propriedades Termodinâmicas

► **Modelo de gás perfeito**

equação de estado:
$$Pv = mRT \quad P = \rho RT \quad Pv = RT$$

diferenças:
$$\Delta u = c_{v0} \Delta T \quad \Delta h = c_{p0} \Delta T$$

$$\Delta s = c_{p0} \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad \Delta s = c_{v0} \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1}$$

com c_{p0} (constante) e R das Tabelas A5 e A6

diferenças (ou):
$$\Delta u = u(T_2) - u(T_1) \quad \Delta h = h(T_2) - h(T_1)$$

$$\Delta s = s_{T_2}^0 - s_{T_1}^0 - R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad \text{com } u(T), h(T) \text{ e } s_{T_1}^0(T) \text{ das Tabela A7 e A8}$$

► **Modelo de Substância Incompressível**

equação de estado:
$$v = cte \quad \rho = cte$$

diferenças:
$$\Delta u = c \Delta T \quad \Delta h = c \Delta T$$

$$\Delta s = c \ln \frac{T_2}{T_1} \quad \text{com } c \text{ e } p \text{ da Tabela A3 e A4}$$

► **Modelo de Substância Pura com Mudança de Fase**

Tabelas de propriedades termodinâmicas (Apêndice B).