

خلاصه فرمول‌های ترمودینامیک (۲)

برخی روابط مورد نیاز: کارسیستم $W = \int P \cdot dV$ انتالپی $H=U+PV$ و $h=u+pv$ ، حجم مخصوص $v=V/m$

برای خاصیت ترمودینامیکی گسترده λ (شامل v, u, h و s) در ناحیه اشباع:

$$\lambda = (1-x)\lambda_f + x\lambda_g \quad \lambda = x\lambda_{fg} + \lambda_f \quad \lambda = \lambda_g - (1-x)\lambda_{fg}$$

برای گاز ایده‌آل: $c_p - c_v = R$ ، $\Delta U = m \cdot c_v \cdot \Delta T$ ، $PV = \frac{m}{M} \bar{R} T$ ، $\Delta H = m \cdot c_p \cdot \Delta T$ ، $\bar{R} = 8.314 \frac{kJ}{kmol \cdot K}$ & $R = \frac{\bar{R}}{M}$

روابط آدیاباتیک - بازگشت پذیر گاز ایده‌آل: $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1}$ ، $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ ، $k = \frac{c_p}{c_v}$ ، $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k$

در فرآیندهای پلی‌تروپیک، در روابط فوق، به جای k از n استفاده می‌شود.

قانون اول: الف- سیکل: $\sum W = \sum Q$ ؛ ب- سیستم: $Q - W = m[(u_2 - u_1) + \frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) + g(Z_2 - Z_1)]$

ج- حجم کنترل SSSF: $\dot{Q}_{c.v} + \sum \dot{m}_i \left(h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i \right) = \dot{W}_{c.v} + \sum \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right)$

بازده حرارتی سیکل: $\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$ ، بازده پمپ و کمپرسور $\eta_{c.s} = \frac{W_{c.s}}{W_{c.a}}$ ، بازده توربین $\eta_{t.s} = \frac{W_{t.a}}{W_{t.s}}$

مخلوط‌های گازی: $y_i = \frac{n_i}{n}$ ؛ $x_i = \frac{m_i}{m}$ ؛ $y_i = x_i \frac{M}{M_i}$ ؛ $M = \sum y_i M_i$ ؛ $M = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{M_i}}$

(برای s و h نیز روابط مشابه است) $n = n_A + n_B$ ، $U = m_A u_A + m_B u_B = n_A \bar{u}_A + n_B \bar{u}_B$

برای هر جزء مخلوط: $\Delta S = m [c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R \ln \left(\frac{P_2}{P_1}\right)]$ ؛ قانون دالتون: مجموع فشارهای جزئی $P_{کل} = \sum P_i$ ؛ $P_i = y_i \cdot P$

گرمای ویژه و R مخلوط‌های گازی:

$$R = \sum x_i R_i, C_V = \sum x_i C_{V_i}, C_P = \sum x_i C_{P_i}, \bar{C}_V = \sum y_i \bar{C}_{V_i}, \bar{C}_P = \sum y_i \bar{C}_{P_i}$$

رطوبت نسبی: $\phi = \frac{P_v}{P_g}$ ؛ نسبت رطوبت: $\omega = \frac{m_v}{m_g}$ و $\omega = 0.622 \frac{P_v}{P_a}$

واکنش‌های شیمیایی: در سیستم $Q_{1-2} - W_{1-2} = U_P - U_R$ و در حجم کنترل SSSF: $Q_{c.v} + H_R = W_{c.v} + H_P$ به طوری که:

$$u = h - RT \quad H_P = \sum n_e (\bar{h}_f + \Delta \bar{h})_e \quad H_R = \sum n_i (\bar{h}_f + \Delta \bar{h})_i$$

$$Q_C = -h_{RP} \quad \bar{h}_{RP} = H_P - H_R$$

نسبت هوا-سوخت: مولی $\bar{AF} = \frac{n_a}{n_f}$ و جرمی $AF = \frac{m_a}{m_f}$ ؛ بازده حرارتی موتور حرارتی: $\eta_{th} = \frac{\dot{W}}{\dot{m}_f (-h_{RP})}$