

THERMO TOP 10

Overzicht meest relevante kenmerken, begrippen en formules

Toestandsvariabelen

1. Grootheden (en daarmee toestanden) zijn bepaald door twee *onafhankelijke* (in principe willekeurig te kiezen) grootheden: $U = U(T, V)$, $U = U(p, V)$, $U = U(p, T)$ etc. en idem dito voor alle andere grootheden (H, S, \dots) inclusief de specifieke vormen $u = U/m$ etc.
Drie bijzondere gevallen:
 - (i) Twee-fasen mengsel: druk en temperatuur zijn *afhankelijk* van elkaar in het coexistentie gebied; voor een grootheid $u = (1-x)u_f + xu_g$ in dit gebied geldt dus b.v. *wel* $u = u(p, v)$ of $u = u(T, v)$, maar *niet* $u = u(p, T)$.
 - (ii) Inwendige energie en enthalpie van een *ideaal gas*: $U = U(T)$ en $H = H(T)$.
 - (iii) Incompressibele vloeistoffen (water: $p \lesssim 50$ bar): voor toestandsgrootheden geldt bij (goede) benadering $v = v(T) \approx v_f(T)$, $u \approx u_f(T)$ etc.
2. De definitie van **enthalpie** luidt $H \equiv U + pV$ (specifiek: $h = H/m = u + pv = u + p/\rho$); de definitie van **entropie** luidt $dS \equiv \delta Q_{rev}/T$. Beide definities zijn *altijd* geldig.
3. Ideaal gas: $du = c_v dT$, $dh = c_p dT$, $s_2 - s_1 = c_v \ln(p_2/p_1) + c_p \ln(v_2/v_1)$, $c_p = c_v + R$, $c_p/c_v = k$, $R = \bar{R}/M$; isentroop ($ds = 0$): $T_2/T_1 = (V_2/V_1)^{1-k}$ etc. (Poisson relaties).

Gesloten systemen

4. Eerste hoofdwet: $\delta Q = dU + \delta W$; reversibel proces: $\delta W_{rev} = pdV$, $\delta Q_{rev} = TdS$
5. Tweede hoofdwet: $S_2 - S_1 = \int_{sg} \delta Q/T + S_p$ (sg=stroomgrens); entropieproductie $S_p \geq 0$; reversibel proces: $S_p = 0$; irreversibel proces: $S_p > 0$

Open systemen

6. Massabehoud: $dm/dt|_{cv} = \sum_i \dot{m}_i$ (cv=controlevolume); massastroom $\dot{m} = \rho Ac$; instroom: $\dot{m}_i > 0$; uitstroom: $\dot{m}_i < 0$
7. Eerste hoofdwet (energiebehoud): $dU/dt|_{cv} = \dot{Q} - \dot{W}_x + \sum_i \dot{m}_i h_i^0$; stagnatie-enthalpie: $h_i^0 = h_i + c^2/2 + gz_i$; reversibel proces: $\delta w_{x,rev} = -vdp$, $\delta q_{rev} = Tds$
8. Tweede hoofdwet: $dS/dt|_{cv} = \int_{sg} \delta \dot{Q}/T + \sum_i \dot{m}_i s_i + \dot{S}_p$ (sg=stroomgrens)

Kringprocessen

9. Thermisch rendement motor: $\eta \equiv |W|/|Q_{in}|$; "Coefficient Of Performance" (COP) koelsysteem: $COP \equiv |Q_{koel}|/|W|$; efficiëntie warmtepomp: $\epsilon \equiv |Q_{warmte}|/|W|$; Carnot proces: $\eta_C = 1 - T_L/T_H$; $COP_C = T_L/(T_H - T_L)$; $\epsilon_C = T_H/(T_H - T_L) = COP_C + 1$

Vochttransport

10. Relatieve vochtigheid: $\phi(T) = p_{H_2O}(T)/p_{sat,H_2O}(T)$