

Termodinamica

$$p = \rho RT$$

$$h = c_p T \quad e = c_v T$$

Dove c_p e c_v sono i **calori specifici** a pressione e volume costante, mentre h ed e sono **l'entalpia** e **l'energia** interna ($h = e + pv$).

$$c_p = c_v + R \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v} \quad k = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \quad c_p = \frac{1}{k} R$$

Se una trasformazione è **reversibile**, cioè quando la produzione di entropia è nulla, si ha: $dq = Tds$ $dw = pdv$

L'equazione di **Gibbs** collega le variabili termodinamiche, in termini energetici: $de = Tds - pdv$ $dh = Tds + vdp$

In un processo isentropico si ha:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1}{k}} \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{\gamma}$$



Equazioni di bilancio

$$\dot{m} = \rho VA = \text{cost}$$

Dove $\dot{m}$ è la **portata** che attraversa la generica sezione di area frontale A , V è la **velocità** media e ρ è la **densità** del fluido.

$$\underline{F} = (\dot{m}_2 V_2 + p_2 A_2) \underline{n}_2 - (\dot{m}_1 V_1 + p_1 A_1) \underline{n}_1 = I_2 \underline{n}_2 - I_1 \underline{n}_1$$

Dove si è introdotto **l'impulso totale**: $I = \rho V^2 A + pA$

$$\dot{m} \Delta h_t = \dot{Q} - \dot{W}$$

Dove $\dot{Q}$ e $\dot{W}$ sono le quantità di energia scambiate nel modo calore e lavoro. È stata inoltre introdotta l'**entalpia totale** o di **ristagno**:

$$h_t = h + \frac{V^2}{2} \quad T_t = T + \frac{V^2}{2c_p}$$

$$T_t = T \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2\right) = T\psi \quad \psi = 1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2$$

$$\frac{p_t}{p} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{\frac{1}{k}} = \psi^{\frac{1}{k}} \quad \frac{\rho_t}{\rho} = \left(\frac{T_t}{T}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = \psi^{\frac{1}{\gamma-1}}$$



$$\frac{dA}{A} = (M^2 - 1) \frac{dV}{V}$$

$$\dot{m} = \frac{p_t A}{a_t} \Psi$$

Dove Ψ è il **fattore d'efflusso**. Indicando con $K = \frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}$ si ha:

$$\Psi(\gamma, M) = \gamma M \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2 \right)^{-\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}} = \gamma M \psi^{-K}$$

