1 Modello di liquido o solido incomprimibile ideale

Si basa sull'ipotesi che il volume specifico v sia costante. Le equazioni costitutive diventano

$$\begin{cases} du = c\, dT \\ dh = c\, dT + v\, dp \\ ds = c\, \frac{dT}{T} \end{cases} \tag{1}$$

dove il calore specifico, l'energia interna specifica e l'entropia specifica sono funzione della sola temperatura, mentre l'entalpia specifica è funzione di temperatura e pressione: $c = c(T)$, $u = u(T)$, $s = s(T)$, $h = h(T, p)$.

1.1 Modello di liquido o solido incomprimibile perfetto

Si parla di liquido o solido incomprimibile perfetto se il calore specifico è costante. In questo caso le equazioni costitutive (1) sono facilmente integrabili e si ottiene

$$\begin{cases} u_2 - u_1 = c\, (T_2 - T_1) \\ h_2 - h_1 = c\, (T_2 - T_1) + v\, (p_2 - p_1) \\ s_2 - s_1 = c \ln \frac{T_2}{T_1} \end{cases}$$

NOTA: v, c, u, s e h possono indicare proprietà specifiche per unità di massa oppure per unità di quantità di costituente. Ad esempio nella prima equazione delle (1), se il calore specifico è espresso per unità di massa in kJ/kg K si otterrà un'energia specifica per unità di massa espressa in kJ/kg, se invece il calore specifico è espresso per unità di quantità di costituente in kJ/kmol K si otterrà un'energia specifica per unità di quantità di costituente espressa in kJ/kmol.

2 Modello di gas ideale

Un gas si comporta come ideale quando ogni singola particella non avverte la presenza delle altre. Per un gas ideale vale l'equazione di stato

$$p\, v = R\, T \tag{2}$$

e le equazioni costitutive diventano

$$\begin{cases} du = c_v\, dT \\ dh = c_p\, dT \\ ds = c_p\, \frac{dT}{T} - R\, \frac{dp}{p} \\ \quad = c_v\, \frac{dT}{T} + R\, \frac{dv}{v} \\ \quad = c_p\, \frac{dv}{v} + c_v\, \frac{dp}{p} \end{cases} \tag{3}$$

dove il calore specifico a volume costante, il calore specifico a pressione costante, l'energia interna specifica e l'entalpia specifica sono funzione della sola temperatura: $c_v = c_v(T)$, $c_p = c_p(T)$, $u = u(T)$, $h = h(T)$.
Inoltre i calori specifici a pressione e a volume costante differiscono per una costante R

$$c_p = c_v + R$$

2.1 Modello di gas perfetto

Per temperature non troppo elevate si ha

- $c_v = \frac{3}{2}\,R$ per un gas monoatomico,
- $c_v = \frac{5}{2}\,R$ per un gas biatomico o poliatomico con molecola allineata,
- $c_v = 3\,R$ per un gas poliatomico con molecola non allineata,

e c_v risulta perciò indipendente dalla temperatura (essendo R una costante).
Se c_v è costante si parla di gas perfetto. In questo caso le equazioni costitutive (3) sono facilmente integrabili e si ottiene

$$\begin{cases} u_2 - u_1 = c_v\,(T_2 - T_1) \\ h_2 - h_1 = c_p\,(T_2 - T_1) \\ s_2 - s_1 = c_p\,\ln\frac{T_2}{T_1} - R\,\ln\frac{p_2}{p_1} \\ \qquad\quad\;\; = c_v\,\ln\frac{T_2}{T_1} + R\,\ln\frac{v_2}{v_1} \\ \qquad\quad\;\; = c_p\,\ln\frac{v_2}{v_1} + c_v\,\ln\frac{p_2}{p_1} \end{cases}$$

NOTA: in tutto il paragrafo 2 relativo ai modelli di gas ideale e perfetto v, c_v, c_p, u, s e h possono indicare proprietà specifiche per unità di massa oppure per unità di quantità di costituente. Se le proprietà sono espresse per unità di quantità di costituente R indica la costante universale dei gas $\mathcal{R} = 8.314$ kJ/kmol K, mentre se le proprietà sono espresse per unità di massa R indica la costante del gas R^* ottenuta dividendo la costante universale dei gas $\mathcal{R}$ per la massa molecolare del gas M_m (se $\mathcal{R}$ è espressa in kJ/kmol K e M_m in kg/kmol, R^* risulta in kJ/kg K).
Ad esempio, la legge di stato dei gas ideali (2) può essere scritta come

$$p\,v = \mathcal{R}\,T$$

dove v rappresenta il volume specifico per unità di quantità di costituente e $\mathcal{R}$ è la costante universale dei gas, oppure come

$$p\,v = R^*\,T$$

dove v rappresenta il volume specifico per unità di massa e R^* è la costante del gas.