Equazioni di Clapeyron

espressione del calore infinitesimo scambiato

$$dQ = nc_{P}dT - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p} dp$$

$$dQ = nc_{V}dT + T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V} dV$$

$$dQ = nc_{v} \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_{V} dp + nc_{p} \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_{p} dV$$

dimostrazione posticipata a dopo la trattazione del secondo principio della termodinamica

le equazioni di Clapeyron hanno una grande rilevanza fisica

esempio esplicativo :

seconda equazione di Clapeyron

primo principio della termodinamica per trasformazioni quasi statiche o reversibili

$$dQ = nc_{v}dT + T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{U}dV \qquad dU = dQ - pdV$$

$$dU = nc_{v}dT + T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V}dV - pdV$$

equazione di stato del gas perfetto
$$pV = nRT \qquad \begin{array}{c} \text{equazione} \\ \text{di stato} \\ \text{dei gas} \\ \text{perfetto} \end{array} \\ perfetto \qquad \begin{array}{c} \text{equazione} \\ \text{di stato} \\ \text{dei gas} \\ \text{reali} \\ \text{(equazione} \\ \text{di Van der Waals)} \end{array} \\ \\ perfetto \qquad \begin{array}{c} \text{equazione} \\ \text{di stato} \\ \text{dei gas} \\ \text{reali} \\ \text{(equazione} \\ \text{di Van der Waals)} \end{array}$$

$$\rho V = nR$$

$$=\frac{nRT}{V}$$

$$=\frac{1}{V}$$
 nR

$$=\frac{nR}{V}$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V} = \frac{nR}{V}$$

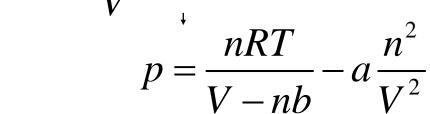
$$\left. \overline{T}
ight)_{V}^{-} V \ d$$

$$nRT \dots nRT \dots$$

 $dU_{g.p.} = nc_{\rm v}dT$

$$dU_{g.p.} = dU_{g.r.} = dU_{g.r.} = nRT - nRT - nRT - nRT - nRT - nC_v dT + \frac{nRT}{V - nb} dV - \left(\frac{nRT}{V - nb} - a\frac{n^2}{V^2}\right) dV$$

gas perfetto
$$pV = nRT \qquad (p + a\frac{n^2}{V^2})(V - nb) = nRT \\ nRT \qquad nRT \qquad n^2$$



$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_{V}^{\dagger} = \frac{nR}{V - nb}$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_{V}^{-}V - nb$$

$$= \frac{nRT}{dV} - \left(\frac{nRT}{dV}\right) - C$$

$$dU_{g.r.} = nc_{v}dT + a\frac{n^{2}}{V^{2}}dV$$

l'energia interna e' una funzione di stato → sara' funzione di due variabili (al min.)

se
$$U = U(T,V) \rightarrow dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$$

$$dU = nc_{v}a$$

$$dU = nc_{v}dT$$

$$(\partial U)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{V} = nc_{V}$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$$

$$U = nc_{\rm v}T + cost$$

 $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{U} = nc_{V}$

 $dU = nc_{v}dT + a\frac{n^{2}}{V^{2}}dV$

gas reale

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = a\frac{n^2}{V^2}$$

$$U = nc_{v}T - a\frac{n^{2}}{V} + cost$$

equazioni di Clapeyron primo principio termodinamica

equazione di stato del sistema

espressione generale della variazione infinitesima dell'energia interna

determinazione, a meno di una costante additiva, dell'espressione analitica dell'energia interna

se ne deduce che

l'equazione di stato determina la struttura dell'energia interna

Backup Slides