

ELTE III.Fizika BSC
2014/2015 I.félév
Kondenzált anyag fizika
 1. GYAKORLAT
 (2014. Szeptember 9)

**Kondenzáció, fázisdiagramm, állapotegyenletek,
 Claussius–Clapeyron egyenlet, entrópia, entalpia (H)**

1. Gibbs féle fázis szabály.

(A 0-dik főtétele alkalmazása:)

Az n kölcsönhatáshoz $n+1$ **extenzív** és n **intenzív** paraméter tartozik.
 Az E, S, V, N -közül az E kiemelt, a többi a kölcsönhatásokhoz rendelt.
 / S ún. rejtett paraméter, új **extenzív** állapotváltozó (term. kölcs.hat.),
 innen az **extenzív** többlet.

A μ egy új (rejtett) **intenzív** állapotváltozó (anyagi kölcsönhatás). /

Az **intenzív** állapotváltozók száma közötti összefüggés:
 A szabad **intenzív paraméterek** / f / (**független intenzív állapotváltozók**) száma
 fázisonként (F) eggyel kevesebb, mint a **kölcsönhatások száma** (n).

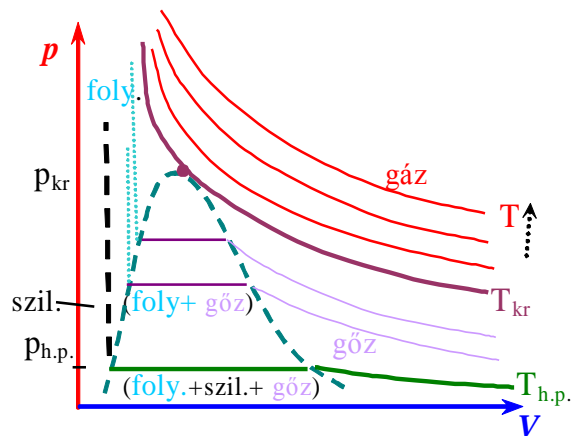
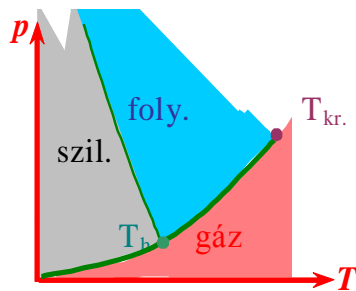
$$f = n - F$$

I. Homogén rendszer ($F=1$)

$n=3$ (mech., term., anyagi kölcs.h.) $\Rightarrow f^{\text{szabad.}} = 2$ (p, T -sík)

II. Kétfázis együttléte ($F=2$)

$n=3$ (mech., term., anyagi kölcs.h.) $\Rightarrow f^{\text{szabad.}} = 1$ (p, T -vonal)



Fázis: $E = E(S, V, N)$; Állapotegyenlet jellemez !

2. Állapotegyenletek:

(Az extenzív és az intenzív állapotátározók közötti összefüggések)

Ideális gázok:

$$E^{gáz} = 3/2 NkT; \quad pV = NkT; \quad E = 2/3 pV$$

Van der Waals gázok:

(molekulák között vonzó erő + atomi térfogat):

$$E = c_v m T - m^2 a / V; \quad (p + am^2/V^2) (V - bm) = (m/M) RT;$$

Moláris mennyiségekkel:

$$e = c_v T - a / v; \quad (p + a/v^2) (v - b) = (R/M)T$$

$$\{n = m/M = N/A; e = E/m; v = V/m\}; \quad (a, b) \text{ anyagi állandók!}$$

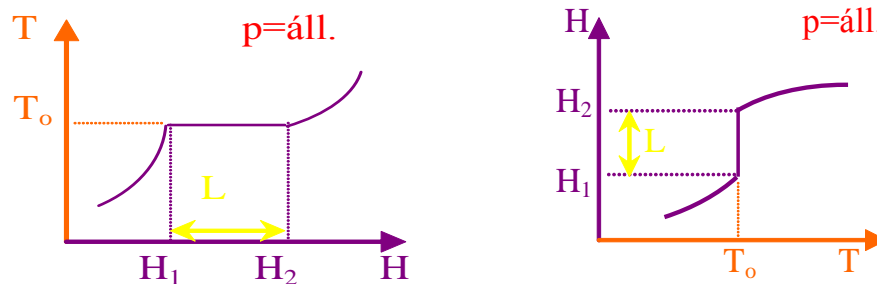
Szilárdanyag állapotegyenlete (egy mólnyi mennyiségre, $n=1$):

$$E = BT + D/2 (V - V_0)^2; \quad p = -D (V - V_0) + AT$$

(A, B, D, V_0) anyagi állandók! (rugalmas anyag)

3. Fázisátalakulások

Az entalpia $H(T, p) = E + pV$. Szakadás (ugrás) fázisátalakuláskor.



$$dH = TdS + Vdp$$

$$dH = \delta Q + Vdp \quad (\text{kvázisztat. foly.})$$

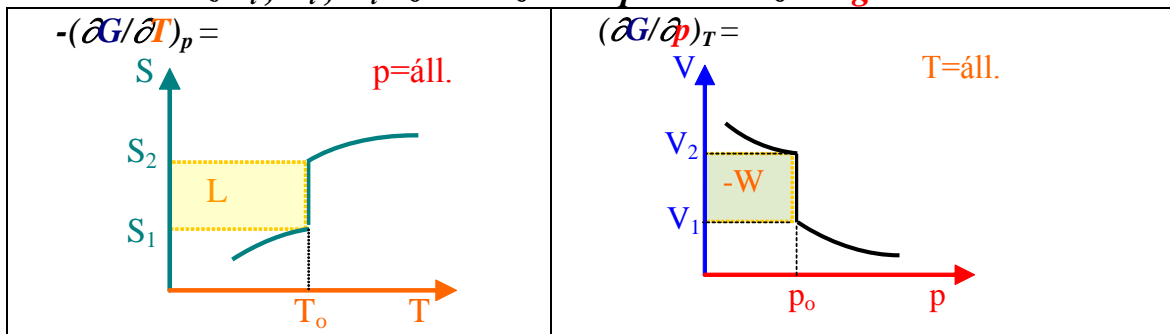
$$\left(\frac{dH}{dT}\right)_p = \left(\frac{dQ}{dT}\right)_p = m c_p$$

$$\Delta H = H_2 - H_1 = T(S_2 - S_1) = L_{1,2}$$

L – olvadáshő, forráshő

A szabadentalpia: $G = H - TS$; $G_i = \mu_i N_i$; G -folytonos!

Az S_i, V_i, N_i az extenzív állapotátározók **ugranak!**



A) *Claussius–Clapeyron egyenlet:*

$$(\mu = \text{áll.})$$

$$\mu_1 = \mu_2; N = N_1 + N_2$$

$$\left(\frac{dp}{dT} \right)_{1,2} = \frac{\Delta S}{\Delta V} = \frac{S_2 - S_1}{V_2 - V_1} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)};$$

ahol $L = T(S_2 - S_1)$ a fázisátalakuláshoz tartozó hőmennyiség (látens hő):

B) A gőz \approx ideális gáz közelítéssel:

$$\frac{dp}{dT} \cong \frac{L}{TV}; \text{ és } V \cong \frac{nRT}{p}$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{pL}{nRT^2}; \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T^2} \frac{L}{nR};$$

$$p = p_o e^{-\frac{L}{nRT}};$$

$$p = p_o e^{-\frac{E}{NkT}}$$

($n = N/A$; $R = kA$; $E = L/A$; $A = 6 \cdot 10^{23}/\text{mol}$)

C)

Boltzmann statisztika:

$$p_i = e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}} / Z; \quad Z = \sum_{i=1}^l e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}}$$

4) *A belső energia és az entalpia*

$$\Delta E = Q + W$$

$$dE = T dS - p dV$$

$$dH = T dS + V dp$$

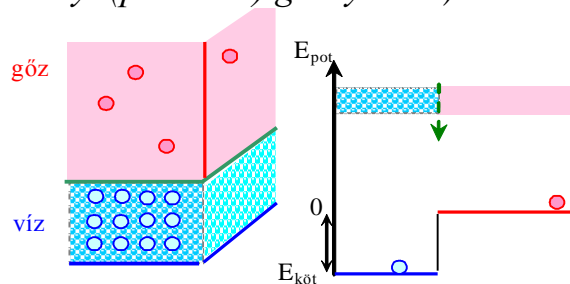
$$\Delta H = L$$

$$\Delta E = L - p \Delta V$$

$p \approx 0$ esetén lesz csak: $\Delta E = L!$

($\Delta E = 4.91 \text{ kcal}$; $W = -p \Delta V = -0.39 \text{ kcal}$, $m = 10 \text{ g}$)

5) **Gőznyomás - energiaaktivált szelekció:**
 (telítési v. egyensúlyi (parciális) gőznyomás)



$$p_i = e^{-\frac{\varepsilon_i}{kT}} / Z ;$$

Párpotenciál:

