

**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  $\mu$  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* ( $n$ ).

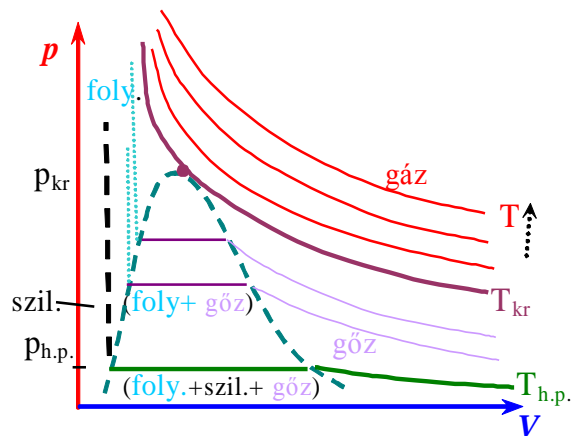
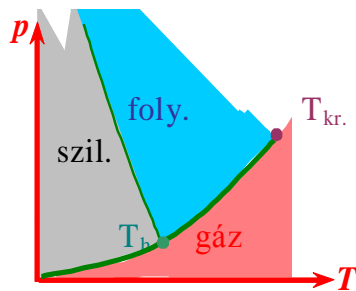
$$f = n - F$$

**I. Homogén rendszer ( $F=1$ )**

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

**II. Kétfázis együttléte ( $F=2$ )**

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

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

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

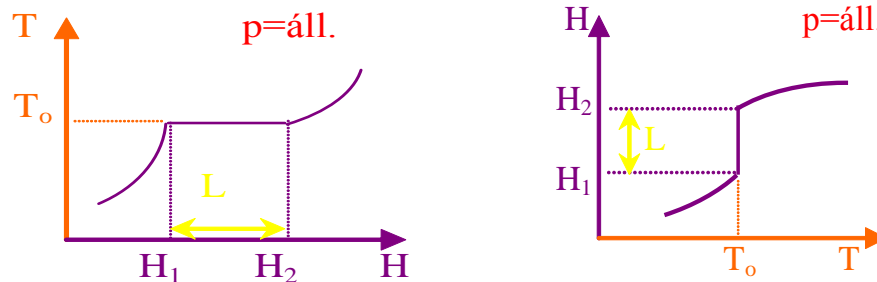
Szilárdanyag állapotegyenlete (egy mólnyi mennyiségre,  $n=1$ ):

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

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

## 3. Fázisátalakulások

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



$$dH = TdS + Vdp$$

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

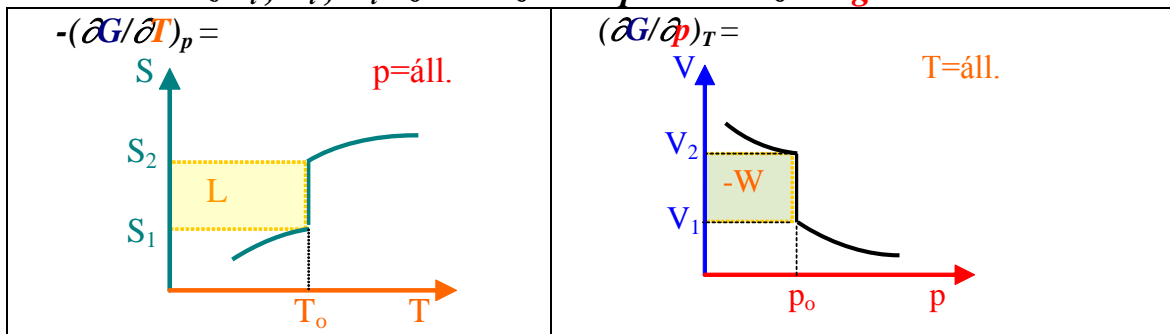
$$\left(\frac{dH}{dT}\right)_p = \left(\frac{dQ}{dT}\right)_p = m c_p$$

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

$L$  – 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:*

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

4) *A belső energia és az entalpia*

$$\Delta E = Q + W$$

$$dE = T dS - p dV$$

$$dH = T dS + V dp$$

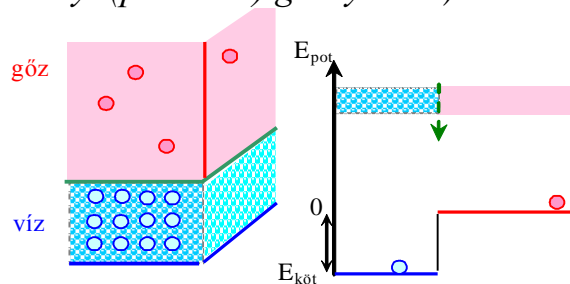
$$\Delta H = L$$

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

$p \approx 0$  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:**

