

# Нақты газдар мен сұйықтар физикасының негіздері

№ 1\_Дәріс

Клапейрон-Клаузиус Теңдеуі. Фазалық  
диаграмма. Фазалық тепе-теңдік шарттары

- ▶ Бір компонентті жүйе
- ▶ Компонент: тәуелсіз, тәуелді
- ▶ Термодинамикалық жүйе: жабық, ашық
- ▶ Фаза
- ▶ Термодинамикалық тепе-теңдік: тұрақты, метастабильді, тұрақсыз
- ▶ Фазалар арасындағы термодинамикалық тепе-теңдік шарттары

$p_1 = p_2 = p$       механикалық тепе-теңдік шарты

$T_1 = T_2 = T$       термиялық тепе-теңдік шарты

$\mu_1 = \mu_2 = \mu$       химиялық тепе-теңдік шарты

$$\mu \equiv g = u + pv - Ts$$

$G$  Гиббстің химиялық потенциалы  
немесе меншікті потенциалы

$$\mu = \left( \frac{\partial U}{\partial N_i} \right)_{S, V, N_j} = \left( \frac{\partial H}{\partial N_i} \right)_{S, p, N_j} = \left( \frac{\partial F}{\partial N_i} \right)_{T, V, N_j} = \left( \frac{\partial G}{\partial N_i} \right)_{p, T, N_j} \quad (1)$$


$$\left( \frac{\partial p}{\partial V} \right)_T < 0 \quad \text{механикалық тұрақтылық шарты}$$

$$C_v > 0 \quad \text{термиялық тұрақтылық шарты}$$

$$\mu_1(T, p) = \mu_2(T, p) \quad (2)$$

## (2) қатынас қорытындылары :

- 1) бір компонентті екі фазалы жүйенің тепе – теңдігінде қысым  $p$  және температура  $T$  өзара байланысты, яғни олар тәуелсіз параметрлер болуды тоқтатады; функция графигі  $p = f(t)$  - екі фазалы жүйенің фазалық тепе-теңдік қисығы.
- 2) тепе-теңдік шарты (2) жеке фазалардың массаларына тәуелді емес, ол кез-келген масса қатынасында, соның ішінде бір фазаның массасы екіншісіне толығымен ауысқан шекті жағдайларда қолданылады.
- Тепе-теңдік фазалық ауысу



$$\mu(T, p) \quad p = f(T)$$

$$d\mu_1(T, p) = d\mu_2(T, p)$$

$$\left(\frac{\partial\mu_1}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial\mu_1}{\partial p}\right)_T dp = \left(\frac{\partial\mu_2}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial\mu_2}{\partial p}\right)_T dp$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\left(\frac{\partial\mu_2}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial\mu_1}{\partial T}\right)_p}{\left(\frac{\partial\mu_1}{\partial p}\right)_T - \left(\frac{\partial\mu_2}{\partial p}\right)_T}$$

(3)


$$\mu = u + p\nu - Ts$$

$$d\mu = du + p d\nu + \nu dp - T ds - s dT$$

$$T ds = du + p d\nu \qquad du = Tds - p d\nu$$

$$d\mu = T ds - p d\nu - T ds - s dT + p d\nu + \nu dp = -s dT + \nu dp$$

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_p = -s \qquad \left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right)_T = \nu$$

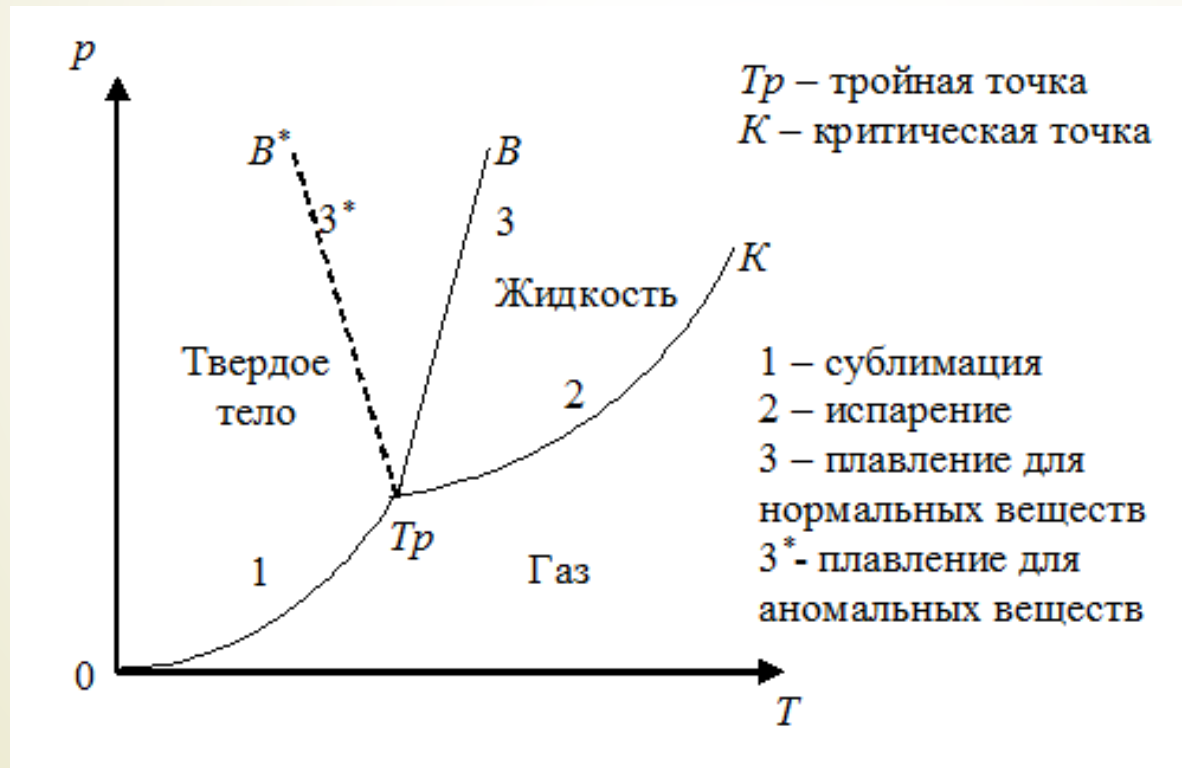
$$\frac{dp}{dT} = \frac{s_2 - s_1}{\nu_2 - \nu_1}$$

(4)

$$q_{12} = T(s_2 - s_1)$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{q_{12}}{T(v_2 - v_1)}$$

(5)



$$v_2 > v_1$$

$$\frac{dp}{dT} > 0$$

$$v_2 < v_1$$

$$\frac{dp}{dT} < 0$$