



№ 2_Дәріс

Бірінші және екінші түрдегі фазалық ауысулар

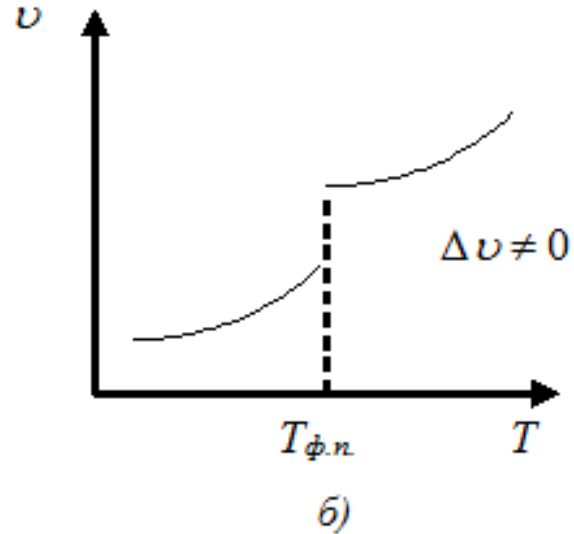
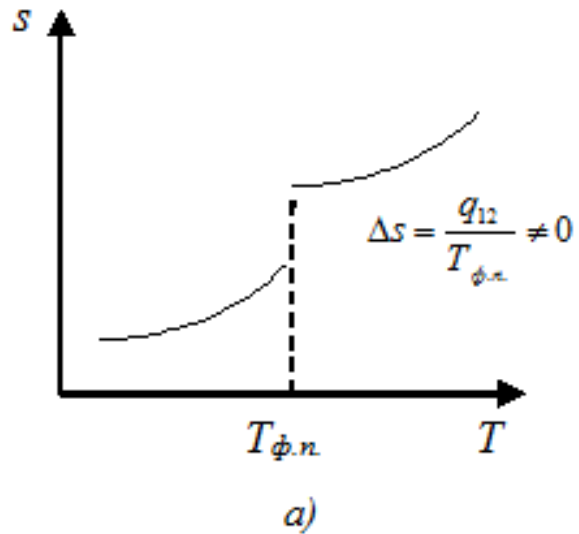
Бірінші түрдегі фазалық ауысулар

- Секіру арқылы меншікті көлем немесе тығыздық $\rho = 1/v$ өзгереді.
- Секіру s -ге өзгереді, яғни $q_{12} \neq 0$, яғни фазалық ауысудың жылуы қажет.
- Метастабильді күйлер болуы мүмкін.
- Мысалдар: бір агрегаттық күйден екіншісіне барлық ауысулар, кейбір кристалдық модификациялардан басқаларына көптеген ауысулар (ромбтық күкірттің моноклинге және кері ауысуы), асқын өткізгіштің магнит өрісіндегі асқын өткізбейтін күйге ауысуы және басқалары.

Бірінші түрдегі фазалық ауысулар

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

$$v_1 \neq v_2 \quad \Delta v \neq 0 \quad \left(\frac{\partial \mu_1}{\partial p}\right)_T \neq \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial p}\right)_T$$



$$s_1 \neq s_2 \quad \Delta s \neq 0 \quad q_{12} \neq 0$$

$$\left(\frac{\partial \mu_1}{\partial T}\right)_p \neq \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial T}\right)_p$$

$T_{\phi.n}$ – температура фазового перехода

Екінші түрдегі фазалық ауысулар

- ▶ Фазалық ауысудың жылуы жоқ, $q_{12} = 0$ $\Delta s = 0$
- ▶ Ешқандай секіріс v немесе тығыздық жоқ $\rho = 1/v$.
- ▶ Метастабильді күйлер жоқ.
- ▶ Секіріспен өзгереді C_p, α_T, β_P .

$$\alpha_T = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T \quad \beta_P = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$

- ▶ **Мысалдар:** магнит өрісі болмаған кезде ферромагнетиктің парамагнетикке ауысуы, магнит өрісі болмаған кезде асқын өткізгіштің асқын өткізбейтін күйге ауысуы, гелийдің асқын сұйық күйге ауысуы, критикалық күйге ауысуы, Кристалл тәртібінің өзгеруіне байланысты екілік қорытпалардағы ауысулар. Екінші түрдегі фазалық ауысуды Кюри нүктесі немесе λ нүктесі деп те атайды.

Екінші түрдегі фазалық ауысулар

$$v_1 = v_2 \quad s_1 = s_2 \quad \left(\frac{\partial \mu_1}{\partial p} \right)_T = \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial p} \right)_T \quad \left(\frac{\partial \mu_1}{\partial T} \right)_p = \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial T} \right)_p$$

$$\left(\frac{\partial^2 \mu_1}{\partial p^2} \right)_T \neq \left(\frac{\partial^2 \mu_2}{\partial p^2} \right)_T \quad \left(\frac{\partial^2 \mu_1}{\partial T^2} \right)_p \neq \left(\frac{\partial^2 \mu_2}{\partial T^2} \right)_p \quad \frac{\partial^2 \mu_1}{\partial p \partial T} \neq \frac{\partial^2 \mu_2}{\partial p \partial T} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{dp}{dT} &= \frac{s_2 - s_1}{v_2 - v_1} = \frac{0}{0} \\ \frac{dp}{dT} &= \frac{\left(\frac{\partial}{\partial T} (s_2 - s_1) \right)_p}{\left(\frac{\partial}{\partial T} (v_2 - v_1) \right)_p} = \left| \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{T} \left(\frac{\delta Q}{\delta T} \right)_p = \frac{C_p}{T} \right| = \\ &= \frac{C_{P2} - C_{P1}}{T \left[\left(\frac{\partial v_2}{\partial T} \right)_p - \left(\frac{\partial v_1}{\partial T} \right)_p \right]} = \frac{\Delta C_p}{T \Delta \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p} \end{aligned} \quad (7)$$

Екінші түрдегі фазалық ауысулар

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\left(\frac{\partial}{\partial p}(s_2 - s_1)\right)_T}{\left(\frac{\partial}{\partial p}(v_2 - v_1)\right)_T} = -\frac{\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}{\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T} \quad (8)$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial p}\right)_T = \frac{\partial}{\partial p}\left(-\frac{\partial \mu}{\partial T}\right) = -\frac{\partial^2 \mu}{\partial p \partial T}, \quad \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = \frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right) = \frac{\partial^2 \mu}{\partial T \partial p}$$

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

$$\frac{\frac{\Delta C_p}{T}}{\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p} = -\frac{\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p}{\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T} \quad \Delta C_p \cdot \Delta\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T + T \left[\Delta\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right]^2 = 0 \quad (9)$$

Екінші түрдегі фазалық ауысулар

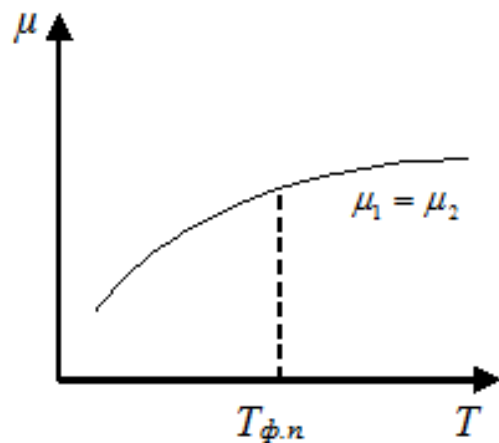
$$\Delta \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T = -v \cdot \Delta \alpha_T \quad \left[\Delta \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right]^2 = v^2 \cdot \Delta \beta_P^2 \quad (10)$$

$$\frac{C_p}{T} = \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_p = - \left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial T^2} \right)_p \quad -v \cdot \alpha_T = \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T = \left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial T^2} \right)_p$$

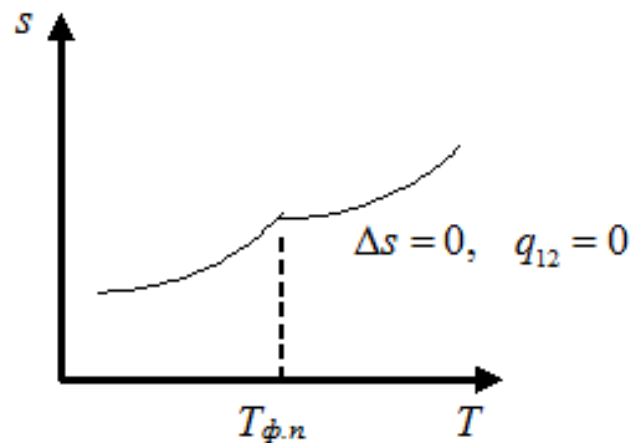
$$v \cdot \beta_p = \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = \frac{\partial^2 \mu}{\partial p \cdot \partial T}$$

$$\Delta C_p \quad \Delta \alpha_T \quad \Delta \beta_p \quad \Delta \left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial T^2} \right)_p \quad \Delta \left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial p^2} \right)_T \quad \Delta \left(\frac{\partial^2 \mu}{\partial p \cdot \partial T} \right)$$

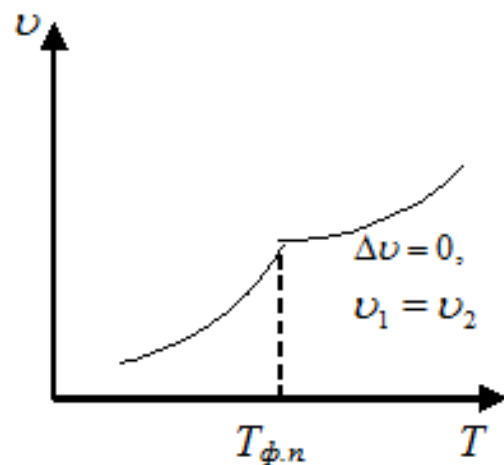
Екінші түрдегі фазалық ауысулар



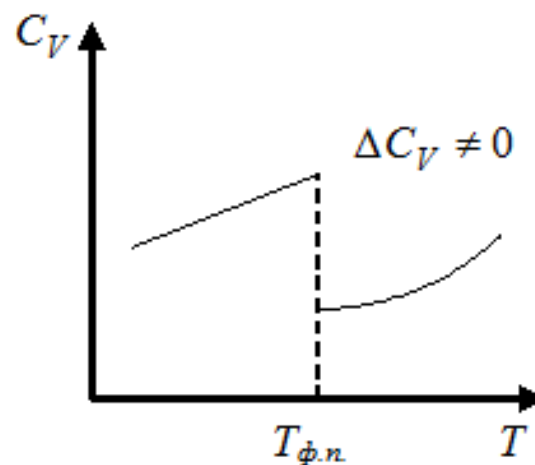
a)



б)



в)



г)

$T_{\phi.n}$ – температура фазового перехода

Екінші түрдегі фазалық ауысулардың Ландау теориясы туралы түсінік

- ▶ Екінші типтегі фазалық ауысулар бүкіл көлемде бірден байқалады және міндетті түрде жүйенің ішкі симметриясының өзгеруімен байланысты.
- ▶ Бірінші типтегі фазалық ауысулардан айырмашылығы, онда ауысу нүктесіндегі симметрия секіріспен өзгереді (мысалы, балқу және кристалдану), екінші типтегі фазалық ауысуларда Симметрияның үздіксіз өзгеруі байқалады.

$$G(p, T, \eta) = G_0 + \alpha \eta + \beta \eta^2 + \gamma \eta^3 + \dots \quad \frac{\partial G}{\partial \eta} = 0 \quad \frac{\partial^2 G}{\partial \eta^2} > 0$$