



№ 3\_Дәріс

**Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы рөлі. Заттың сұйық күйі**

# Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы рөлі

- Заттың күйі термиялық және калориялық болып бөлінетін күй параметрлерімен анықталады.
- Термиялық шамалар: қысым  $p$ , көлем  $V$ , температура  $T$ , термиялық коэффициенттер

$$\alpha_T = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$$

изотермиялық сығылу коэффициенті

$$\beta_P = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

көлемді кеңейту коэффициенті

$$\gamma = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$$

термиялық қысым коэффициенті

# Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы рөлі

- ▶ Калориялық шамалар: ішкі энергия  $U$ , энтропия  $s$ , энтальпия  $H$ , бос энергия  $F$ , Гиббс потенциалы  $G$ , жылу сыйымдылығы  $C_p$  және  $C_v$ .
- ▶ Күй теңдеуі жүйенің тепе-теңдік күйін сипаттайды.
- ▶ Термиялық теңдеу-күй параметрлерінің бірі ретінде температура кіреді:

$$f(p, V, T, m_1, \dots) = 0$$

- ▶ Калория теңдеуі-параметрлердің бірі ретінде ішкі энергия кіреді:

$$f(p, V, T, U, M, \dots) = 0$$

# Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы рөлі

- ▶ Күй параметрлеріне байланысты жылу сыйымдылығының мәндерін, жылу коэффициенттерін, дыбыс жылдамдығын есептеңіз;
- ▶ фазалық тепе-теңдік пен фазалық ауысуларға, термодинамикалық тұрақтылыққа, сыни құбылыстарға және басқаларға қатысты мәселелерді зерттеу ыңғайлы;
- ▶ физикалық константалардың температураға тәуелділігін зерттеуге болады (мысалы, Диффузия коэффициенті  $D$ , тұтқырлық, жылу өткізгіштік  $\lambda$  және т. б.
- ▶ теориялық негізделген күй теңдеуі заттың термиялық қасиеттері туралы мәліметтер негізінде заттардың молекулааралық өзара әрекеттесуі және басқа микро қасиеттері туралы түсінік алуға мүмкіндік береді

# Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы ролі

- ▶ должно хорошо описывать  $pVT$ -данные, то есть с погрешностью, не превышающей погрешность экспериментальных данных;
- ▶ должно удовлетворять предельному переходу, то есть при  $p \rightarrow 0$  любое уравнение состояния должно переходить в уравнение состояния идеального газа;
- ▶ должно описывать критическую точку, то есть удовлетворять критическим условиям:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_{кр}, V_{кр}} = 0 \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_{кр}, V_{кр}} = 0$$

# Заттың күй теңдеуі және оның ғылымдағы рөлі

- ▶ RVT деректерін өңдеу;
- ▶ зерттеулер негізінде

$$C_P = f(p, T) \quad C_P = f(V, T)$$

- ▶ Джоуль - Томсон әсерін зерттеу негізінде (газдар үшін).

## Заттың сұйық күйі

- Сұйық күйдегі заттың тіршілік ету аймағы бір жағынан кристалданумен, екінші жағынан қайнатумен шектеледі. Әрбір зат критикалық температурамен сипатталады, одан жоғары сұйықтық өмір сүре алмайды.

$$\varepsilon = \frac{W_{\text{ном}}}{W_{\text{кин}}}$$

$$\varepsilon = \varepsilon(p, T)$$

$$T \ll T_{\text{плав}}$$

$$\varepsilon \gg 1$$

$$\varepsilon \ll 1$$

$$\varepsilon \sim 1$$

## Заттың сұйық күйі

- ▶ Газдардағы жылу қозғалысы-броундық қозғалыс, кристалдардағы тепе-теңдік жағдайына қатысты гармоникалық тербелістер және жаңа тепе-теңдік жағдайына сирек секірулер.
- ▶ Сұйықтықтардағы молекулалардың трансляциялық қозғалысы екі түрге бөлінеді:
  - ▶ 1) активтендірілген (яғни активтендіру энергиясының молекуласына хабарлауды қажет ететін) кристалдардағыдай бір бөлшекті қозғалыстар;
  - ▶ 2) көп бөлшекті ұжымдық әсер, яғни айналым арқылы молекуланың жақын көршілерімен (бірінші үйлестіру сферасымен) қозғалуы.



# Заттың сұйық күйі

$$\frac{1}{\tau_0}$$

орташа жиілік

$\tau$

«отырықшы өмір» уақыты

$$\tau \gg \tau_0$$

$r_1$

сұйықтықтағы орташа атомаралық қашықтық

$$D \sim \frac{r_1^2}{6\tau}$$

$$\tau \sim \tau_0 e^{\frac{W}{kT}}$$

$W$  – активация энергиясы

## Заттың сұйық күйі

- ▶ Нақты сұйықтықтардың құрылымы мен физикалық қасиеттері оны құрайтын бөлшектердің химиялық даралығына және осы бөлшектер арасында әрекет ететін күштердің сипаты мен қарқындылығына байланысты.
- ▶ Сұйықтық молекулаларының өлшемдері мен пішіні сфералық симметриялы дипольсіз бөлшектерден (сұйытылған асыл газдарды қамтиды) тұратын монотомды қарапайым сұйықтықтардан бастап жүз мыңнан астам атомдары бар ақуыз молекулаларына дейін әртүрлі.
- ▶ Тиісінше, әртүрлі сұйықтықтардың нақты физикалық қасиеттері де әртүрлі.

## Заттың сұйық күйі

- ▶ Ван-дер-Ваальс дамытқан сұйықтың алғашқы теориясы заттың газ тәрізді және сұйық күйлері арасындағы ауысудың үздіксіздігін атап өтті, оны толығымен ретсіз деп санады және тек жүйенің бөлшектерінің тығыздығымен ерекшеленеді.
- ▶ Сұйықтарды алғашқы рентгендік құрылымдық зерттеулерден кейін сұйықтықтар мүлдем құрылымсыз емес, бірақ кристалды, бірақ борпылдақ құрылымға ие екендігі анықталды. Сұйықтар мен кристалды денелердің жақындығына және кейбір басқа жолдармен Я.И. Френкель мен Дебай назар аударған.