ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ
ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Термодинамиканың екінші және үшінші заңдары: энтропия, қайтымсыздық және термодинамикалық процестердің бағыттылығы

Химия және химиялық технология факультеті, Физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының оқытушысы

PhD Савденбекова Б.Е.

Алматы, 2026

Дәрістің мақсаты — Термодинамиканың екінші және үшінші заңдарының негізгі қағидаларын, энтропияның физикалық мәнін, термодинамикалық процестердің қайтымсыздығы мен бағыттылығын түсіндіру және олардың химиялық және фармацевтикалық жүйелердегі процестерді сипаттаудағы маңызын ашу.

Бақылау сұрақтары:

1)) Термодинамиканың екінші және үшінші заңдарын тұжырымдап, энтропия ұғымының анықтамасын беріңіз.
2) Энтропияның физикалық мағынасын түсіндіріңіз және оның жүйедегі ретсіздік пен энергияның таралуымен байланысын сипаттаңыз.
3) Берілген химиялық процесс үшін энтропия өзгерісін ΔSесептеу формуласын қолданып, температура өзгерген жағдайда энтропияның қалай өзгеретінін анықтаңыз.
4) Химиялық реакция барысында газдардың, сұйықтардың және қатты заттардың мөлшері өзгерген кезде энтропия өзгерісінің таңбасын талдаңыз және оның молекулалық деңгейдегі себебін түсіндіріңіз.
5) Химиялық процестің жүру мүмкіндігін бағалауда энтропия өзгерісін қолданудың маңызын бағалаңыз. $\Delta S > 0$болған жағдайда процестің өздігінен жүруі әрқашан мүмкін деген тұжырымның дұрыстығын негіздеңіз. 6) Дәрілік затқа қатысты химиялық немесе фазалық процесс мысалын таңдап, температураның энтропия өзгерісіне әсер

Дәріс жоспары

- Термодинамиканың екінші заңы және оның негізгі тұжырымдары.
- Қайтымды және қайтымсыз термодинамикалық процестер.
- Процестердің өздігінен жүру бағыты.-
- Энтропия ұғымы және оның физикалық мәні.
- Энтропияның термодинамикалық анықтамасы. Қайтымды және қайтымсыз процестердегі энтропия өзгерісі.
- Оқшауланған жүйедегі энтропияның өзгеруі және энтропияның өсу принципі.
- Энтропияның температураға, жылуға және заттың агрегаттық күйіне тәуелділігі.
- Химиялық реакциялар кезіндегі энтропия өзгерісі. Реакцияның өздігінен жүру шарттары.
- Термодинамиканың үшінші заңы. Абсолюттік нөл температура және идеал кристалдың энтропиясы.
- Стандартты молярлық энтропия және химиялық реакция энтропиясын есептеу.

Екінші және үшінші заңдардың химиялық және фармацевтикалық процестердегі қолданылуы.

Термодинамиканың бірінші заңы энергияның сақталуын сипаттайды, бірақ процестің қандай бағытта жүретінін анықтамайды. Ал екінші заң табиғи процестердің жүру бағытын және олардың өздігінен жүзеге асу мүмкіндігін анықтайды.

Екінші заңның негізгі тұжырымдары:

- **Клаузиус тұжырымы:** жылу өздігінен тек температурасы жоғары денеден температурасы төмен денеге беріледі. Кері бағыттағы жылу алмасу сыртқы жұмыс атқарылмай өздігінен жүрмейді.
- **Кельвин–Планк тұжырымы:** бір ғана жылу көзінен алынған жылуды толығымен жұмысқа айналдыратын циклдік машина жасау мүмкін емес.
- **Энтропия принципі:** оқшауланған жүйеде өздігінен жүретін процестер кезінде энтропия артады, ал қайтымды процесте тұрақты қалады.

Қайтымды және қайтымсыз процестер

Қайтымды процесс – жүйе мен қоршаған ортада ешқандай өзгеріс қалдырмай, бастапқы күйге кері бағытта жүргізуге болатын идеалдандырылған процесс.

Қайтымсыз процесс – жүйе бастапқы күйіне қайтқанда қоршаған ортада немесе жүйенің өзінде өзгерістер қалатын нақты процесс.

2. Энтропия ұғымы

Екінші заңды сандық түрде сипаттау үшін жаңа термодинамикалық шама енгізіледі:

$$\boxed{S}$$

— **энтропия**.

IUPAC энтропияны қайтымды процесте жүйеге берілетін жылудың температураға қатынасымен байланысты термодинамикалық шама ретінде анықтайды.

Қайтымды процесс үшін:

$$\boxed{dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}}$$

Сондықтан екі күй арасындағы энтропия өзгерісі:

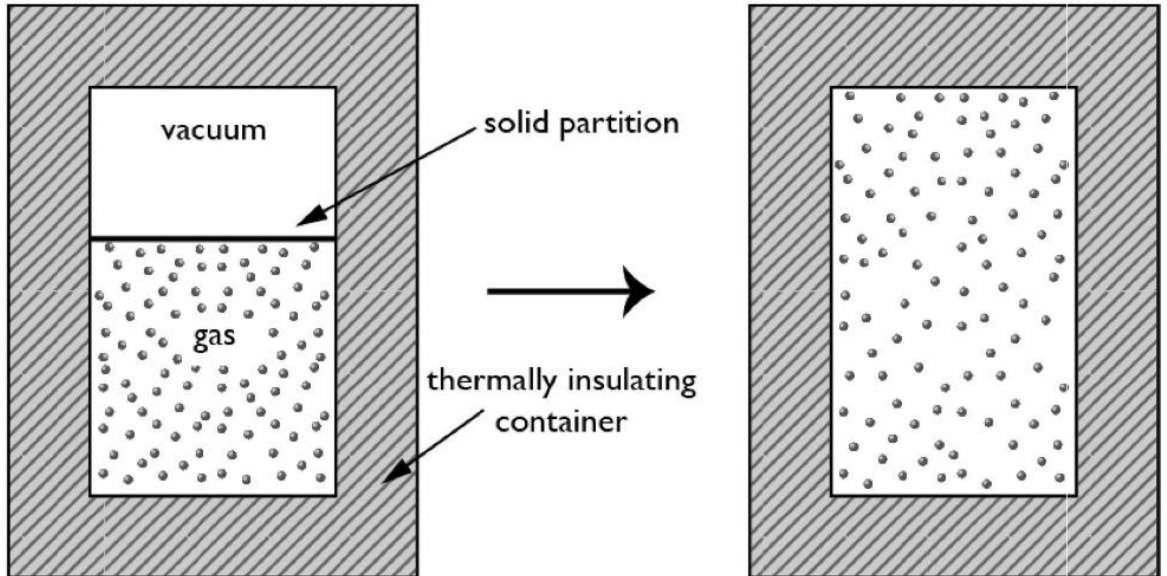
$$\boxed{\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}}$$

Мұндағы:

- S— энтропия;
- Q_{rev}— қайтымды процестегі жылу;
- T— абсолюттік температура.

Энтропия өзгерісінің сипаты:

Процесс	Энтропия өзгерісі
Жүйе жылу сіңіргенде	Әдетте артады
Жүйе жылу бөлгенде	Әдетте кемиді
Газ ұлғайғанда	Артады
Газ сығылғанда	Кемиді
Қатты зат балқығанда	Артады
Сұйық буланғанда	Артады



3. Неліктен энтропия күй функциясы?

Мұны студенттерге ерекше түсіндірген дұрыс.

Жылу Q— күй функциясы емес.

Жұмыс W— күй функциясы емес.

Бірақ:

$$\boxed{S}$$

— күй функциясы.

Яғни жүйе 1-күйден 2-күйге өтсе, энтропияның өзгерісі жолға тәуелді емес:

$$\boxed{\Delta S = S_2 - S_1}$$

Қандай жолмен барғанымыз маңызды емес.

Бұл энтропияны есептеуде өте маңызды мүмкіндік береді.

---

4. Энтропияның физикалық мағынасы

Энтропияны тек:

«ретсіздіктің өлшемі»

деп түсіндіру жеткіліксіз.

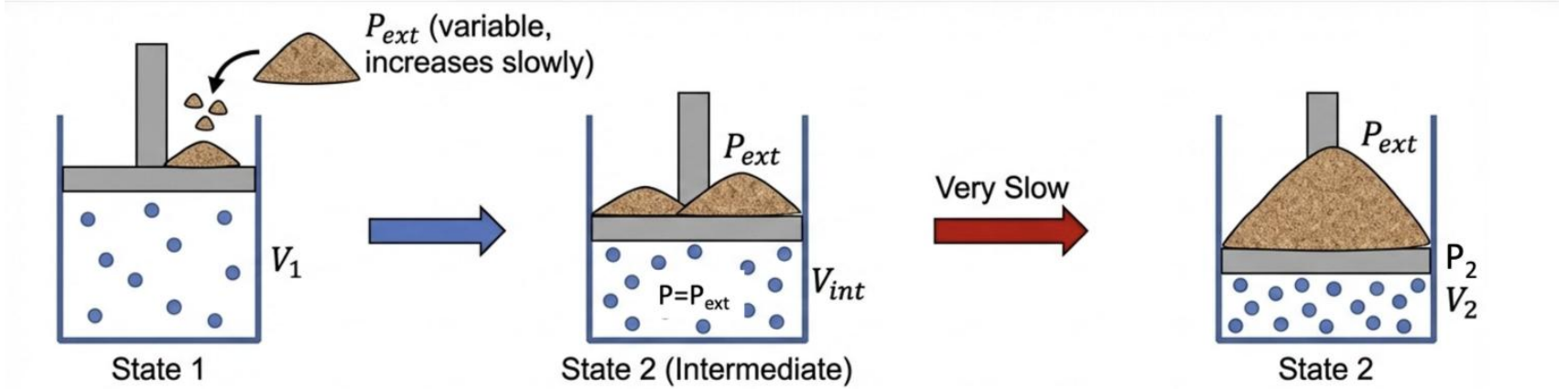
Химиялық термодинамикада энтропияны жүйедегі энергияның таралуымен және жүйенің мүмкін микрокүйлерінің санымен байланыстыруға болады.

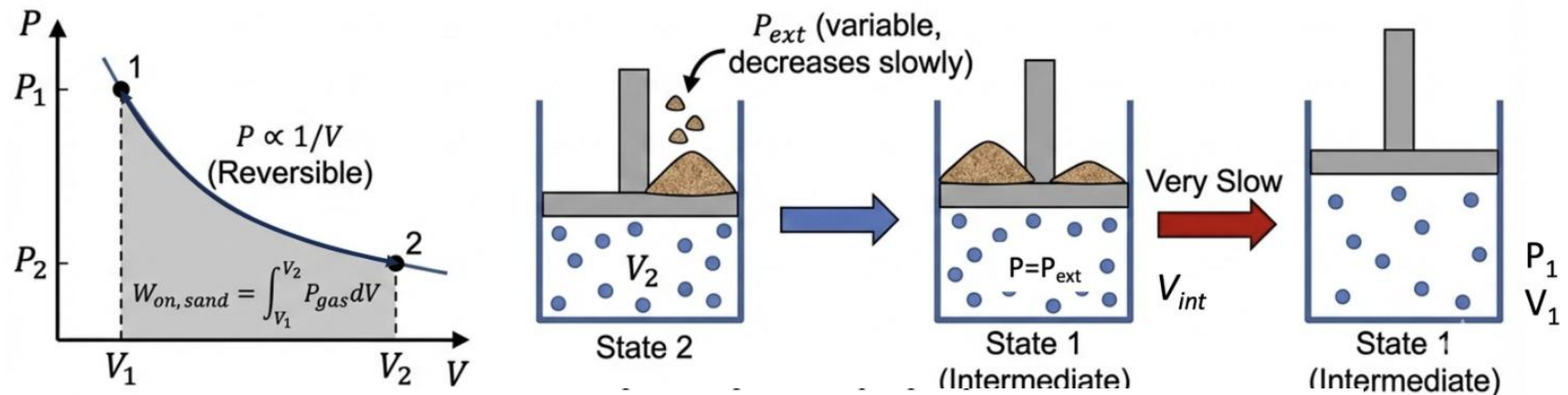
Статистикалық термодинамикада:

$$\boxed{S = k \ln \Omega}$$

мұндағы:

- k— Больцман тұрақтысы;
- Ω— жүйенің мүмкін микрокүйлерінің саны.





5. Қарапайым химиялық мысал

Мысалы, қатты заттың балқуын алайық:

$$\text{solid} \rightarrow \text{liquid}$$

Қатты фазада бөлшектер белгілі бір реттелген құрылымда орналасады.
Сұйық фазада олардың қозғалыс еркіндігі жоғары.
Сондықтан:

$$\boxed{S_{\text{liquid}} > S_{\text{solid}}}$$

демек:

$$\boxed{\Delta S_{\text{fus}} > 0}$$

Газға өткен кезде бөлшектердің еркіндігі одан әрі артады:

$$\text{solid} \rightarrow \text{liquid} \rightarrow \text{gas}$$

және жалпы:

$$\boxed{S_{\text{solid}} < S_{\text{liquid}} < S_{\text{gas}}}$$

6. Фазалық ауысудағы энтропия

Қайтымды фазалық ауысуда температура тұрақты болады

Мысалы, балқу:

$$\text{solid} \rightarrow \text{liquid}$$

Бұл жағдайда:

$$T = T_{\text{fus}}$$

$$\Delta S_{\text{fus}} = \frac{\Delta H_{\text{fus}}}{T_{\text{fus}}}$$

Сол сияқты булану үшін:

$$\boxed{\Delta S_{\text{vap}} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T_{\text{vap}}}}$$

7. Энтропияның өзгерісін температура арқылы есептеу

Енді дәрістің негізгі бөлігіне келеміз.

Қайтымды процесте:

$$dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$$

Егер процесс тұрақты қысымда жүрсе:

$$\delta Q_{\text{rev}} = C_p\, dT$$

Сонда:

$$\boxed{dS = \frac{C_p}{T}\, dT}$$

Екі температура арасында интегралдаймыз:

$$\boxed{\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T}\, dT}$$

Егер C_p температура аралығында тұрақты деп есептелсе:

$$\boxed{\Delta S = C_p \ln \frac{T_2}{T_1}}$$

Бұл — **температура өзгерген кездегі энтропия өзгерісінің негізгі теңдеуі**.

IUPAC бойынша тұрақты қысымдағы жылу сыйымдылығы:

$$\boxed{C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p}$$

ал тұрақты көлемде:

$$\boxed{C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V}$$

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Физикалық химия (химиялық кинетика және электрохимия): оқулық / Ә.Қ. Оспанова, Г.А. Сейілханова; Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2023. - 243, [1] б. - ISBN 978-601 04-6459-9 :
2. Оспанова, Әлия Қапанқызы. Физикалық химияның теориялары мен мәселелері : оқу құралы / Ә. Қ. Оспанова, Г. Х. Шәбікова, Л. И. Сыздықова ; Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2021. - 188, [1] б. - ISBN 978-601-04-5546-7 :
3. Физикалық химия пәні бойынша есептер. (Химиялық кинетика және электрохимия) : оқулық / Г. Х. Шабікова, Ә. Қ. Оспанова, Н. С. Ашимхан ; ҚР Білім және ғылым м-гі, Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2016. - 285
4. Физикалық химия : оқулық / С.Х. Хұсайын ; ҚР Білім және ғылым м-гі, Қ.И. Сәтбаев атын. ҚазҰТУ. - Алматы : ҚазҰТУ, 2014. - 403, [1] б. : сур. - Библиогр.: 355-356 б. - ISBN 978-601-228 643-4