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

Фармацевтикалық үдерістер термодинамикасына кіріспе: химиялық термодинамиканың негізгі ұғымдары. Термодинамиканың бірінші заңының фармацевтикалық жүйелердегі қолданылуы

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

PhD Савденбекова Б.Е.

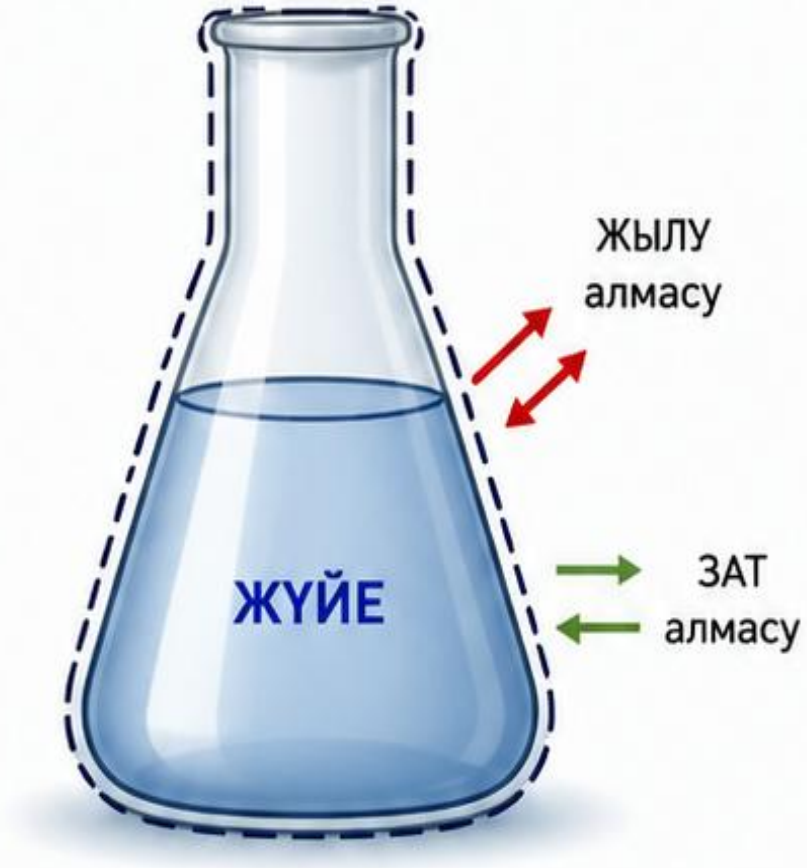
Алматы, 2026

ЖҮЙЕ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТА

ЖҮЙЕ

Жүйе – зерттелетін объекті немесе оның бір бөлігі, оқшауланған немесе нақты шекарамен бөлінген бөлік.

Мысал:
Колбадағы су, реакция қоспасы, газ, металл кесегі және т.б.



ҚОРШАҒАН ОРТА

Жүйені қоршап тұрған барлық басқа денелер мен кеңістік, олар жүйемен энергия және зат алмасуға түсе алады.

Мысал:
Ауа, зертханалық бөлме, суы бар ванна, басқа реактивтер және т.б.

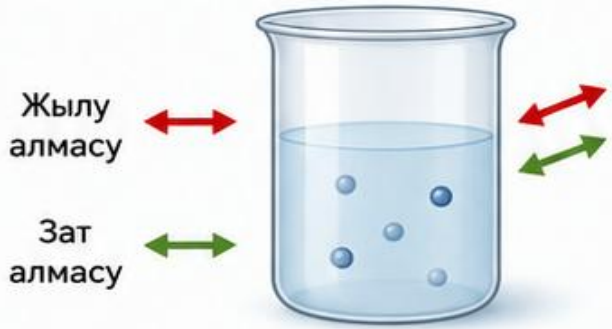
Жүйе мен қоршаған орта арасында энергия (жылу, жұмыс) және зат алмасу жүруі мүмкін.

ЖҮЙЕ ТҮРЛЕРІНІҢ ЖІКТЕЛУІ

ЖҮЙЕЛЕР

1. Ашық жүйе (открытая система)

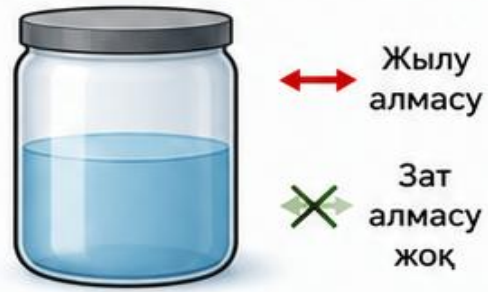
Жүйе қоршаған ортамен жылу да, зат та алмасады.



Мысал:
Ашық стакандағы су, қайнаған суы бар ыдыс, атмосферадағы газ.

2. Жабық жүйе (закрытая система)

Жүйе қоршаған ортамен жылу алмасады, бірақ зат алмасу жүрмейді.



Мысал:
Тығыз жабылған колбадағы су, поршені қозғалатын цилиндрдегі газ.

3. Оқшауланған жүйе (изолированная система)

Жүйе қоршаған ортамен жылу да, зат та алмасады.



Мысал:
Термос ішіндегі су, адиабаттық ыдыс ішіндегі реакция жүйесі.

Ескерту: Нақты жүйе шекарасы нақты немесе ойша (идеалданған) болуы мүмкін. Термодинамикалық талдауда жүйе моделі зерттеу мақсатына қарай таңдалады.

ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕР

ИНТЕНСИВТІ ПАРАМЕТРЛЕР

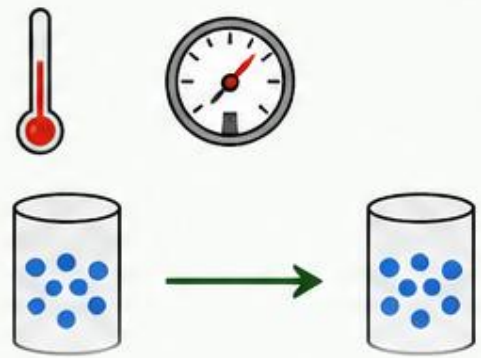
Жүйенің көлеміне (мөлшеріне) **тәуелсіз**,
яғни жүйе мөлшерін өзгерткенде
өз мәні өзгермейді.

$$X(\alpha A) = X(A)$$

(мұндағы α – кез келген сан)

МЫСАЛДАРЫ:

- Температура (T)
- Қысым (P)
- Тығыздық (ρ)
- Концентрация (c)
- Меншікті көлем ($v = V/n$)
- Химиялық потенциал (μ)



Жүйе мөлшері өзгерсе де,
мәні өзгермейді

НЕГІЗГІ ЕРЕКШЕЛІГІ:

Жүйені екі есе ұлғайтқанда немесе кішірейтқанда
интенсивті параметрдің мәні өзгермейді.

Интенсивті параметрлер – жүйенің күйін сипаттайды,
мөлшеріне тәуелсіз (температура, қысым және т.б.).

ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕР

ЭКСТЕНСИВТІ ПАРАМЕТРЛЕР

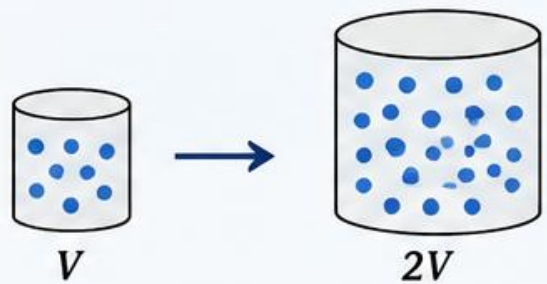
Жүйенің көлеміне (мөлшеріне) **тәуелді**,
яғни жүйе мөлшерін өзгерткенде
өз мәні де пропорционалды түрде өзгереді.

$$X(\alpha A) = \alpha\, X(A)$$

(мұндағы α – кез келген сан)

МЫСАЛДАРЫ:

- Көлем (V)
- Зат мөлшері (n)
- Ішкі энергия (U)
- Энтальпия (H)
- Энтропия (S)
- Гиббс энергиясы (G)



Жүйе мөлшері 2 есе артса,
параметрдің мәні де 2 есе артады

НЕГІЗГІ ЕРЕКШЕЛІГІ:

Жүйені екі есе ұлғайтқанда немесе кішірейтқанда
экстенсивті параметрдің мәні де екі есе өзгереді.

Экстенсивті параметрлер – жүйедегі заттың мөлшеріне тәуелді, жүйе ұлғайған сайын олардың мәні де артады (көлем, энергия, энтропия және т.б.).

КҮЙ ФУНКЦИЯСЫ

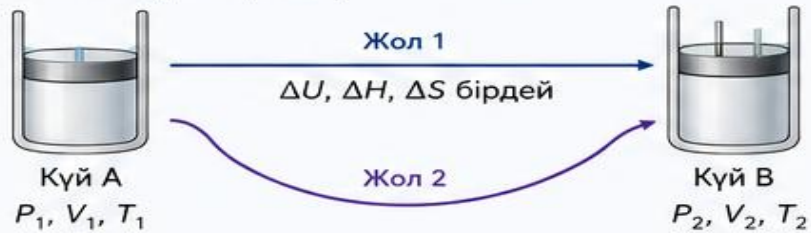
Күй функциясы – жүйенің тек бастапқы және соңғы күйіне байланысты болатын шама, жолына тәуелді емес.

Негізгі қасиеттері:

- ✓ Тек жүйенің күйін сипаттайды
- ✓ Жолға тәуелді емес
- ✓ Толық дифференциалға ие (dU, dH және т.б.)

Мысал:

1 моль идеал газды 1 күйден (A) 2 күйге (B) жеткізуді екі түрлі жолмен қарастырайық.



Екі жолмен өтсек те, ішкі энергияның өзгерісі (ΔU), энтальпияның өзгерісі (ΔH), энтропияның өзгерісі (ΔS) бірдей болады.
Яғни, бұл шамалар тек бастапқы және соңғы күйге тәуелді.

Мысалдар	Қалай және неліктен?
Ішкі энергия (U)	Тек температураға байланысты (идеал газ үшін). Жолға тәуелді емес, себебі U – күй функциясы.
Энтальпия (H)	Тек күйге байланысты. Химиялық реакцияда ΔH тек бастапқы және соңғы күйге тәуелді.
Энтропия (S)	Тек күйге байланысты. $\Delta S = S_2 - S_1$ жолға тәуелді емес.
Гиббс энергиясы (G)	Тек T, P және құрамға байланысты. Күй функциясы.

Неліктен олай?

Бұл шамалар жүйенің энергиясының қорын сипаттайды, ол жүйе қалай өзгергеніне емес, қай күйде екеніне байланысты.

ПРОЦЕСС ПАРАМЕТРЛЕРІ

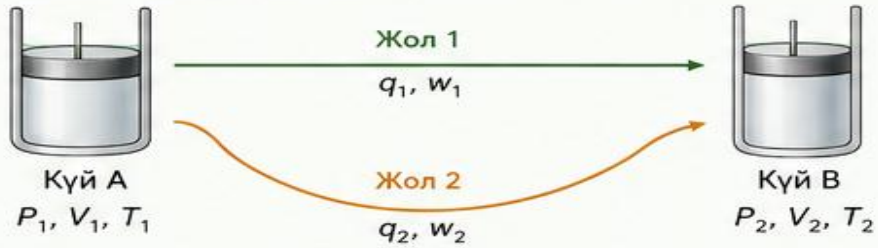
Процесс параметрлері – жүйенің өзгеру жолына (процесс жолына) тәуелді болатын шамалар.

Негізгі қасиеттері:

- ✓ Жолға тәуелді
- ✓ Жүйенің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуін сипаттайды
- ✓ Толық дифференциалға ие емес (δq, δw сияқты)

Мысал:

1 моль идеал газды 1 күйден (А) 2 күйге (В) жеткізуді екі түрлі жолмен қарастырайық.



Екі жолда алынған немесе берілген жылу (q) және жұмыс (w) әртүрлі болады. Сондықтан бұл шамалар **процесс жолына тәуелді**.

Мысалдар	Қалай және неліктен?
Жылу (q)	Жолға тәуелді. Бір күйден екінші күйге әртүрлі жолмен өткенде q әртүрлі болады.
Жұмыс (w)	Жолға тәуелді. Мысалы, изобаралық және адиабаталық процестерде w әртүрлі.
Жылу сыйымдылық (процесс бойынша)	Бір процесс үшін анықталады (мысалы, C_p, C_v), жолға байланысты.
Жылу беру жылдамдығы, масса алу жылдамдығы т.б.	Уақытқа және процесс шарттарына тәуелді.

Неліктен олай?

Бұл шамалар жүйенің қоршаған ортамен қалай әрекеттескенін сипаттайды. Процесс жолы өзгерсе, энергия алмасу да өзгереді.

$$\Delta U = Q - W$$

$$dU = \delta Q - \delta W$$

Изохоралық $(V = const)$	$W = 0$	$\Rightarrow \quad \boxed{Q_V = \Delta U}$
Изобаралық $(p = const)$	$W = p\Delta V$	$\Rightarrow \quad \boxed{Q_p = \Delta U + p\Delta V}$
		$= nC_p\Delta T$

Изотермалық $(T = const)$	$\Delta U = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{Q = W}$ $W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = - nRT \ln \frac{p_2}{p_1}$
Адиабаттық $(Q = 0)$	$\Delta U = -W \quad \Rightarrow \quad \boxed{W = -\Delta U}$ $pV^\gamma = const, \quad TV^{\gamma-1} = const$ $W = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\gamma - 1} = \frac{nR(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$
Циклдік процесс $(\Delta U = 0)$	$Q_{цикл} = W_{цикл}$

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