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

Химиялық кинетиканың негізгі ұғымдары. Химиялық кинетиканың негізгі постулаты. Химиялық реакцияның жылдамдық константасы, реакцияның реті, молекулалығы, олардың физикалық мәні.

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

PhD Савденбекова Б.Е.

Алматы, 2026

Дәрістің мақсаты — Химиялық кинетиканың негізгі ұғымдарын меңгерту; химиялық реакциялардың жүру заңдылықтары мен механизмін, реакция жылдамдығының мәнін, оны анықтау тәсілдерін, реакция жылдамдығына әсер ететін факторларды, химиялық кинетиканың негізгі постулатын, жылдамдық константасының физикалық мағынасын, сондай-ақ реакцияның реттілігі мен молекулалығының айырмашылықтарын түсіндіру.

Бақылау сұрақтары:

1) «Химиялық реакция жылдамдығы» терминін және жылдамдық формуласының алдындағы «-» және «+» белгілері нені білдіретінін түсіндіріңіз.
2) Химиялық реакцияның механизмін білу не үшін қажет және механизмді талдау арқылы қандай ақпарат алуға болады.

Төмендегі мәндердің қайсысын қабылдауға болады: А) теріс В) бөлшек мәндер: реакция жылдамдығы, реакция реті, реакцияның молекулалығы, жылдамдық константасы, стехиометриялық коэффициент?

1) Бірінші, екінші және үшінші ретті элементар реакциялар үшін массалардың әсер ету заңына (химиялық кинетиканың негізгі пастулаты) өрнектерді жазыңыз.

Дәріс жоспары

- Химиялық кинетиканың пәні, мақсаты және негізгі міндеттері.
- Химиялық реакция механизмі және элементар реакциялар туралы түсінік.
- Химиялық реакция жылдамдығы және оны өрнектеу тәсілдері.
- Реакция жылдамдығын эксперименттік анықтау әдістері.
- Химиялық кинетиканың негізгі постулаты. Массалар әрекеттесу заңы.
- Жылдамдық константасы және оның физикалық мағынасы.
- Химиялық реакция жылдамдығына әсер ететін факторлар: реагенттердің концентрациясы, температура, қысым, катализатор және реакциялық ортаның табиғаты.

Химиялық реакциялардың реттілігі және молекулалығы. Олардың арасындағы айырмашылық.

Химиялық кинетиканың фармацевтикадағы маңызы: дәрілік заттардың тұрақтылығы, ыдырауы және сақтау мерзімі.

Химиялық кинетика – химиялық реакциялардың жылдамдығын, жүру механизмін және реакция жылдамдығына әсер ететін факторларды зерттейтін физикалық химияның бөлімі.

Химиялық кинетика зерттейді:

- химиялық реакциялардың жүру жылдамдығын;
- реагенттер концентрациясының уақыт бойынша өзгеруін;
- реакция механизмін және оның сатыларын;
- температура мен концентрацияның әсерін;
- катализаторлардың реакция жылдамдығына ықпалын.

Фармацевтикадағы маңызы: химиялық кинетика дәрілік заттардың ыдырау жылдамдығын, тұрақтылығын, сақтау мерзімін және дәрілік препараттарды өндіру жағдайларын анықтауға мүмкіндік береді.

Химиялық кинетиканың ең маңызды сандық сипаттамаларының бірі - реакцияның жылдамдығы.

Химиялық реакцияның жылдамдығы деп реакцияға түсетін немесе реакциядан түзіліп шығатын заттардың мөлшерінің уақыт бірлігіне және реакция кеңістігінің бірлігіне келетін өзгерісін айтады:

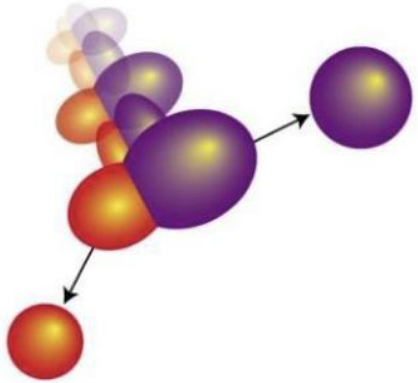
$$\omega = \pm \frac{1}{R} \frac{dn}{dt} ,$$

Химиялық реакция механизмі – бастапқы заттардың өнімдерге айналу жолын, реакцияның элементар сатыларын және аралық бөлшектердің түзілуін сипаттайтын процесс.

Реакциялар:

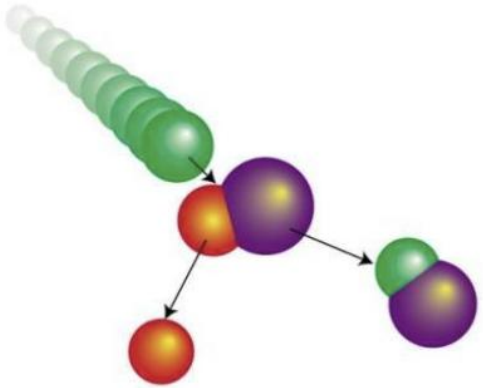
- **Бір сатылы реакциялар** – бір элементар акт нәтижесінде жүреді.
- **Көп сатылы реакциялар** – бірнеше элементар реакциялардан тұрады.
- **Параллель реакциялар** – бастапқы зат бір уақытта бірнеше бағытта әрекеттеседі.
- **Тізбекті реакциялар** – белсенді бөлшектердің қатысуымен жалғасатын реакциялар.

Reaction Mechanism and elementary reactions



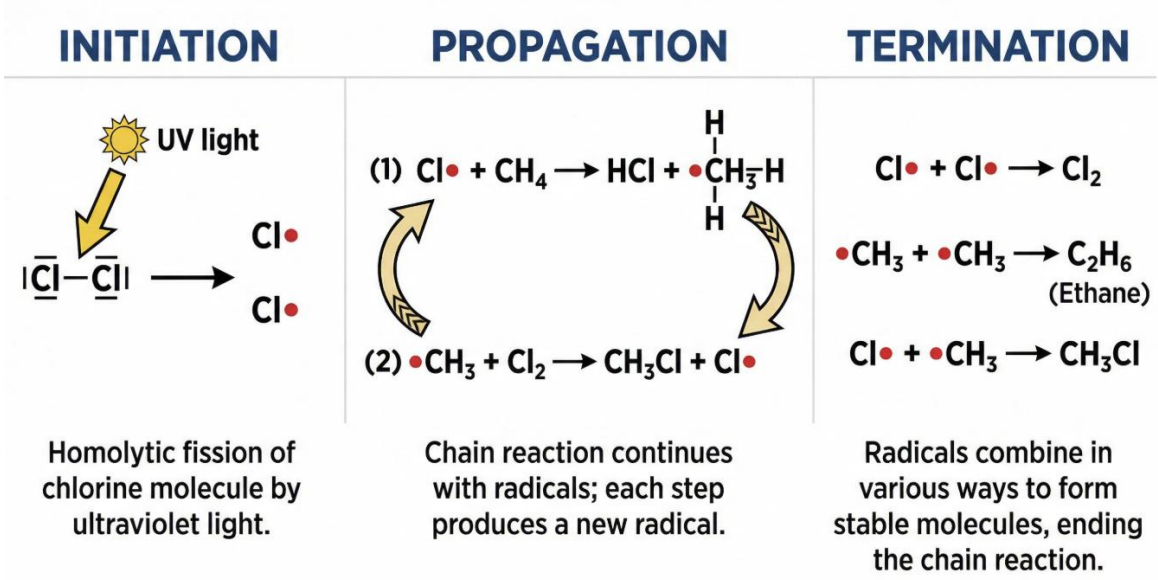
a unimolecular elementary reaction

$$A \rightarrow P \qquad v = k_r[A]$$



a bimolecular elementary reaction

$$A + B \rightarrow P \qquad v = k_r[A]\,[B]$$



Химиялық реакция жылдамдығы – уақыт бірлігінде реагенттердің немесе реакция өнімдерінің концентрациясының өзгеруін сипаттайтын шама.

Жалпы реакция:

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

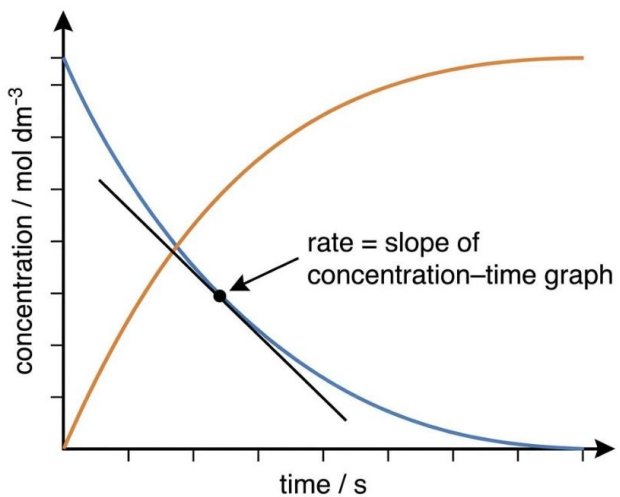
Реакция жылдамдығы:

$$v = -\frac{1}{a}\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b}\frac{d[B]}{dt}$$

$$= \frac{1}{c}\frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{d}\frac{d[D]}{dt}$$

Мұндағы:

- v – реакция жылдамдығы;
- $[A]$, $[B]$ – реагенттердің концентрациялары;
- t – уақыт;
- a, b, c, d – стехиометриялық коэффициенттер.

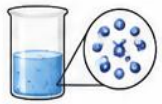


3 СЛАЙД

ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯНЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ

Анықтама:
Реакция жылдамдығы – реагенттердің азаю немесе өнімдердің көбею жылдамдығы.

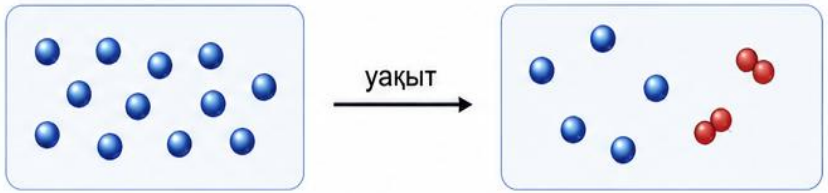
1. РЕАКЦИЯ ТҮРЛЕРІ БОЙЫНША

Гомогенді	Бір фазада		Көлем бойынша анықталады
Гетерогенді	Әртүрлі фазаларда		Жанасу бетінің ауданы бойынша

2. РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

Концентрация	Температура	Орта қасиеті (pH, еріткіш)	Катализатор
Жарық	Сәулелену	Реактор беті (жанасу беті)	Электр тогы

3. РЕАГЕНТ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ НЕЛІКТЕН АЗАЯДЫ?



- Бөлшектер соқтығысып, жаңа заттарға айналады.
- Сонзықпаи реагент концентрациясы төмендейді, ал өнім концентрациясы артады.

4. ЖЫЛДАМДЫҚ ТҮРЛЕРІ

Орташа жылдамдық

Белгілі бір уақыт аралығында есептеледі.

$$\overline{v} = -\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = \frac{\Delta C_{өнім}}{\Delta t}$$

ΔC_A – реагент концентрациясының өзгерісі

$\Delta C_{өнім}$ – өнім концентрациясының өзгерісі

Δt – уақыт аралығы

Лездік (шын) жылдамдық

Нақты уақыт мезетіндегі жылдамдық.

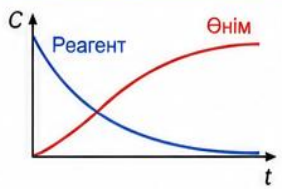
$$v = -\frac{dC_A}{dt} = \frac{dC_{өнім}}{dt}$$

dC_A – реагент концентрациясының дифференциалы

$dC_{өнім}$ – өнім концентрациясының дифференциалы

dt – уақыт дифференциалы

5. КОНЦЕНТРАЦИЯ ӨЗГЕРІСІ МЕН ЖЫЛДАМДЫҚ



Реагент концентрациясы төмендейді

Өнім концентрациясы артады

Нәтиже:
Реакцияның жүру бағыты мен жылдамдығы концентрация өзгерісімен сипатталады.

ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯ РЕТТІЛІГІ: МӘНІ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ТҰСІНІГІ

1. АНЫҚТАМА

Реакция реттілігі – жылдамдық теңдеуіндегі концентрацияның дәреже көрсеткіші.
Ол концентрация өзгергенде реакция жылдамдығының қалай өзгеретінін көрсетеді.

ЖАЛПЫ ЖЫЛДАМДЫҚ ТЕҢДЕУІ

$$v = k[A]^m[B]^n$$

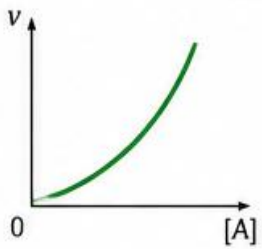
m – А бойынша реттілік
n – В бойынша реттілік
жаллы реттілік = $m + n$

v – реакция жылдамдығы
k – жылдамдық константасы
[A], [B] – реагенттердің концентрациялары
m, n – концентрациялардың реттіктері (тәжірибелік анықталатын шама)

2. РЕТТІЛІК ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ МАҒЫНАСЫ

2.1. ОҢ РЕТТІЛІК (n>0)

$$v = k[A]^n,\ n>0$$

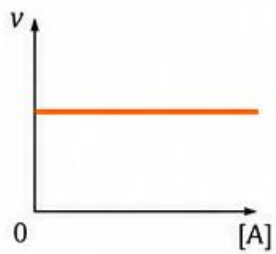


Концентрация артқан сайын реакция жылдамдығы артады.

Мысал: $v = k[A]^2$
[A]-ны 2 есе арттырсақ, v 2^2 = 4 есе артады.

2.2. НӨЛДІК РЕТТІЛІК (n=0)

$$v = k[A]^0 = k$$

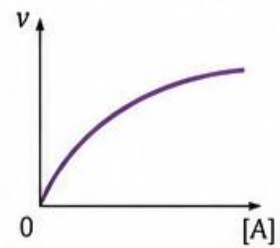


Концентрация өзгергенмен, реакция жылдамдығы өзгермейді.

Мысал: $v = k$
[A]-ны 10, 100, 1000 есе өзгертсе де, v өзгермейді.

2.3. БӨЛШЕК РЕТТІЛІК (0<n<1)

$$v = k[A]^n,\ 0<n<1$$

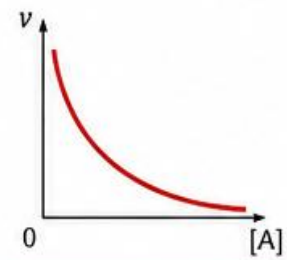


Концентрация артқан сайын реакция жылдамдығы артады, бірақ баяу өседі.

Мысал: $v = k[A]^{1/2}$
[A]-ны 4 есе арттырсақ, $v = 4^{1/2}$ = 2 есе артады.

2.4. ТЕРІС РЕТТІЛІК (n<0)

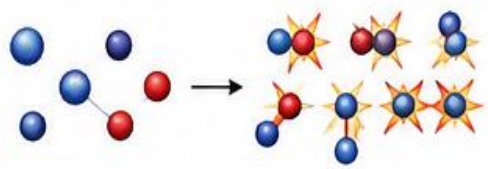
$$v = k[A]^n,\ n<0$$



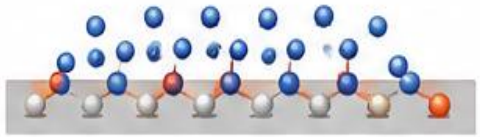
Концентрация артқан сайын реакция жылдамдығы баяулайды.

Мысал: $v = k[A]^{-1}$
[A]-ны 2 есе арттырсақ, v 2^{-1} = $1/2$ есе азаяды.

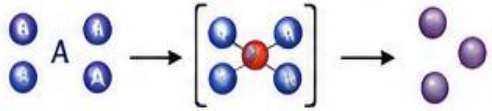
ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯ РЕТТІЛІГІ: МӘНІ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ТҰСІНІГІ



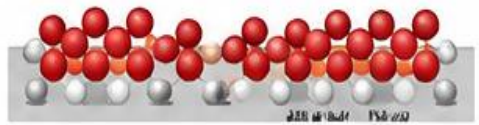
Бөлшектер көбейген сайын соқтығысулар жиілейді, реакция жылдамдайды.



Катализатор бетінің барлық белсенді орталықтары толып қойған. Жаңа молекулалар реакцияға қатыса алмайды.



Реакция бірнеше сатымен жүреді немесе аралық бөлшектер түзіледі, сондықтан жылдамдық концентрацияға әлсіз тәуелді болады.



Белгілі бір реагент немесе өнім катализатор орталықтарын жауып тастайды немесе аралық бөлшектерді жояды. Нәтижесінде реакция баяулайды.

3. НЕЛІКТЕН РЕТТІЛІК БӨЛШЕК НЕМЕСЕ ТЕРІС БОЛАДЫ?

ЖАЛПЫ РЕАКЦИЯ | **КӨП ЭЛЕМЕНТАР САТЫЛАР** | **ТӘЖІРИБЕЛІК РЕТТІЛІК**

A + B → өнім ⇒ 1-саты ⟷ 2-саты → ... → n-саты ⇒ $v = k[A]^m[B]^n$

ЕҢ БАЯУ САТЫ
(rate-determining step)

Жылдамдықты барлық сатылар емес, ең баяу саты анықтайды.
Сондықтан реттілік жалпы теңдеудің стехиометриялық коэффициенттеріне тең болмауы мүмкін және бөлшек немесе теріс мән қабылдай алады.

4. ҚОРЫТЫНДЫ КЕСТЕ

Реттілік	Математикалық түрі	Концентрация артқанда v қалай өзгереді?	Физикалық мағынасы
Оң (n>0)	$v = k[A]^n$	Артады	Бөлшектер көбейеді → соқтығысулар жиілейді → реакция жылдамдайды.
Нөлдік (n=0)	$v = k$	Өзгермейді	Басқа фактор (катализатор беті, жарық, массаның тасымалдануы т.б.) шектеуші.
Бөлшек (0<n<1)	$v = k[A]^n$	Артады, бірақ баяу	Реакция көпсатылы немесе аралық бөлшектер түзіледі.
Теріс (n<0)	$v = k[A]^n$	Баяулайды	Реагент/өнім катализаторды улайды немесе аралық бөлшектерді жояды (ингибирлеу).

ЕҢ МАҢЫЗДЫ ТҰЖЫРЫМ: Реттілік – концентрацияның реакция жылдамдығына қаншалықты және қандай бағытта әсер ететінін көрсететін тәжірибелік көрсеткіш. Ол оң, нөл, бөлшек немесе теріс мән қабылдауы мүмкін.

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