

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ХИМИЯ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ ФАКУЛЬТЕТІ
ФИЗИКАЛЫҚ ХИМИЯ, КАТАЛИЗ ЖӘНЕ МҰНАЙХИМИЯСЫ КАФЕДРАСЫ**

**3 дәріс. Химия-технологиялық
процестеріндегі негізгі заңдылықтары.
Технологиялық процестерідегі тепе-
теңдік. Тепе-теңдік константасы және
оны анықтау әдістері.**

Бакалавриат, 3 курс; мамандығы – 050720 – “Бейорганикалық заттардың
химиялық технологиясы”, к/б; көктемгі семестр, 3 кредит

Лектор: х.ғ.к., доцент Жакирова Н.К.

Химиялық технологияның негізгі зандылықтары

Химия-технологиялық процесс 3 сатыдан тұрады:

- 1. Шикізат дайындау және оны өңдеу**
- 2. Химиялық өзгеріс:**
 - *Реагенттерді реакция аймағына жеткізу* молекулалардың диффузиялануы немесе конвексиялануы арқылы іске асады. Көп фазалық жүйелерде реагенттерді реакция аймағына жеткізу,
 - газдарды адсорбциялау немесе
 - десорбциялау арқылы
 - буды конденсациялау арқылы
 - қатты затты еріту
 - сұйықтарды буға айналдыру арқылы іске асады.
 - *Химиялық реакция* химия-технологиялық процестің екінші және негізгі сатысы
 - *Өндірілген өнімді реакция аймағынан шығару*
 - молекулаларды диффузиялау
 - конвенциялау арқылы
 - заттарды бір фазадан екінші фазаға аудару арқылы жүзеге асады
- 3. Мақсатты өнім алу.**

1. Егер технологиялық процесс жылдамдығы реакция жылдамдығымен шектелсе, яғни химиялық реакцияның өзі өте жай жүретін болса, онда процесс **кинетикалық аймақта** жүреді.

Мұндай технологиялық процестердің жылдамдығын арттыру үшін:

- Бастапқы реагенттердің концентрациясын көбейту;
- Температураны жоғарылату;
- Қысымды жоғарылату;
- Катализатор қолдану керек.

2. Егер технологиялық процесстің жалпы жылдамдығы реакцияласушы реагенттерді реакция аймағына жеткізу жылдамдығымен немесе өнген өнімдерді реакция аймағынан шығару жылдамдығымен шектелінсе – процесс **диффузиялық аймақта** жүреді.

Мұндай процестерді жылдамдату үшін диффузия жылдамдығын арттыру керек. Ол үшін:

- Араластыру процесін жеделдету;
- Ұсақтау;
- Концентрацияны жоғарылату;
- Системаны гомогендеу керек.

3. Егер технологиялық процесстің барлық сатыларының жылдамдығы шамалас болса, процесс **өтпелі аймақта** жүреді.

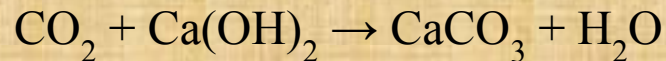
Мұндай процесстің жылдамдығын арттыру үшін диффузияға және химиялық реакцияның жылдамдығына әсер ететін факторларды өзгерту керек.

Технологиялық процестердегі тепе-теңдік және оған әсер ететін факторлар.

Химиялық реакциялар *қайтымды* және *қайтымсыз* болып бөлінеді.

Шындығында барлық реакциялар қайтымды. Берілген жағдайда байланысты (Т,Р,С) *реакция тура* және *кері* жүре алады. Дегенмен көптеген химиялық реакциялар бір бағытта өте аз жылдамдықпен (іс жүзінде ноль жылдамдықпен) жүре алады, сондықтан мұндай реакцияларды *шартты түрде қайтымсыз реакция* деп санайды.

Мысалы, Әк «сүтінің» CO₂-ні сіңіру реакциясы



Іс жүзінде қайтымсыз, өйткені түзілген CaCO₃ суда аз ериді, сөйтіп тұнбаға түседі.

Технологиялық процестерді іске асырғанда ең алдымен мынаны білу керек:

- 1) Таңдап алған шикізатты өңдегенде қандай реакция жүреді (қайтымды-қайтымсыз).
- 2) Берілген өнімді қамтамасыз ететін негізгі реакция қаншалықты терең жүреді.
- 3) Мақсатты өнімінің максималды шығымы қандай.

Негізгі реакцияның қаншалықты терең жүретінін реакцияның тепе-теңдік орнау жағдайларынан білеміз. Сондықтан тепе-теңдікте жүретін реакцияға оптималдық жағдайларды орнатуды білу керек.

Жылжымалы тепе-теңдік.

- тура және кері жүретін процесстер жылдамдығы теңескенде орнайды. Тепе-теңдікті бір жағына жылжыту үшін реакцияға қатынасушы заттың біреуінің концентрациясын өзгерту керек.

Тепе-теңдіктегі мына теңдеуді қарастырайық

$A+B = B+Г$ қайтымды реакция

$$V_1=K_1[A][B]; \quad V_2=K_2[B][Г]$$

- Химиялық тепе-теңдік кезінде $V_1=V_2$ демек $K_1[A][B]=K_2[B][Г]$ болады.

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[B][Г]}{[A][B]}$$

- K_1, K_2 тұрақты шамалар; K -ны тепе-теңдік тұрақтысы дейді.

$$K = \frac{[B][Г]}{[A][B]}$$

- **К-ның физикалық мәні** концентрация бірге тең болғанда, температура тұрақты болғанда, тіке реакцияның кері реакциядан неше есе жылдам жүретінін көрсетеді. K концентрацияның өзгеруіне байланысты өзгермейді, бірақ температураға тәуелді.

- Химиялық реакцияның тепе-теңдігіне әсер ететін параметрлер:

- 1) Температура;
- 2) Қысым;
- 3) реакцияға түскен заттардың концентрациясы.

Осы параметрлерді өзгерте отырып іс жүзінде тепе-теңдікті қалаған жағымызға ығыстыруға болады.

Тепе-теңдікке концентрацияның әсері

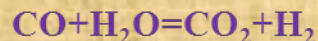
- Реакцияға түскен заттардың концентрациясы мақсатты өнімнің шығымына үлкен әсер етеді. Ол да тепе-теңдіктің тұрақтылығынан (K) көрінеді.

$$K = \frac{[B][\Gamma]}{[A][B]}$$

- Егер А мен Б-ның концентрациясын көбейтсек, реакция өнімінің де концентрациясы көбейеді. Өйткені берілген температурада K-тұрақты.
- Егер реакция өнімінің концентрациясын азайтсақ, оған сәйкес әуелгі заттың да концентрациясы азаяды, яғни олардың өңдеу дәрежесі өседі.

Іс жүзінде бұл екі факторды тепе-теңдікті мақсатты өнім алу жағына қарай жылжыту үшін қолданады, яғни өнімінің шығымын көбейту үшін.

- Мақсатты өнімнің шығымын көбейту үшін өнімнің біреуінің концентрациясын азайту керек. Соның нәтижесінде тепе-теңдік мақсатты өнім алу жағына қарай жылжиды. Оның көптеген әдістері бар. Мысалы:



- Көміртегі оксидінің су буымен конверсия процесі. Мұның тепе-теңдік тұрақтысы K мына теңдеумен өрнектеледі:

$$K = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$$

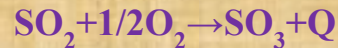
ҚОРЫТЫНДЫ

- Қайтымды процесте реакцияласушы заттың біреуін толығырақ пайдалану үшін екіншісінен артық алу керек.
- Түзілуші заттар қайта реакцияласа алмас үшін оның біреуін реакциядан шығарса тепе-теңдік ылби сол шығарылған, заттың орнын толтыратын жаққа қарай ығысады, бұл жағдайда қайтымда реакция

Тепе-теңдікке температураның әсері

- Ле-Шателье принципі бойынша химиялық тепе-теңдік күйіне келіп тұрған системаның жағдайының (С,Т,Р) біреуін өзгерту тепе-теңдікті сол өзгертуге қарсы әрекет туғызатын реакция бағытына қарай ығыстырылады.

Мысалы, егер қайтымды экзотермиялық күкіртті ангидридті тотығу реакциясы жүрсе



Онда бөлінген жылудың әсерінен реакциялық қоспаның температурасы артады да тепе-теңдік солға қарай жылжиды, сөйтіп мақсатты өнімнің (SO_3) шығымы азаяды. Бұлай болмас үшін жылуды системадан алып кету керек.

- Енді қайтымды эндотермиялық реакцияны қарастырайық.

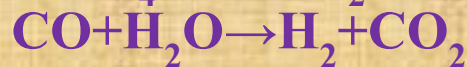
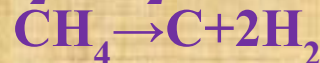
Метанды судың буымен конверсиялау реакциясы жылуды сіңіре жүреді.



бұл реакцияда система суығанда жылу беру керек, сонда тепе-теңдік оң жаққа, яғни өнім алатын жаққа қарай жылжиды. Сонымен қатар температура көтерілгенде тепе-теңдік эндотермиялық реакция бағытына қарай, ал температура төмендегенде экзотермиялық реакция бағытына қарай ығысады. Мұны Ван-Гофф заңы дейді. Ван-Гофф заңы Ле-Шателье принципінің бір түрі.

Тепе-теңдікке қысымның әсері

- Химиялық тепе-теңдікте тұрған заттардың ішінде газ күйіндегі заттар болса, онда тепе-теңдікке қысымның да әсері болады.
- Ле-Шателье принципі бойынша тепе-теңдікте тұрған системаның сыртқы қысымын арттырғанда тепе-теңдік системадағы молекулалардың жалпы саны азаятын реакцияның бағытына қарай ығысады. Реакция кезінде газ көлемінің өзгеруі әртүрлі мынадай үш түрлі процесті қарастырайық.



- Бірінші реакция газдың көлемінің кемуімен жүреді, яғни қысымның азаюымен. **Ле-Шателье принципіне** сәйкес теңдікті солдан оңға қарай жылжыту үшін қысымды арттыру керек. Шындығында бұл процес 32,0 МПа қысымда жүреді.
- Екінші реакция көлемнің ұлғаюымен жүреді яғни теңдікті солдан оңға қарай ығыстыру үшін қысымды төмендету керек.
- Үшінші реакцияға қысымның өзгеруі әсер етпейді, өйткені системаның көлемі өзгермейді.

Химиялық реакцияның жылдамдығы және оған әсер ететін факторлар

- Химиялық реакциялардың жылдамдығын зерттеу туралы ғылымын **химиялық кинетика** деп атайды.
- Яғни химиялық процестің жылдамдығын зерттейтін химия ғылымының арнаулы бір саласы.

1. Температураның әсері. Температураны өсіргенде молекулалардың қозғалыс жылдамдығы артады. Температураны әрбір 10°C өсіргенде реакцияның жылдамдығы 2-4 есе артады. Температураны көтергенде жалпы молекулалардың кинетикалық энергиясы өседі, оның ішінде активті молекулалардың саны көбейеді.

- Реакцияласушы заттардың 1 моліндегі молекулалардың барлығын активті молекулаға айналдыру үшін жұмсалатын энергияны активтендіру энергиясы деп аталады.

Жалпы түрде гомогендік және гетерогендік процестердің жылдамдығы мынандай кинетикалық теңдеумен анықталады:

$$V = K \Delta C \quad (\text{гомогенді процес})$$

$$V = K \cdot F \Delta C \quad (\text{гетерогенді процес})$$

V - процестің жылдамдығы; *ΔF* - контакталық фазаның ауданы; *ΔC* - (процестің қозғаушы күші) концентрацияның өзгерісі;

K - технологиялық процестің жылдамдық тұрақтысы, оны негізінде үш жолмен арттыруға болады:

- Әрекеттесуші системаның температурасын көтеру
- Кинетикалық салада жүретін процестерге катализатор қолдану
- Фазалар аралығындағы диффузияны арттыру.

Температураның жоғарылауы жылдамдық константасын тым көп мөлшерде көбейтсе диффузия коэффициентін аз мөлшерде арттырады.

- Кинетикалық салада жүретін процестердің жылдамдық константасының температураға тәуелділі Арренус теңдеуімен анықталады.
- $K = K_0 e^{-E/RT} = K_0 \exp(-\frac{E}{RT})$, логарифм десек, $\lg K = \lg K_0 - \frac{E}{2,3RT}$, іс жүзінде екі температураға арнап тапсақ $\lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} (\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})$; $T_1 < T_2$, K_1, K_2 – тиісті температурадағы реакция жылдамдығының константасы, *e* -

2. Катализатордың әсері – процестің активтену энергиясын төмендету арқылы реакция жылдамдығын өсіреді.

3. Араластырудың әсері – молекулалық диффузияны конвективті диффузияға ауыстыру нәтижесінде процестің жылдамдық константасын көбейтеді.

- Гомогенді процестерде араластыру реакция саласындағы концентрацияны теңестіреді, реакцияласушы молекулалардың түйісуінің саны артады.
- Гетерогенді системаларды араластыру баяу молекулалар диффузиясын жылдам конвективтік диффузияға аударады.

4. Концентрацияның әсері. Химиялық реакцияны тездету үшін реакцияласушы заттардың молекулалары жиі түйісуі қажет, түйісуді жиілету үшін реакцияласушы молекулалардың концентрациясын өсіру қажет.

- Химиялық реакцияның жылдамдығы реакцияласушы заттар концентрациясының көбейтіндісіне тура пропорционал (әрекеттесуші массалар заңы).

$$V = K[A]^{n*}[B]^m$$

- K-жылдамдық константасы, реакцияласушы заттардың концентрациясы 1 тең болғанда, ол реакция жылдамдығына тең. K-әрбір реакцияның өзіне лайықты тұрақты шама, ол тек реакцияласушы заттардың табиғатына қарай және температураға тәуелді өзгертеді.

5. Катализдің әсері. Катализатор реакцияның жылдамдығын өзгертіп бірақ реакция нәтижесінде өздері химиялық өзгермей қалатын заттар.

- Катализатор қатысуымен болатын процестер табиғатта да, өнеркәсіпте де өте көп. Қазіргі заманның өнеркәсібінің 90% катализатор қатысуымен жүреді. Әрбір реакцияға өзіне тән катализатор болады. Көп жағдайда түрлі катализатор қолдану арқылы бір заттан әр түрлі өнім алуға болады.

**НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ**