

Химиялық тепе-теңдік. Тепе-теңдіктің өзгеруіне әсер ететін факторлар.

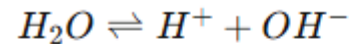
9 дәріс

Қайтымды реакциялар

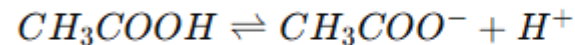
Қайтымды реакциялар — екі қарама-қарсы бағытта жүретін реакциялар. Бұл реакциялар кезінде бастапқы заттар толықтай өнімдерге айналмайды, және өнімдер өз кезегінде бастапқы заттарға қайта айналуы мүмкін. Қайтымды реакциялар екі бағытта да жүріп отырады, сондықтан оларды жазған кезде теңдік белгісінің орнына қарама-қарсы бағыттағы жебелер қолданылады (\rightleftharpoons).

Қайтымды реакциялар өте кең таралған. Оларға су мен әлсіз қышқылдардың диссоциациясы, сутегі мен азоттың, сутегі мен йодтың реакциялары, күкірт оксидінің (SO) күкірт диоксидіне (SO₂) оттегімен тотығуы, кейбір тұздардың гидролизі және көптеген өнеркәсіптік маңызды реакциялар жатады.

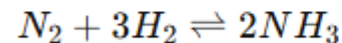
1. Судың диссоциациясы:



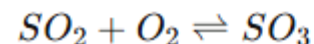
2. Әлсіз қышқылдардың диссоциациясы (мысалы, сірке қышқылының):



3. Сутегінің азотпен реакциясы:

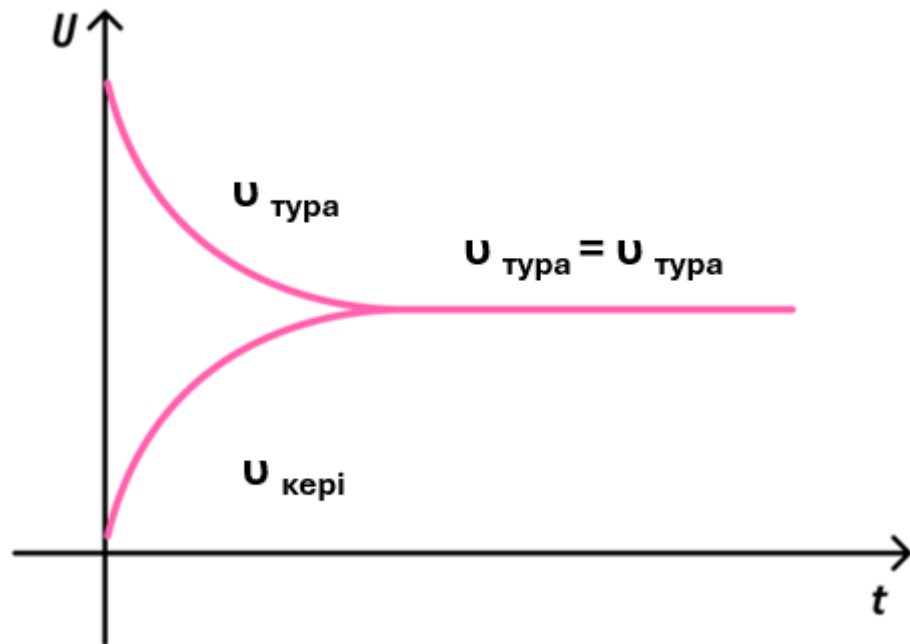


4. Күкірт оксидінің (IV) күкірт оксидіне (VI) тотығуы:



Химиялық тепе-теңдік

Химиялық тепе-теңдік — бұл химиялық қайтымды процестің жағдайы, мұнда тікелей реакцияның жылдамдығы кері реакцияның жылдамдығына тең. Химиялық тепе-теңдіктегі жүйе үшін реагенттердің концентрациялары, температура және басқа параметрлер уақыт өте келе өзгермейді. Химиялық тепе-теңдіктің орны реакцияның келесі параметрлеріне тәуелді: температура, қысым және концентрация. Бұл факторлардың химиялық реакцияға әсері 1884 жылы француз ғалымы **Ле Шателье** ұсынған заңдылыққа бағынады.

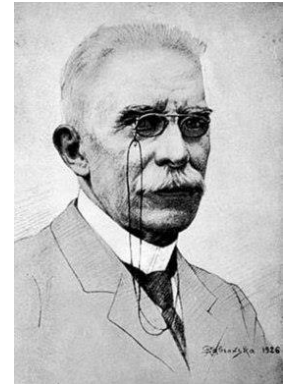


Ле-Шателье-Браун принципі

Ле Шателье-Браун принципі (1884 ж.) — егер сыртқы әсер жүйеге тұрақты тепе-теңдік күйінде әсер етсе, тепе-теңдік шарттарының біреуін (температура, қысым, концентрация, сыртқы электромагниттік өріс) өзгерте отырып, онда жүйеде өзгерістерге қарсы бағытталған процестер күшейеді.

Анри Ле Шателье (Франция) бұл термодинамикалық қозғалмалы тепе-теңдік принципін ұсынды, кейін оны Карл Браун толықтырды.

Бұл принцип кез келген табиғаттағы тепе-теңдікке, оның ішінде механикалық, жылулық, химиялық, электрлік тепе-теңдіктерге (Ленц эффектісі, Пельтье құбылысы) қолданылуы мүмкін. Егер сыртқы жағдайлар өзгерсе, бұл заттардың тепе-теңдік концентрацияларының өзгеруіне әкеледі. Бұл жағдайда **химиялық тепе-теңдіктің** бұзылуы немесе орын ауыстыруы туралы айтылады.



Анри Луи Ле Шателье



Карл Фердинанд Браун

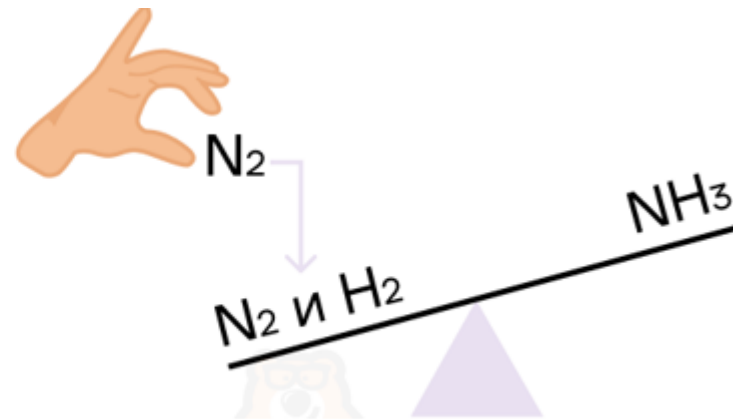
Химиялық тепе-теңдіктің ығысуы

Химиялық тепе-теңдік келесі параметрлердің өзгеруіне байланысты бір немесе басқа бағытта ауысуы мүмкін:

- Жүйенің температурасы (яғни оның қыздыруы немесе суытуы);
- Жүйедегі қысым (яғни оны сығу немесе кеңейту);
- Қайтымды реакцияға қатысушы заттарының концентрациясы.



Химиялық тепе-теңдік



Химиялық тепе-теңдік ығысуы

Температураның әсері

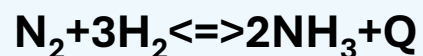
Температураның жоғарылауы химиялық тепе-теңдікті эндотермиялық (жылу сіңіру) реакцияға қарай жылжытады, ал температураның төмендеуі экзотермиялық (жылу бөліну) реакцияға қарай жылжытады.

1. Кальций карбонатының ыдырауы:



Температура жоғарылаған кезде тепе-теңдік кальций оксидіне қарай жылжиды, ал температура төмендегенде кальций карбонатына қарай жылжиды.

2. Аммиактың синтезі:



Температура жоғарылаған кезде тепе-теңдік қарапайым заттарға (азот және сутегі) қарай жылжиды, ал температура төмендегенде аммиакқа қарай жылжиды.

Бұл принцип Ле Шателье-Браун принципіне сәйкес келеді: сыртқы факторлар (температура, қысым, концентрация) жүйе тепе-теңдігін өзгертсе, жүйе өзгерістерге қарсы бағытта әрекет етеді.

Қысымның әсері

Қысымның жоғарылауы химиялық тепе-теңдікті заттардың көлемі аз болатын жағына қарай жылжытады, ал қысымның төмендеуі — көлемі көп болатын жағына қарай жылжытады. Бұл принцип тек газдарға қатысты болады, яғни егер реакцияға қатты заттар қатысса, олар есепке алынбайды.

1. Кальций карбонатының ыдырауы:



Қысым жоғарылаған кезде тепе-теңдік кальций карбонатына қарай жылжиды, ал қысым төмендегенде — кальций оксидіне қарай жылжиды.

Бұл принципті Ле Шателье-Браун формуласы бойынша түсіндірсек: жүйеге сыртқы әсер болғанда (мысалы, қысымның өзгеруі), жүйе осы өзгеріске қарсы әрекет етеді, яғни қысым жоғарылағанда газдардың көлемі азайған жағына, ал қысым төмендегенде газдардың көлемі көбейген жағына қарай жылжиды.

Инертті газдардың әсері

Реакциялық қоспаға инертті газдарды енгізу немесе реакция барысында инертті газдардың түзілуі (бұл жағдайда — реакцияға қатыспайтын газдар) төмендеген қысыммен бірдей әсер етеді, өйткені реагенттердің парциалды қысымы төмендейді. Газ молекулаларының саны азаятын жүйелерде инертті газдар тепе-теңдікті бастапқы заттарға қарай жылжытады. Сондықтан өндірістік процестерде инертті газдар түзілетін немесе жиналатын жағдайларда газ құбырларын мерзімді түрде үрлеу қажет.

Катализатор

Катализаторлар химиялық тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді, себебі олар тікелей және кері реакцияларды бірдей жылдамдатады.

Әсерлесуші заттардың концентрациясы

Концентрацияның тепе-теңдік жағдайына әсері келесі ережелерге бағынады:

1. Егер бастапқы заттардың бірінің концентрациясы артса, тепе-теңдік реакция өнімдерінің түзілуі жағына (оңға) ығысады.
2. Егер реакция өнімдерінің бірінің концентрациясы артса, тепе-теңдік бастапқы заттардың түзілуі жағына (солға) ығысады.

1. Су тек фторидінің диссоциациясы:



Егер ерітіндіні қышқылдау (H^+ концентрациясын арттыру) немесе бірдей ионды тұз енгізу арқылы қышқылдың диссоциациясын арттырса, онда диссоциацияланбаған қышқылдың концентрациясы артады, ал сілті қосу арқылы H^+ ионын су молекулалары байланыстырып, фторид-иондарының концентрациясы өседі.

Тепе-теңдік константасы

Константа тепе-теңдігі — бұл реакция өнімдерінің және бастапқы заттарының концентрациялары арасындағы қатынас, ол тепе-теңдікке жеткен кезде орнайды.

Температура өзгермеген жағдайда, тепе-теңдік тұрақтысы өзгермейді. Ол **эксперименттік деректерден** есептеледі және белгілі бір температурада бастапқы заттар мен өнімдердің тепе-теңдік концентрацияларын анықтайды.

Егер константа тепе-теңдігі (K) сандық мәні бірліктен үлкен болса, бұл өнімдердің концентрациялары бастапқы заттардың концентрацияларынан басым екенін білдіреді, яғни реакция өнімдерді түзетуге бағытталған. Егер константа тепе-теңдігі бірліктен кіші болса, реакция негізінен бастапқы заттарға қарай жүреді, және өнімнің шығымы төмен болады.

Тепе-теңдік константасы

$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ реакциясы үшін

$$K_{\text{түзілу}} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$$K_{\text{ыдырау}} = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

Гетерогенді реакциялар жағдайында константа тепе-теңдігі есептелгенде тек газ немесе сұйық күйдегі заттардың концентрациялары пайдаланылады:

$\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$ реакциясы үшін

$$K_{\text{түзілу}} = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$$