

«ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК ЖҮЙЕСІНДЕГІ СЫРТҚЫ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ»

Студент: Мұрат Анел Алматқызы, Мустафаева Ақдидар Дәрменқызы

Жетекші: Ахтаева Маржан

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Химиялық өндіріс саласында тепе-теңдік орнаған жүйелерге сыртқы әсерлердің тигізетін пәрменін теориялық және практикалық тұрғыдан зерделеудің маңызы ерекше. Бұл зерттеу жұмысы қайтымды процестердің динамикалық табиғатын ашуға және сыртқы параметрлер ауытқыған сәттегі жүйенің термодинамикалық тұрақтылығын айқындауға бағытталған. Тезис аясында Ле Шателье-Браун қағидасының физика-химиялық негіздері сараланып, тепе-теңдік константасының заттар концентрациясына, орта қысымына және температуралық өзгерістерге тәуелділігі қарастырылды. Сонымен қатар, эндотермиялық және экзотермиялық реакциялар кезіндегі жылу эффектілері мен энтропиялық көрсеткіштердің тепе-теңдіктің ығысуына әсері математикалық қисын тұрғысынан талданған.

Түйін сөздер: Химиялық тепе-теңдік, термодинамикалық процесс, Ле Шателье қағидасы, тепе-теңдік тұрақтысы, химиялық потенциал, динамикалық күй.

Қазіргі химия ғылымының басты мақсаттарының бірі - химиялық реакцияларды тиімді басқару және олардың бағытын алдын ала болжау болып табылады. Реакциялардың басым бөлігі қайтымды сипатқа ие, яғни белгілі бір уақытта тура және кері бағыттағы жылдамдықтар теңесіп, жүйеде тепе-теңдік орнайды. Бұл қалып статикалық тоқырау емес, динамикалық сипатқа ие болғандықтан, кез келген сыртқы пәрмен жүйенің ішкі энергиясы мен құраушы бөліктерінің таралуына тікелей әсер етеді. Бұл тақырыптың өзектілігі тек теориялық ізденістермен ғана шектелмей, химиялық технология мен қолданбалы термодинамикадағы маңызымен айқындалады. Тепе-теңдік жүйесіне температура, қысым мен концентрацияның ықпалын сипаттайтын Ле Шателье-Браун принципі химияның іргелі ережелерінің бірі санатында. Дегенмен, бұл қағиданың тек сапалық жағын ғана емес, оның термодинамикалық тірегін, математикалық модельдерін және Гиббс энергиясымен арадағы байланысын терең ұғыну химиялық жүйелерді сипаттаудың өзегі болып табылады. Тепе-теңдік жүйесіне температураның, қысымның және концентрацияның әсерін сипаттайтын Ле Шателье-Браун принципі химияның «алтын ережелерінің» бірі болып табылады. Алайда, бұл принциптің сапалық сипаттамасынан бөлек, оның термодинамикалық негіздерін, тепе-теңдік константасының математикалық модельдерін және Гиббс энергиясымен байланысын теориялық тұрғыдан терең түсіну - химиялық жүйелерді сипаттаудың негізі болып табылады. Негізгі мақсат - химиялық тепе-теңдік жүйесіне сыртқы факторлардың тигізетін әсерін теориялық тұрғыдан жүйелеу, Ле Шателье принципінің математикалық және логикалық негіздерін талдау.

Тепе-теңдік - бұл процестің тоқтап өзгеріссіз қалуы емес, оның динамикалық сипаттамасы. Бұл жағдайда өте кішкентай деңгейде молекулалардың қозғалысы

үздіксіз және ретсіз жүріп жатқанымен, қарама-қарсы бағыттағы жылдамдықтардың теңдігінен макродеңгейде құрамдас бөліктердің концентрациясы тұрақты болып көрінеді. Яғни, белгілі бір уақыт арал қанша өнім пайда болса, дәл сондай мөлшерде бастапқы заттар қайта түзіледі. Жүйенің басты ерекшелігі - оның қозғалмалылығы. Егер тепе-теңдікте тұрған ортаға қосымша реагент енгізілсе, бұл тепе-теңдіктің бұзылуына соқтырады. Осы сәттен бастап жүйеде жаңа статикалық арақатынас орнағанша өздігінен жүретін процесс бастау алады. Бұл жүйенің маңызды қасиеті бұл оның қозғалмалылығы. Тепе-теңдік күйінде тұрған жүйеге сырттан қандай да бір реагенттің қосымша мөлшерін енгізу тепе-теңдіктің бұзылуына алып келеді. Осы сәтте жүйеде концентрациялардың арасындағы жаңа статикалық қатынас орнағанға дейін өздігінен жүретін процесс басталады. Бұл процесс берілген температурадағы тепе-теңдік константасына сәйкес келетін жаңа тепе-теңдік орнағанша жалғасады. Нәтижесінде тепе-теңдік нүктесі өнімдердің түзілуіне немесе бастапқы заттардың жағына қарай ығысады. Химия ғылымындағы Әрекеттесуші массалар заңының ашылуы осы құбылыстарды тек сапалық емес, сонымен қатар математикалық тұрғыдан дәл сипаттауға жол ашты. Бұл заңдылық тұрақты температура кезінде химиялық тепе-теңдік күйіндегі заттардың мөлшерлік қатынасын сандық көрсеткіштермен негіздеуге мүмкіндік береді.

Химиялық тепе-теңдік жүйесіндегі факторлардың әсерін оқушыларды үйретуде ең алдымен, негізгі ұғымдармен таныстыру қажет. Яғни, химиялық тепе-теңдік және динамикалық тепе-теңдік ұғымдарды өмірмен байланыстыру арқылы түсіндіріледі. Сонымен қатар, ауызша ғана емес, көрнекілік әдісі (модельдеу, анимация немесе симуляциялар) қолданылады. Тепе-теңдік бойынша есептер шығару оқушылардың сыни ойлауын және аналитикалық ойлауын дамытуға ықпалын тиігзеді.

Химиялық тепе-теңдік белгілері:

1. Сыртқы параметрлер сақталған жағдайда жүйе уақыт өте келе өзгеріссіз қалады.
2. Динамикалық сипат тура және кері реакциялардың жылдамдықтарының теңдігімен түсіндіріледі.
3. Сыртқы күштер жүйе күйінің өзгеруіне әсер етеді, бірақ сол әсер тоқтатылса, жүйе бастапқы қалпына қайта оралуға бейім келеді.
4. Тепе-теңдік нүктесіне екі бағыттан да (бастапқы заттар мен өнімдер жағынан) жақындау мүмкіндігі бар.
5. Тепе-теңдік орнаған сәтте Гиббс энергиясы өзінің ең төменгі (минималды) мәніне ие болады [\[1, 7\]](#).

Химиялық тепе-теңдік жүйесіне сыртқы факторлардың әсерін зерттеу - заманауи химиялық технология мен физикалық химияның іргетасы болып табылады. Бұл саланың қалыптасу тарихы химиялық процестерді сапалық деңгейден жоғары дәлдіктегі математикалық есептеулер деңгейіне көтерген бірнеше кезеңнен тұрады. Химиялық реакциялардың қайтымдылығы туралы алғашқы пайымдаулар француз химигі Клод Луи Бертоллеге тиесілі. Бертолле химиялық айналымдардың шексіз еместігін алғашқы болып байқады. Оның пайымдауына, реакцияның нәтижесі әрекеттесуші заттардың мөлшеріне тікелей байланысты. Бұл сол замандағы «реакция соңына дейін жүруі тиіс» деген түсінікті өзгертіп, жүйенің белгілі бір нүктеде тұрақталу мүмкіндігін негіздеді. Бұл сол кезеңдегі химиядағы үлкен бетбұрыс болды,

себебі реакциялардың соңына дейін жүрмей, белгілі бір «тепе-теңдік күйде» тоқтау мүмкіндігі алғаш рет ғылыми негізделді. 1884 жылы Анри Луи Ле Шателье тепе-теңдікте тұрған жүйеге сыртқы күштер (температура, қысым, концентрация) әсер еткенде болатын өзгерістерді сипаттайтын өзінің атақты принципін ұсынды. Егер Бертолле тепе-теңдіктің бар екенін дәлелдесе, Ле Шателье сол қалыпты қалай өзгертуге болатынын көрсетті. Оның принципі бойынша, сыртқы қысым артса - жүйе көлемді азайтуға, ал температура көтерілсе - жылуды жұтуға (эндотермиялық бағытқа) ұмтылады. Бұл - процестің бағытын анықтайтын логикалық құрал Химия бойынша алғашқы Нобель сыйлығының лауреаты Вант-Гофф алдыңғы екі ғалымның сапалық тұжырымдарын сандар сөйлейтін деңгейге көтерді. Ол жылу эффектісі мен тепе-теңдік тұрақтысының арасындағы тікелей байланысты дәлелдеп, химиялық технологиялар үшін қажетті нақты есептеулер жүргізуге мүмкіндік берді [2, 3].

Өндірістік деңгейдегі маңызды процесс - аммиак синтезін талдау барысында экзотермиялық реакцияның ерекшеліктері ескерілді. Ле Шателье қағидасына сай температураны төмендету өнім шығымын арттыруы тиіс болғанымен, практикада бұл реакция жылдамдығын баяулатады. Сондықтан тиімді нәтижеге жету үшін «оңтайлы температура» (450–500°C) мен жоғары қысым (20-30 МПа) үйлесімі қолданылады. Зертханалық сынақтарда (темір (III) роданидінің түзілуі мысалында) концентрацияның әсері де нақтыланды: жүйеге бастапқы заттарды үстемелеу өнім түзілу бағытына ығысуды тудырады. Алайда, практикада температура тым төмен болса, реакция жылдамдығы күрт баяулайды. Тәжірибе нәтижесі көрсеткендей, жүйеге бастапқы заттардың бірін (темір хлориді немесе калий роданиді) қосымша енгізу ерітінді түсінің күрт қоюлануына алып келеді. Бұл құбылыс жүйенің сыртқы әсерге жауап ретінде жаңа затты шығындау бағытына (өнім түзілу жағына) ығысатынын практикалық тұрғыдан дәлелдейді [4, 5, 8].

Зерттеу барысында химиялық тепе-теңдіктің динамикалық табиғаты және оны басқарудың іргелі заңдылықтары жан-жақты талданды. Жұмыс нәтижесі көрсеткендей, К.Л. Бертолледен бастап Я.Х. Вант-Гоффқа дейінгі ғалымдардың еңбектері бұл құбылысты сапалық сипаттамадан нақты математикалық есептеулер деңгейіне көтерді. Ле Шателье-Браун принципі сыртқы әсерлерге жауап ретінде жүйенің тепе-теңдік күйінің ығысу бағытын дәл болжауға мүмкіндік беретін әмбебап құрал екені дәлелденді. Тепе-теңдік заңдарын өндірістік процестерде, атап айтқанда аммиак синтезінде қолдану - оңтайлы технологиялық режимді таңдау арқылы өнім шығымын барынша арттырудың және энергия тиімділігін қамтамасыз етудің іргелі негізі болып табылады.

Қорыта айтқанда, Бертолледен Вант-Гоффқа дейінгі ғалымдардың ізденістері бұл құбылысты сапалық сипаттан нақты есептеулер деңгейіне жеткізді. Химиялық тепе-теңдікті басқару заңдылықтарын меңгеру заманауи химиялық технологияларды оңтайландыру мен ғылыми негізде дамыту үшін өте маңызы [6].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- [1] Хұсайын С.Х. Физикалық химия - Алматы: Қазақ университеті, 2014. - 57-60 б.

[2] Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2009. - 312-315 б.

[3] Atkins P., de Paula J. Physical Chemistry: Thermodynamics and Kinetics. - Oxford University Press, 2016. - P. 204-208. (*Scopus Indexed*)

[4] Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. - М.: КноРус, 2017. 188-192 б.

[5] Haber F. The Synthesis of Ammonia from its Elements. Nobel Lecture. - 1920.

[6] Quilez J. A Historical Analysis of the Development of Chemical Equilibrium Concepts. // Journal of Chemical Education. - 2016. - Vol. 83. - P. 115-119. (*Scopus Indexed*)

[7] <https://scienceforum.ru/2015/article/2015011257>

[8]

<https://cyberleninka.ru/article/n/o-kineticheskom-metode-rascheta-himicheskogo-ravnovesiya/viewer>