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

Химиялық тепе-теңдік, тепе-теңдік күйдегі жүйенің құрамын өрнектеу әдісіне байланысты тепе-теңдік константалары, олардың өзара байланысы.

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

PhD Савденбекова Б.Е.

Алматы, 2026

Дәрістің мақсаты — Химиялық тепе-теңдік туралы негізгі түсініктерді қалыптастыру, тепе-теңдік күйдегі жүйенің құрамын өрнектеу әдістеріне байланысты тепе-теңдік константаларының түрлерін қарастыру, олардың мәндерін анықтау және өзара байланысын түсіндіру.

Бақылау сұрақтары:

1) Химиялық тепе-теңдік дегеніміз не және тепе-теңдік күйі қандай жағдайда орнайды?
2) Тепе-теңдік константасы дегеніміз не? Оның мәні реакцияның тепе-теңдік күйі туралы қандай ақпарат береді?
3) Тепе-теңдік жүйесінің құрамын өрнектеу әдісіне байланысты тепе-теңдік константаларының қандай түрлері бар?
4) Концентрациялар арқылы өрнектелетін тепе-теңдік константасы Kcмен қысым арқылы өрнектелетін тепе-теңдік константасы Kpарасында қандай байланыс бар?
5) Бір химиялық реакцияның теңдеуін өзгерткен кезде тепе-теңдік константасының мәні қалай өзгереді?
6) Реакция теңдеуін кері жазу, коэффициенттерін көбейту жағдайларын түсіндіріңіз.

Дәріс жоспары

- Химиялық тепе-теңдік туралы түсінік және оның негізгі белгілері.
- Қайтымды реакциялар және динамикалық тепе-теңдік.
- Әрекеттесуші массалар заңы және тепе-теңдік константасы.
- Тепе-теңдік константаларының түрлері: (Кс), (Кр), (Кх).
- Тепе-теңдік константасының мәнін есептеу әдістері.
- Тепе-теңдік константаларының өзара байланысы.
- Тепе-теңдік константасының физикалық-химиялық және фармацевтикалық маңызы.

Химиялық тепе-теңдік

Реакция жылдамдығы және әрекеттесуші массалар заңы

Химиялық реакцияның жылдамдығы реагенттердің концентрациясын

Жалпы түрде реакцияны былай жазайық:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

Мұндағы a, b, c, d— стехиометриялық коэффициенттер.

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Мысалы:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

Осы реакция үшін:

- N_2 коэффициенті — 1;
- H_2 коэффициенті — 3;
- NH_3 коэффициенті — 2.

Химиялық тепе-теңдік

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$K_p = \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

Мұндағы:

- P_A— Aгазының парциалдық қысымы;
- P_B— Bгазының парциалдық қысымы;
- P_C, P_D— өнімдердің парциалдық қысымдары.

Химиялық тепе-теңдіктің негізгі белгілері:

- Тура және кері реакциялар бір мезгілде жүреді.
- Тура және кері реакциялардың жылдамдықтары тең болады.
- Реагенттер мен өнімдердің концентрациялары тұрақты болып қалады.
- Жүйе сыртқы әсер болмаған жағдайда тепе-теңдік күйін сақтайды.
- Тепе-теңдік динамикалық сипатқа ие, яғни реакциялар тоқтамайды.

Парциалдық қысым дегеніміз не?

Газдар қоспасындағы белгілі бір газдың жүйенің жалпы қысымына қосатын үлесі — оның парциалдық қысымы.

Дальтон заңы бойынша:

$$P = P_A + P_B + P_C + \cdots$$

Химиялық тепе-теңдік

Динамикалық тепе-теңдіктің ерекшеліктері:

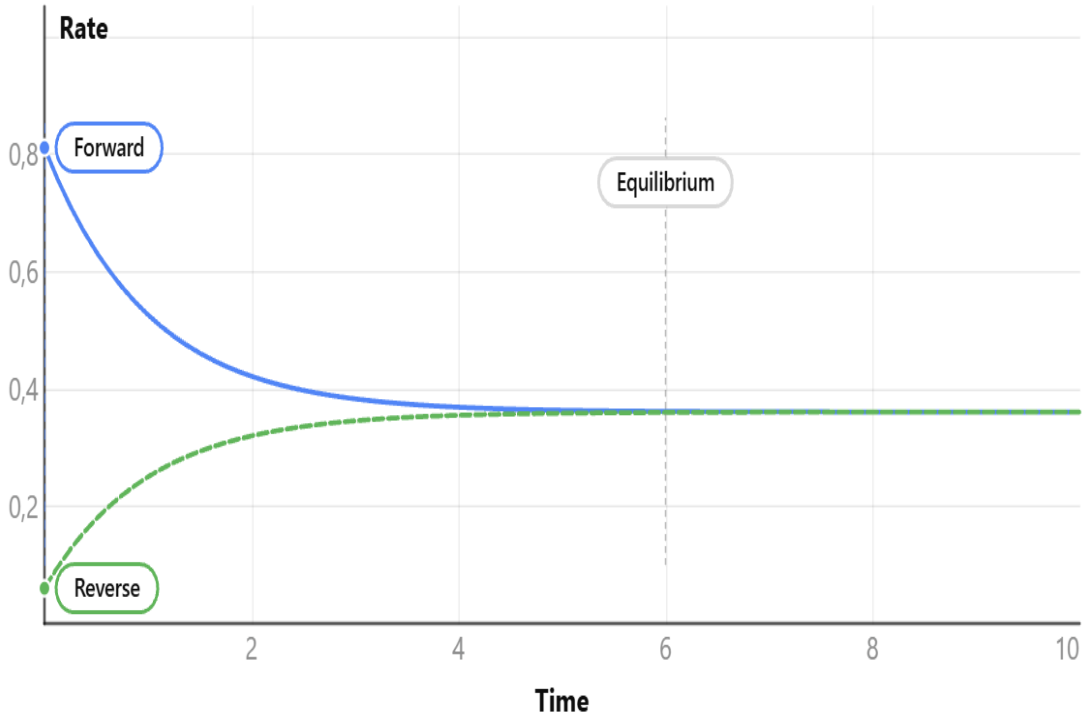
- Реакция екі бағытта да үздіксіз жүреді.
- Макроскопиялық қасиеттер өзгермейді.
- Жүйедегі концентрациялар тұрақты болғанымен, молекулалық деңгейде реакциялар жалғасады.

$$K_x = \frac{x_C^c x_D^d}{x_A^a x_B^b}$$

Мұндағы x_i— компоненттің мольдік үлесі

$$x_i = \frac{n_i}{n_{\text{жалпы}}}$$

- n_i— берілген компоненттің мөлшері;
- $n_{\text{жалпы}}$— қоспадағы барлық заттардың жалпы мөлшері.

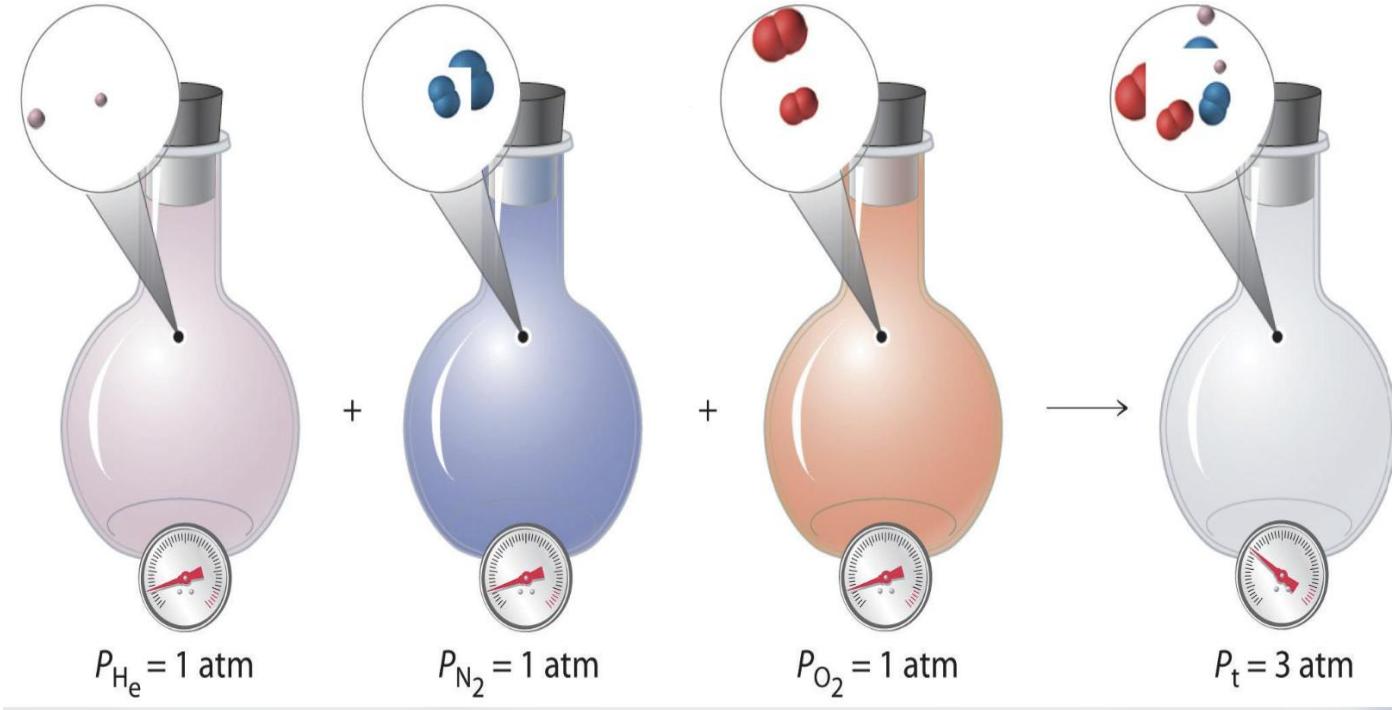


Кp, Kcжәне Kxарасындағы байланыс

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = (c + d) - (a + b)$$

$$\Delta n = \sum \nu_{\text{өнім}} - \sum \nu_{\text{бастапқы зат}}$$



Ескерту: K_c концентрацияға, K_p парциалдық қысымға, ал K_x мольдік үлеске негізделеді. Бұл өрнектер газдардың идеал қоспасы және тепе-теңдік жағдайы үшін қолданылады.

Kp, Kcжәне Kxарасындағы байланыс

$$K_p = K_x P^{\Delta n}$$

. $K_p = K_x P^{\Delta n}$ *формуласының шығарылуы*

Газ үшін:

$$P_i = x_i P$$

мұндағы:

- P_i— компоненттің парциалдық қысымы;
- x_i— оның мольдік үлесі;
- P— жүйенің жалпы қысымы.

Тепе-теңдік константасының мәнін түсіндіру:

- $K \gg 1$ — тепе-теңдік кезінде өнімдердің түзілуі басым.
- $K \ll 1$ — бастапқы реагенттердің мөлшері басым.
- $K \approx 1$ — реагенттер мен өнімдердің мөлшері салыстырмалы түрде бір-біріне жақын болуы мүмкін.

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_x P^{\Delta n}$$

Ескерту: K_c концентрацияға, K_p парциалдық қысымға, ал K_x мольдік үлеске негізделеді. Бұл өрнектер газдардың идеал қоспасы және тепе-теңдік жағдайы үшін қолданылады.

Химиялық реакцияның изотермасы

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta G = RT \ln \frac{Q}{K}$$

$Q < K \Rightarrow$ тура бағыт

$Q = K \Rightarrow$ тепе-теңдік

$Q > K \Rightarrow$ кері бағыт

1) $Q <$
Егер:

$$Q <$$

онда:

$$\frac{Q}{K} < 1$$

Ал 1-ден кіші санның логарифмі теріс:

$$\ln \frac{Q}{K} < 0$$

Сондықтан:

$$\boxed{\Delta G < 0}$$

Бұл жағдайда реакцияның тура бағытта жүруіне термодинамикалық мүмкіндік бар.
Яғни жүйе өнімдер түзілу жағына қарай өзгереді.

2) $Q = K$
Егер:

$$Q = K$$

онда:

$$\frac{Q}{K} = 1$$

және:

$$\ln 1 = 0$$

Сондықтан:

$$\boxed{\Delta G = 0}$$

Бұл — химиялық тепе-теңдік жағдайы.

3) $Q > K$
Егер:

$$Q > K$$

онда:

$$\frac{Q}{K} > 1$$

сондықтан:

$$\ln \frac{Q}{K} > 0$$

және:

$$\boxed{\Delta G > 0}$$

Химиялық реакцияның изотермасы

$$\boxed{\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}}$$

Экзотермиялық реакция

Экзотермиялық реакцияда жылу бөлінеді:

$$\boxed{\Delta H < 0}$$

Вант-Гофф теңдеуіне қойсақ:

$$\frac{d \ln K_p}{dT} < 0$$

Демек температура өскенде:

$$\boxed{K_p \downarrow}$$

Эндотермиялық реакцияда жылу сіңіріледі:

$$\boxed{\Delta H > 0}$$

Сонда:

$$\frac{d \ln K_p}{dT} > 0$$

Демек температура жоғарылаған кезде:

$$\boxed{K_p \uparrow}$$

$$\boxed{\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)}$$

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