Физикалық және коллоидтық химия

Дәріс № 5
Тақырып: Химиялық тепе-теңдік термодинамикасы.

МАҚСАТЫ: Химиялық тепе-теңдік константасы, тепе-теңдік константасының әр түрлі факторлардан тәуелділігі туралы түсінік қалыптастыру.

ЖОСПАР:

1. Химиялық тепе-теңдік туралы түсінік
2. Химиялық реакцияның изотерма теңдеуі
3. Тепе-теңдік константасының температурадан тәуелділігі. Изобара және изохора теңдеулері
4. Газ фазасында өтетін реакциялар тепе-теңдігіне қысымның әсері
5. Реакция реагенттер концентрацияларының тепе-теңдіке әсері

ӘДЕБИЕТТЕР:

Негізгі әдебиеттер

1. Akhmetova S.O., Abilkasova S. O. Physical and colloid chemistry [Текст/Электронный ресурс]. - Almaty : ATU, 2019. - 138 p. - ISBN 978-601-263-500-3

2. Құлажанов Қ.С., Таусарова Б.Р., Сүлейменова М.Ш., Абилкасова С.О. Физикалық химия: оқу құралы. - Алматы: АТУ, 2014. - 264 с. ISBN 978-601-263-285-9

3. Кулажанов К.С., Таусарова Б.Р., Сулейменова М.Ш. Физическая химия [текст] : учебное пособие. - Алматы : АТУ, 2016. - 353 с. - ISBN 978-601-263-341-2

4. Зарубин, Д.П. Физическая химия [Текст] : учебное пособие. - М : ИНФРА-М, 2019. - 474 с. - ISBN 978-5-16-010067-8.

5. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия [текст] . - 7-е изд.,испр. и доп. - М : Юрайт, 2016. - 444 с. - ISBN 978-5-9916-6948-1

6. Физикалық химия [Текст/Электронный ресурс] : оқулық / Х. Қ. Оспанов, Д. Х. Қамысбаев, Е. Х. Абланова, Г. Х. Шәбікова. - Өнд., толық., 3-бас. - Алматы : Полиграфкомбинат, 2014. - 544 б. - ISBN 978-601-7427-45-0

7. Кудряшева, Н.С. Физическая и коллоидная химия [Текст/Электронный ресурс]: учебник / Н. С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. - 2-е изд.,перераб. и доп. - М : Юрайт, 2016. - 379 с. - (Серия: Бакалавр.Прикладной курс). - ISBN 978-5-9916-7159-0

8. Құлажанов Қ.С., Таусарова Б.Р.,Әбілқасова С.О. Коллоидтық химия [текст]: Оқу құралы. - Алматы : АТУ, 2017. - 285 б. - ISBN 978-601-263-383-2

Қосымша әдебиеттер:

1. Эткинс П.,де Паула Дж. Физикалық химия [Текст/Электронный ресурс] : Оқулық. 3-бөлім. Жылдамдықтар өзгеруінің механизмдері / Эткинс П.,де Паула Дж. ; Ауд. Е.Х. Абланова. - Алматы : Дәуір, 2014. - 512. - ISBN 978-601-217-498-4

2. Белик, В.В. Физическая и коллоидная химия [текст] : учебник. - 9-е изд., стер. - М : Академия, 2015. - 288 с. ISBN 978-5-4468-2311-6

3. Murzagaliyeva, M.G. Physical chemistry for mathematicians in tasks and questions [Текст] : educational manual / M. G. Murzagaliyeva, A. K. Zhusupova, A. S. Tusupbekova. - Almaty : Qazaq university, 2015. - 100 p. - ISBN 978-601-04-1570-6

4. Ospanova, Zh.B. Physical chemistry of foams and aerosols [Текст] : educational manual Ospanova Zh.B., K. B. Musabekov. - Almaty : Qazaq university, 2016. - 72 p. - SBN 978-601-04-2100-4.

Химиялық тепе-теңдік сандық жағынан берілген температура үшін тұрақты шама тепе-теңдік константасымен сипатталады. Тепе-теңдік константасы реакция өнімдерінің стехиометриялық коэффициенттеріне дәрежеленген тепе-теңдік концентрация көбейтіндісінің бастапқы заттардың сондай концентрация көбейтіндісінің қатынасымен анықталады. Келесі реакция үшін:

$$aA + bB \leftrightarrow cC + dD$$

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

[C], [D], [A],[B] - реакция реагенттерінің тепе-теңдік концентрациялары, a,b,c,d –стехиометриялық коэффициенттер, K_c – химиялық тепе-теңдік константасы.

Тепе-теңдік реагенттердің парциал қысымдары арқылы өрнектелсе, химиялық тепе-теңдік константасы келесідей тәуелділікті көрсетеді:

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

(P_c), (P_D), (P_A), (P_B) – реакция реагенттреінің парциалды қысымдары, a, b, c, d - стехиометриялық коэффициенттер, K_p - химиялық тепе-теңдік константасы.

Тепе-теңдік константасы әрекеттесуші заттар табиғатынан, температурадан тәуелді, концентарциядан, активтіліктен, қысымнан тәуелсіз. K_c,K_p – газ тәріздес реагенттердің моль сандары өзгере жүретін реакциялар үшін өлшемсіз шамалар. Басқа жағдайларда:

K_p – қысым өлшемімен,

K_c - Δn дәрежедегі концентрация өлшемімен қрнектеледі. Δn - стехиометриялық коэффициенттердің алгебралық қосындыларының айырымы:

$$\Delta n = \Delta$$

K_p және K_c келесідей байланыста:

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

Химиялық реакцияның изотерма теңдеуі

Химиялық тепе-теңдік константасы стандартты жағдайда химиялық реакцияның ΔG және ΔF шамаларымен байланысты:

$$\Delta G = -RT\ln K_p$$

$$\Delta F = -RT\ln K_c$$

Әрекеттесуші заттардың берілген концентрациялары немесе парциал қысымдарындағы химиялық реакцияларда ΔG және ΔF өзгерістерін химиялық реакцияның изотерма теңдеуі арқылы есептеуге болады:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT\ln\frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b}$$

$$\Delta G = RT\ln\frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b} - \ln K_p \quad (3.8)$$

$$\Delta F = RT\ln\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} - \ln K_c \quad (3.9)$$

Бұл теңдеулер (3.8), (3.9) химиялық реакцияның изотерма теңдеулері. (3.8)– теңдеуі изобаралы-изотермиялық процесс үшін, (3.9)- изохоралы-изотермиялық процесс үшін. Көрсетілген теңдеулер термодинамикалық потенциалдар ΔG, ΔF өзгеруі мен химиялық тепе-теңдік константалар K_p, K_c арасындағы тәуелділікті көрсетеді. Химиялық рнеакция изотерма теңдеулері бойынша берілген жағыдайда Гиббс және Гельмгольц энергиялар өзгерісін есептеуге, процестің өздігінен өту бағытын анықтауға болады.

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

Химиялық реакция изотерма теңдеуінен Гиббс энергиясының мәні және таңбасы $П_p$ және K_p салыстырмалы мәндерінен тәуелді екенін көруге болады. (p=const, T=const). Егер

$П_р < K_p$ болса, $\Delta G < O$

(3.8) теңдеуге сәйкес реакция өздігінен солдан оңға қарай өтеді.

$П_р > K_p$ болса, $\Delta G > O$

(3.8) теңдеуге сәйкес реакция өздігінен кері бағытта (оңнан солға) қарай өтеді.

$П_р = K_p$болса, $\Delta G = O$реакция тепе-теңдік күйде болады.

Тепе-теңдік константасының температурадан тәуелділігі. Изобара және изохора теңдеулері.

Температураны жоғарылатутепе-теңдікті эндотермиялық реакция (жылу сіңіру) өту бағытына қарай ығыстырады.

Температураны төмендетутепе-теңдікті экзотермиялық реакция (жылу шығару) өту бағытына қарай ығыстырады. Мысалы аммиактың синтезделу реакциясы үшін:

$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3 + 92{,}3 \text{ кДж}$$

Температураны арттыру тепе-теңдікті солға (себебі $\Delta H > O$), ал төмендету – оңға (себебі $\Delta H < O$) ығыстырады.

Температура өзгерісініңтепе-теңдік константасына әсерін сандық жағынан изобара және изохора теңдеулері көрсетеді.

Химиялық реакцияның изобара теңдеуі p=const.

Химиялық реакцияның изохора теңдеуі V=const.

Изобара және изохора теңдеулері реакция бағытын анықтауға, тепе-теңдік константасының температурадан тәуелділігін бағалауға мүмкіндік береді.

және шамаларын химиялық тепе-теңдік константасы логарифмінің **температуралық коэффициенті** дейді. Тепе-теңдік константасының температурадан тәуелділігі химиялық реакцияның жылу эффектісі таңбасы мен мәнімен анықталады.

Егер $\Delta H < O$, Т-ның өсуімен Кр кемиді;

$\Delta H > O$, Т-ның өсуімен Кр артады;

$\Delta H = O$, Кр температурадан тәуелсіз.

Егер химиялық реакцияның жылу эффектісі және қандай да бір температурадағы тепе-теңдік константасы белгілі болса, соңғы теңдеу арқылы басқа температурадағы тепе-теңдік константасын есептеуге болады.

Газ фазасында өтетін реакциялар тепе-теңдігіне қысымның әсері

Моль сандары өзгеріссіз өтетін реакциялар.

$A + B \leftrightarrow 2AB$

Қысым тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді.

Моль сандары артатын реакциялар.

$A + B \leftrightarrow 2AB$

Моль сандары артатын реакциялар үшін қысымды жоғарылату тепе-теңдікті солға ығыстырады.

Моль сандары кемитін реакциялар.

$A + B \leftrightarrow 2AB$

Моль сандары кеми жүретін реакциялар үшін қысымды жоғарылату тепе-теңдікті оңға ығыстырады.

Реакция реагенттер концентрацияларының тепе-теңдіке әсері

Егертепе-теңдік күйдегі жүйеге реагент немесе соңғы өнім енгізсек, тепе-теңдік сол компоненттің концентрациясы кемитін бағытқа қарай ығысады.

Мысалы, $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

Егер H_2 , O_2 енгізсек, тепе-теңдік оңға, ал H_2O – солға ығысады.

Тепе-теңдік күйдегі қоспадан реакция компоненттерінің біреуін алып кету, тепе-теңдікті сол өнімнің қосымш+а түзілу бағытына қарай ығыстырады.

H_2 , O_2 алып отыру, тепе-теңдіктісолға, H_2O – оңға ығыстырады.