Физикалық химия

Дәріс № 9
Тақырып: Коновалов заңдары және бинарлық жүйелердегі фазалық тепе-теңдік

МАҚСАТЫ: Коновалов заңдары, фракциялық айдау мен экстракция туралы түсінік қалыптастыру.

ЖОСПАР:

1. Коноваловтың заңдары
2. Фракциялық айдау
3. Экстракция: сұйық-сұйық фазалар арасындағы бөлу технологиясы

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.

Коноваловтың 1-ші заңы: Фазалардағы компоненттердің тепе-теңдігі.

Коновалов заңдары (1881 ж.) — екі компонентті сұйық қоспалардың бу–сұйық тепе-теңдігін (VLE) және айдау кезіндегі құрам өзгерісін түсіндіретін заңдар.

Анықтамасы: Егер бинарлық жүйеде сұйықтықтың құрамы өзгергенде қайнау температурасы экстремум (минимум немесе максимум) арқылы өтсе, онда сол нүктеде бу мен сұйық фазалардың құрамы бірдей болады. Бұл нүкте – **азеотроптық нүкте**.

Тепе-теңдік жағдайында әр компоненттің химиялық потенциалы барлық қатысушы фазаларда бірдей мәнге ие болады. Бұл термодинамиканың іргелі принципі.

Заң сұйық және газ фазаларындағы компоненттердің концентрацияларын байланыстырып, фазалық тепе-теңдіктің негізін құрайды және бөлу процестерін болжауға мүмкіндік береді.

Коноваловтың 2-ші заңы

Анықтамасы:

Бу фазасы әрқашан құрамында ұшқыштығы

жоғары компонентке бай болады.
Яғни:
Қайнау температурасы төмен компонент → бу фазасында көбірек.
Қайнау температурасы жоғары компонент → сұйық фазада көбірек.

Фракциялық айдау коэффициенті және оның қолданысы.
K = Сфаза1 / Сфаза2 — компоненттің екі фазадағы концентрацияларының қатынасы. Тұрақты температура мен қысымда өзгереді.
Этанолдың су мен органикалық еріткіш арасындағы таралуы. Айдау коэффициенті еріткіштің полярлығына және температураға байланысты өзгереді.
Егер А заты В-ға қарағанда ұшқыш (қайнау температурасы төмен) болса:

- Бу құрамында А көп болады
- Сұйық фазада В көбірек қалады

Бұл — фракциялық айдаудың негізі.

Екінші Коновалов заңы

Егер қоспа азеотроп түзсе, онда сол нүктеде бу мен сұйық құрамдары бірдей болады.
Яғни:

$$x_{\text{сұйық}} = y_{\text{бу}}$$

Бұл жағдайда:

- Қоспа тұрақты температурада қайнайды
- Айдау арқылы бөлу мүмкін емес

Қоспаларды бөлу технологиясы
Фракциялық айдау қоспаларды тазарту мен бөлудің тиімді әдісі ретінде химия өнеркәсібінде, фармацевтикада және мұнай өңдеуде кең қолданылады.

- Айдау коэффициентінің үлкен мәні жақсы бөлінуді қамтамасыз етеді
- Экстракция және дистилляция процестерінің негізі болып табылады
- Энергия шығынын азайтып, өнімнің тазалығын арттырады

Өзара ерігіштігі шектеулі бинарлық жүйелер
Екі компоненттің сұйық фазада шектеулі ерігіштігі бар жүйелер екі араласпайтын сұйық фазаға бөлінеді. Қоспа екі сұйық фазада бөлінеді, әр фазаның құрамы температура мен концентрацияға байланысты. Диаграммада екі араласпайтын сұйық фазаның аймақтары анық көрінеді, бұл жүйенің әрекетін болжауға көмектеседі

Үшінші компоненттің екі араласпайтын сұйық фаза арасында таралуы

Үш компонентті жүйелерде жаңа, күрделірек фазалық тепе-теңдік жағдайлары пайда болады.
Үшінші компоненттің қосылуы жүйенің әрекетін түбегейлі өзгертеді. Әр фазадағы компоненттердің концентрациялары бір-бірімен термодинамикалық қатынастар арқылы байланысады.
Үшінші компоненттің концентрациясы екі фазада әртүрлі бөлінеді, бұл оның химиялық табиғатына, полярлығына және фазалармен өзара әрекеттесу дәрежесіне байланысты. Экстракция процестерінде маңызды — мысалы, органикалық еріткішпен судан қажетті компонентті бөліп алу үшін қолданылады.
Экстракция — компонентті бір сұйық фазадан екінші сұйық фазаға селективті түрде бөліп алу процесі. Фракциялық айдау заңдары экстракцияның тиімділігін тікелей анықтайды.
Азеотроптар

- **Минимум қайнайтын азеотроп**

Оң ауытқу (Рауль заңынан)
Мысалы: этанол–су (~95,6% этанол)

- **Максимум қайнайтын азеотроп**

Теріс ауытқу
Мысалы: ацетон–хлороформ
Температура–құрам диаграммасы (T–x–y)
Диаграммада:

- Төменгі қисық — сұйықтың қайнау сызығы
- Жоғарғы қисық — бу конденсация сызығы
- Қисықтар арасындағы аймақ — екі фазалы аймақ
- Қиылысу нүктесі — азеотроп

Заңдардың термодинамикалық түсіндірмесі
Бу–сұйық тепе-теңдік шарты:

$$\mu_i^{(\text{сұйық})} = \mu_i^{(\text{бу})}$$

Идеал ерітінді үшін химиялық потенциал:

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT\ln\, x_i$$

Белсенділік (activity) ұғымы енгізілгенде:

$$a_i = \gamma_i x_i$$

мұнда γ_i— активтілік коэффициенті.
Идеал емес ерітінділерде:

- $\gamma_i > 1 \rightarrow$ оң ауытқу
- $\gamma_i < 1 \rightarrow$ теріс ауытқу

Азеотроп түзілуі осы ауытқуларға байланысты.
Фракциялық айдау механизмі

1. Қоспа қызады
2. Бу ұшқыш компонентке бай
3. Бу конденсацияланады
4. Қайта булану → құрам біртіндеп өзгереді

Азеотропқа жеткенде бөлу тоқтайды.
Практикалық маңызы
✓ Мұнай фракциялау
✓ Спирт өндірісі
✓ Еріткіштерді тазарту
✓ Химиялық технология процестері
✓ Экстракция және ректификация