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

Дебай-Гюккельдің күшті электролиттер теориясы. Бірінші, екінші және үшінші жуықтауларындағы активтік коэффициенттерге арналған теңдеулер.

Химия және химиялық технология факультеті, Физикалық химия, катализ және мұнайхимия кафедрасының оқытушысы
PhD Савденбекова Б.Е.

Алматы, 2026

Дәрістің мақсаты - Дебай–Хюккельдің күшті электролиттер теориясының негізгі қағидаларын, иондық атмосфераның физикалық мағынасын және оның түзілу механизмін түсіндіру; активтік коэффициентті есептеудегі Дебай–Хюккель теңдеулерінің бірінші, екінші және үшінші жуықтауларын қарастыру, олардың қолданылу шекараларын және ерітінді концентрациясына байланысты ерекшеліктерін түсіндіру.

Бақылау сұрақтары

1. Электростатикалық диссоциация теориясының оң және теріс аспектілерін және диссоциация процесінің қазіргі механизмін сипаттаңыз.
2. Льюистің активтілік термодинамикалық теориясының теориялық және қолданбалы бағыттарын талдаңыз.
3. Дебай-Хюккельдің электростатикалық теориясының теориялық және қолданбалы бағыттарын талдаңыз.
4. Иондық атмосфераның физикалық мағынасын түсіндіріңіз және иондық белсенділіктің орташа коэффициентін есептеу үшін Дебай-Хюккель теңдеулерін қолданыңыз.

Дәріс жоспары

Күшті электролиттер теориясының қалыптасуы және Дебай–Хюккель теориясының негізгі қағидалары.

Күшті электролиттердің ерітінділердегі электростатикалық өзара әрекеттесуі және идеал емес ерітінділер туралы түсінік.

Иондық атмосфера ұғымы. Оның физикалық мағынасы, құрылымы және түзілу механизмі.

Иондық атмосфераның иондардың қозғалысына және ерітіндінің термодинамикалық қасиеттеріне әсері.

Активтік және активтік коэффициент ұғымдары. Иондардың эффективті концентрациясын сипаттаудағы активтіктің рөлі.

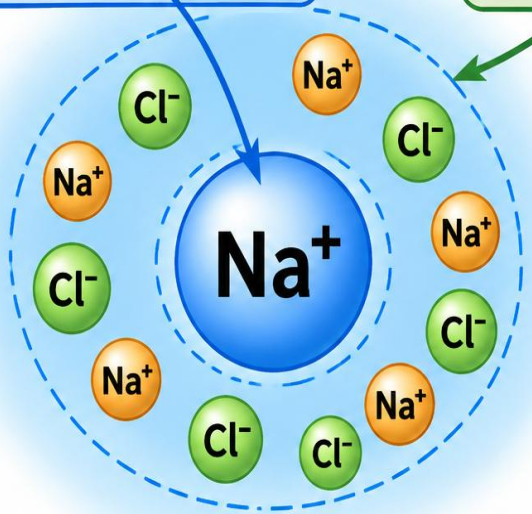
Дебай–Хюккельдің шектік заңы және активтік коэффициентті есептеудегі бірінші жуықтау.

Дебай–Хюккель теңдеуінің екінші жуықтауы. Ион өлшемін және иондық күшті ескеру.

Дебай–Хюккель теңдеуінің үшінші жуықтауы. Эмпирикалық параметрлерді енгізу және қолданылу ерекшеліктері.

Орталық ион
(орталық бөлшек)
— ерітіндіде айналасында иондық атмосфера түзілетін ион.

Иондық атмосфера
— орталық ионды қоршаған, қарама-қарсы зарядты иондар қабаты.



Мысал:
Na^+ ионының айналасында Cl^- иондары иондық атмосфера құрайды.

— Na^+ (орталық ион)

— Cl^- (иондық атмосфера иондары)

— Na^+ (ерітіндіден тыс иондар)

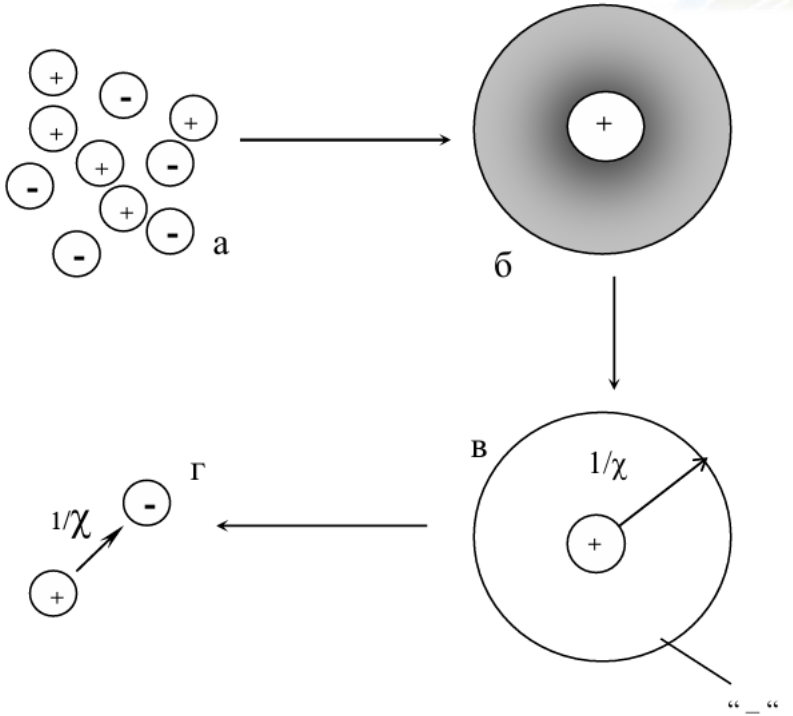
Қорытынды:
Иондық атмосфера — бұл орталық ионды қарама-қарсы зарядты иондармен қоршаған бөлшектер қабаты.

Иондық атмосфераның қалыңдығы – электролит ерітіндісіндегі белгілі бір ионның айналасында қарама-қарсы зарядты иондардың таралуы байқалатын кеңістіктің шартты өлшемін сипаттайтын шама. Ол иондық атмосфераның кеңістіктік таралу аймағын және ерітіндідегі электростатикалық әсерлесудің қашықтығын көрсетеді.

Дебай–Хюккель теориясында бұл шама **Дебай ұзындығы** деп аталады.

- Ерітіндінің концентрациясы артқан сайын иондық атмосфераның қалыңдығы азаяды.
- Ерітінді сұйылтылған сайын иондық атмосфераның қалыңдығы артады.

Физикалық мағынасы: Дебай ұзындығы ионның электр өрісінің ерітіндідегі басқа иондармен экрандалуы нәтижесінде едәуір әлсірейтін арақашықтықты сипаттайды.



Дебай–Хюккелдің үш жуықтауы

Иондық күшке және зарядқа байланысты активтік коэффициенттің жуықталған өрнектері

1. Шекті сұйылту жуықтауы

$$\lg \gamma_{\pm} = -A\left|z_{+}z_{-}\right|\sqrt{I}$$

Шарттары:

$I \to 0$, (dilute solutions)

Мұндағы:

- γ_{+-} – ортақ активтік коэффициент;
- A – еріткішке тәуелді тұрақты;
- z_{+}, z_{-} – ион зарядтары;
- I – иондық күш.

Мысал (1:1 электролит):

$$\lg \gamma_{\pm} = -A\sqrt{I}$$

Дебай–Хюккелдің үш жуықтауы

Иондық күшке және зарядқа байланысты
активтік коэффициенттің жуықталған өрнектері

2. Орташа жуықтау

$$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{A|z_+ z_-|\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

Шарттары:

I – орташа концентрация
(≈ 0,001–0,1 М)

Мұндағы:

- B – қосымша тұрақты;
- a – ион өлшемі
  (≈ 5–10 Å).

Мысал (1:1 электролит):

$$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{A\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

Дебай–Хюккелдің үш жуықтауы

Иондық күшке және зарядқа байланысты
активтік коэффициенттің жуықталған өрнектері

3. Жақында жұқа ерітінділер үшін

$$\ln \gamma_{\pm} = -\frac{A|z_+ z_-|\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

Шарттары:
I – өте кіші мәндер үшін
(≈ 0,0001–0,001 М)

Мұндағы:

- A, B – тұрақтылар;
- a – ион өлшемі.

Мысал (1:1 электролит):

$$\ln \gamma_{\pm} = -\frac{A\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

$$\lg \gamma_{\pm} = -A|z_+ z_-|\sqrt{I}$$

$$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{A|z_+ z_-|\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

$$\cdot\cdot \lg \gamma_{\pm} = \frac{-|z_+ z_-|A\sqrt{I}}{1 + aB\sqrt{I}} + CI\,,\cdot$$

Мұндағы:

- γ_{+-} – ортақ активтік коэффициент;
- A – еріткішке тәуелді тұрақты;
- z_+, z_- – ион зарядтары;
- I – иондық күш.

Мысал (1:1 электролит):

$$\lg \gamma_{\pm} = -A\sqrt{I}$$

Мұндағы:

- B – қосымша тұрақты;
- a – ион өлшемі (≈ 5–10 Å).

Мысал (1:1 электролит):

$$\lg \gamma_{\pm} = -\frac{A\sqrt{I}}{1 + Ba\sqrt{I}}$$

Оспанов Х. Қ., Қамысбаев Д. Х., Абланова Е. Х., Шәбікова Г. Ж. Физикалық химия / Оқулық. — Алматы, 2014. — (Химиялық кинетика және электрохимия тарауы).

- Шабікова Г.Х., Оспанова Э.К., Ашимхан Н.С. Физикалық химия пэні бойынша есептер (химиялық кинетика жене электрохимия). Алматы: Казак университеті,2016 ж.
- Оспанова Э.К., Сейілханова Г.А. Химиялық, кинетика және электрохимия.Алматы: Казак университеті, 2010.