Дәріс 3

Сорбция және адсорбция үдерістерінің теориялық негіздері

Сорбция мен адсорбция дегеніміз не және олардың бір-бірінен айырмашылығы қандай?

Сорбция мен адсорбция дегеніміз не?

Сорбция — газ, бу немесе ерітінді құрамындағы белгілі бір компоненттің қатты немесе сұйық сорбентпен байланысып, оның құрамында немесе бетінде жинақталу процесі.

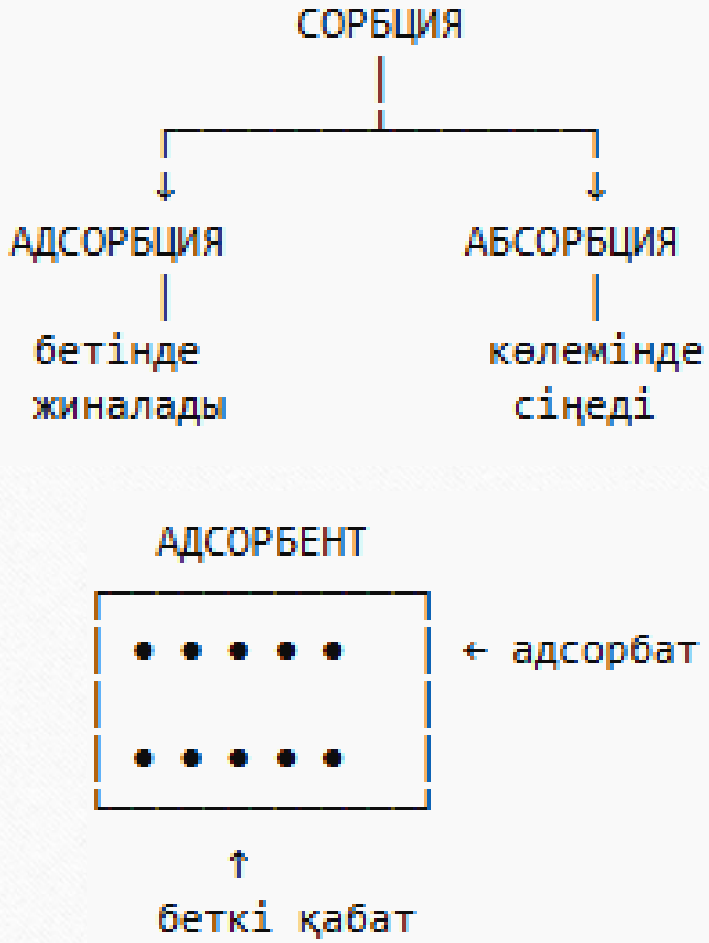
Адсорбция — газдың, будың немесе ерітіндідегі заттың бөлшектерінің қатты немесе сұйық дененің **беткі қабатында жинақталуы**.

Адсорбция кезінде:

- **адсорбент** — затты өз бетіне жинайтын материал;
- **адсорбат** — адсорбент бетіне жиналатын зат.

Мысал:

Белсендірілген көмір + газ немесе ерітіндідегі зат



Адсорбент және адсорбат

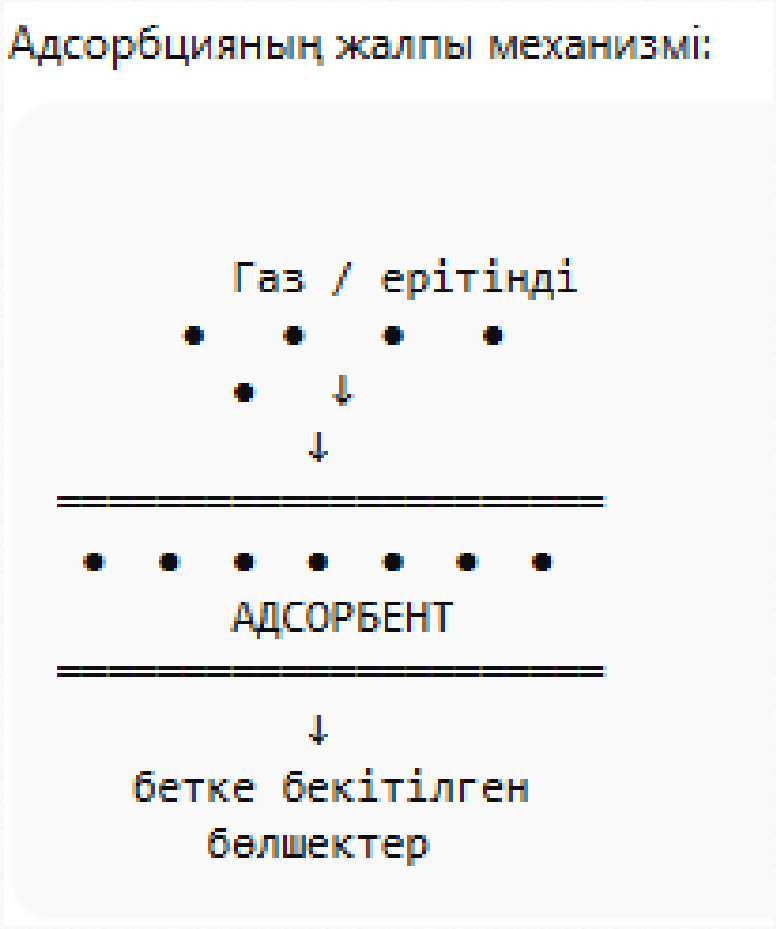
Термин	Мағынасы	Мысал
Сорбент	Сорбция процесін жүзеге асыратын материал	Белсендірілген көмір
Адсорбент	Затты өз бетіне жинайтын материал	Көмір, силикагель
Адсорбат	Адсорбент бетіне жиналатын зат	Газ, ион, органикалық молекула
Абсорбат	Сорбент көлеміне сіңетін зат	Газдың сұйықтықта еруі

Есте сақтау:

> АДСОРБЦИЯ → БЕТ

> АБСОРБЦИЯ → КӨЛЕМ

Адсорбция қалай жүреді?



Процесс барысында адсорбат молекулалары адсорбенттің бетіне жақындап, оның беткі атомдарымен немесе функционалдық топтарымен әрекеттеседі

Адсорбцияның қозғаушы күші

Адсорбцияның жүруінің негізгі себебі — **адсорбент бетінің бос беткі энергиясының болуы**.
Материалдың ішіндегі атомдар барлық жағынан көрші атомдармен байланысқан.
Ал беттегі атомдардың байланыстары толық қанықпаған.

Сондықтан бет адсорбат молекулаларын өзіне тартуға бейім.
Негізгі принцип:
Беткі энергия ↓ → жүйенің тұрақтылығы ↑
Адсорбция кезінде жүйенің еркін беткі энергиясы төмендейді.



Физикалық және химиялық адсорбция

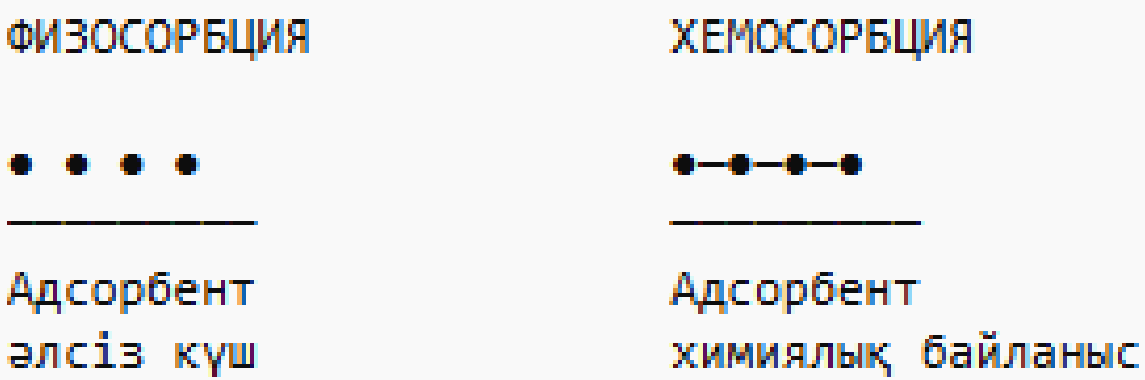
Адсорбция екі негізгі түрге бөлінеді:

1. Физикалық адсорбция — физосорбция

Молекулалар адсорбент бетімен әлсіз **ван-дер-Ваальс күштері** арқылы байланысады.

2. Химиялық адсорбция — хемосорбция

Адсорбат пен адсорбент арасында **химиялық байланыс** түзіледі.



Адсорбцияға әсер ететін факторлар

Негізгі факторлар:

1. Адсорбенттің беткі ауданы

Бет ауданы ↑ → адсорбция ↑

2. Температура

Физикалық адсорбция үшін:

Температура ↑ → адсорбция ↓

өйткені адсорбция көбіне экзотермиялық процесс.

3. Қысым

Газдар үшін:

Қысым ↑ → адсорбция ↑

4. Адсорбаттың табиғаты

Полярлығы, молекулалық массасы және химиялық қасиеті әсер етеді.

5. Ерітіндінің pH мәні

Иондық адсорбция кезінде pH өте маңызды.

Меншікті бет ауданы

Адсорбция үшін ең маңызды көрсеткіштердің бірі — **меншікті бет ауданы**.

Ол:

1 грамм материалға келетін бет ауданы, м²/г

түрінде көрсетіледі.

Мысал:

Кәдімгі материал:

S ≈ бірнеше м²/г

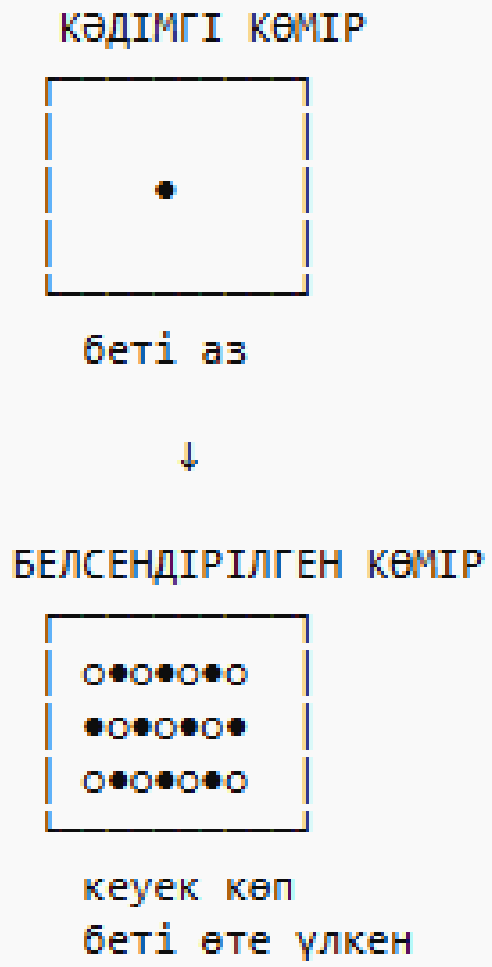
Белсендірілген көмір:

S ≈ 500 м²/г

Кейбір жоғары кеуекті материалдарда:

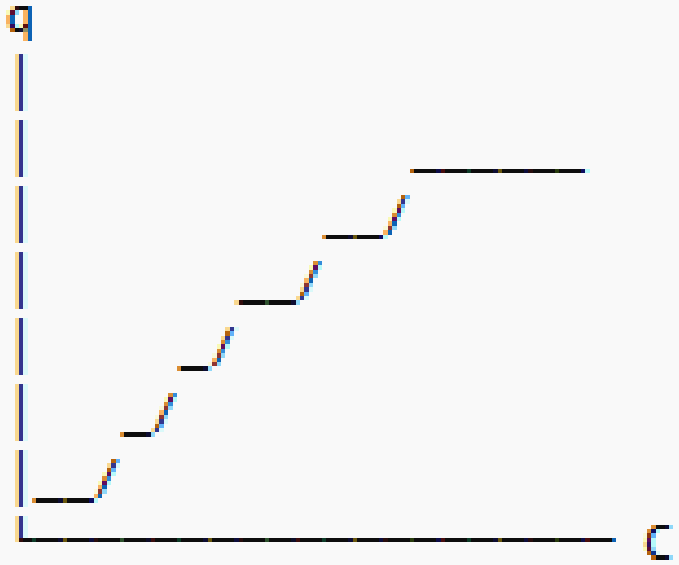
S > 2000 м²/г

болуы мүмкін.



Адсорбция изотермасы

Адсорбция мөлшері көбіне **адсорбция изотермасы** арқылы сипатталады
Изотерма: Тұрақты температурада адсорбция мөлшерінің қысымға немесе концентрацияға тәуелділігі.



Мұнда:
•**q** — адсорбция мөлшері;
•**C** — ерітіндідегі концентрация.
Газдар үшін көлденең осьте көбіне **қысым P** қолданылады.

Ленгмюр адсорбция изотермасы

Ленгмюр теориясы — адсорбцияның ең белгілі теориялық модельдерінің бірі.
Негізгі болжамдары:
•адсорбент бетінде белгілі бір адсорбциялық орталықтар бар;
•әр орталыққа бір ғана бөлшек орналасады;
•**мономолекулалық қабат** түзіледі;
•барлық орталықтардың энергиясы бірдей деп қарастырылады;
•адсорбцияланған бөлшектер бір-бірімен өзара әрекеттеспейді деп есептеледі.
Ленгмюр теңдеуі:

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

Мұнда:

- q_e — тепе-теңдік кезіндегі адсорбция мөлшері;
- q_{max} — максималды адсорбция сыйымдылығы;
- K^L — Ленгмюр тұрақтысы;
- C_e — тепе-теңдік концентрациясы.

Фрейндлих адсорбция изотермасы

Фрейндлих моделі — гетерогенді адсорбент бетінде адсорбцияны сипаттайтын эмпирикалық модель.

Теңдеуі:

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

Мұнда:

- q_e — адсорбция мөлшері;
- C_e — тепе-теңдік концентрациясы;
- K^f — Фрейндлих тұрақтысы;
- 1/n — адсорбция қарқындылығын сипаттайтын параметр.

Ленгмюр мен Фрейндлих

Ленгмюр	Фрейндлих
Біртекті бет	Гетерогенді бет
Мономолекулалық қабат	Энергиялары әртүрлі орталықтар
q_{max} бар	Нақты қанығу шегі модельде тікелей берілмейді
Теориялық модель	Эмпирикалық модель

Адсорбция кинетикасы

Адсорбция тек **қанша зат сіңгенін** емес, оның **қандай жылдамдықпен жүретінін** де сипаттайды.

Кинетикаға әсер ететін факторлар:
- температура;
- концентрация;
- бөлшек өлшемі;
- араластыру жылдамдығы;
- кеуектілік;
- адсорбенттің бет ауданы.

Процестің сатылары:

1. Ерітінді/газ
   ↓
2. Адсорбаттың тасымалдануы
   ↓
3. Адсорбент бетіне жақындау
   ↓
4. Беттік қабат арқылы өту
   ↓
5. Адсорбциялық орталыққа бекіну
   ↓
6. АДСОРБЦИЯ
   ↓
7. ТЕПЕ-ТЕҢДІК

Сорбция және адсорбцияның қолданылуы

Қоршаған ортаны қорғау

•судан ауыр металл иондарын жою;

•органикалық ластағыштарды ұстау;

•газдарды тазарту;

•мұнай өнімдерін сорбциялау.

Өнеркәсіп

•газдарды бөлу;

•катализаторлар;

•химиялық тазарту;

•кептіру процестері.

Медицина

•улану кезінде кейбір заттарды байланыстыру;

•дәрілік заттарды тасымалдау жүйелері.

Энергетика

•аккумуляторлар;

•суперконденсаторлар;

•сутекті сақтау.