

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторного практикуму
з дисципліни "Поверхневі явища і
дисперсні системи" для студентів спеціальності
161 – Хімічні технології та інженерія

Дніпро

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 4 |
| 1. Лабораторна робота №1 Вивчення адсорбції органічної кислоти активованим вугіллям | 6 |
| 2. Лабораторна робота №2 Визначення поверхневого натягу методом Ребіндера | 10 |
| 3. Лабораторна робота №3 Методи отримання і очищення колоїдних розчинів | 17 |
| 4. Лабораторна робота №4 Седиментаційний аналіз суспензій об'ємним методом | 23 |
| 5. Лабораторна робота №5 Седиментаційний аналіз суспензій ваговим методом | 29 |
| 6. Лабораторна робота №6 Електричні властивості колоїдних розчинів. | 33 |
| 7. Лабораторна робота №7 Вивчення коагуляції колоїдних розчинів | 37 |
| ЛІТЕРАТУРА | 43 |

ПЕРЕДМОВА

Поверхневі явища, закономірності, яким вони підкоряються, властивості дисперсних систем, а також процеси, що в них відбуваються, вивчає колоїдна хімія. При цьому вона використовує як методи фізичної хімії, так і власні колоїдно-хімічні методи дослідження високодисперсних гетерогенних систем.

Завдяки високій дисперсності фізико – хімічні властивості колоїдних систем значно відрізняються від властивостей істинних розчинів та інших гетерогенних систем. Дисперсні системи мають велике значення для металургії, виробництва вогнетривів, керамічних виробів, цементів, скла та інших матеріалів. Знання властивостей дисперсних систем, характеру їх змін необхідне для наукового управління процесами збагачення руд, вугілля. Перебіг будь-яких гетерогенних процесів завжди супроводжується протіканням різних поверхневих явищ.

Колоїдні системи спеціально створюють, використовують або вони виникають як побічні продукти технологічних процесів в усіх галузях металургійного виробництва. Руйнування колоїдних систем має велике значення при очищенні технологічної води та газів, що утворюються у процесі плавлення чорних та кольорових металів. Для грамотного управління технологічними процесами інженер-металург повинен знати закони, яким підкоряються дисперсні системи та тісно пов'язані з ними поверхневі явища, що протікають на межі поділу фаз, уміти кількісно охарактеризувати та описати властивості цих систем.

Призначення даних методичних вказівок полягає в тому, щоб допомогти студентам не тільки добре засвоїти основні закони поверхневих явищ, дисперсних систем, вивчити будову і методи отримання колоїдних розчинів, їх оптичні, молекулярно – кінетичні і електричні властивості, але й познайомитись з експериментальними методами колоїдної хімії.

Кожен студент виконує лабораторну роботу самостійно, оформлює звіт, а потім захищає його у викладача. Звіт з лабораторної роботи повинен містити в собі: назву, мету роботи, теоретичні відомості і основні розрахункові формули, опис методики виконання роботи, схему приладу або

обладнання, таблиці з експериментальними даними, результати розрахунків, необхідні графіки, висновки або пояснення отриманих результатів.

Графіки повинні бути побудовані на міліметровому папері. На координатних осях проставляють масштаб, позначення величини, що відкладається, та її одиниці виміру. Координати експериментальних точок на осях не позначаються.

Масштаб обирають таким чином, щоб крива (пряма) займала майже всю площину малюнка. Для цього шкали осей ординат і абсцис починають і закінчують значеннями, близькими до округлених координат крайніх експериментальних точок.

Експериментальні дані наносять на графік у вигляді точок або кружків. При розкиданні точок внаслідок похибок вимірювання проводять плавну криву якомога ближче до всіх нанесених точок. Криву проводять так, щоб точки було видно на графіку. Якщо з теорії випливає, що залежність лінійна, по точках проводять середню пряму. Графічна залежність повинна мати назву.

Правильно оформлена і захищена лабораторна робота зараховується викладачем.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1
**ВИВЧЕННЯ АДСОРБЦІЇ ОРГАНІЧНОЇ КИСЛОТИ
АКТИВОВАНИМ ВУГІЛЛЯМ**

Мета роботи. Вивчити адсорбцію CH_3COOH з водних розчинів на активованому вугіллі, побудувати ізотерму адсорбції, обчислити сталі рівняння Ленгмюра.

Основні теоретичні положення. Адсорбція – самочинний процес зміни концентрації одного з компонентів гетерогенної системи на поверхні поділу фаз.

Сполука, на поверхні якої відбувається адсорбція, називається адсорбентом. Сполука, яка адсорбується, називається адсорбтивом або адсорбатом.

Адсорбція виражається у моль/см² (г/г, моль/г). Величина адсорбції залежить від хімічної природи адсорбента і адсорбату, концентрації адсорбату, температури тощо.

В залежності від природи адсорбційних сил розрізняють фізичну і хімічну адсорбції.

Фізична адсорбція обумовлена міжмолекулярними силами Ван-дер-Ваальса. Ці сили слабкі, але далекодіючі. Фізична адсорбція характеризується полімолекулярним адсорбційним шаром, різною щільністю адсорбційного шару по товщині, малою теплотою адсорбції, великою оборотністю процесу. Молекули адсорбтиву зберігають поступовий рух. Величина адсорбції мало залежить від природи адсорбента і адсорбтиву.

Хімічна адсорбція обумовлена ненасиченими валентними силами поверхневих атомів адсорбента. Ці сили напівхімічні, міцні, але короткодійні. Адсорбція відбувається на активних центрах. Кожен активний центр, який уже адсорбував одну молекулу, стає не здатним до подальшої адсорбції. В результаті на поверхні адсорбента утворюється мономолекулярний адсорбційний шар. Атоми або молекули адсорбтиву зберігають коливальний рух. Хімічна адсорбція характеризується великою теплотою адсорбції, близькою до теплових ефектів хімічних реакцій.

Адсорбцію на межі поділу тверде тіло (активоване вугілля) – розчин кислоти вивчають за зміною концентрації оцтової кислоти в процесі

адсорбції. Залежність молекулярної рівноважної адсорбції від концентрації адсорбату характеризується ізотермою адсорбції і для достатньо розведених розчинів описується рівнянням Ленгмюра

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{K \cdot C}{1 + K \cdot C},$$

де Γ – адсорбція (кількість молів кислоти, адсорбованих одним грамом активованого вугілля), моль/см², моль/г; Γ_{∞} - гранична адсорбція (кількість молів кислоти, що покриває один грам поверхні адсорбента щільним мономолекулярним шаром), моль/см², моль/г; C – рівноважна концентрація адсорбату у розчині, моль/дм³; K – константа адсорбційної рівноваги (стала рівняння Ленгмюра), дм³/моль.

Гранична адсорбція і константа адсорбційної рівноваги залежать від природи системи і не залежать від концентрації (тиску) адсорбтиву і температури.

Рівняння Ленгмюра може бути приведено до лінійної форми

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot K} \cdot \frac{1}{C}.$$

Використавши останнє, можна визначити графічно Γ_{∞} і K .

На величину адсорбції сильно впливає питома поверхня твердого адсорбента.

$$S_{\text{пит.}} = \frac{S}{m},$$

де $S_{\text{пит.}}$ – це поверхня 1г адсорбента, м²/г; S – сумарна поверхня даної маси адсорбента, м²; m – маса адсорбента, г.

Питома поверхня ефективного адсорбента становить 400 – 1000 м²/г.

Фізична адсорбція – процес екзотермічний і відповідно до рівняння ізобари – ізохори повинна зменшуватись при підвищенні температури. Вона протікає здебільшого при низьких температурах. Значне збільшення температури підвищує кінетичну енергію адсорбованих молекул, що сприяє зростанню можливості їх відриву від поверхні адсорбента. Завдяки цьому фізична адсорбція зменшується. При високих температурах зростає вірогідність протікання хімічної адсорбції, яка з ростом температури збільшується.

Лабораторне устаткування та реактиви. Терези, колби ємкістю 200см³ і 100см³, мірний циліндр ємкістю 50см³, бюретки ємкістю 50см³, мірні піпетки ємкістю 10см³, паперові фільтри, розчини оцтової кислоти різної концентрації, розчин гідроксиду натрію, розчин фенолфталеїну.

Порядок виконання роботи. У ряд колб (4 – 8) насипати попередньо зважене на терезах активоване вугілля (1 – 2г) і додати у кожен колбу по 50см³ розчину оцтової кислоти різних концентрацій. Колби щільно закрити та струшувати через 5 – 6 хвилин протягом 45 – 60 хвилин для встановлення рівноваги між адсорбційним шаром та об'ємом розчину. Початкову концентрацію розчину кислоти встановити триразовим титруванням 10см³ розчину кислоти розчином NaOH відомої концентрації у присутності фенолфталеїну. Після встановлення адсорбційної рівноваги в колбах, вугілля відокремити від розчину фільтруванням, а концентрацію розчинів кислоти після адсорбції визначити вказаним вище способом. Результати титрування занести в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Експериментальні дані титрування

| № р-ну кислоти | Об'єм NaOH, витрачений на титрування 10см ³ кислоти, см ³ | | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| | до адсорбції | | | | після адсорбції | | | |
| | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V _{сер.} | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V _{сер.} |
| 1 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |

Обробка експериментальних даних

1. За даними таблиці 1.1 визначити початкову концентрацію (C₀) розчинів оцтової кислоти та концентрацію їх після встановлення адсорбційної рівноваги (C) за рівнянням

$$C_{\text{к-ти}} \cdot V_{\text{к-ти}} = C_{\text{лугу}} \cdot V_{\text{лугу}} \cdot$$

2. Визначити адсорбцію кислоти для всіх її концентрацій за рівнянням

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C) \cdot V}{1000 \cdot m},$$

де Γ – адсорбція кислоти, моль/г; V – об'єм розчину кислоти, з якого відбувається адсорбція (50 см³); m – наважка активованого вугілля, г.

3. Обчислити величини $1/\Gamma$ і $1/C$. Одержані дані занести в табл.1.2.

Таблиця 1.2

Розрахункові дані

| № розчину кислоти | C_0 | C | C_0-C | Γ | $1/\Gamma$ | $1/C$ |
|-------------------|-------|-----|---------|----------|------------|-------|
| 1 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 8 | | | | | | |

4. Побудувати графік ізотерми адсорбції в координатах $\Gamma = f(C)$ (рис.1.1) та графік у координатах $1/\Gamma = f(1/C)$ (рис.1.2).



Рис. 1.1. Ізотерма адсорбції кислоти

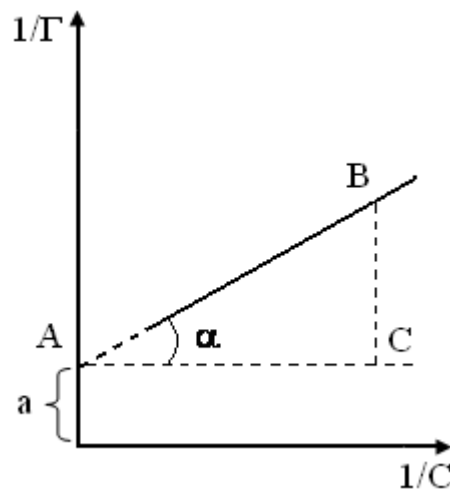


Рис. 1.2. Залежність $(1/\Gamma)$ від розведення кислоти $(1/C)$

З останнього графіка визначити граничну адсорбцію (Γ_∞) та сталу адсорбційної рівноваги (K) в рівнянні Ленгмюра, скориставшись наступними рівняннями

$$\frac{1}{\Gamma_\infty} = \alpha, \quad \text{звідси } \Gamma_\infty = \frac{1}{\alpha};$$

$$\frac{1}{\Gamma_\infty \cdot K} = \text{tg}\alpha, \quad \text{звідси } K = \frac{1}{\Gamma_\infty \cdot \text{tg}\alpha}; \quad \text{tg}\alpha = \frac{BC}{FC} = \frac{\frac{1}{\Gamma_2} - \frac{1}{\Gamma_1}}{\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}}.$$

Контрольні питання

1. Наведіть визначення адсорбції.
2. Що називається адсорбентом?
3. Наведіть визначення адсорбтиву.
4. Які сили визивають фізичну адсорбцію?
5. Які сили визивають хімічну адсорбцію?
6. Наведіть чинники, що впливають на величину адсорбції.
7. Наведіть визначення граничної адсорбції та проаналізуйте вплив чинників на її величину.
8. Наведіть і проаналізуйте рівняння Ленгмюра.
9. Наведіть рівняння Ленгмюра в лінійній формі.
10. Поясніть, як за графіком $1/\Gamma = f(1/C)$ можна визначити граничну адсорбцію та сталу адсорбційної рівноваги в рівнянні Ленгмюра.
11. Як впливає температура на фізичну адсорбцію?
12. Як впливає температура на хімічну адсорбцію?
13. Визначте величину адсорбції азоту на цеоліті при рівноважному тиску 120 Па, якщо гранична адсорбція дорівнює $4 \cdot 10^{-8}$ кг/кг, а константа адсорбційної рівноваги $0,2 \text{ Па}^{-1}$.
14. При тисках 6650; 13300; 26000 Па адсорбція етану на цеоліті при 298 К відповідно дорівнює 0,0020; 0,00237 і 0,00253 кмоль/кг. Використовуючи графічний метод, визначте граничну адсорбцію та константу адсорбційної рівноваги в рівнянні Ленгмюра.
15. 25 см^3 0,3н. розчину оцтової кислоти змішали з 2г активованого вугілля. Після досягнення адсорбційної рівноваги на титрування 5 см^3 розчину кислоти пішло 10 см^3 0,05н. розчину NaOH. Визначте величину адсорбції оцтової кислоти на поверхні 1г вугілля.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ МЕТОДОМ РЕБІНДЕРА

Мета роботи. Познайти студентів з теоретичними положеннями поверхневого натягу рідини та адсорбції на межі поділу газ – рідина. Навчити самостійно визначати поверхневий натяг рідини методом Ребіндера.

Побудувати ізотерму поверхневого натягу за методом Ребіндера, ізотерму адсорбції, використовуючи рівняння Гіббса. Визначити величину адсорбції, площу, яку займає одна молекула речовини в адсорбційному шарі, та товщину цього шару.

Основні теоретичні положення. Будь-яка поверхня поділу фаз має надлишкову поверхневу енергію, мірою якої для системи газ – рідина є величина поверхневого натягу.

Поверхневий натяг рідини – це робота, яка витрачена на зміну одиниці поверхні поділу фаз. Він є наслідком існування внутрішнього тиску – сили, що втягує молекулу у середину рідини і яка спрямована перпендикулярно поверхні.

Поверхневий натяг розчину залежить від природи і концентрації розчиненої речовини.

Зв'язок між адсорбцією (Γ), концентрацією речовини (C) у розчині і поверхневим натягом (σ) цього розчину на межі поділу газ – розчин при сталій температурі надає рівняння Гіббса.

$$\Gamma = -\frac{C}{R \cdot T} \cdot \frac{d\sigma}{dC},$$

де $-\frac{d\sigma}{dC}$ - поверхнева активність, Дж·м/кмоль.

З рівняння Гіббса видно, що якщо поверхневий натяг рідини збільшується при підвищенні концентрації, то $\frac{d\sigma}{dC} > 0$, а $\Gamma < 0$. Тобто концентрація речовини у поверхневому шарі буде менша, ніж в об'ємі рідини. В системі відбувається негативна адсорбція. Навпаки, якщо поверхневий натяг рідини зменшується при збільшенні концентрації, то $\frac{d\sigma}{dC} < 0$, а $\Gamma > 0$. За цих умов концентрація речовини в поверхневому шарі буде більша, ніж в об'ємі розчину, тобто відбувається позитивна адсорбція. Якщо ж поверхневий натяг рідини не залежить від концентрації речовини, то в системі адсорбція не відбувається.

При введенні у розчин деяких речовин поверхневий натяг розчину змінюється. Речовини, що знижують поверхневий натяг розчинника, називають поверхнево – активними речовинами (ПАР). Вони характеризуються малою розчинністю. Поверхневий натяг поверхнево –

активних речовин менший за поверхневий натяг розчинника. Внаслідок цього взаємодія між молекулами ПАР і розчинника завжди менша за взаємодію між молекулами розчинника. Через це молекули поверхнево – активних речовин будуть виштовхуватись з об'єму розчину на його поверхню. В результаті накопичення на поверхні розчинника слабо взаємодіючих між собою молекул поверхнево – активних речовин у поверхневому шарі зменшується міжмолекулярна взаємодія і поверхневий натяг рідини також зменшується.

Залежність величини адсорбції від концентрації розчину виражає також рівняння Ленгмюра

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{K \cdot C}{1 + K \cdot C},$$

де Γ_{∞} - гранична адсорбція, що показує кількість молів речовини, адсорбованої одиницею поверхні адсорбента, яка відповідає повному заповненню всіх активних центрів, кмоль/м² (кмоль/г); C – рівноважна концентрація адсорбтиву, кмоль/дм³; K – константа адсорбційної рівноваги, м³/кмоль.

Гранична адсорбція і константа адсорбційної рівноваги залежить від природи адсорбента і адсорбтиву і не залежить від концентрації адсорбтиву і температури.

Математичною обробкою рівняння Ленгмюра можна перетворити у форму

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot K} \cdot \frac{1}{C},$$

що є рівнянням прямої у координатах $1/\Gamma = f(1/C)$. Останнє дозволяє визначити граничну адсорбцію (Γ_{∞}) і константу адсорбційної рівноваги (K).

Поверхневий натяг на межі поділу газ – рідина можна визначити за методом Ребіндера. Принцип метода полягає в тому, що якщо через капіляр, занурений в рідину, продавлювати бульбашки повітря, то тиск, при якому проскакує бульбашка, буде пропорційним поверхневому натягу

$$P = \frac{\sigma}{A \cdot r},$$

де σ – поверхневий натяг рідини; r – радіус капіляра; A – коефіцієнт пропорційності.

Для двох рідин з різним поверхневим натягом σ і σ_0 при використанні одного й того ж капіляра справедливе рівняння

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{P}{P_0}.$$

Якщо поверхневий натяг однієї рідини відомий (наприклад, σ_0), то, визначивши дослідним шляхом P і P_0 , можна розрахувати поверхневий натяг розчину, що аналізується, за рівнянням

$$\sigma = \sigma_0 \frac{P}{P_0}.$$

Лабораторне обладнання та реактиви. Прилад для визначення поверхневого натягу за методом Ребіндера; розчини з різною концентрацією ПАР.

Порядок виконання роботи. Приготувати прилад до роботи рис.2.1. Для цього ретельно промити посудину Ребіндера (2) і капіляр (3) дистильованою водою. В посудину (2) налити дистильовану воду і вставити пробку з капіляром так, щоб кінчик капіляра тільки торкався поверхні води. У зовнішню склянку (1), яка виконує роль термостата, налити воду кімнатної температури. Посудину (2) з'єднати з манометром (5) і аспіратором (6), який наповнений водопровідною водою. Обережно відкрити кран (7) так, щоб вода по краплям скапувала з аспілятора. В посудині (2) поступово створюється розрядження і через капіляр починають проскакувати бульбашки повітря. За допомогою манометра визначити тиск P_0 , при якому від капіляра відривається бульбашка повітря. Дослід повторити 3 рази. Вилити воду з посудини (2), ретельно промити її і капіляр розчином з найменшою концентрацією розчиненої речовини. Заповнити посудину (2) цим розчином і повторити операції, які виконувались з дистильованою водою. Ті ж самі операції повторити з усіма розчинами, визначаючи тиск, при якому бульбашка повітря відривається від капіляра. Посудину (2) треба перед кожним виміром промивати розчином, який аналізується.

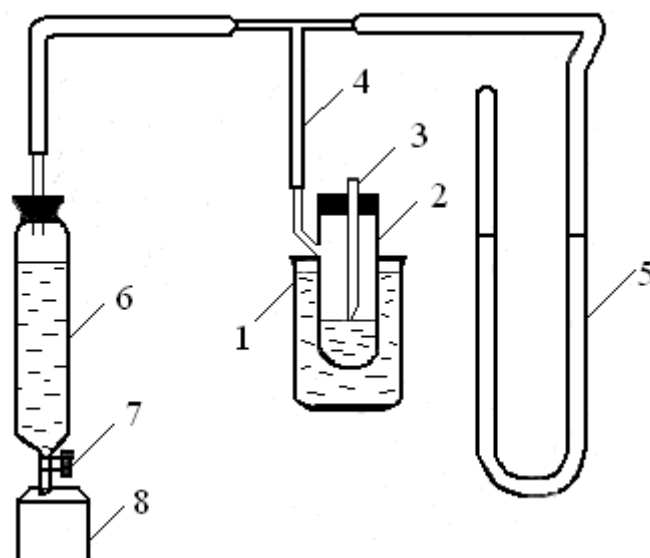


Рис.2.1. Схема приладу для визначення поверхневого натягу:
 1 – термостат; 2 – посудина Ребіндера; 3 – капіляр; 4 – з’єднуюча трубка; 5 – манометр; 6 – аспіратор; 7 – кран; 8 – склянка для зливу води

Обробка експериментальних даних

1. Розрахувати поверхневий натяг розчинів з різною концентрацією адсорбтиву за рівнянням

$$\sigma = \sigma_0 \frac{P}{P_0}$$

Значення поверхневого натягу води σ_0 взяти з таблиці 2.1, врахувавши температуру в лабораторії.

Таблиця 2.1

Поверхневий натяг води при різних температурах

| T, К | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\sigma_0 \cdot 10^3$, Дж/м ² | 73,3 | 73,2 | 73,0 | 72,9 | 72,8 | 72,6 | 72,4 | 72,3 | 72,1 | 72,0 |

2. Визначити молярні концентрації розчинів, задані в масових відсотках, за формулою

$$C_M = \frac{10 \cdot \rho \cdot w, \%}{M}$$

де ρ – густина розчинів, г/см³, прийняти, що $\rho=1\text{г/см}^3$; M – молярна маса речовини.

3. Отримані дані занести в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Експериментальні і розрахункові дані

| № п/п | w, % | C _м , моль/л | Тиск, що спостерігається, мм | | | P _{сер.} , мм | σ, Дж/м ² | Z | Г, моль/м ² | 1/Г | 1/С |
|----------|---------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------------|---|---------------------------|-----|-----|
| | | | P ₁ | P ₂ | P ₃ | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |

4. Побудувати графічну залежність $\sigma = f(C)$.

5. По кривій $\sigma = f(C)$ визначити величину Z . Для цього в різних точках кривої (наприклад, т.а, рис. 2.2) необхідно провести дотичні до перетину з віссю ординат. Потім через ці ж точки проводять прямі, паралельні осі абсцис, до перетину з віссю ординат. Відрізок на осі ординат між дотичною і горизонтальною прямою відповідає величині Z . Тангенс кута нахилу дотичної дорівнює відношенню $\frac{eB}{Ba}$, але відрізок eB дорівнює величині Z , а відрізок aB дорівнює концентрації C . Тоді

$$\frac{d\sigma}{dC} = -\frac{Z}{C}, \text{ а } Z = -C \frac{d\sigma}{dC}.$$

Підставивши значення Z в рівняння Гіббса, отримаємо

$$\Gamma = \frac{Z}{RT}.$$

6. За допомогою отриманого рівняння розрахувати величину адсорбції при різних концентраціях розчинів.

7. Побудувати ізотерму адсорбції в координатах $\frac{1}{\Gamma} - \frac{1}{C}$. Відрізок, який відсікає пряма лінія на осі ординат, дорівнює $\frac{1}{\Gamma_{\infty}}$. З цього значення розрахувати величину граничної адсорбції Γ_{∞} .

8. Розрахувати площу, яку займає 1 молекула в адсорбційному шарі

$$S_o = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot N_A},$$

де N_A - число Авогадро, дорівнює $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

9. Розрахувати товщину адсорбційного шару з рівняння

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty} \cdot M}{\rho},$$

де ρ - густина адсорбованої речовини, г/см³; M – молярна маса цієї речовини, г/моль.

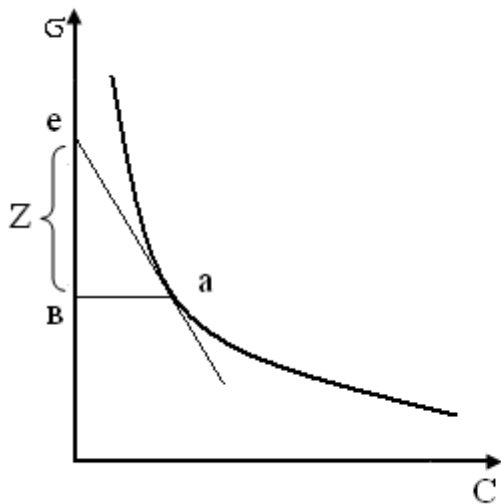


Рис. 2.2. Залежність поверхневого натягу від концентрації

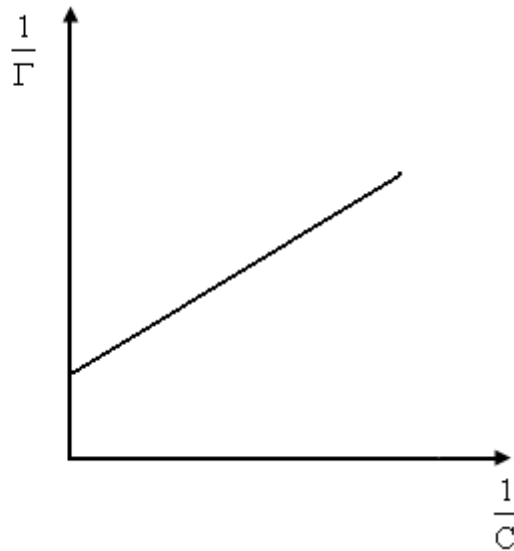


Рис. 2.3. Залежність $\frac{1}{\Gamma} = f\left(\frac{1}{C}\right)$

Контрольні питання

1. Дайте визначення поверхневого натягу розчину.
2. Назвіть чинники, від яких залежить поверхневий натяг.
3. Дайте визначення адсорбції.
4. Назвіть особливості адсорбції в системі газ – розчин.
5. Які чинники впливають на величину адсорбції в системі газ – рідина?
6. Які речовини називають поверхнево – активними?
7. Поясніть причину зниження поверхневого натягу рідини при введенні поверхнево – активних речовин.
8. В чому полягає сутність методу Ребіндера по визначенню поверхневого натягу?
9. Поясніть, як визначається поверхнева активність речовини графічним методом.

10. За яким рівнянням розраховується величина адсорбції на поверхні поділу газ – рідина?
11. Як визначається гранична адсорбція в системі газ – рідина графічним методом?
12. Як впливає поверхневий натяг на адсорбцію?
13. Поверхнева активність масляної кислоти при концентрації $0,2 \text{ кмоль/м}^3$ становить $6,1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж} \cdot \text{м/кмоль}$ при 298К . Визначте величину адсорбції масляної кислоти.
14. Гранична адсорбція амілового спирту на активованому вугіллі при 300К складає $2 \cdot 10^{-2} \text{ моль/г}$. Питома поверхня вугілля 1000м^2 . Визначте площу, яку займає 1 молекула спирту.
15. Густина спирту складає $0,6 \text{ г/см}^3$. Молярна маса дорівнює 88 г/моль . Гранична адсорбція на межі повітря – розчин дорівнює $6,0 \cdot 10^{-10} \text{ моль/см}^2$. Визначте товщину моношару на цій поверхні поділу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ І ОЧИЩЕННЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи. Отримати колоїдні розчини конденсаційними і диспергаційними методами, очистити їх від сторонніх домішок та перевірити наявність ефекту Тіндаля. Допомогти студентам розібратися у будові колоїдних часток, навчити писати формули міцел.

Основні теоретичні положення. Колоїдні розчини (золі) – це високодисперсні гетерогенні системи, в яких дисперсна фаза представлена не молекулами, а агрегатами, що складаються з великої кількості молекул важкорозчинної речовини. Розміри часток колоїдних розчинів дорівнюють $10^{-5} \div 10^{-7} \text{ см}$. Якщо дисперсна система двокомпонентна, то один з компонентів називається дисперсною фазою, а другий – дисперсійним середовищем.

За інтенсивністю взаємодії дисперсної фази з дисперсійним середовищем колоїдні розчини бувають двох типів. *Ліофільні розчини* – це розчини, в яких дисперсна фаза молекулярно взаємодіє з дисперсійним середовищем і здатна розчинятися в ньому. *Ліофобні розчини* – це розчини, в

яких дисперсна фаза не взаємодіє з дисперсійним середовищем. Ліюфобні розчини займають проміжне положення між істинними розчинами і грубо - дисперсними системами. Завдяки цьому вони можуть бути отримані двома способами:

1. Шляхом об'єднання окремих молекул (йонів) розчиненої речовини в агрегати.
2. Шляхом подрібнення відносно великих часток до розмірів колоїдних.

Методи отримання золь, що базуються на подрібненні часток, називаються диспергаційними методами. До них відносяться механічне, ультразвукове подрібнення, електророзпилення, хімічна пептизація.

Методи, що пов'язані з агрегацією молекул в більш великі частки, називаються конденсаційними. До цих методів відносяться хімічні реакції обміну, окисно – відновні, метод заміни розчинника, прямої конденсації.

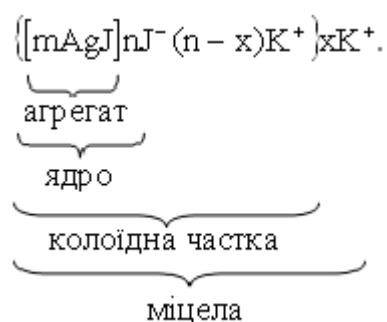
Основними умовами отримання колоїдних розчинів, незалежно від методу їх синтезу, є нерозчинність або достатньо мала розчинність дисперсної фази в дисперсійному середовищі та наявність в цьому середовищі стабілізатора, який обумовлює стійкість колоїдного розчину.

Стабілізатор – це речовина, яку спеціально вводять в систему, або одна з вихідних речовин, що знаходиться в надлишку, йони якої можуть добудувати кристалічну ґратку або переважно адсорбуватись на поверхні агрегату.

Відповідно до міцелярної теорії будь-який колоїдний розчин складається з міцел і дисперсійного середовища. Міцела має складну будову. В основі міцели лежить важкорозчинний у даному дисперсійному середовищі агрегат, який містить велику кількість мікрокристалів. Поверхня агрегату за рахунок вільної поверхневої енергії адсорбує з оточуючого середовища відповідно до правила Панета – Фаянса переважно ті йони, що мають з ним спільні хімічні елементи. Йони, адсорбовані агрегатом, називають потенціалвизначаючими. Разом з агрегатом вони утворюють ядро. Ядро притягує до себе з розчину протиіони, на які діють дві сили: електростатична та дифузійна. Під дією електростатичної сили протиіони притягуються до ядра. Дифузійна сила розсіює протиіони по всьому розчину. В результаті сумісної дії цих сил одна частина протиіонів міцно зв'язується з ядром колоїдної частки, утворюючи щільний адсорбційний шар. Ядро з частиною міцно зв'язаних протиіонів називається колоїдною часткою. Вона

має заряд, обумовлений потенціалвизначаючими йонами. Друга частина протионів утворює дифузійний шар, який доволі слабо зв'язаний з ядром. Колоїдна частка разом з дифузійним шаром називається міцелою, яка в цілому електронейтральна.

Будову міцели можна зобразити у вигляді формули. Наприклад, гідрозоль AgI , якщо стабілізатором є KI , має наступну будову. Агрегат міцели складається з “ m ” молекул AgI . Стабілізатор дисоціює на йони за схемою $\text{KI} \rightarrow \text{K}^+ + \text{I}^-$. Агрегат адсорбує на своїй поверхні за рахунок вільної енергії “ n ” йонів I^- , утворюючи ядро. Ядро притягує з оточуючого середовища $(n - x)$ протионів K^+ . Дифузійний шар утворюють “ x ” йонів K^+ . Формула міцели такого золю має вигляд



Колоїдні розчини мають ряд особливих властивостей.

1. Колоїдні розчини – гетерогенні, термодинамічно нестійкі системи, що мають високий ступінь дисперсності часток.
2. Колоїдні розчини мають дуже малий осмотичний тиск.
3. Дифузія часток в колоїдних розчинах протікає вельми повільно.
4. Золі достатньо легко коагулюють.
5. Для золей характерні явища електрофорезу та електроосмосу.
6. Колоїдні розчини здатні розсіювати світло. Якщо через колоїдний розчин пропустити пучок світла, то утворюється конус, що світиться. Це явище називається ефектом Тіндалля. Воно є свідченням того, що розчин відноситься до колоїдних систем.
7. Колоїдні розчини здатні до діалізу. Діаліз – це найпростіший метод очищення колоїдних розчинів від сторонніх домішок за допомогою мембрани. При діалізі йони розчинених домішок проходять через мембрану, а колоїдні частинки, що мають достатньо великі розміри, не здатні проникнути через мембрану. Таким чином відбувається очищення колоїдних розчинів.

Лабораторне устаткування та реактиви. Установа для перевірки ефекту Тіндаля; бюретки ємкістю 25см^3 ; колби для титрування ємкістю 50см^3 ; стакан ємкістю 100см^3 ; мірний циліндр ємкістю 25см^3 ; мірні піпетки ємкістю 10см^3 ; промивалка; набір пробірок; розчини $\text{KJ}(0,01\text{н.})$; $\text{AgNO}_3(0,01\text{н.})$; $\text{CuCl}_2(0,1\text{н.})$; $\text{FeCl}_3(2\%)$; $\text{FeCl}_3(0,05\text{н.})$ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ насич.; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(0,1\text{н.})$; спиртовий розчин сірки.

Порядок виконання роботи

1. Конденсаційні методи отримання ліофобних золей

1.1. Отримання золю AgJ шляхом реакції обміну

Фізичні і хімічні властивості колоїдного розчину залежать від того, який з реагентів буде в надлишку.

Для отримання золю AgJ в три колби ємкістю 50см^3 відміряти з бюретки по 5см^3 $0,01\text{н.}$ розчину KJ , потім поступово при безперервному перемішуванні додати з бюретки в першу колбу 3см^3 , у другу - 4см^3 , а в третю - 5см^3 $0,01\text{н.}$ розчину AgNO_3 .

Дослід повторити з тією різницею, що в колби, які містять по 5см^3 $0,01\text{н.}$ розчину AgNO_3 додати 3, 4 і 5см^3 $0,01\text{н.}$ розчину KJ .

1.2. Отримання золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ шляхом гідролізу

В конічній колбі нагріти до кипіння 100см^3 дистильованої води, потім, не припиняючи нагрівання, додати $5-10\text{см}^3$ $\text{FeCl}_3(2\%)$. Після декількох хвилин кипіння утворюється в результаті гідролізу червоно-коричневий золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Золь зберігати для наступних дослідів.

1.3. Отримання золю сірки шляхом заміни розчинника

Синтез колоїдних розчинів шляхом заміни розчинника зводиться до того, що речовина, з якої треба отримати золь, розчиняється у відповідному розчиннику в присутності стабілізатора, а потім отриманий розчин змішують з рідиною, в якій речовина не розчиняється. В результаті цього речовина виділяється з розчину, але завдяки наявності стабілізатора вона не випадає в осад, а утворює золь.

Для отримання золю сірки в стакан ємкістю 100см^3 налити $15-20\text{см}^3$ дистильованої води і до неї по краплям, струшуючи розчин, додати 2см^3

насиченого спиртового розчину сірки. Утворюється голубуватий золь сірки у воді з негативно зарядженими колоїдними частками.

2. Диспергаційні методи отримання золей

2.1. Отримання золю берлінської лазурі шляхом хімічної пептизації

Пептизація – це метод отримання колоїдних розчинів, при якому деякі осад, що практично нерозчинні у воді, під дією ряду речовин починають переходити у розчин. Речовини, які виконують цю функцію, називають пептизаторами. Хімічна пептизація спостерігається тоді, коли пептизатор взаємодіє з осадом, в результаті утворюється електроліт, який надає стійкість часткам дисперсної фази і осад переходить в колоїдний розчин.

Для отримання золю до 10 см³ розчину FeCl₃(0,05н.) додати 5см³ насиченого розчину Калій гексаціаноферату (II) - K₄[Fe(CN)₆]. Осад берлінської лазурі відфільтрувати і промити великими порціями води. Потім осад, що знаходиться на фільтрі, декілька разів промити 0,1н. розчином оксалатової кислоти H₂C₂O₄. Через фільтр проходить гідрозоль берлінської лазурі. Колоїдні частки в цьому золі заряджені негативно.

2.2. Отримання золю Купрум (II) гексаціаноферату (II) шляхом пептизації при промиванні осаду

Пептизація промиванням осаду зводиться до видалення з нього електроліта, який визвав коагуляцію золю. В результаті цього сили відштовхування починають переважати над силами притягання. Частки відокремлюються одна від одної і в наслідок броунівського руху рівномірно розподіляються в дисперсійному середовищі.

Для отримання цього золю змішати 2см³ насиченого розчину K₄[Fe(CN)₆] з 10 см³ розчину CuCl₂(0,1н.). Отриманий осад Cu₂[Fe(CN)₆] перенести на фільтр і промити водою. Спочатку фільтр безбарвний, а потім дуже повільно починає проходити червонобурий золь.

3. Очищення колоїдних розчинів

Для очищення золю Fe(OH)₃ налити його в мішечок з напівпроникненого матеріалу (колодій або целофан) і помістити в стакан з дистильованою водою. Через 20 – 30 хвилин перевірити воду в стакані на вміст в ній йонів Cl⁻. Для цього в пробірку відібрати 2 – 3 см³ води і прилити

декілька крапель AgNO_3 . Поява білого осаду або помутніння розчину свідчить, що у воді є йони Cl^- .

Обробка експериментальних даних

1. Написати рівняння хімічних реакцій, які протікають при змішуванні реагентів, що використовувались при отриманні золів.
2. Визначити реагент, який виконує роль стабілізатора, розрахувавши кількість моль – еквівалентів реагентів за рівнянням

$$n_i = \frac{C_i V_i}{1000},$$

де C_i - молярна концентрація еквівалента реагенту, моль-екв/л, V_i - об'єм реагенту, см^3 .

3. Написати формули отриманих золів.
4. Перевірити наявність ефекту Тіндаля.
5. Підтвердити можливість очищення колоїдних розчинів.

Контрольні питання

1. Які розчини називаються колоїдними?
2. Назвіть властивості колоїдних розчинів.
3. Які розчини називають ліофільними і ліофобними?
4. Поясніть сутність диспергаційних методів, наведіть приклади цих методів.
5. Поясніть сутність конденсаційних методів, наведіть приклади цих методів.
6. Поясніть будову міцели золю.
7. Назвіть основні умови утворення золів.
8. Що таке стабілізатор?
9. Які речовини виконують роль стабілізатора?
10. Напишіть формулу будови золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$, якщо стабілізатором є FeCl_3 .
11. Напишіть формулу будови золю SiO_2 .
12. Напишіть формулу будови золю золота, якщо стабілізатором є KAuO_2 .
13. Напишіть формули будови золь, які отримані при змішуванні
 - а) 50мл 0,1н. розчину NiCl_2 з 20мл 0,2н. розчину H_2S ;
 - б) 100мл 0,01н. розчину NiCl_2 з 40мл 0,1н. розчину H_2S .
14. Дайте визначення процесу діаліза. Поясніть його механізм.
15. Поясніть сутність ефекту Тіндаля.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4
СЕДИМЕНТАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СУСПЕНЗІЙ ОБ'ЄМНИМ
МЕТОДОМ

Мета роботи. Навчити студентів самостійно визначати розмір часток в суспензіях об'ємним методом, а також вміст часток в заданому інтервалі радіусів від їх загальної кількості, оволодіти навичками будування седиментаційної та диференціальної кривих.

Основні теоретичні положення. Дисперсність речовин має велике значення при вирішенні багатьох наукових і промислово – технічних питань. Наприклад, у вогнетривкому виробництві від дисперсності глин залежить міцність алюмосилікатних вогнетривів. На якість керамічних виробів також впливає дисперсність матеріалів, які використовують в їх виробництві. При збагаченні вугілля, руд дисперсність суспензії дуже сильно впливає на ступінь вилучення корисних речовин. В ливарному виробництві властивості формувальних сумішей в значному ступені визначаються гранулометричним складом матеріалів, що використовуються при цьому.

Незалежно від умов утворення і способів отримання дисперсних систем їх частки звичайно мають різні розміри. Кількісний дисперсійний аналіз полягає у розподілі речовини, що досліджується, на окремі фракції та встановленні вмісту часток визначеного розміру у відсотках. Дисперсійний аналіз виконується різними методами.

Найбільш поширеним є седиментаційний аналіз, що ґрунтується на визначенні швидкості осідання часток під дією сили тяжіння. Силу тяжіння (P) можна розрахувати за рівнянням

$$P = v \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g,$$

де v - об'єм частинок, см^3 ; ρ і ρ_0 - відповідно щільність дисперсної фази і дисперсійного середовища, г/см^3 ; g - прискорення вільного падіння, см/с^2 .

Осіданню часток протидіє сила тертя (f). За законом Стокса

$$f = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot U,$$

де η - в'язкість середовища, $\text{Па}\cdot\text{с}$; r - радіус часток, см ; U - швидкість осідання часток, см/с .

Спочатку частка рухається прискорено, так як при малих швидкостях сила тяжіння перевищує силу тертя. Із збільшенням швидкості руху зростає

сила тертя і в певний момент часу врівноважує силу тяжіння. Внаслідок цього частка починає рухатись з постійною швидкістю. При стаціонарному режимі осідання повинна виконуватись рівність

$$6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot U = v \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g.$$

Для сферичних часток

$$v = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3.$$

Тоді

$$6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot U = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3 \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g.$$

Звідси

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot \eta \cdot U}{2 \cdot (\rho - \rho_0) \cdot g}}.$$

Отримане рівняння справедливе для суспензій з водним середовищем і розміром часток від 10^{-2} до 10^{-5} см, так як для таких часток час зростання швидкості осідання до сталого значення настільки малий, що не впливає на результати седиментаційного аналізу.

Закон Стокса був виведений при дотриманні певних умов, яким не завжди підкоряються реальні системи.

1. Частки суспензій звичайно мають різну форму, яка відрізняється від сферичної. В таких випадках певний радіус частки не є істинним і називається еквівалентним радіусом.

2. Взаємодія між частками порушує процес осідання окремих часток, що не враховує закон Стокса. Через це седиментаційний аналіз слід проводити при невеликих концентраціях розчину, не вище 1-2%.

3. Наявність сковзання між частинкою, що осідає, і середовищем теж не враховує закон Стокса. Однією основною умовою відсутності сковзання між часткою і середовищем є повне змочування часток рідиною.

Седиментаційний аналіз використовують для визначення розміру часток суспензій. Суспензії – це дисперсні системи, в яких дисперсна фаза – тверда, а дисперсійне середовище – рідка фаза. Розмір часток в суспензіях більше 10^{-4} см. Маючи великі розміри, частки суспензії можуть осідати, не коагулюючи. Осідання часток відбувається швидко. Агрегативну стійкість суспензії набувають тоді, коли їх частки вкриті сольватними оболонками, які перешкоджають їх об'єднанню. Частинки суспензії не розсіюють світла, так як їх розміри сумірні з довжиною хвилі падаючого світла.

Седиментаційний аналіз суспензій можна виконувати різними методами. Найбільш поширеними є об'ємний і ваговий методи.

Об'ємний метод седиментаційного аналізу оснований на визначенні швидкості осідання дисперсної фази за зміною гідростатичного тиску стовпа суспензії за допомогою седиментометра Ребіндера. Седиментометр побудований за принципом сполучених посудин (рис.4.1): в одну з цих посудин наливають суспензію, а в другу – чисте дисперсне середовище.

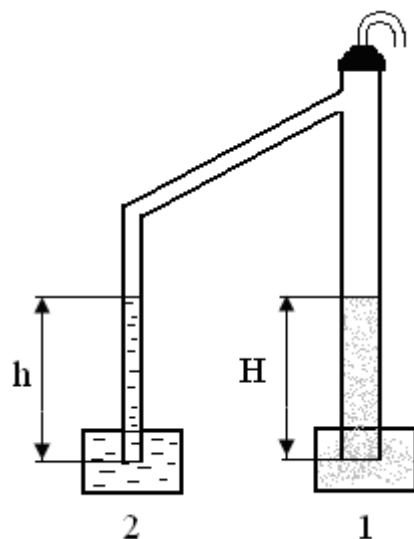


Рис. 4.1. Схема седиментометра

В сучасному вигляді прилад Ребіндера складається з двох скляних трубок різних діаметрів, з'єднаних між собою нахиленою трубкою. Уздовж вузької трубки закріплена шкала, по якій вимірюють зниження рівня дисперсійного середовища. Нижній кінець широкої трубки занурений в посудину, яка містить суспензію, що аналізується (1), а вузької – в посудину з дисперсійним середовищем (2). Так як гідростатичний тиск – це добуток висоти стовпа рідини на її питому масу, то можна записати

$$H \cdot \rho \cdot g = h \cdot \rho_0 \cdot g,$$

де H і h - відповідно висота стовпа суспензії і дисперсійного середовища в широкій і вузькій трубках, см; ρ і ρ_0 – густина суспензії і дисперсійного середовища, г/см³.

Тоді

$$\frac{H}{h} = \frac{\rho_0}{\rho}.$$

Після декількох математичних перетворень маємо

$$h - H = \frac{H}{\rho_0}(\rho - \rho_0).$$

Звичайно дисперсійним середовищем є вода, густину якої без великої похибки при температурі досліду 25°C можна прийняти рівною одиниці. Висота стовпа суспензії в широкій трубці H є практично величиною сталою, так як діаметр вузької трубки дуже малий у порівнянні з широкою трубкою.

Різницю між густиною суспензії і густиною дисперсійного середовища можна вважати прямо пропорційною до кількості речовини, що знаходиться в завислому стані.

$$(\rho - \rho_0) = k \cdot m.$$

Відповідно

$$h - H = k^1 \cdot m,$$

де k і k^1 - сталі для даної системи, m - кількість суспендованої речовини.

Густина суспензії зменшується з часом внаслідок осідання часток, одночасно з цим зменшується і різниця висоти рідин у вузькій і широкій трубках ($h - H$).

Лабораторне устаткування та реактиви. Седиментатор Ребіндера, суспензія речовини, що досліджується, 1-2% розчин.

Порядок виконання роботи. Налити у стакан 1 суспензію, а в стакан 2 – дистильовану воду. Занурити нижній кінець вузької трубки в стакан з дистильованою водою, а нижній кінець широкої трубки – в стакан із суспензією так, щоб кінці трубок знаходились на одному рівні. За допомогою насоса одночасно заповнити рідинами вузьку і широку трубки і швидко закрити кран у той момент, коли меніск чистої води у вузькій трубці підійде до її верхнього кінця. При заповненні трубок рідинами необхідно безперервно збовтувати суспензію в стакані 1. Потім замірити положення меніску чистої води у вузькій трубці зразу ж після того, як закрили кран. Подальші підрахунки положення меніску чистої води проводити спочатку через 30 секунд, а потім через 1 хвилину. Спостереження продовжувати до тих пір, поки зниження меніску стане ледь помітним. Замірити середнє значення висоти стовпа суспензії в широкій трубці (H). Дослід повторити 3 рази. Результати дослідів занести в табл. 4.1.

Зміна висоти стовпа рідини в процесі седиментації

| № п/п | Час від початку досліда, с | Висота стовпа рідини в вузькій трубці, мм | | | $\Delta h = h - H = h_\tau - h_\infty$ | | | $\Delta h_{\text{сер.}}$ |
|----------|----------------------------------|--|---|---|--|---|---|--------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3... | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

Обробка експериментальних даних

1. Розрахувати зміну положення меніску рідини в результаті осідання часток суспензії за час τ . Так як висота стовпа суспензії в широкій трубці (H) під час досліду практично не змінюються і після закінчення досліду буде пропорційна висоті стовпа рідини в вузькій трубці (h), то зручніше розрахувати зміну положення меніску рідини Δh за формулою

$$\Delta h = h_\tau - h_\infty,$$

де h_τ - положення меніску рідини в вузькій трубці на момент часу τ , мм;
 h_∞ – положення меніску рідини в вузькій трубці наприкінці досліду.

2. Побудувати за отриманими даними седиментаційну криву в координатах $\Delta h_{\text{сер.}} - \tau$. (рис. 4.2.)

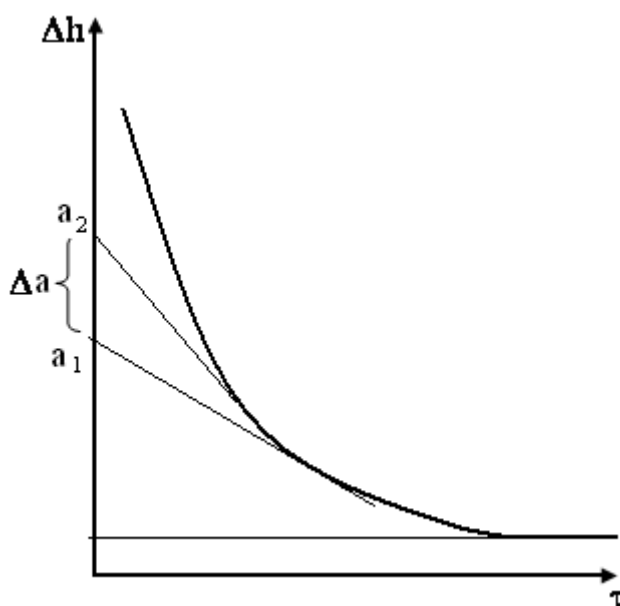


Рис. 4.2. Седиментаційна крива

3. Для визначення значень Δa провести ряд дотичних до седиментаційної кривої в точках, які відповідають $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ ($n=10$), і продовжити дотичні до перетину з віссю ординат (рис. 4.2). Відрізки a_1, a_2, \dots, a_n , що відсікають дотичні на вісі ординат, пропорційні масі часток, які осіли на момент часу $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$. Значення $\Delta a = a_n - a_{n-1}$ пропорційні масі фракції з радіусом часток від r_1 до r_2 , тобто r_{n-1} до r_n .

4. Розрахувати еквівалентний радіус часток, що осіли на момент часу τ

$$r_n = 5 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{H}{\tau}},$$

де H – висота підйому суспензії в широкій трубці, мм; τ – час від початку дослідження, с.

5. Отримані дані занести в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

Дані для будування диференціальної кривої

| № п/п | r_τ | Δr | Δa | $\frac{\Delta a}{\Delta r}$ | Вміст відповідних фракцій у відсотках |
|-------|----------|------------|------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3... | | | | | |
| 10 | | | | | |

6. Побудувати диференціальну криву в координатах $\frac{\Delta a}{\Delta r} - r$ (рис. 4.3).

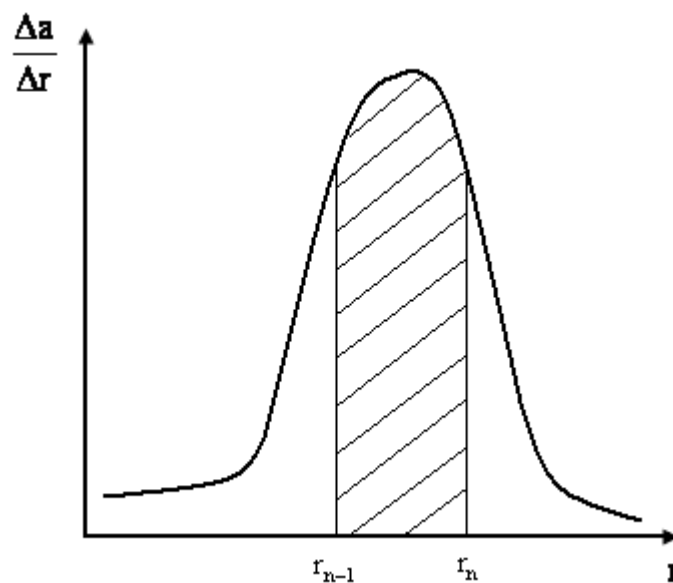


Рис. 4.3. Крива розподілу часток за радіусом

7. Розрахувати вміст фракції з радіусом часток від r_{n-1} до r_n , прийнявши площу під кривою розподілу за 100%.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 СЕДИМЕНТАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СУСПЕНЗІЙ ВАГОВИМ МЕТОДОМ

Мета роботи. Визначити фракційний склад суспензії за допомогою кривої розподілу часток за їх розміром ваговим методом. Навчити студентів самостійно будувати седиментаційну і диференціальні криві.

Основні теоретичні положення. Ваговий метод є одним з основних методів седиментаційного аналізу, який широко використовують на практиці. Сутність методу полягає в визначенні зміни концентрації речовини на певній глибині суспензії. При проведенні седиментаційного аналізу цим методом беруть ряд проб з певної глибини суспензії через різні проміжки часу від початку досліду і визначають масову концентрацію речовини в кожній пробі. Знаючи час відбору проби і висоту осідання, розраховують радіуси часток. Різниця масових концентрацій між окремими пробами дає відносний вміст часток відповідних фракцій в суспензії, що досліджується.

Седиментаційний аналіз суспензії піпеточним (ваговим) методом виконується за допомогою приладу, який складається з циліндру ємкістю 1дм^3 , мішалки і піпетки Робінзона, яка дозволяє відбирати проби рідини на одному рівні (рис. 5.1).

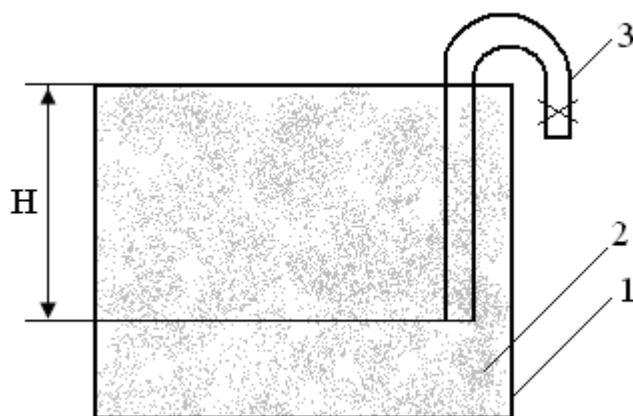


Рис. 5.1. Схема приладу для седиментаційного аналізу суспензії піпеточним методом: 1 – стакан ємкістю 1дм^3 ; 2 – розчин суспензії, що аналізується; 3 – піпетка Робінзона

Лабораторне устаткування та реактиви. Прилад для седиментаційного аналізу суспензії піпеточним методом; сушарка; аналітичні терези; фарфорові чашки; мірний циліндр ємкістю 25см³; суспензія аналізуємого матеріалу, 1% розчин.

Порядок виконання роботи. Зважити 6 порожніх фарфорових чашок на аналітичних терезах з точністю до 0,001г. Встановити піпетку Робінзона на певну глибину від верхнього рівня рідини (рис. 5.1). Добре перемішати суспензію і відібрати пробу в кількості 15см³ зразу ж після перемішування, а потім через 5, 10, 15, 20 і 30 хвилин після початку досліду. Відібрану пробу суспензії вилити спочатку в мірний циліндр, а потім перелити в заздалегідь зважену фарфорову чашку. Необхідно слідкувати за тим, щоб в піпетці не залишалась суспензія після відбору проби, інакше буде зіпсована наступна проба, так як в неї попаде частина суспензії, відібраної в попередньому досліді. Проби в фарфорових чашках треба висушити в сушарках при 100 – 110°С до постійної маси. Випаровувати проби на відкритому вогні не рекомендується із-за можливого викиду суспензії при кипінні. Висушені проби у фарфорових чашках охолодити до кімнатної температури і зважити на аналітичних терезах з точністю до 0,001г. Отримані експериментальні дані занести в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1

Дані для будування кривої розподілу колоїдних часток за фракціями

| № п/п | Маса порожньої чашки, г | Маса чашки з сухим залишком, г | Маса сухого залишку, г | Масова концентрація, % | Вміст фракції, % | Радіус часток суспензії, мм |
|-------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3... | | | | | | |
| 6 | | | | | | |

Обробка експериментальних даних

1. Розрахувати масу фракції, яка осіла за час τ від початку досліду за формулою

$$m_{\tau} = \frac{C_o - C_{\tau}}{C_o} \cdot 100,$$

де C_o - маса сухого залишку, отриманого при випаровуванні проби, взятої відразу ж після перемішування суспензії, г; C_{τ} - маса сухого залишку, отриманого при випаровуванні проби, взятої через τ хвилин від початку дослідів.

2. Розрахувати еквівалентний радіус часток, які осіли за час τ

$$r_n = 5 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{H}{\tau}},$$

де H – глибина відбору проби, мм; τ - час від початку дослідів, с.

3. Розрахувати вміст кожної фракції у відсотках в суспензії за формулою

$$m_{\tau_1+\tau_2} = \frac{C_{\tau,1} - C_{\tau,2}}{C_o} \cdot 100,$$

де $C_{\tau,1}$ і $C_{\tau,2}$ - маса сухих залишків, отриманих при випаровуванні проб, які були взяті послідовно одна за одною, тобто маси, що відповідають частинкам з радіусом r_1 , які осіли на час τ_1 , і з радіусом r_2 , які осіли на час τ_2 .

4. Побудувати диференціальну криву в координатах $m_{r_n} - r$.

5. Побудувати седиментаційну криву в координатах $m_{\tau} - \tau$.

Контрольні питання до лабораторних робіт 4 і 5

1. Дайте визначення седиментаційної стійкості системи.
2. Назвіть сили, які впливають на процес седиментації часток в дисперсних системах.
3. Як впливає розмір часток на швидкість осідання часток дисперсної системи?
4. Яка дисперсна система називається суспензією?
5. Назвіть основні властивості суспензій.
6. Якому закону підкоряється рівноважний розподіл часток системи по висоті?
7. За яким рівнянням розраховується радіус часток дисперсної системи?
8. Які обмеження має закон Стокса?
9. На чому базується седиментаційний аналіз?
10. Якими методами виконується седиментаційний аналіз?

11. Поясніть сутність об'ємного методу седиментаційного аналізу.
12. Поясніть сутність вагового методу седиментаційного аналізу.
13. Що собою представляє седиментаційна крива? Як вона будується?
14. Що собою представляє диференціальна крива? Як вона будується?
15. Розрахуйте час, за який сферичні частки скла у воді осідають на відстань 10см, якщо радіус часток дорівнює 0,1; 1; 10мкм. Густина дисперсної фази і дисперсійного середовища відповідно дорівнює 2,4 і 1,0г/см³. В'язкість середовища $1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Зробіть оцінку седиментаційної стійкості дисперсної фази.
16. Визначте та порівняйте швидкості осідання часток аерозолі NH₄Cl, які мають радіус 10⁻⁶; 10⁻⁷; 10⁻⁸ м, у повітрі з висоти 10м. В'язкість повітря дорівнює $1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Густина часток NH₄Cl становить $1,5 \cdot 10^3$ кг/м³. Густиною повітря можна знехтувати. Температура 300К.
17. Визначте радіус часток SiO₂, якщо час їх осідання на відстань 1см складає 30с; 60хв; 100год. Щільність SiO₂ дорівнює 2,7г/см³, а густина води 1,1г/см³. В'язкість води $1,5 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи. Ознайомити студентів з електричними властивостями колоїдних розчинів, сутністю електрофореза, навчити визначати електрокінетичний потенціал золю.

Основні теоретичні положення. Ефекти, пов'язані з відносним переміщенням фаз дисперсної системи відносно одна одної під дією зовнішнього електричного поля, називаються електрокінетичними явищами. Рух часток дисперсної фази відносно дисперсійного середовища під дією зовнішнього електричного поля називається електрофорезом.

Електрокінетичні явища в колоїдних розчинах можна пояснити наявністю на поверхні дисперсної фази подвійного електричного шару. Подвійний електричний шар на поверхні колоїдної частки виникає або за рахунок вибіркової адсорбції йонів певного знаку, або в результаті дисоціації поверхневих молекул агрегату. Колоїдні частки, що мають певний

електричний заряд, електростатично притягують еквівалентну кількість йонів протилежного знаку, які утворюють дифузійний шар завдяки тепловому руху. Товщина дифузійного шару залежить від концентрації і валентності йонів у розчині.

При русі колоїдної частки під дією зовнішнього електричного поля відносно дисперсійного середовища виникає потенціал внаслідок того, що разом з колоїдною часткою рухається тільки частина протиіонів, що міцно зв'язані з нею (рис. 6.1). Цей потенціал називається електрокінетичним потенціалом або ξ -потенціалом. Він характеризує агрегативну стійкість колоїдних часток, тобто їх здатність зберігати постійний ступінь дисперсності.

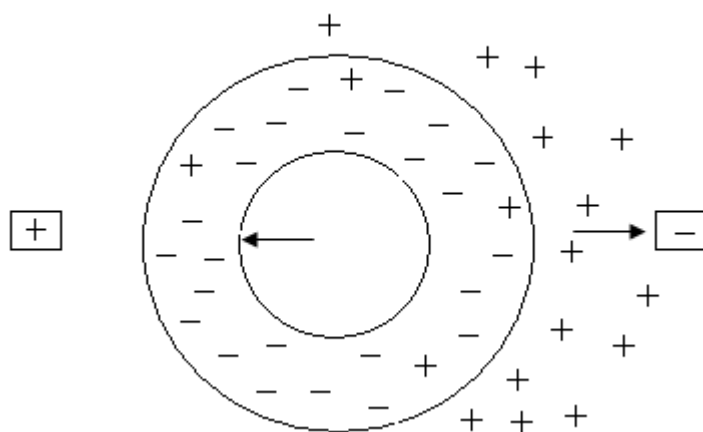


Рис. 6.1. Схема руху колоїдної частки і протиіонів при електрофорезі

В залежності від знаку заряду частки переміщуються до одного з електродів. В зв'язку з цим знак заряду частки легко визначити, спостерігаючи, до якого електрода вони рухаються.

При накладенні електричного поля йони дифузійного шару починають зміщуватись по відношенню до частки. Відбувається безперервна зміна йонної атмосфери довкола частки. Сама частка з частиною міцно зв'язаних протиіонів рухається до протилежно зарядженого електрода. Так, негативно заряджена частка рухається до електрода з позитивним зарядом, а протиіони – до електрода з негативним зарядом.

Експериментальні методи вивчення електрофорезу засновані на вимірюванні лінійної швидкості руху межі поділу колоїдний розчин – дисперсійне середовище (макроелектрофорез) або лінійної швидкості руху часток в суспензіях (мікроелектрофорез).

Знаючи швидкість руху часток і градієнт потенціалу електричного поля, можна визначити електрофоретичну рухливість колоїдних часток - U . Електрофоретичну рухливість часток використовують для порівняння здатності різних дисперсних систем до електрофорезу. Електрофоретична рухливість – це лінійна швидкість руху часток при одиничному градієнті потенціалу зовнішнього електричного поля. Її можна розрахувати за рівнянням

$$U = \frac{S}{H \cdot \tau},$$

де S – шлях, що пройшла забарвлена межа, см; τ – час, с; H – градієнт потенціалу зовнішнього електричного поля, В/см.

Градієнт потенціалу зовнішнього електричного поля розраховують за рівнянням

$$H = \frac{E}{l},$$

де E – різниця потенціалів, В; l – відстань між електродами, см.

У відповідності до рівняння Гельмгольца – Смолюховського електрофоретична рухливість прямо пропорційна електрокінетичному потенціалу і зворотно пропорційна в'язкості рідини.

$$U = \frac{\xi \cdot \varepsilon}{4 \cdot \pi \cdot \eta},$$

де ε – діелектрична проникність рідини; η – в'язкість рідини, Па·с.

Звідси

$$\xi = \frac{4 \cdot \pi \cdot \eta \cdot U}{\varepsilon}.$$

Для розрахунку електрокінетичного потенціалу в вольтах рівняння приймає вигляд

$$\xi = \frac{4 \cdot \pi \cdot \eta \cdot U \cdot 300^2}{\varepsilon}.$$

Вимірювання швидкості електрофорезу методом рухомої межі проводять за допомогою приладу, схема якого представлена на рис. 6.2.

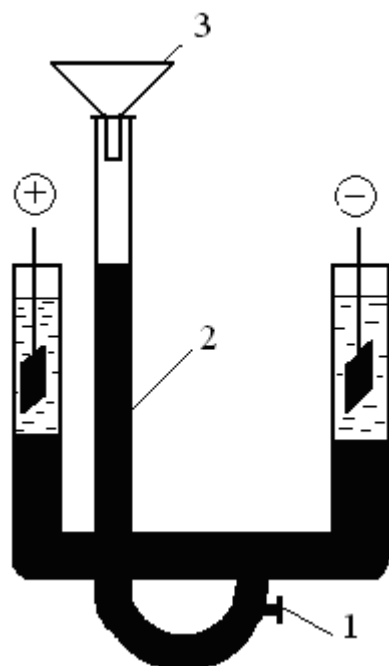


Рис. 6.2. Схема приладу для вимірювання швидкості електрофорезу методом рухомої межі

Прилад складається з U – подібної трубки, обидва коліна якої мають градуйовану шкалу в одиницях довжини. До U – подібної трубки припаяна вузька скляна трубка (2), що має кран (1), з лійкою (3), яка потрібна для заповнення приладу зольом, що аналізується. Нижня частина U – подібної трубки заповнюється забарвленим колоїдним розчином, верхня – допоміжною рідиною, що називається бічною рідиною, в яку занурюють електроди. Електроди підключають до джерела постійного струму.

Бічна рідина підбирається таким чином, щоб її електрична провідність була однаковою з електричною провідністю колоїдного розчину. Це необхідно для того, щоб падіння потенціалу було рівномірним по всій довжині провідника.

Електрофорез широко використовують на практиці для отримання електрофоретичних покриттів і електрокоагуляції суспензій.

Лабораторне устаткування та реактиви. Прилад для електрофорезу, золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Порядок виконання роботи. Залити в U – подібну трубку водопровідну воду, яка відіграє роль бічної рідини, приблизно на 7 – 8см. При закритому крані (1) заповнити лійку (3) зольом без бульбашок повітря. Якщо бульбашки повітря з'являються, то необхідно перемішати золь тоненьким дротом. В обидва коліна U – подібної трубки занурити електроди,

здалегідь ретельно очищені і промиті водою. Потім обережно відкрити кран (1), щоб золь повільно протікав в U – подібну трубку. Золь треба вводити обережно і повільно, щоб отримати чітку межу поділу між забарвленим золь і водою. Закрити кран (1), коли межа золь – вода буде на відстані 2 – 3см від нижнього краю електродів. Електроди повинні знаходитись у воді. Підключити електроди до випрямляча, відмітивши при цьому полюси в обох колінах U – подібної трубки. Включити випрямляч. Заміри положення межі поділу золь – вода робити через 15 хвилин на протязі двох годин. Отримані дані занести в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Зміна положення межі поділу золь – вода в залежності від часу

| № п/п | Час, хв | Положення межі поділу біля анода, см | Показання вольтметра, В |
|-------|---------|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3... | | | |
| 8 | | | |

Обробка експериментальних даних

1. Визначити знак заряду колоїдних часток, спостерігаючи за переміщенням положення межі поділу золь – вода.
2. Розрахувати електрофоретичну рухливість за рівнянням

$$U = \frac{S \cdot I}{\tau \cdot E}$$

3. Розрахувати електрокінетичний потенціал за рівнянням

$$\xi = \frac{4 \cdot \pi \cdot \eta \cdot U \cdot 300^2}{\varepsilon}$$

Контрольні питання

1. Які явища називаються електрокінетичними?
2. Яке явище називається електрофорезом?
3. Чим пояснюються електричні властивості колоїдних розчинів?
4. Поясніть будову подвійного електричного шару.
5. Поясніть причину виникнення електрокінетичного потенціалу.
6. Дайте визначення поняття електрофоретична рухомість колоїдних часток.

7. Які чинники впливають на величину електрофоретичної рухливості часток?
8. Назвіть чинники, від яких залежить величина ξ – потенціалу.
9. Які електрокінетичні явища характерні для колоїдних розчинів?
10. Поясніть схему приладу для вивчення електрофорезу.
11. Яку рідину називають бічною і як її підбирають?
12. На чому ґрунтуються експериментальні методи вивчення електрофорезу?
13. Практичне значення електрофорезу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 ВИВЧЕННЯ КОАГУЛЯЦІЇ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи. Вивчити способи коагуляції колоїдних розчинів, визначити пороги коагуляції різних електролітів, перевірити правило Шульце – Гарді і захисну дію желатину при коагуляції золей.

Основні теоретичні положення. Колоїдні розчини характеризуються седиментаційною та агрегативною стійкістю.

Седиментаційна стійкість, яка кількісно виражається гіпсометричним законом Лапласа – Перрена, визначається броунівським рухом і силою тяжіння колоїдних часток. Якщо довжина переміщення колоїдних часток в дисперсійному середовищі під впливом броунівського руху і сили тяжіння сумірні, то такі системи називаються седиментаційно стійкими.

Агрегативна стійкість – це здатність колоїдних часток зберігати ступінь дисперсності, тобто не злипатись і не утворювати агрегати під впливом різних чинників.

Причини агрегативної стійкості колоїдних систем наступні:

- 1) електростатичне відштовхування однойменних заряджених колоїдних часток;
- 2) сили не електростатичного характеру, які пов'язані з наявністю на поверхні часток сольватних оболонок, що складаються з молекул дисперсійного середовища;
- 3) розклинююча дія середовища.

Порушення агрегативної стійкості внаслідок злипання колоїдних часток і утворення крупних агрегатів називається коагуляцією.

Коагуляція колоїдних часток може бути викликана старінням системи, зміною концентрації дисперсної фази, температури, введенням колоїдних часток протилежного знаку, електролітів тощо.

Найбільше теоретичне і практичне значення має коагуляція колоїдних часток електролітами. Експериментально встановлені закономірності коагуляції електролітами, відомі під назвою правил коагуляції. Основні з них є:

1. Будь-який електроліт, введений у певній кількості, може визвати коагуляцію ліофобного золю.
2. Для початку коагуляції необхідно, щоб концентрація електроліту перевищила деяку мінімальну величину, яку називають порогом коагуляції (C_K). Поріг коагуляції – це мінімальна кількість електроліту, яка необхідна для швидкої коагуляції 1 м^3 золю. Розрахувати поріг коагуляції можна за рівнянням

$$C_K = \frac{n \cdot 1000}{V_{\text{зар.}}},$$

де n – кількість моль-еквівалентів електроліту, що додається до колоїдного розчину; $V_{\text{зар.}}$ – загальний об'єм золю та електроліту, що додається до цього золю.

3. Коагулюючою дією володіє лише той йон електроліту, заряд якого протилежний заряду колоїдної частки. Чим більше заряд йону, тим сильніше його коагулююча здатність. Ця закономірність встановлена Шульце і Гарді. Залежність порога коагуляції ліофобних золів від заряду йона описується рівнянням

$$C_K^I : C_K^{II} : C_K^{III} = 1 : \left(\frac{1}{2}\right)^6 : \left(\frac{1}{3}\right)^6.$$

Коагулююча здатність йонів однакового заряду зростає із збільшенням радіусу йона.

4. При коагуляції золів спостерігається зниження ξ – потенціалу до критичної величини $\sim 30\text{ мВ}$.
5. В осадах, одержаних при коагуляції колоїдних систем електролітами завжди є йони, які її викликають, але склад дисперсної фази не змінюється. Це свідчить про те, що хімічна реакція при цьому не відбувається.

Певне значення має взаємна коагуляція колоїдних розчинів. Будь-який стійкий золь можна розглядати як електроліт, у якого один з йонів має великий заряд і масу. При змішуванні двох колоїдних розчинів, частки яких заряджені протилежно, може відбуватися коагуляція. Потрібно, щоб загальна кількість позитивних зарядів у часток одного колоїдного розчину дорівнювала загальній кількості негативних зарядів у часток другого колоїда. Але електростатичне притягання часток – не єдина умова взаємної коагуляції колоїдних розчинів. Можливо, що між частками дисперсної фази виникає адсорбційна і хімічна взаємодія, бо коагулювати можуть і однойменно заряджені золі, які різняться природою дисперсної фази і складом іонної атмосфери. Взаємна коагуляція колоїдних розчинів використовується при очищенні води від сторонніх домішок.

Дуже часто треба не зруйнувати колоїдну систему, а, навпаки, захистити її від коагуляції. При введенні в золь певних високомолекулярних речовин агрегативна стійкість його збільшується. Таке явище отримало назву колоїдного захисту розчинів. Механізм захисної дії полягає в утворенні довкола колоїдної частки адсорбційної оболонки з високомолекулярних речовин. До речовин, які здатні обумовити колоїдний захист, відносяться білки, вуглеводи, желатин тощо.

Лабораторне устаткування та реактиви. Колби ємкістю 100см^3 ; набори пробірок; мірні піпетки ємкістю 5см^3 та 20см^3 ; золь $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 0,1н. розчин AgNO_3 і KJ ; 0,5н. розчин NaNO_3 ; 0,001н. розчин $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; 0,02н. розчин Na_2HPO_4 ; 10%-ний розчин NaCl ; 0,05% і 0,1% розчин желатину.

Порядок виконання роботи

1. Коагуляція золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ електролітами

В три сухі колби ємкістю 100см^3 піпеткою відміряти 20см^3 діалізованого золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Потім в кожну колбу з золем обережно по краплям додати з бюретки розчини різних електролітів до появи перших ознак коагуляції, тобто до помутніння розчину. Визначити по бюретці мінімальний об'єм електроліту, що визиває коагуляцію золю. Отримані дані занести в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1

Вплив валентності коагулюючого йону на коагуляцію золю

| № п/п | Розчин електроліту | Концентрація електроліту | Об'єм електроліту, що визвав коагуляцію золю | |
|----------|-----------------------|-----------------------------|---|--|
| | | | Відповідно до взятої концентрації | В перерахунку на см ³ 0,01н. розчину |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

2. Взаємна коагуляція двох колоїдів

Приготувати колоїдний розчин AgJ з негативно зарядженими частками. Для цього до 70см³ KJ додати 35см³ AgNO₃. Приготувати колоїдний розчин AgJ з позитивно зарядженими частками. Для цього до 35см³ розчину KJ додати 70см³ AgNO₃. Потім узяти 11 сухих пробірок і в кожену налити розчин AgJ з негативно зарядженими частками: в першу - 1см³, у другу - 2см³, ..., в десяту - 10см³, одинадцяту пробірку оставити порожньою (табл. 7.2). Потім в усі пробірки додати колоїдний розчин з позитивно зарядженими частками так, щоб загальний об'єм розчину в пробірках дорівнював 10см³. В одинадцяту пробірку налити 10см³ золю з позитивно зарядженими частками. Таким чином, десята і одинадцята пробірки остаються контрольними.

Таблиця 7.2

Склади аналізуємих колоїдних розчинів

| № пробірки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Об'єм [AgJ] ⁻ , см ³ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 0 |
| Об'єм [AgJ] ⁺ , см ³ | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 10 |

Розчини в пробірках добре збовтати і через 20 хвилин відмітити ті пробірки, в яких відбулася коагуляція колоїдів.

3. Захисна дія желатину при коагуляції золю

Взяти 10 сухих пробірок і в кожному відміряти піпеткою по 5см³ золю Fe(OH)₃. Потім в кожному пробірці додати певні об'єми розчину желатину різних концентрацій і дистильованої води у відповідності до таблиці 7.3 так, щоб загальний об'єм в пробірках дорівнював 9см³. Розчини в пробірках добре перемішати і через 2 – 3 хвилини в кожному пробірці додати по 1см³ 10% розчину NaCl. Десята пробірка залишається для здійснення контролю.

Таблиця 7.3

Склади аналізуємих розчинів

| Склад розчинів, см ³ | № пробірки | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Золь | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0,05% розчин желатину | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | | | | | |
| 0,1% розчин желатину | | | | | | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 0 |
| H ₂ O дист. | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 0,5 | 0 | 4 |
| 10% розчин NaCl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| коагуляція | | | | | | | | | | |

Через 20 хвилин відмити пробірки, в яких почалась коагуляція.

Обробка експериментальних даних

1. При вивченні коагуляції золю Fe(OH)₃ різними електролітами розрахувати об'єми 0,01н. розчинів різних електролітів, що були витраченими на коагуляцію золю за рівнянням

$$C_{н,0} \cdot V_0 = C_{н,1} \cdot V_1,$$

де $C_{н,0}$ - початкова концентрація електроліту, моль-екв/л; V_0 - об'єм електроліту даної концентрації, який був витрачений на коагуляцію золю, см³; $C_{н,1}$ - розрахункова концентрація електроліту, яка дорівнює 0,01моль-екв/л; V_1 - об'єм 0,01н. розчину електроліту, витраченого на коагуляцію золю, см³.

2. Побудувати графік залежності об'єму 0,01н. розчину електроліту, витраченого на коагуляцію, від валентності коагулюючого йона.
3. За результатами роботи зробити висновок, чи додержується правило Шульце – Гарді.
4. При вивченні взаємної коагуляції колоїдів результати спостережень занести в табл. 7.4.
5. При вивченні захисної дії желатину при коагуляції золю відмітити пробірки, в яких почалась коагуляція (табл. 7.3).

Таблиця 7.4

Результати спостережень взаємної коагуляції колоїдів

| № п/п | Результати спостережень | № пробірки | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 1 | Відсутність коагуляції | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Слабке помутніння | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Сильне помутніння | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Випадіння осаду | | | | | | | | | | | | |

6. На основі отриманих даних розрахувати мінімальну кількість желатину, необхідного для захисту 1 м^3 золю від коагуляції при додаванні 10% розчину хлориду натрію.

Контрольні питання

1. Дайте визначення процесу коагуляції колоїдів.
2. Чим пояснюється седиментаційна і агрегативна стійкість колоїдних розчинів?
3. Назвіть чинники, які впливають на коагуляцію колоїдних розчинів.
4. Якими способами можна визвати коагуляцію колоїдних розчинів?
5. Назвіть основні правила коагуляції колоїдних розчинів електролітами.
6. Дайте визначення порога коагуляції.
7. Напишіть формули для розрахунку порогів коагуляції.
8. Як впливає валентність коагулюючого йона на поріг коагуляції?
9. Напишіть рівняння, яке підтверджує правило Шульце – Гарді.
10. В чому полягає сутність взаємної коагуляції колоїдів?

11. Яким чином можна підвищити агрегативну стійкість колоїдів?
12. В чому полягає сутність колоїдного захисту золей?
13. Коагуляція золю AgI (стабілізатор KJ) відбувається при додаванні 15мл 0,01н. розчину $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Визначте об'єм 0,01н. розчину $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, який треба додати, щоб визвати коагуляцію цього золю.
14. Визначте, який об'єм 1н. розчину K_3PO_4 треба додати, щоб відбулася коагуляція золю, якщо для коагуляції певної кількості даного золю знадобилось 5мл 0,1н. розчину K_2SO_4 або 2мл 0,25н. розчину KCl . Який заряд мають колоїдні частки?
15. Щоб визвати коагуляцію 10мл золю додали в першому випадку 20мл 0,5н. розчин NaCl , у другому – 12мл 0,05н. розчину K_2SO_4 , у третьому – 0,5мл 0,01н. розчину K_3PO_4 . Визначте, який заряд мають частки золю.
16. На коагуляцію 30мл золю NiS (стабілізатор H_2S) пішло 6мл 3н. розчину K_2SO_4 . Розрахуйте поріг коагуляції цього золю розчином $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. - Л.: Химия, 1984. – 386с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1982. – 400с.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1975. – 512с.
4. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. /Под ред. Ю.Г.Фролова, А.С.Гродского/ - М.: Химия, 1986. – 216с.
5. Расчеты и задачи по коллоидной химии. /Под ред. В.И.Барановой/ - М.: Высш. шк., 1989. – 288с.
6. Масленко С.М., Баркалов В.С., Щеглова І.С. Поверхневі явища та дисперсні системи. Конспект лекцій. – Дніпропетровськ, НМетАУ, 2003. – 46с.
7. Великонська Н.М. Надточій А.А. Навчальний посібник. – Дніпро, НМетАУ, 2018. – 78с.