

ВСТУП

Лабораторний практикум для студентів екологічного напрямку навчання дає їм можливість докладніше ознайомитися з різними методами досліджень, переконатися в тому, як на властивостях і поведінці реальних речовин проявляються теоретичні положення з колоїдної хімії. Практикум відповідає програмі курсу.

Порядок виконання лабораторних робіт

- 1 Працювати в хімічній лабораторії дозволяється тільки після ознайомлення з правилами техніки безпеки.
- 2 Всі роботи виконуються за індивідуальними завданнями, що складені викладачем.
- 3 Перед виконанням лабораторної роботи обов'язково треба захистити теоретичну частину даної теми, тобто підготуватися до відповідей на завдання, що подані після кожної роботи.
- 4 Лабораторні роботи опрацьовуються в зошиті, де зазначаються дата виконання роботи, її назва, мета, записуються експериментальні дані та їх обробка. Методична обробка даних, побудова графіків на міліметровому папері та вклеювання їх в зошит є частиною лабораторної роботи.
- 5 Оформлені експериментальні результати повинні бути підписані викладачем.
- 6 Наприкінці студенти захищають виконані лабораторні роботи.

Хроматографія

Хроматографічний метод аналізу є універсальним методом розділення осадових сумішей речовин на окремі компоненти. Метод заснований на різниці в розподілі компонентів суміші між двома фазами. Одна з фаз – нерухомий шар твердої речовини або рідини з великою поверхнею (нерухома фаза), друга фаза (рухома) – потік рідини або газу, що фільтрується, через нерухомий шар. Процес складається з повторення великої кількості елементарних актів сорбції (поглинання) – десорбції (виділення), в результаті чого і відбувається розділення суміші на окремі компоненти.

Метод запропонований в 1903 році російським вченим М.С. Цветом. Розрізняються:

1 Абсорбційно–рідинна хроматографія (розділення речовин відбувається внаслідок різної здатності їх до абсорбції на сорбенті).

2 Розподільна хроматографія (розділення речовин внаслідок їх різного розподілу між двома рідкими фазами, що не змішуються, одна в яких нерухома, а інша – рухома. Як нерухому фазу найчастіше використовують воду (паперова хроматографія).

3 Хемосорбційна хроматографія (розділення речовин відбувається внаслідок неоднакової енергії або швидкості хімічної взаємодії компонентів розчину з нерухомою фазою. Включає в себе іонообмінну хроматографію, редоксихроматографію, адсорбційно–комплексоутворюючу хроматографію).

4 Газоадсорбційна хроматографія (розділення суміші газів на твердому сорбенті).

5 Газорідинна хроматографія (розділення газової суміші відбувається внаслідок різної розчинності компонентів і рідини. Здійснюється в колонках).

Метод тонкошарової хроматографії використовується для розділення компонентів в тонкому шарі сорбенту, нанесеного на поверхню пластинки, в міру пересування рідини вздовж пластинки.

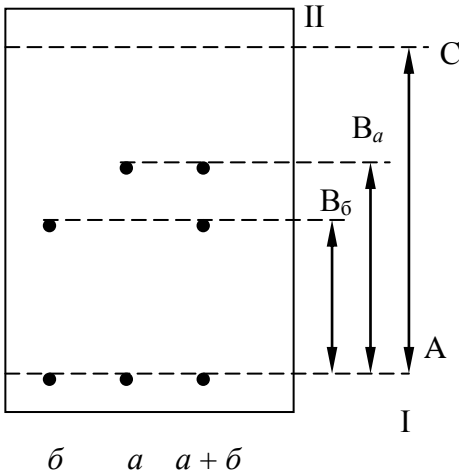


Рисунок 1 – Принципова схема розділення суміші речовин методом ТШХ:

I – лінія старту;

II – фронт розчинника

$$R_f^a = \frac{AB_a}{AC},$$

$$R_f^b = \frac{AB_b}{AC}$$

На пластинку з тонким шаром адсорбенту (нерухома фаза) на “стартовій лінії” наносять проби речовин та їх сумішей (капілярами, мікрошприцами). Потім пластинку нижче стартової лінії занурюють в розчинник (рухома фаза). В міру пересування розчинника по пластинці багаторазово повторюється процес адсорбції та десорбції речовин, внаслідок чого вони розділяються. Пластинку просушують. Якщо речовини забарвлені, то визначають R_1 . Безколірні речовини визначають шляхом детектування в УФ світлі або хімічним проявленням (парами йоду, розчином люмінолу, 10–20 % розчином трихлориду сурми у хлороформі та ін.).

Розміщення плям речовин, які розділяються, описується константою, що характеризує розташування речовини на хроматограмі:

$$R_f = \frac{\text{Відстань, пройдена речовиною від точки старту}}{\text{Відстань, пройдена рухомою фазою від точки старту}}. \quad (13)$$

Для ТШХ використовують пластинки “Silufol UV–254” або скляні пластинки з незакріпленим чи закріпленим шаром адсорбенту (силікагель, оксид алюмінію, кізельгур та ін.). Сорбент може містити домішки в'яжучого 5–20 % гіпсу або 2–5 % крохмалю.

Метод ТШХ використовують для якісного та напівкількісного експресного контролю виробничих процесів органічного синтезу, фармацевтики, клінічної діагностики, для визначення залишкових кількостей пестицидів, металів, при проведенні науково–дослідних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ТЕМА. Визначення загальної концентрації електrolітів у розчині

МЕТА – оволодіти прийомами розділення сумішей на іонообмінних колонках .

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основою іонообмінної хроматографії є здатність іонів деяких високодисперсних систем (іонітів) обмінюватися на іони розчину. Розподіл суміші іонів відбувається внаслідок різної здатності їх до обміну з

іонами іоніту. Залежно від заряду рухомих іонів іоніти поділяють на катіоніти (полімерна матриця має негативний заряд, рухомими іонами є катіони); аніоніти (полімерна матриця має позитивний заряд, рухомими іонами є аніони); амфоліти (полімерна матриця має позитивні і негативні заряди, рухомою фазою залежно від умов можуть бути як аніони, так і катіони).

На катіонітах відбувається обмін катіонів

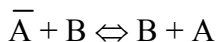


а на аніонітах відбувається обмін аніонів



Здатність до іонного обміну визначається хімічною природою іоніту і протиіона (рухомого іона) і обумовлена електростатичною взаємодією зарядженої полімерної матриці іоніту і протиіонами. Енергія електростатичної взаємодії залежить від заряду і радіуса протиіона.

Реакція обміну іонів зворотна. Іонообмінна рівновага описується законом діючих мас



і може бути записана так:

$$K_{A/B}^- = \frac{[\bar{B}][A]}{[\bar{A}][B]},$$

де $K_{A/B}^-$ – константа обміну іонів А на іони В (риска над символом позначає тверду фазу).

Іонообмінна хроматографія широко використовується в якісному і кількісному аналізі; розділення і концентрування іонів як органічної, так і неорганічної природи.

Для проведення якісного аналізу використовують селективну сорбцію іонів на оксиді алюмінію “для хроматографії”. Якщо іони мають різну сорбовність і забарвлені, то вони можуть бути поділені на хроматографічні колонки і визначені візуально у зоні їх розміщення на колонці.

В кількісному і якісному аналізі іонообмінна хроматографія використовується для:

- 1) визначення загального вмісту солей в розчинах електrolітів;
- 2) виділення групи іонів із суміші;
- 3) концентрування речовини із сильно розведених розчинників;
- 4) видалення із розчину іонів, які заважають виконанню аналізу.

Використовують скляні колонки діаметром 1–2 см і висотою 20–30 см. Для розділення іонів звичайно беруть 10–12 г іоніту з розміром зерен 0,1–0,2 см. Встановлено, що кращі результати досягаються при відношенні $l/d = 40 - 100$ (рис. 2).

ЗМІСТ РОБОТИ полягає у тому, що при пропусканні розчину солі, що аналізується, через колонку катіоніту в H^+ -формі катіони солі обмінюються на іони водню катіоніту. При цьому виділяються іони водню в кількості, еквівалентній вмісту катіонів у розчині. Процес іонного обміну відбувається за схемою



Кількість одержаної кислоти визначають за допомогою титрування лугом.

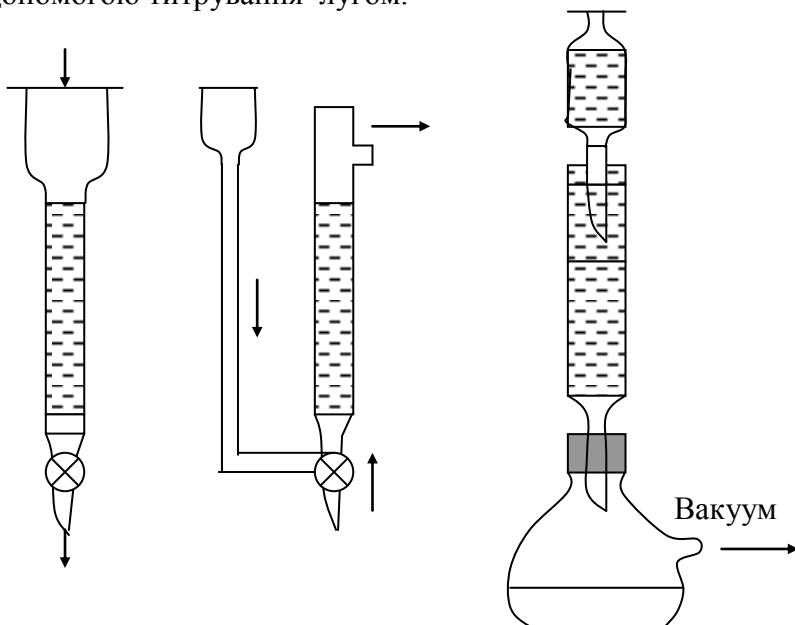


Рисунок 2 – Форми хроматографічних колонок:

- а – циліндрична із спадним потоком;
- б – циліндрична із висхідним потоком;
- в – що працює під вакуумом

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

ПРИЛАДИ І РЕАКТИВИ: КУ-2 в H^+ -формі, бюретка об'ємом 25 см^3 ; $0,1\text{ N}$ розчин $NaOH$; розчин метилоранжу; мірна колба об'ємом 100 см^3 ; піпетка об'ємом 25 см^3 ; колби для титрування об'ємами $200\text{--}250\text{ см}^3$; розчин, що аналізується.

ХІД ВИЗНАЧЕННЯ

Дослідний розчин (40–50 см³) поміщають в мірну колбу об'ємом 100 см³, розводять дистильованою водою до мітки і ретельно перемішують. 10 см³ одержаного розчину вносять в колонку, заповнену приблизно 10 г набряклого сильнокислотного катіоніту КУ–2 в Н⁺-формі. Розчин пропускають зі швидкістю 1 см³/хв, регулюючи краном на бюретці. Фільтрат збирають в мірну колбу на 100 см³.

Потім через катіоніти пропускають дистильовану воду порціями по 4–5 см³. Нову порцію води заливають після того, як рідина в колонці досягне поверхні катіоніту. Використовують 60–70 см³ дистильованої води для промивання катіоніту. Промивну воду збирають в мірну колбу із фільтратом дослідного розчину.

Вичерпність вимивання одержаної кислоти визначають за реакцією середовища. На годинникове скло відбирають 1–2 краплі фільтрату і додають краплю метилоранжу. Якщо розчин має жовте забарвлення, то вважають, що кислота повністю видалена з катіоніту. Промивання катіоніту дистильованою водою припиняють.

Суміщений фільтрат в мірній колбі доводять до мітки дистильованою водою і перемішують.

Відбирають піпеткою на 25 см³ дослідний фільтрат в конічну колбу і відтитрують 0,1 N розчином їдкою натру, використовуючи індикатор (титрування проводять не менше 2 разів і для розрахунку беруть середнє значення).

$$N_{\text{соли}} = \frac{N_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{пип}}} \cdot 10.$$

Вміст солі ($Q/2$) в мірній колбі розраховують за формулою

$$Q = \frac{N_{\text{соли}} \cdot E_{\text{соли}} \cdot V_{\text{колби}}}{1000}.$$

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1 Що покладено в основу класифікації хроматографічних методів аналізу?
- 2 Класифікація хроматографічних методів аналізу.
- 3 Чому хроматографічний метод розподілення речовин із суміші є універсальним.
- 4 Як, використовуючи іоніти, можна відокремити катіони від аніонів?
- 5 У чому полягає суть іонітної демінералізації води?
- 6 Що таке іонообмінна хроматографія?
- 7 Техніка виконання іонообмінної хроматографії.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

ТЕМА. Кількісне визначення іонів нікелю методом осадової хроматографії

МЕТА – одержати навички роботи хроматографічного визначення речовини в матеріалі.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основним фактором, який визначає розподіл речовин в осадовій хроматографії, є процес утворення важкорозчинних осадів у визначеному порядку, який

обумовлюється їх розчинністю. Зони осадових хроматограм мають чіткі границі. В осадовій хроматографії носій просочують спеціальним розчином (осадником), за який обирають речовину, яка при взаємодії з досліджуваною речовиною утворює малорозчинний осад, який здатний затримуватися на носії (рис. 3). Осадові хроматограми можуть бути одержані у колонці, на папері і у тонкому шарі.

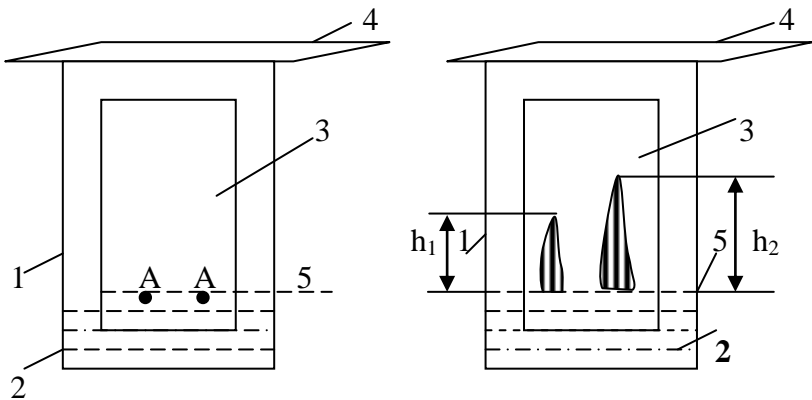


Рисунок 3 – Осадова хроматографія на папері:

1 – стакан для хроматографії; 2 – елюент; 3 – папір, просочений осадником, для хроматографії; 4 – кришка; 5 – лінія старту речовини А з різним вмістом; h_1 , h_2 – висота підйому піків речовини А залежно від концентрації

СУТЬ МЕТОДУ – в осадовій хроматографії довжина зони проходження дослідної речовини пропорційна концентрації речовини (іонів) у розчині. Кількісне визначення проводять шляхом порівняння висоти піків (пікова осадова хроматографія) дослідного розчину з

висотою піка стандартного розчину з такими самими умовами. Найбільш поширеним є метод калібрувального графіка.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

ПРИЛАДИ І РЕАКТИВИ: аналітичні терези, прилад для хроматографування; вимірювальна лінійка; мірні колби об'ємом 25 см³; скло для зважування; щільний фільтрувальний папір ("синя стрічка"), просочений 10% розчином диметилглюксиму і висушений на повітрі; 12 % водний розчин гліцерину; мікропіпетки ємністю 0,1 мл; сіль сульфату нікелю (II); досліджуваний розчин сульфату нікелю (II).

ХІД ВИЗНАЧЕННЯ

Для кількісного визначення іонів Ni⁺² спочатку будують градувальний графік. Зважують на аналітичних терезах 0,1001 г NiSO₄ і розчиняють в 0,1 N розчині HCl в мірній колбі об'ємом 25 см³. Вміст іона Ni⁺² в 1 см³ цього розчину складає 1,0 мг. Потім готують стандартні розчини і дані записують в таблицю 1.

На смужці просоченого паперу шириною 6 см і довжиною 20–22 см на відстані 2 см від нижнього краю паперу проводять олівцем стартову лінію. На однаковій відстані одна від одної мікропіпеткою наносять три краплі по 0,1 мл стандартного розчину 1. На іншому папері – відповідно до стандартного розчину 2 і 3. Одержують три смужки для осадової хроматографії, при цьому на лінії старту іони Ni⁺² з осаджувачем утворюють осад червоного кольору.

Папір поміщають у хроматографічну камеру, куди налитий 12% розчин водного гліцерину, таким чином, щоб

лінія старту була вище від поверхні розчинника. При перемішуванні проявника на папері відбувається переміщення іона, який не прореагував з осадником іона Ni^{+2} , і реагує далі з новою

Таблиця 1

Номер колби	Об'єм розчину 1, cm^3	Вміст іонів Ni^{+2} в 1 мл	Висота піка, мм	Середнє значення висоти піків, мм
1	–	1 мг	1 2 3	
2	10–12,5		1 2 3	
3	6–8		1 2 3	
Досл. розчин	–		1 2 3	

порцією осаджувача. При цьому утворюється забарвлений слід осаду (“борода”). Висота піка пропорційна концентрації іона Ni^{+2} в розчині.

По досягненні фронту розчинника верхньої частини смужки паперу хроматограму дістають з хроматографічної камери, просушують на повітрі.

Лінійкою вимірюють висоту піків і за дійсне значення беруть середнє арифметичне трьох вимірювань.

Будують графік залежності висоти піка, мм, – концентрація іонів Ni^{+2} у розчині, мг/1 мл.

Аналогічно проводять вимірювання концентрації іонів Ni^{+2} у дослідному розчині. За градууювальним графіком визначають вміст іонів Ni^{+2} в мг/1 мл.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1 У чому полягає суть хроматографічного методу аналізу.
- 2 Класифікація методів хроматографічного аналізу.
- 3 Спроба Цвета.
- 4 Осадова хроматографія.
- 5 Техніка виконання осадової хроматографії.
- 6 Що покладено в основу якісного аналізу речовин хроматографічним методом?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

ТЕМА. Відмірювання адсорбції оцтової кислоти на поверхні вугілля

МЕТА – ознайомитися з адсорбцією на межі рідкої та твердої фаз. Побудувати ізотерму адсорбції і визначити константи в рівнянні Фрейндліха.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Тіла з великою поверхнею при стисканні з газовою або рідкою фазою здатні поглинати частинну добавку її речовини, причому поглинання може відбуватися в усьому об'ємі або тільки на поверхні тіла. Явище поглинання однією речовиною інших речовин називається сорбцією. Сорбція, що відбувається на поверхні тіла, називається адсорбцією, а в товщі поглиначи – абсорбцією. Речовину,

яка адсорбується, називають адсорбатом, а тверде тіло, на якому вона адсорбується - адсорбентом. Відповідно для абсорбції – абсорбат і абсорбент.

Адсорбція залежить від природи поглинача і речовини, яка поглинається, температури та концентрації розчину (тиску газу). Як адсорбенти застосовуються силікагель, глини (гідрофільні), вугілля, парафін, тальк (гідрофобні). Чим більша різниця в полярності між адсорбованою речовиною і адсорбентом, тим вища адсорбція.

Адсорбція може відбуватися за рахунок молекулярних сил (фізична) і хімічного зв'язку в результаті обміну електронів, які передаються від адсорбату адсорбенту (хемосорбція).

Залежність адсорбції від концентрації розчину (тиску газу) виражається у вигляді рівняння ізотерми адсорбції Ленгмюра

$$a = a_{\infty} \frac{K \cdot c}{1 + K \cdot c},$$

де a , a_{∞} – адсорбція, гранична адсорбція, г/моль; C – молярна концентрація розчину в момент адсорбційної рівноваги, моль/л; K – стала.

При адсорбції з газового середовища величина C замінюється пропорційною їй величиною тиску

$$P = k \cdot C,$$

де k – константа, що залежить від хімічної природи та фізичного стану адсорбенту та адсорбованої речовини.

Часто залежність адсорбції від концентрації виражають емпіричним рівнянням Фрейндліха

$$\frac{X}{m} = a = \beta \cdot C^{1/n},$$

де X – кількість розчиненої речовини, адсорбована масою (m) поглинача, яка перебуває в адсорбційній рівновазі; β , n – константи, причому $n < 1$.

Для зручності користування рівняння Фрейндліха логарифмують:

$$\lg \frac{X}{m} = \lg \beta + \frac{1}{n} \lg C.$$

Одержане рівняння є рівнянням прямої лінії (рис.5). На осі ординат відкладають величину $\lg X/m$, а на осі абсцис – $\lg C$. Тоді відрізок OA дає величину $\lg \beta$, а тангенс кута нахилу до осі абсцис дає величину $1/n$.

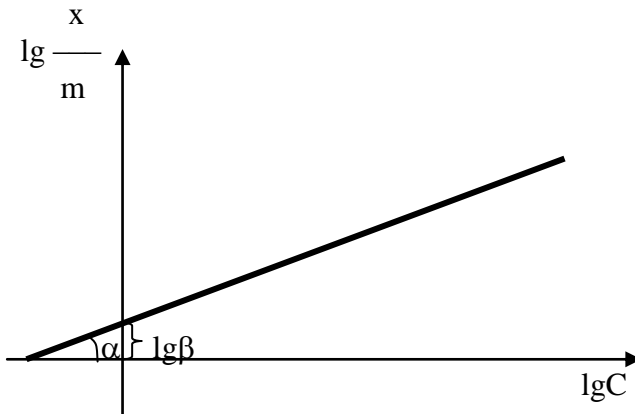


Рисунок 5 – Ізотерма адсорбції Фрейндліха в координатах

$$\lg \frac{x}{m} = f(\lg C)$$

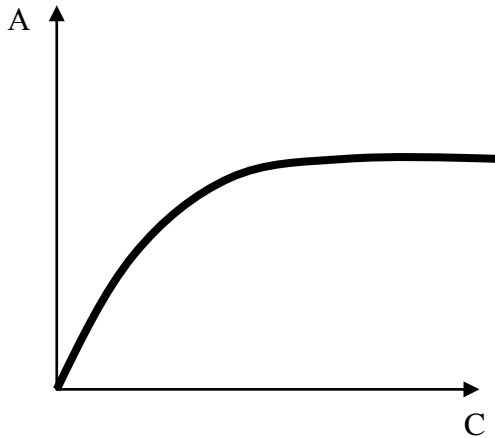


Рисунок 6 – Ізотерма адсорбції

Адсорбція широко застосовується для очистки повітря від шкідливих газів, в протигазах; для очистки рідин від сторонніх домішок.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

МАТЕРІАЛИ І РЕАКТИВИ: активоване вугілля, фільтрувальний папір, лійки для фільтрування, колби об'ємом 50 см^3 , бюретки, конічні колби, піпетки, мірна колба місткістю 1000 см^3 , $0,1 \text{ н}$ розчин їдкого натру, спиртовий розчин фенолфталеїну, 2 н розчин CH_3COOH .

ХІД ВИЗНАЧЕННЯ

В чотири пронумеровані колби вносять по 50 см^3 дистильованої води. В першу колбу доливають 50 см^3 2 н розчину CH_3COOH , перемішують. Потім відбирають з неї 50 см^3 розчину і переносять в другу колбу, перемішують. Із другої колби відбирають 50 см^3 розчину і переносять в

третю, перемішують, а потім із третьої знову відбирають 50 см³ розчину і переносять в четверту, перемішують, відбирають 50 см³ розчину і виливають. Отримали серію розчинів, концентрації яких вдвічі менші, ніж концентрації попередніх розчинів.

Визначають точну концентрацію оцтової кислоти в кожній із колб. Для цього відбирають піпеткою 2 см³ розчину оцтової кислоти і титрують 0,1 н розчином NaOH за фенолфталеїном. Концентрацію оцтової кислоти розраховують за формулою

$$C_K = \frac{N_n \cdot C_n}{N_K}$$

Результати заносять до таблиці 2.

Таблиця 2

Номер колби	C ₀ , моль/л	C _i , моль/л	X, моль	X/m, моль/кг	lgC _i	X lg----- m
1						
2						
3						
4						

До всіх чотирьох колб додають по одному граму активованого вугілля і залишають на 40 хв, періодично струшуючи.

Готують чотири чисті колби з лійками та сухими фільтрами. Через 40 хв від початку адсорбції фільтрують усі 4 розчини. Перші мілілітри фільтрату відкидають.

Визначають рівноважні концентрації оцтової кислоти. Для цього відбирають по 2 мл фільтрату із кожної

колби і титрують окремо 0,1 н NaOH за фенолфталеїном. Розраховують концентрації оцтової кислоти і результати заносять до таблиці 9.

Число молей поглинутої кислоти (X) визначають за формулою

$$X = (C_0 - C_i) V.$$

На основі одержаних даних будують ізотерми адсорбції Фрейндліха в звичайному (рис.5) та логарифмічному вигляді (рис.6). Визначають коефіцієнти в рівнянні Фрейндліха. Записують рівняння Фрейндліха для адсорбції оцтової кислоти на активованому вугіллі.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1 Адсорбційні процеси на межі поділу фаз рідина – газ. Рівняння Гібса. Вплив чинників на адсорбцію.
- 2 Адсорбційні процеси на межі поділу фаз рідина - тверде тіло.
- 3 Залежність адсорбції від концентрації (ізотерма адсорбції, рівняння Фрейндліха, рівняння Ленгмюра).
- 4 Адсорбція із розчинів слабких електролітів.
- 5 Обмінна адсорбція.
- 6 Визначення адсорбції оцтової кислоти на активованому вугіллі.
- 7 Практичне використання процесу адсорбції.
- 8 50 мл розчину оцтової кислоти з концентрацією 0,1 моль/л збовтували з 5 г активованого вугілля. Адсорбент відфільтрували. На титрування 10 мл фільтрату витратилося 15 мл NaOH з концентрацією 0,05 моль/л. Визначити величину адсорбції.
Відповідь: $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/г, $1,5 \cdot 10^{-2}$ г/г.
- 9 Обчислити величину адсорбції поверхнево-активованої речовини, якщо при зміні об'ємної

концентрації в розчині від 0,028 моль/л до 0,056 моль/л
поверхневий натяг розчину змінився від $4,33 \cdot 10^{-2}$ Н/м
до $2,16 \cdot 10^{-2}$ Н/м. $T = 293$ К.

Відповідь: $1,34 \cdot 10^{-5}$ моль/м².

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

ТЕМА. Поверхневий натяг

МЕТА – практично ознайомитися з вимірюванням поверхневого натягу.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Шар рідини, який прилягає до поверхні, з товщиною, що дорівнює радіусу сфери молекулярної дії, називають поверхневим шаром. Переміщення молекул з глибини рідини в поверхневий шар потребує витрати роботи на подолання сил молекулярного притягання.

Робота, яку потрібно витратити для збільшення поверхні рідини на одиницю, є поверхневим натягом. Поверхневий натяг можна розглядати і як силу, діючу на одиницю довжини контуру поверхні рідини, яка прагне скоротити цю поверхню.

Вимірювання поверхневого натягу відбувається методом відриву крапель. Наближено вимірювання поверхневого натягу рідини може бути проведене за допомогою приладу, який називається сталагмометром. Відрив краплі настає тоді, коли її маса буде на дуже малу величину перебільшувати силу поверхневого натягу. Практично можна сказати, що в момент відриву краплі маса її урівноважується поверхневим натягом.

Сталагмометр – це трубка, яка має розширення (1), вище і нижче якого нанесені риски А і В. Через капілярний отвір (2) рідина витікає у вигляді крапель.

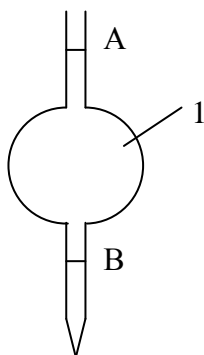


Рисунок 7 – Будова сталагмометра:
1 – розширення; 2 – капілярний отвір; А, В – риски

Сталагмометр закріплюють в штативі у вертикальному положенні. Потім всмоктують рідину через гумову трубку, яка надіта на верхній край капіляра, так, щоб рівень рідини був вищий від верхньої риски. Дають можливість рідині витікати із сталагмометра. Коли рівень рідини дійде до верхньої риски, починають лічити краплі і продовжують лічити доти, поки рідина у сталагмометрі не дійде до нижньої риски. Дослід повторюють кілька разів і беруть середню кількість крапель для розрахунків.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

ОБЛАДНАННЯ, РЕАКТИВИ І МАТЕРІАЛИ: сталагмометр, штатив, 1 М розчин ізопропілового, пропілового, амілового спиртів.

ХІД ВИЗНАЧЕННЯ

ДОСЛІД 1 *Залежність поверхневого натягу від природи речовини*

У сталагмометр за допомогою груші всмоктують дистильовану воду вище риски А.

Затискають верхній отвір пальцем і доводять рівень води до риски А. Потім відпускають палець і лічать кількість крапель води до риски В. Повторюють вимірювання не менше трьох разів.

Аналогічно проводять вимірювання для дослідних розчинів. Дані заносять до таблиці 3.

Таблиця 3

Речовина	Питома вага рідини	Кількість крапель	Кількість крапель (середня)	Поверхневий натяг, Н/м
Вода дистильована		1		0,07253
		2		
		3		
Етиловий спирт		1		
		2		
		3		
Ізопропіловий спирт		1		
		2		
		3		
Аміловий спирт		1		
		2		
		3		

Поверхневий натяг рідини розраховують за формулою

$$\sigma = \frac{d \cdot n_0}{d_0 \cdot n} \sigma_0,$$

де d , d_0 – питома вага рідини і води відповідно, г/см³;
 n , n_0 – кількість крапель рідини і води відповідно.

Роблять висновок залежності поверхневого натягу від природи речовини.

ДОСЛІД 2 *Залежність поверхневого натягу від концентрації поверхнево-активної речовини в розчині*

Приготувати 0,15 ; 0,1 ; 0,05 і 0,025 молярні розчини в мірних колбах об'ємом 25 см³ шляхом розведення водою 0,2 М розчину ізоамілового спирту. 0,2 М розчин ізоамілового спирту готують в мірній колбі об'ємом 100 см³. $d_{\text{спирту}} = 0,81 \text{ г/см}^3$;

Виміряти поверхневий натяг всіх розчинів послідовно на сталагмометрі, як описано в досліді 1, починаючи з мінімальної концентрації. Кожний розчин виміряти не менше трьох разів і взяти середнє значення. Дані занести до таблиці 4. Розрахувати поверхневий натяг

Таблиця 4

Концентрація спиртового розчину	Кількість крапель	Середнє значення кількості крапель	Поверхневий натяг, Н/м
0,025 М			
0,5 М			
0,1 М			
0,15 М			
0,2 М			
Дистильована вода*			
* Поверхневий натяг води при температурі вимірювання взяти з довідника.			

і побудувати криву ізотерми поверхневого натягу, відкладаючи на осі ординат σ , а на осі абсцис – концентрацію C .

Користуючись побудованою кривою, можна розрахувати величину питомої адсорбції за рівнянням Гіббса

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}.$$

У наближеному розрахунку можна взяти

$$\frac{\Delta\sigma}{\Delta C} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{C_1 - C_2},$$

$$C_{\text{сер}} = \frac{C_1 + C_2}{2},$$

де $\sigma_1 - \sigma_2$ – різниця двох значень поверхневого натягу, виміряного при близьких концентраціях C_1 і C_2 . Результати розрахунків заносять до таблиці 5.

Таблиця 5

Кон- центра- ція роз- чину, моль/л	σ	ΔC	$\Delta\sigma$	$\frac{\Delta\sigma}{\Delta C}$	$C_{\text{сер}}$	Абсор- бція, моль — см ²

Будують графік залежності $\Gamma = f(C_{\text{сер}})$ і за ним визначають Γ_{∞} . Розраховують площину, яку займає одна молекула в поверхневому шарі, і товщину адсорбційного шару.

Зробити висновок залежності поверхневого натягу від концентрації поверхнево–активної речовини.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1 Що таке поверхневий натяг?
- 2 Що таке вільна поверхнева енергія?
- 3 Від яких факторів залежить поверхневий натяг?
- 4 Методи визначення поверхневого натягу.
- 5 Які речовини відносять до поверхнево–активних речовин і поверхнево–інактивних речовин?
- 6 Як впливають ПАР і ППР на поверхневий натяг?
- 7 Як замінюється поверхневий натяг розчинів залежно від температури, концентрації ПАР?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барковский В.Ф., Городенцева Т.Б., Топорова Н.Б. Основы физико-химических методов анализа. -М.: Высшая школа, 1983. – 343 с.
2. Рэвич-Щербо И.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия, 1975. – 256 с.
3. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1989. – 238 с.
4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1989. – 464 с.
5. Усков І.О., Єременко Б.В., Пелішенко С.С., Нижник В.В. Колоїдна хімія з основами фізичної хімії високомолекулярних сполук. – Київ: Вища школа, 1995. – 142 с.
6. Болдырев А.И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1983. – 402 с.
7. Сенявин М.М. Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ. – М.: Химия, 1980. – 278 с.
8. Фролов Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. – М.: Химия, 1986. – 286 с.