

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології і землеустрою
Кафедра хімії та фізики

05-06-156М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Органічна та фізична хімія»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна
інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
професійно-орієнтованої компоненти «Інженерія будівельних
матеріалів» денної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 1 від 29.08.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Органічна та фізична хімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» професійно-орієнтованої компоненти «Інженерія будівельних матеріалів» денної форми навчання. [Електронне видання] / Буденкова Н. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 36 с.

Укладачка: Буденкова Н. М., к.х.н., доцентка кафедри хімії та фізики.

Відповідальний за випуск: Мороз М. В., д.х.н., професор, завідувач кафедри хімії та фізики.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Караван В. В.

Попередня версія МВ: 05-06-77

© Н. М. Буденкова, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	4
Лабораторна робота №1 „Вивчення кінетики гомогенної хімічної реакції”.....	5
Лабораторна робота №2 „Зміщення рівноваги гомогенної хімічної реакції”.....	8
Лабораторна робота №3 „Вивчення адсорбції ацетатної кислоти активованим вугіллям”.....	9
Лабораторна робота №4 „Одержання та властивості колоїдних розчинів”.....	14
Лабораторна робота №5 „Одержання та властивості золю та драглів силікатної кислоти”.....	17
Лабораторна робота №6 „Визначення модулю силікатної кислоти”.....	21
Лабораторна робота №7 „Одержання та властивості аліфатичних вуглеводнів”.....	27
Лабораторна робота №8 „Властивості біфункціональних органічних сполук”.....	31
Лабораторна робота №9 „Добування та властивості полімеризаційних та поліконденсаційних високомолекулярних сполук (ВМС)”.....	32
ЛІТЕРАТУРА	35

ПЕРЕДМОВА

Головна мета методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни „Органічна та фізична хімія” – допомогти студентам засвоїти експериментальні методи вивчення кінетики та рівноваги хімічних реакцій, властивостей дисперсних систем та колоїдних розчинів, хімії сполук Силіцію, властивостей органічних сполук, які здатні до утворення полімерів.

Вимоги одержання допуску до виконання лабораторної роботи:

а) знання теоретичного матеріалу теми, методики виконання роботи, вміння користуватися необхідними приладами, посудом, хімічними реактивами;

б) наявність лабораторного зошиту, в якому записано назва роботи і мета, послідовність її виконання, таблиця для запису одержаних даних;

в) знання правил техніки безпеки при роботі з реактивами і приладами, які застосовуються в даній роботі.

Допуск до виконання роботи кожен студент одержує шляхом індивідуальної співбесіди з викладачем.

Вимоги по оформленню виконаної лабораторної роботи:

а) одержані результати роботи заносять в таблицю і підписують у викладача;

б) проводять відповідні розрахунки, їх математичну обробку, вказують розмірність одержаних величин. Необхідні графіки будують на міліметровому папері, координати точок наносять на площині і обводять кружком, позначають трикутником, квадратом або хрестом. Точки з'єднують усереднюючою кривою, не застосовуючи точки, які випадають і визначають необхідні величини з графіку;

в) для обробки експериментальних даних можна застосовувати засоби обчислювальної техніки.

Повністю оформлену роботу студент повинен представити викладачу і захистити на наступному занятті.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ВИВЧЕННЯ КІНЕТИКИ ГОМОГЕННОЇ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ

Хімічна кінетика вивчає швидкість хімічних процесів та залежність такої швидкості від різних факторів.

Швидкістю хімічної реакції називається зміна концентрації будь-якої речовини, що бере участь у реакції, за одиницю часу. Швидкість реакції на даний момент дорівнює:

$$V = \pm \frac{dC}{d\tau}.$$

Ця похідна береться за знаком „-“, якщо C – концентрація вихідної речовини, і зі знаком „+“, якщо C – концентрація продукту реакції.

За законом діючих мас швидкість реакції пропорційна до добутку концентрації реагентів.

Для реакції $aA + bB = eE + fF$ швидкість реакції $V = kC_A^a \cdot C_B^b$.

У загальному випадку $V = kC_A^m \cdot C_B^n$, тобто показники ступеня при концентраціях не обов'язково дорівнюють стехіометричним коефіцієнтам.

Рівняння для швидкості реакції називається **кінетичним рівнянням реакції**. Стала k називається **константою швидкості реакції**. Вона дорівнює швидкості реакції при концентраціях реагентів, що дорівнюють одиниці.

Розрізняють молекулярність і порядок реакції. **Молекулярність реакції** визначається кількістю частинок, які беруть участь у кожному елементарному акті реакції. Існують моно-, бі-, тримолекулярні реакції. Схематично їх можна подати рівняннями:

$A = B + C$ – мономолекулярна реакція

$A + B = C + E$ або $2A = B + C$ – бімолекулярна реакція

Порядком реакції називають суму показників ступенів при концентраціях компонентів у кінетичному рівнянні реакції.

Для наведеної реакції порядок дорівнює $m + n$. Порядок реакції може бути цілим, дробовим або нульовим. Молекулярність і порядок реакції часто не збігаються внаслідок того, що реакція, як правило, складається з низки послідовних стадій, які мають різну

швидкість. При цьому швидкість реакції визначається швидкістю найповільнішої стадії.

Згідно з наближеним правилом Вант-Гоффа, підвищення температури на 10 К збільшує швидкість реакції у 2-4 рази:

$$\gamma = \frac{K_{T+10}}{K_T} = 2 \dots 4,$$

де γ – температурний коефіцієнт швидкості реакції, постійний у невеликому інтервалі температур.

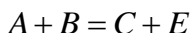
У загальному випадку температурний коефіцієнт швидкості реакції можна розраховувати за константами швидкості для двох будь-яких температур:

$$\frac{K_{T+10n}}{K_T} = \gamma^n,$$

де n – будь-яке ціле або дрібне число.

Порядок реакції можна встановити лише експериментально, вивчаючи зміну концентрації реагентів у часі. Здобуті дані підставляють у формули констант швидкості реакції першого, другого, третього порядку. Рівняння, яке дає постійне значення константи, відповідає порядку реакції.

Порядок однієї й тієї самої реакції може бути різним залежно від співвідношення концентрацій компонентів. Так, швидкість реакції:

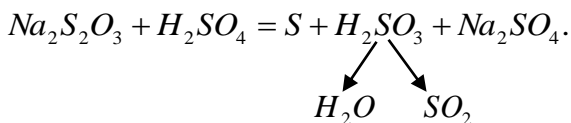


подається рівнянням $V = kC_A C_B$ (другий порядок).

Але якщо одну з речовин (наприклад, B) взяти у великому надлишку, то концентрація її практично не буде змінюватися, тому концентрацію C_B можна включити в константу, і тоді швидкість реакції $V = kC_A$ (перший порядок).

Методика виконання роботи

Класичним прикладом гомогенної реакції є взаємодія між розчинами натрій тіосульфату і сульфатної кислоти, яка відбувається за рівнянням:



Сірка утворює з водою колоїдний розчин – з'являється ледь помітна каламуть.

Для визначення швидкості реакції необхідно виміряти секундоміром час від моменту зливання розчинів до появи каламуті. Знаючи час перебігу реакції τ , легко визначити відносну швидкість реакції, яка є величиною, оберненою часу: $v = 1/\tau$.

На стінках восьми сухих пробірок проставте восковим олівцем номери: 1, 2, 3, 4, 1а, 2а, 3а, 4а. В перші чотири пробірки налейте з бюретки (відлік за нижнім меніском) по 6 мл 2н розчину сульфатної кислоти. В інші чотири пробірки налейте з бюреток вказане в таблиці число мілілітрів розчину натрій тіосульфату і води. Наведену таблицю перепишіть в лабораторний журнал.

Влийте вміст пробірки 1а в пробірку 1 та в той же час увімкніть секундомір, перемішайте розчини в пробірці, затуливши отвір її великим пальцем і перевертаючи дном доверху і назад. Як тільки помітите слабку каламуть, вимкніть секундомір. Запишіть результат в таблицю.

№ пробірки	Об'єм, мл		Відносна концентрація $Na_2S_2O_3$ $\frac{a}{a+b}$	Час (за секундоміром), τ	Швидкість реакції $\times 100$ $v = \frac{100}{\tau}$
	розчину $Na_2S_2O_3$ а	H_2O b			
1а	6	0	1		
2а	4	2	2/3		
3а	3	3	1/2		
4а	2	4	1/3		

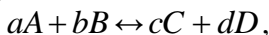
Зробіть аналогічні досліди з розчинами в усіх інших пробірках. За одержаними даними побудуйте на міліметровому папері графік залежності між швидкістю реакції (ось ординат) і концентрацією (ось абсцис). Зручний масштаб: максимальна концентрація 9 см, максимальна швидкість 8 см. Графік вклейте в журнал.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ЗМІЩЕННЯ РІВНОВАГИ ГОМОГЕННОЇ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ

Більшість хімічних реакцій відбуваються не до повного зникнення вихідних речовин, а до певного стану хімічної рівноваги, при якому в реакційній суміші присутні як продукти реакції, так і вихідні речовини. У стані хімічної рівноваги концентрації всіх учасників реакції залишаються незмінними в часі за незмінних зовнішніх умов. Склад рівноважної суміші характеризується тим, що в ній концентрації вихідних речовин і концентрації кінцевих продуктів перебувають між собою в певному співвідношенні, яке визначається константою рівноваги.

Хімічні реакції, усі реагенти яких перебувають в одній фазі, називаються **гомогенними**. Прикладом гомогенних хімічних реакцій можуть бути реакції в розчинах.

Для хімічної реакції, записаної в загальному вигляді рівнянням



константа рівноваги задається рівнянням

$$K_C = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b},$$

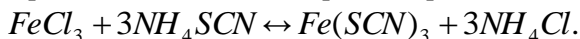
де C – рівноважні концентрації учасників реакції.

Константа рівноваги для даної реакції залежить тільки від температури і не залежить від концентрації учасників реакції.

Система перебуває в стані хімічної рівноваги при незмінних температурі, концентрації реагентів і тиску (якщо хоча б один з реагентів – газ). Якщо ж змінити хоча б одну з цих умов, швидкості прямої та зворотної реакцій змінюються неоднаково, рівновага порушиться. Через деякий час знову настане рівновага, але вже за нових умов, рівноважні концентрації її учасників вже будуть іншими. Процес переходу системи з одного стану рівноваги в інший називається зміщенням рівноваги. Напрямок зміщення рівноваги визначається наступним чином: якщо на систему, що знаходиться в рівновазі, чинити зовнішню дію, яка порушує рівновагу, в ній довільно відбуваються зміни, направлені на зменшення цієї дії.

Методика виконання роботи

Зміщення рівноваги вичаємо на прикладі рівноважної реакції:



Розчин ферум(III) тіоціанату, який утворюється, забарвлений в червоний колір. По зміні інтенсивності цього забарвлення можна судити про зміщення рівноваги.

В чотири пробірки внести по 10-20 крапель розведених розчинів $FeCl_3$ і NH_4SCN . Струсити вміст пробірок та поставити їх в штатив. В одну з пробірок додати декілька кристалів $FeCl_3$, в другу – NH_4SCN , в третю – NH_4Cl , четверту залишити для порівняння забарвлення.

Розчини перемішати скляними паличками. Відмітити зміну інтенсивності забарвлення у кожному випадку. Написати вираз константи рівноваги даної реакції. В якому напрямку зміщується рівновага при додаванні: а) $FeCl_3$; б) NH_4Cl ; в) NH_4Cl ? Пояснити результати, виходячи з принципу Ле Шательє.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ВИВЧЕННЯ АДСОРБЦІЇ АЦЕТАТНОЇ КИСЛОТИ АКТИВОВАНИМ ВУГІЛЛЯМ

Поверхня поділу фаз завжди є місцем виникнення силового поля внаслідок некомпенсованості молекулярних сил у міжфазному поверхневому шарі. Виникнення поверхні поділу між двома фазами супроводжується збільшенням вільної енергії (енергії Гіббса) на поверхні поділу.

Високодисперсні колоїдні системи через значну величину питомої поверхні, $s_{плт}$, мають значну поверхневу енергію Гіббса σ . Для сферичних часточок $s_{плт} = 6/d$, (d – діаметр частинки). Часто питому поверхню, $s_{плт}$, відносять до маси, m , дисперсної фази (дисперсійного середовища), тоді необхідно враховувати густину речовини, ρ . Для сферичних частинок $s_{плт} = 6/(d \cdot \rho)$.

Більшість явищ, які вивчаються в колоїдній хімії (капілярні явища, адсорбція, змочування, розтікання), є наслідком існування

надлишкової поверхневої енергії. Відповідно до другого закону термодинаміки самовільно відбуваються процеси, спрямовані у бік зменшення величини G^S (G^S – надлишкова вільна енергія поверхні в ізобарно-ізотермічних умовах).

Адсорбцією називають самовільну зміну концентрації компонента в поверхневому шарі в порівнянні з об'ємною фазою, віднесено до одиниці площі поверхні (на латині *sorbeo* означає "поглинаю", а *ad* означає „на”). Звичайно адсорбцію виражають у моль/м². Термін „адсорбція” об'єднує широке коло таких різних явищ, як адсорбція газів на твердій поверхні силікагелю або активованого вугілля (зокрема, це явище використовується у протигазах), адсорбція барвників на волокні (фарбування тканин) та інші. У деяких випадках адсорбція може викривляти результати досліджень, що проводяться без її урахування (через адсорбцію речовин на стінках посуду, на поверхні осадів тощо).

Розчинену речовину або газ, що адсорбується, називають **адсорбтивом**, речовину, що їх адсорбує – **адсорбентом**, а адсорбовану речовину – **абсорбатом** (за термінологією М.П.Пескова, адсорбат має назву "адсорбційний комплекс"). Про **позитивну адсорбцію** компонента говорять, якщо його концентрація в поверхневому шарі більша, ніж в об'ємній фазі, якщо ж концентрація цього ж компонента в поверхневому шарі менша, мова йде про **негативну адсорбцію**.

Процес, що є зворотним до адсорбції, називається десорбцією. В однокомпонентній системі можлива автоадсорбція. Можна дати ще одне визначення: **адсорбція** – це згущення розчиненої або газоподібної речовини на поверхні твердого тіла або рідини. Розрізняють **фізичну** (молекулярну, ван-дер-ваальсову) адсорбцію і **хімічну** (хемосорбцію). Йонний обмін є ще одним різновидом адсорбції. **Фізична адсорбція** завжди оборотна і вона відбувається самовільно. Рушійною силою фізичної адсорбції є спрямування системи до зменшення надлишкової поверхневої енергії шляхом зниження поверхневого натягу σ .

Хемісорбція необоротна. Іноді відбувається навіть зростання G^S , але для процесу утворення адсорбату в цілому: $\Delta G < 0$. Фактично мова йде про хімічну реакцію на поверхні. Отже, хемісорбція – це двовимірна хімічна реакція, що не виходить за межі поверхневого шару. Наприклад, внаслідок хемісорбції кисню

на поверхні заліза продукти взаємодії (оксиди) утворюють плівку, непроникну для агресивних газів.

Завдяки явищу адсорбції можливе прискорення хімічних реакцій (гетерогенний каталіз). Адсорбент, згущуючи та орієнтуючи на своїй поверхні молекули одного або декількох учасників реакції, сприяє перебігу реакції, але сам до неї не вступає.

Величина адсорбції залежить від поверхні адсорбенту, природи адсорбтиву і його концентрації (тиску у випадку газів), температури та інші. Адсорбат прагне зайняти всю поверхню адсорбенту. Але цьому перешкоджає зворотний процес – десорбція, викликана прагненням до рівномірного розподілу речовини. Для кожної концентрації адсорбтиву в середовищі, що оточує адсорбент, існує стан **адсорбційної рівноваги**.

Однією з особливостей адсорбції є **селективність (вибірковість)**, яка полягає в неоднаковій здатності компонентів розчину до адсорбції на поверхні. Кількісно це явище характеризується **коефіцієнтом розділення** – відношенням коефіцієнтів розподілу компонентів, що адсорбуються, який показує, у скільки разів відношення величин адсорбції компонентів, що розділяються, більше відношення їх рівноважних концентрацій в об'ємі розчину. Але коефіцієнти розподілу і розділення не залежить від співвідношення між кількостями адсорбенту (його поверхні) й розчину і тому не можуть характеризувати розподіл маси речовини між цими двома фазами.

Розподіл маси речовини характеризується **ступенем витягання 1 ступенем розділення**. **Ступінь витягання** – це відношення кількості речовини в одній з рівноважних фаз (в об'ємі розчину або в поверхневому шарі) до загальної її кількості; виражається в частках і процентах. Ступінь розділення визначається відношенням ступенів витягання компонентів, що розділяються.

Найбільш істотним чинником, який впливає на селективність адсорбції, є спорідненість компонентів до поверхні адсорбенту і до розчинника. Для прогнозування адсорбції речовин широко використовується правило зрівнювання полярності, запропоноване П.О. Ребіндером, згідно з яким речовина може адсорбуватися на поверхні поділу фаз, якщо внаслідок її адсорбції буде зрівнюватися полярність цих фаз. Інакше кажучи, адсорбція речовини *S* на межі

поділу фаз, утворених речовинами A і B , буде відбуватися, якщо полярність речовини C лежить між значеннями полярності речовин A і B . Оскільки полярність речовини можна охарактеризувати за допомогою величини діелектричної проникності ϵ , то умовою для адсорбції сполуки C є: $\epsilon_A > \epsilon_C > \epsilon_B$ або $\epsilon_B > \epsilon_C > \epsilon_A$.

Саме на цьому засноване практичне застосування полярних адсорбентів (силікагель) для адсорбції поверхнево-активних речовин з неполярних середовищ, а неполярних адсорбентів (вугілля) – для адсорбції з полярних середовищ. Як приклад можна навести адсорбцію масляної кислоти з її розчину в бензені на силікагелі та адсорбцію масляної кислоти на вугіллі з її водного розчину. Причому діелектрична проникність цих речовин зменшується в ряду: силікагель > вода > масляна кислота > бензен > вугілля, а адсорбція відбувається відповідно до рядів: вода > масляна кислота > вугілля; силікагель > масляна кислота > бензен.

Мета роботи. Вивчення адсорбційної рівноваги на межі поділу твердий адсорбент-розчин.

Прилади та реактиви. Мірна колби на 100 мл, конічні колби на 250 мл, лійки, фільтрувальний папір, механічна мішалка, бюретки. 0,1н розчин $NaOH$, фенолфталеїн, 0,5н розчин ацетатної кислоти, активоване вугілля.

Методика виконання роботи

Для вивчення адсорбції ацетатної кислоти на активованому вугіллі з вихідного розчину CH_3COOH методом послідовного розведення приготують шість розчинів кислоти по 100 мл (концентрації вказує викладач). Активоване вугілля ретельно розтирають у ступці, а потім зважують шість порцій по 1,0 г.

До 100 мл кожного з приготованих розчинів ацетатної кислоти додають по 1,0 г вугілля, після чого закриті колби з вмістом збовтують на механічній мішалці протягом 30 хв. Потім розчини відфільтровують, а в отриманому фільтраті визначають концентрації кислоти після адсорбції.

Концентрацію вихідного розчину ацетатної кислоти і розчинів після адсорбції та фільтрації визначають титрування розчином $NaOH$ з відомою концентрацією в присутності фенолфталеїну до появи стійкого слабо-рожевого забарвлення розчину, що

досліджується. Концентрацію кислоти розраховують за співвідношенням:

$$c_K V_K = c_L V_L,$$

де c_K і c_L – концентрації розчинів ацетатної кислоти і $NaOH$ (моль/л); V_K – об'єм кислоти, що був взятий для титрування; V_L – об'єм лугу, що пішов на титрування. Для титрування беруть три порції розчину, що аналізується. Концентрацію розраховують як середнє арифметичне результатів титрування трьох порцій.

Величина адсорбції A визначається за різницею концентрацій розчину ацетатної кислоти до (c_0) в після (c) адсорбції:

$$A = \frac{c_0 - c}{m} \cdot V,$$

де m – маса вугілля; V – об'єм розчину кислоти, що був взятий для дослідю.

Будують ізотерму адсорбції в координатах $1/A$ від $1/c$ і визначають A_∞ і K . Усі результати заносяться до таблиці:

№ колби	V_K	V_L	C_0	c	$\Delta c = c_0 - c$	A	$1/A$	$1/c$	A_∞	K

За рівнянням $S_{пит.} = A_\infty \cdot N_A \cdot S_M$ (S_M – площа, яку займає одна молекула адсорбенту в насиченому адсорбційному шарі; N_A – число Авогадро). розраховують питому поверхню адсорбенту, $s_{пит.}$, вважаючи, що площа, яку займає одна молекула, s_M , для багатьох одноосновних жирних кислот становить $0,2 \text{ н} \cdot \text{м}^2$.

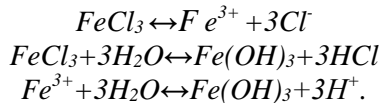
Обробка експериментальних даних

1. Занести в таблицю експериментальні дані.
2. Побудувати залежність у координатах $1/A-1/c$ і визначити A .
3. Розрахувати константу адсорбційної рівноваги K .
4. Розрахувати питому концентрацію адсорбенту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

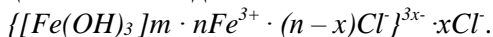
Гетерогенними дисперсними системами називаються системи, які складаються з дисперсної фази та дисперсійного середовища, які є взаємно розчинними. **Колоїдними розчинами** або **золями** називають гетерогенні дисперсні системи, де діаметр частинок дисперсної фази знаходиться в межах $10^{-9} < d < 10^{-7}$ м. **Колоїди** поділяють на **ліофобні** та **ліофільні**. Характерною особливістю ліофобних колоїдів є те, що між часточками дисперсної фази і дисперсійним середовищем немає взаємодії (Ag_2S , $AgCl$, колоїдна сірка), тоді як ліофільні колоїди характеризуються взаємодією, наприклад, розчин крохмалю, білки. Добувають колоїдні розчини методом диспергування, конденсації та в результаті гідролізу солей багатозарядних залишків слабких електролітів, таких, як $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, в результаті реакції обміну між солями.

Внаслідок електролітичної дисоціації реагентів і гідролізу солі в розчині спостерігається наявність таких йонів



Всередині міцели утворюється агрегат, який складається з m молекул $Fe(OH)_3$. Згідно з правилом Панета – Фаянса, n йонів Fe^{3+} адсорбуються на поверхні агрегату, утворюючи шар потенціал утворюючих йонів, які, в свою чергу наближують (притягують) до себе частину протийонів $x \cdot Cl^-$. Агрегат разом з адсорбованими на ньому потенціал-йонами називається **ядром міцели**. Ядро і адсорбований шар протийонів складають колоїдну часточку або гранулу. Колоїдна часточка має величину заряду, який складається з суми потенціалутворюючих йонів і протийонів адсорбційного шару. Знак заряду колоїдної часточки завжди такий самий, який має потенціал йон. Заряд гранули компенсується зарядами йонів протилежного знаку дифузного шару, тому в цілому міцела є електронейтральною часточкою. Отже, у міцели розрізняють агрегат, ядро, адсорбційний шар, колоїдну часточку і дифузний шар протийонів.

Формула міцели має вигляд



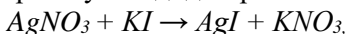
На межі різнойменно заряджених адсорбційного і дифузного шарів міцели виникає подвійний електричний шар, потенціал якого називається **електрокінетичним** або **дзета (ζ -) потенціалом**.

Мета роботи. Вивчення способів добування колоїдних розчинів, визначення знаку заряду одержаних золів.

Обладнання та реактиви. Конічна колба на 100 мл, мірні циліндри, фільтрувальний папір, стакани, 0,05 н. KI , 0,05 н. $AgNO_3$, 2% $FeCl_3$, розчин $K_4[Fe(CN)_6]$.

Методика виконання роботи

4.1. Одержання золів аргентум йодиду. Щоб приготувати колоїдний розчин аргентум йодиду необхідно змішати мало концентровані розчини аргентум нітрату і калій йодиду. При цьому утворюється аргентум йодид за рівнянням



$$DP_{AgI} = 9.7 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л.}$$

При змішуванні відносно концентрованих розчинів калій йодиду і аргентум нітрату випадає осад аргентум йодиду. При змішуванні мало концентрованих розчинів утворюються кристали аргентум йодиду колоїдного ступеня дисперсності.

Залежно від того, надлишок якого реагенту буде взято – аргентум нітрату чи калій йодиду, колоїдні часточки аргентум йодиду набувають позитивного або негативного заряду. При надлишку аргентум нітрату в розчині після реакції зберігається певна частина йонів Ag^+ , які адсорбуються кристалами AgI . В цьому випадку часточки AgI набувають позитивного заряду. Якщо буде надлишок калій йодиду то в розчині після реакції з аргентум нітратом залишиться певна кількість йонів I^- , які адсорбуються часточками AgI . Відповідно часточки набувають негативного заряду.

В пробірку піпеткою наливають 20 мл 0,05н розчину калій йодиду і дають з бюретки, енергійно перемішуючи або збовтуючи, 16 мл 0,05н розчин аргентум нітрату.

Видозмінюють дослід: в іншу пробірку наливають 20 мл 0,05н розчину аргентум нітрату і додають 16 мл 0,05н розчину *KI*. Визначають заряд часточок у кожному розчині (див. розділ 4 Капілярний аналіз).

Скласти формули міцел у I і II випадку.

4.2. Приготування золю ферум(III) гідроксиду. В конічну колбу ($V=100$) наливають 50 мл дистильованої води і нагрівають до кипіння. В киплячу воду по краплях приливають 15 мл 2%-го розчину ферум(III) хлориду. Через декілька хвилин утворюється вишнево-червоний золь ферум(III) гідроксиду. Золь ферум(III) гідроксиду утворюється внаслідок швидкого гідролізу ферум(III) хлориду $FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{t} Fe(OH)_3 + 3HCl$.

Ступінь гідролізу тим вищий, чим вища температура і менша концентрація солі. При кипінні, в результаті інтенсивного перемішування розчину, ферум(III) хлорид з швидкістю, яка перевищує швидкість гідролізу, рівномірно розподіляється по всьому об'єму води. Це виключає можливість місцевого утворення відносно великих концентрацій ферум(III) гідроксиду і відповідно утворення кристалів, які за величиною перевищують колоїдні часточки. Скласти формулу міцели золю $Fe(OH)_3$.

4.3. Приготування золю берлінської блакиті. До 40 мл розбавленого розчину калій гексаціаноферату(II) $K_4[Fe(CN)_6]$ по краплях додають 1-2 мл 2%-го розчину ферум(III) хлориду.

Для порівняння готують 40 мл концентрованого розчину калій гексаціаноферату(II) концентрації 20 г/л і додають 10-20 мл 2%-го розчину ферум(III) хлориду. Скласти формулу міцели золю берлінської блакиті.

4.4. Капілярний аналіз. Знак електричного заряду колоїдних часточок або макромолекул можна визначити за допомогою капілярного аналізу. Для цього використовують фільтрувальний папір, в якому пори мають достатню ширину.

При зануренні паперу у воду целюлозні стінки капілярів, внаслідок вибіркової адсорбції іонів OH^- , набувають негативного заряду, вода відповідно заряджується позитивно. Якщо смужку паперу не повністю занурити, то вода під дією капілярних сил (поверхневого натягу) підніматиметься по капілярах паперу. Негативно заряджені колоїдні часточки підніматимуться разом з водою, не піддаючись силам притягання. Позитивно заряджені

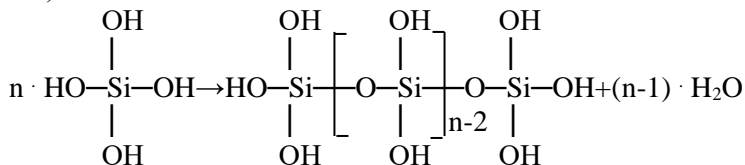
часточки притягуються до негативно заряджених стінок капілярів, тому висота підйому їх значно менша. Істотну різницю у висоті підйому золів можна використовувати для визначення знака заряду або для розділення забарвлених золів.

Виконання досліду

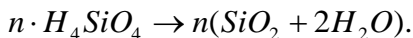
Розчини золів аргентум йодиду, ферум(III) гідроксиду і берлінської блакиті наливають у маленькі стакани на однакову висоту і занурюють у них однаково вузькі смужки фільтрованого паперу. Верхні краї смужок паперу приклеюють до планки, яку закріплюють у горизонтальному положенні в штативі. Через 20-30 хв. вимірюють висоту підйому і роблять висновок про знак заряду золю.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ЗОЛЮ ТА ДРАГЛІВ СИЛКАТНОЇ КИСЛОТИ

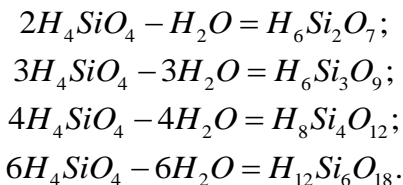
Силікатні кислоти добувають з їх солей. Загальна формула силікатних кислот $nSiO_2 \cdot mH_2O$, де n і m набувають різних значень. Якщо $n=m=1$, кислоті відповідає формула H_2SiO_3 (метасилікатна кислота). При інших значеннях n і m утворюються ізополікислоти (похідні ортосилікатної кислоти H_4SiO_4 , $H_6Si_2O_7$, $H_8Si_3O_{10}$, $H_{12}Si_6O_{18}$ (ди-, три-, тетра- і гексаметасилікатні кислоти).



або в загальному вигляді:



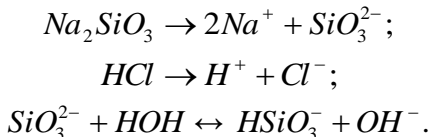
Вважається, що ізополікислоти відповідають ступеням полімеризаційного зневоднення ортосилікатної кислоти:



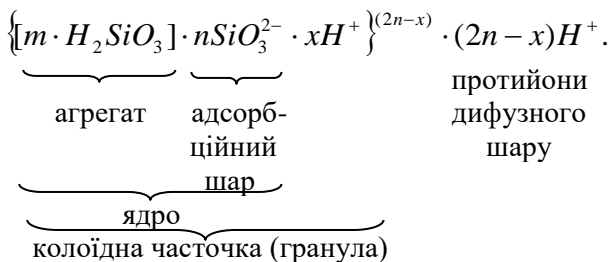
Разом з тим більшість природних силікатів можна розглядати як солі поліметасилікатної кислоти (H_2SiO_3)_n.

В розчині тверді частинки силікатних кислот шляхом агрегації укрупнюються до колоїдних розмірів (1-100 нм). Окремі колоїдні частинки мають складну будову і називаються міцелами.

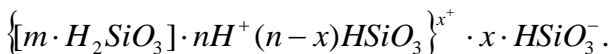
Внаслідок електролітичної дисоціації реагентів і гідролізу солі в розчині спостерігається наявність таких йонів:



В середині міцели утворюється агрегат, який складається з m молекул H_2SiO_3 . Згідно з правилом Панета-Фаянса, n йонів SiO_3^{2-} - адсорбуються на поверхні агрегату, утворюючи шар потенціалвизначальних йонів, які, в свою чергу, притягують до себе частину протийонів xH^+ . Агрегат разом з адсорбованими на ньому потенціалвизначальними йонами називається ядром міцели. Ядро і адсорбований шар протийонів складають колоїдну часточку або гранулу. Колоїдна часточка має величину заряду, який складається з суми зарядів потенціалвизначальних йонів і протийонів адсорбційного шару. Знак заряду колоїдної часточки завжди такий самий, який має потенціалвизначальний йон. Заряд гранули компенсується зарядами йонів протилежного знаку дифузійного шару, тому в цілому міцела є електронейтральною часточкою. Отже, у міцели розрізняють агрегат, ядро, адсорбційний шар, колоїдну часточку і дифузійний шар протийонів:



За певних умов (надлишкова концентрація H^+) формула міцели може бути такою:



Обладнання та реактиви. Пробірки, стакани на 100, 200 мл. Розчин натрій силікату ($\rho = 1,06 \text{ г/см}^3$, 15%-ий); розчин CH_3COOH (50%-ий) та ін.; хлоридна кислота ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$); розчин $Pb(CH_3COO)_2$ (насич.); Zn – металічний (паличка); кристали солей $FeCl_3$, $CuCl_2$, $ZnCl_2$, $NiCl_2$, $CoCl_2$. Силікагель і алюміній оксид. 0,1%-ні розчини созину та метиленової сині, розведені розчини $FeCl_3$, $CuSO_4$; концентрований розчин KOH; кристалічний натрій фторид.

Методика виконання роботи

Мета роботи. Дослідити експериментально колоїдні властивості силікатної кислоти.

5.1. Одержання золю силікатної кислоти. До розчину розведеної (1:5) хлоридної кислоти (1/3 пробірки) додати при перемішуванні 8-10 крапель розчину натрій силікату ($\rho = 1,16 \text{ г/мл}$). Написати молекулярне та йонно-молекулярне рівняння реакції. Скласти схему будови міцели, визначити заряд колоїдної часточки.

5.2. Одержання гелю силікатної кислоти. В пробірку налити 2-4 мл концентрованого розчину натрій силікату і по краплям додавати розчин хлоридної кислоти, струшуючи пробірку до утворення драглистого осаду силікатної кислоти. Скласти рівняння реакції. Чим відрізняються гелі від золів?

5.3. Дослідження швидкості поширення кристалізації в драглях. До 10-20 мл 15%-го розчину натрій силікату додавати 50%-ий розчин ацетатної кислоти до кислої реакції розчину, потім додати 10 мл насиченого розчину плюмбум(II) ацетату. Через деякий час розчин твердіє. В одержаний драгель вставити цинкову паличку. В другу пробірку налити насичений розчин плюмбум(II) ацетату і також вставити цинкову паличку. Спостерігати утворення в драглях голок і кристалів свинцю, тоді як у розчині солі свинець виділяється у вигляді губки. Причиною цього є те, що в драглях швидкість утворення зародків невелика. Тому окремі зародки ростуть до великих кристалів. Замалювати їх.

5.4. Дослідження явища осмосу при утворенні силікатів металів. В стакан ємністю 200 мл наливають розчин натрій силікату ($\rho = 1,16-1,17 \text{ г/см}^3$) і кидають в нього кристали ферум(III), купрум(II), цинк, нікол(II), кобальт(II) хлоридів. Через деякий час кристали починають рости.

Суть явища, що відбувається полягає у наступному. При взаємодії кристалу солі з натрій силікатом утворюється плівка з нерозчинного силікату у вигляді комірки. Ця комірка має властивості мембрани. Через неї відбувається дифузія молекул води із зовнішнього, більш розведеного розчину, в комірку, яка містить більш концентрований розчин солі. Внаслідок цього комірка розширюється і плівка, не втримуючи осмотичного тиску, лопається. На місці розриву утворюється нова плівка і процес проникнення води крізь плівку повторюється. Знову відбувається розрив плівки і т.д. таким чином відбувається ріст деревоподібних утворень. Подібні осмотичні процеси відбуваються в рослинних клітинах, ґрунті, при затворенні в'язучих матеріалів, тому їх вивчення має велике практичне значення.

5.5. Залежність адсорбції від хімічної природи адсорбенту. Гетерополярні адсорбенти кислотного характеру добре адсорбують з розчинів основні фарбники і, навпаки, основні адсорбенти добре адсорбують кислотні фарбники.

Прикладом адсорбенту кислотного характеру є силікагель, а основного – алюміній оксид.

В дві пробірки насипають по 0,5-1,0 г силікагелю, а в інші дві – таку саму кількість алюміній оксиду. В першу пробірку з силікагелем наливають 10 мл 0,1%-го розчину созину, а в другу –

такий самий об'єм 0,1%-го розчину метиленової сині. Такі ж розчини фарбників додають до алюміній оксиду. Після збовтування пробірок порівняти кольори адсорбентів. Записати спостереження на висновки.

5.6 Гідроліз солі силікатної кислоти. В пробірку налити 1-2 мл розчину натрій силікату, додати 1-2 краплі фенолфталеїну. Що спостерігається? Скласти йонно-молекулярне рівняння реакції.

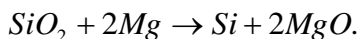
5.7. Спільний гідроліз солей. В дві окремі пробірки налити по 2-4 мл розчинів ферум(III) хлориду і купрум(II) сульфату, а потім в кожен пробірку додати таку ж кількість теплового розчину натрій силікату. Записати спостереження. Написати йонно-молекулярні рівняння реакцій.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЮ СИЛІКАТНОЇ КИСЛОТИ

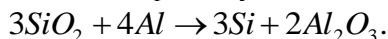
Силіцій після Оксигену – найбільш поширений елемент. Він становить 27,6% маси земної кори і зустрічається у розмаїтті силікатів, алюмосилікатів та піску (SiO_2) або кремнезему.

Вільний силіцій може бути одержаний як в аморфному, так і в кристалічному стані.

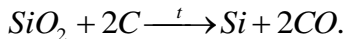
Аморфний силіцій добувають прожарюванням з магнієм білого піску, який за хімічним складом є чистим силіцій(IV) оксидом:



Замість магнію можна використовувати алюміній:

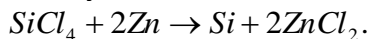


У промисловості силіцій добувають відновленням SiO_2 коксом в електричних печах:



Такий силіцій називається кристалічним, він має стальний кристалічний блиск та електропровідність.

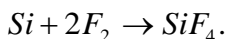
Найчастіше силіцій добувають відновленням силіцій тетрахлориду парою цинку:



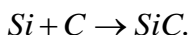
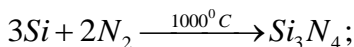
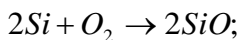
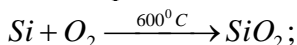
Кристалічний силіцій – речовина темно-сірого кольору з металічним блиском. Точка плавлення 1415⁰С. Структура його нагадує структуру алмаза: в його кристалі кожний атом оточений тетраедрично чотирма іншими і сполучений з ними ковалентними зв'язками, які, однак, значно слабкіші, ніж між атомами Карбону в алмазі.

Аморфний силіцій дуже крихкий, густина 2,33 г/см³, кристалічний силіцій – 2,5 г/см³.

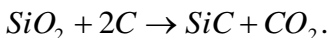
За звичайних умов силіцій досить інертний. Він є неметалом, Але його неметалічні властивості слабкіші, ніж у Карбону, тому що він має більший атомний радіус. За звичайних умов безпосередньо взаємодіє тільки з флуором:



Силіцій частіше виявляє відновлювальні властивості, хоча на зовнішньому енергетичному рівні має чотири електрони і може як віддати, так і прийняти 4 електрони:

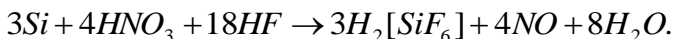


Сполука *SiC* має назву карборунд і може бути одержана відновленням піску коксом в електричних печах:



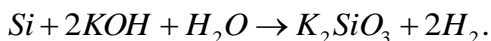
Карборунд має алмазоподібну кристалічну решітку, в якій кожний атом Силіцію оточений чотирма атомами Карбону, тому ковалентні зв'язки дуже міцні, нагадують алмаз. З нього виготовляють шліфувальні круги, точильні камені, бурове устаткування.

Кислоти, крім суміші нітратної та фторидної, на силіцій не діють:

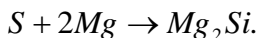


При цьому утворюється комплексна сполука – гексафлуор-силікатна кислота.

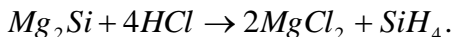
На відміну від кислот, силіцій енергійно розчиняється в лугах з виділенням водню:



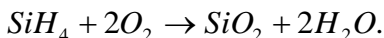
Окислювальна здатність силіцію спостерігається лише по відношенню до деяких металів:



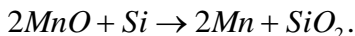
При дії на силіцид кислотами неокисниками утворюється найпростіша гідроген-сполука силіцію – SiH_4 -силан.



Силан – отруйний газ з неприємним запахом – є сильним відновником, тому самозаймається на повітрі:



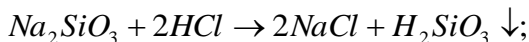
При нагріванні силіцій відновлює метали з їх оксидів:



Силіцій(IV) оксид називають також піском, кремнеземом. Це тверда важкоплавка речовина, широко розповсюджена у природі у двох видозмінах: у кристалічному та аморфному вигляді.

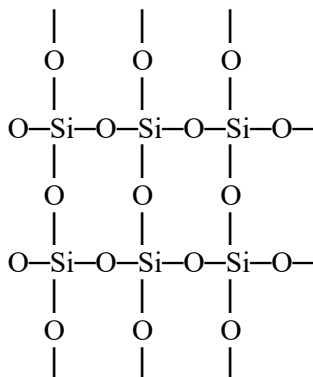
Кристалічний кремнезем знаходиться в природі у вигляді мінералу кварцу. Кристалічний кремнезем – досить твердий, не розчинний у воді реагент. В електричних печах при нагріванні він перетворюється у безбарвну рідину, при охолодженні якої утворюється аморфний кремнезем.

Аморфний кремнезем розповсюджений у природі менше, ніж кристалічний, але зустрічається у вигляді мінералу опалу: склад $SiO_2 \cdot nH_2O$. Прикладом штучного аморфного кремнезему може бути силкагель, який добувають з Na_2SiO_3 , діючи гідрогенхлоридом:

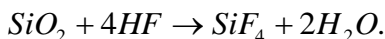


Останній має розвинену поверхню, а тому добре адсорбує вологу. Найпростіша формула силіцію(IV) оксиду – SiO_2 – аналогічна формулі CO_2 , але SiO_2 – тверда речовина, а CO_2 – газ. Ця відмінність пояснюється будовою кристалічних ґраток. CO_2 молекулярна речовина, SiO_2 являє собою полімер – $(SiO_2)_n$. Кожен атом Силіцію знаходиться в центрі тетраедра, по кутах якого розташовані атоми Оксигену, кожний з яких, в свою чергу, зв'язаний з двома атомами Силіцію. Така будова SiO_2 зумовлює його високу твердість та тугоплавкість.

Структуру полімеру $(SiO_2)_n$ можна зобразити таким чином:

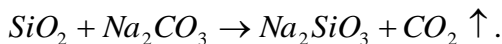
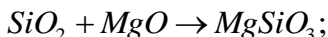
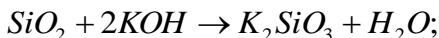


За хімічними властивостями SiO_2 – кислотний оксид, єдина кислота, яка на нього діє – HF :

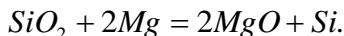
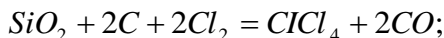
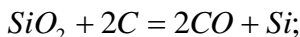


За допомогою цієї реакції здійснюється травлення скла.

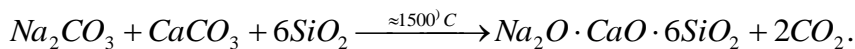
Як кислотний оксид SiO_2 при нагріванні взаємодіє з лугами, основними оксидами, солями лужних металів:



При високих температурах дією вуглецю, галогенів, металічного магнію зв'язок між кремнієм і киснем можна зруйнувати:



Прожарюванням суміші, яка складається з піску, вапняку і соди (або натрій сульфату та вуглецю), в промисловості отримують так зване нормальне (або віконне) скло. Цей процес можна відобразити рівнянням:



Вміст SiO_2 у звичайному склі складає 60-75%, оксидів лужних металів – 4-18%, а лужноземельних металів – 10-25% (мас.).

При вмісті SiO_2 не менше, як 99% мас. одержують кварцове скло, яке відрізняється високою тугоплавкістю; температура його плавлення $1300^\circ C$, а коефіцієнт його термічного розширення в 15 разів менший, ніж у звичайного скла, тобто при нагріванні майже не змінюється.

Введенням у розплавлене скло каталізаторів (TiO_2 , Cr_2O_3) у промисловості виготовляють склокристалічні матеріали – ситали, які за механічними властивостями перевищують навіть сталі. Найбільше розповсюдження отримали ситали, які відносяться до системи $Mg-Al_2O_3-SiO_2$ і $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$.

Використовуючи різноманітні добавки (свинцевий сурик, поташ, буру, каолін, оксиди кобальту, хлорид срібла тощо) до скляної маси, у виробництві отримують скло з різними властивостями (богемський криштал, крон, коштовні камені, молочне, сонцезахисне скло, глазури тощо).

У промисловості кварц і кремнезем використовують також для виробництва силікат-брил, рідкого скла, клеїв, фарфору, будівельних розчинів, цементу тощо.

Мета роботи. Визначити модуль розчину натрій силікату.

Прилади та реактиви. Апарат Кіппа; штатив з бюреткою на 50 мл; фарфорова чашка на 150-200 мл, вкрита з внутрішнього боку шаром парафіну (2-3 мм); дерев'яна або пластикова паличка; пробірки; розчин натрій силікату з ρ 1,19 г/см³ або 1,09 г/см³; 1н розчин HCl ; індикатори метиловий червоний, фенолфталеїн;

Методика виконання роботи

Визначення модулю розчину натрій силікату. Силікати натрію і калію дістали назву „розчинне скло”.

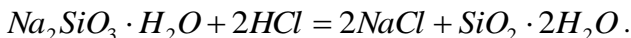
Відомі солі гідратних форм полісилікатних кислот загальної формули $mSiO_2 \cdot nH_2O$ ($m > n$). На практиці найбільше застосовується, зокрема, для силікатизації (закріплення) ґрунтів, натрій силікат складу $Na_2SiO_3 \cdot H_2O$.

Міцність закріплення ґрунтів визначається вмістом SiO_2 в рідкому склі, кількісним показником якого є модуль рідкого скла:

$$M = \frac{mSiO_2}{mNa_2O} \cdot 1,032,$$

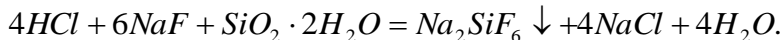
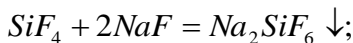
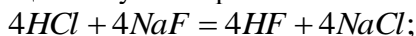
де $mSiO_2 : mNa_2O$ – вміст SiO_2 і Na_2O в заданій кількості рідкого скла; 1,032 – відношення молекулярної маси Na_2O і молекулярної маси SiO_2 .

Суть метода визначення модуля розчину натрій силікату – визначення вмісту Na_2O титруванням хлоридною кислотою і вмісту SiO_2 в силікатній кислоті, яка утворилася за рівнянням:



Для цього застосовують реакцію утворення нерозчинного у воді натрій гексафлуорсилікату дією хлоридної кислоти на силікатну кислоту в присутності залишку натрій фториду. По мірі додавання сильна хлоридна кислота витискає з натрій фториду слабку фторидну кислоту, яка реагує з силікатною кислотою. Силіцій фторид, який утворився з залишком натрій фториду дає комплексний натрій гексафлуорсилікат.

Перелічені реакції описуються рівняннями:



При подальшому додаванні хлоридної кислоти реакція середовища з майже нейтральної змінюється на кислу.

Обробка експериментальних даних

Налити з бюретки 2 мл натрій силікату ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ або $1,09 \text{ г/см}^3$) в фарфорову чашку. Потім додати 30 мл дистильованої води і декілька крапель індикатору – метилового червоного, після чого титрують 1 н розчином HCl при перемішуванні паличкою до переходу жовтого забарвлення розчину в блідо-рожеве. Записати, об'єм витраченого розчину HCl - V_1 (мл). В нейтралізований розчин додати 3-4 г кристалічного натрій фториду, декілька крапель метилового червоного і титрувати при перемішуванні 1 н розчином HCl . Кінцем титрування вважати момент, коли дві останні краплі кислоти забарвлять розчин в блідо-рожевий колір, незникаючий протягом 5 хвилин. Записати об'єм витраченої хлоридної кислоти на друге титрування – V_2 (мл). Дані занести в таблицю:

№ досліджу	V_1	V_2	m_{SiO_2}	m_{Na_2O}	M
1					
2					
3					
Середнє					

Вміст Na_2O в мг визначають за формулою:

$$mNa_2O = V_1 \cdot 31(31 - M_E Na_2O),$$

V_1 – об'єм розчину HCl (мл), витраченої на перше титрування.

Вміст SiO_2 в мг визначають за формулою:

$$mSiO_2 = V_2 \cdot 15(15 - M_E SiO_2),$$

V_2 – об'єм розчину HCl (мл), витраченої на друге титрування.

За формулою $M = \frac{mSiO_2}{mNa_2O} \cdot 1,032$ розраховують модуль

визначуваного рідкого скла.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛФАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Методика виконання роботи

7.1. Добування та дослідження властивостей метану. В фарфоровій ступці старанно розтерти суміш *безводних, попередньо прожарених* натрій ацетату та натронного вапна в співвідношенні 1:2. Натронним вапном називають суміш натрій гідроксиду з кальцій гідроксидом. Одержаною сумішшю наповнити суху пробірку на чверть її об'єму, щільно закрити пробкою з газовідвідною трубкою і закріпити її в штативі з невеликим нахилом в бік пробки (рис. 1).

Занурити газовідвідну трубку в заздалегідь приготовану пробірку з 0,5%-ним розчином $KMnO_4$, і нагрівати пробірку з сумішшю на газовому пальнику до інтенсивного виділення газу.

Переконавшись, що метан, який утворюється при цьому за рівнянням:



не знебарвлює цей розчин, занурити газовідвідну трубку в „бромну воду”.

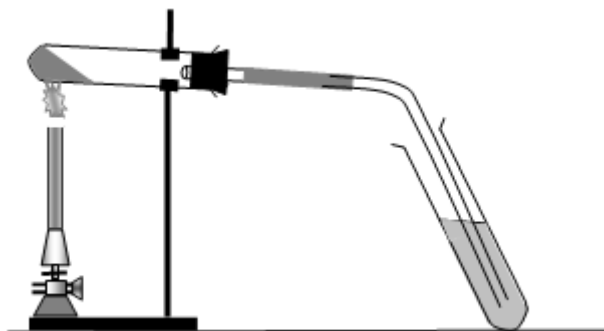


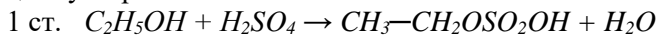
Рис. 1. Прилад для одержання метану

Заповнену водою пробірку занурити в широкую склянку з водою, перевернути догори дном і ввести в неї газовідвідну трубку від приладу для одержання метану, як показано на рис. 1. Після витіснення води з пробірки метаном, не виймаючи пробірку з води, закрити її пробкою. Відкрити пробірку з метаном і піднести до неї запалений сірник. Записати та пояснити спостереження, зробити висновки про хімічні властивості метану

7.2. Добування та дослідження властивостей етилену.

а) *Добування етилену.* Зібрати прилад, вказаний на рис. 2. В круглодонну колбу 1 помістити кілька шматочків пемзи або подрібненого фарфору і з ділильної лійки 2 налити в колбу 20÷30 мл (не більше 1/3 її об'єму) заздалегідь приготованої суміші етилового спирту з концентрованою сульфатною кислотою в об'ємному відношенні $C_2H_5OH : H_2SO_4 = 1 : 3$. Обережно нагрівати суміш на газовому пальнику до початку кипіння і пробулькування газу через 10%-ний розчин $NaOH$ в конічній колбі 3.

При цьому за рівнянням



утворюється етилен. Пропускання через розчин лугу необхідне для очищення етилену від продуктів побічної реакції окиснення спирту концентрованою H_2SO_4 .

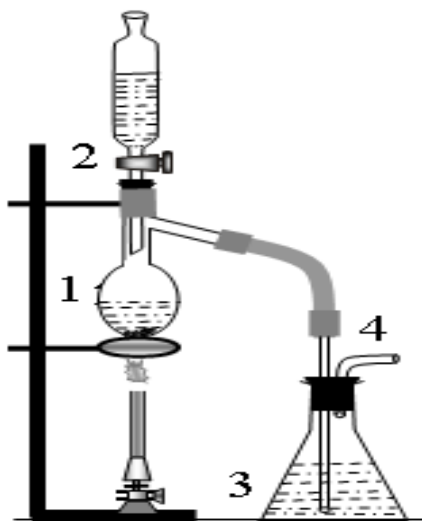


Рис.2. Прилад для добування етилену

б) *Властивості етилену.* До трубки 4 під'єднати газовідвідну трубку і, продовжуючи нагрівання, вносити її кінець в задалегідь приготовані пробірки з 0,5%-ним розчином $KMnO_4$ та бромною водою. Після цього піднести до трубки 4 запалений сірник і спостерігати горіння етилену. Записати та пояснити спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки про властивості етилену.

7.3. Добування та дослідження властивостей ацетилену.

Зібрати прилад, вказаний на рис. 3.

В колбу 1 внести кілька кусочків кальцій карбиду, щільно закрити колбу пробкою із вставленою в неї *крапельною лійкою* 2, наполовину заповненою водою. Обережно відкриваючи кран 5, краплями додавати воду в колбу 1, де відбувається бурхлива реакція



\ /
Ca

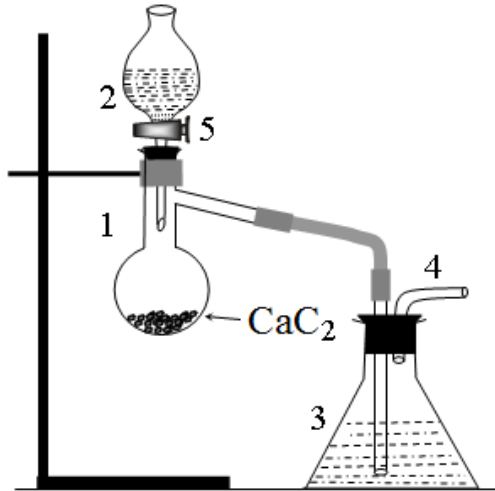
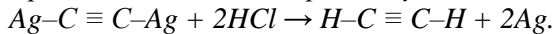


Рис. 3. Прилад для добування ацетилену

Очищений від домішок ацетилен (після проходження через 10%-ний розчин $NaOH$ в конічній колбі 3) пропускати через 0,5%-ний розчин $KMnO_4$ та бромну воду, як це описано для етилену, а також через розчини *діаммінаргентум гідроксиду* $[Ag(NH_3)_2]OH$ та *діаммінкупрум гідроксиду* $[Cu(NH_3)_2]OH$, підпалити газ на виході із трубки 4.

Записати спостереження, написати рівняння реакцій, назвати продукти.

УВАГА! Сухі ацетиленіди купруму та аргентуму вибухонебезпечні, тому в пробірці, де вони утворилися, додати розведеної хлоридної кислоти для їх розкладу:



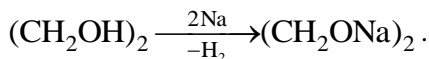
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ВЛАСТИВОСТІ БІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Методика виконання роботи

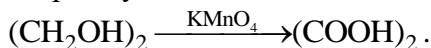
8.1 Властивості етиленгліколю.

а) *Утворення алкоголятів.* У пробірку з розчином етиленгліколю додати знежирений кусочок металевого натрію. Спостерігати виділення водню:



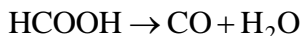
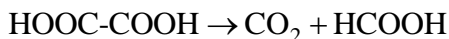
У другу пробірку з 5-6 мл розчину CuSO_4 додати декілька крапель розчину NaOH до утворення синього осаду купрум(II) гідроксиду, після чого додавати краплями розчин етиленгліколю до розчинення осаду. З купрум(II) гідроксидом утворюється купрум(II) гліколят - комплексна сполука синього кольору.

б) *Окиснення етиленгліколю.* У пробірку наливають 3-4 мл 1%-го розчину калію перманганату, підкислюють 10%-ним розчином сульфатної кислоти і додають 2 мл розчину етиленгліколю. Реакційну суміш обережно нагрівають над газовим пальником. Етиленгліколь при цьому окиснюється до щавлевої кислоти, яку можна розпізнати по червоному забарвленню метилоранжу:

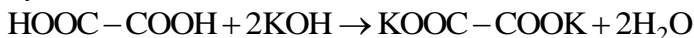


8.2 Властивості щавлевої кислоти.

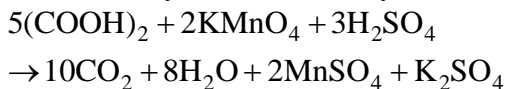
а) *Розклад щавлевої кислоти при нагріванні.* У пробірку з пробкою і газовідвідною трубкою поміщають біля 2 г кристалічної щавлевої кислоти і нагрівають над полум'ям пальника. При цьому щавлева кислота спочатку втрачає кристалізаційну воду, а потім розпадається на вуглекислий газ та мурашину кислоту, яка в свою чергу, розкладається на чадний газ і воду. Наявність CO виявляють, запалюючи біля отвору газовідвідної трубки газ, що виділяється. Газ горить блакитним полум'ям. CO_2 визначають пропусканням його у вапняну воду.



б) *Утворення солей щавлевої кислоти.* В пробірку до 2 мл 2н розчину щавлевої кислоти додають 1 мл 2н розчину калію гідроксиду. Утворюється осад важкорозчинного калію оксалату:



в) *Окиснення щавлевої кислоти.* У пробірку наливають 3-4 мл 1%-го розчину калію перманганату, підкислюють 10%-ним розчином сульфатної кислоти і додають 2 мл насиченого розчину щавлевої кислоти. Реакційну суміш обережно нагрівають над газовим пальником. Щавлева кислота при цьому окислюється до вуглекислого газу та води:

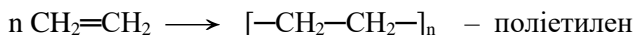


Якщо пропустити вуглекислий газ, що виділився, у пробірку з вапняною водою, то вапняна вода мутніє внаслідок утворення малорозчинного кальцію карбонату.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРИЗАЦІЙНИХ ТА ПОЛІКОНДЕНСАЦІЙНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК (ВМС)

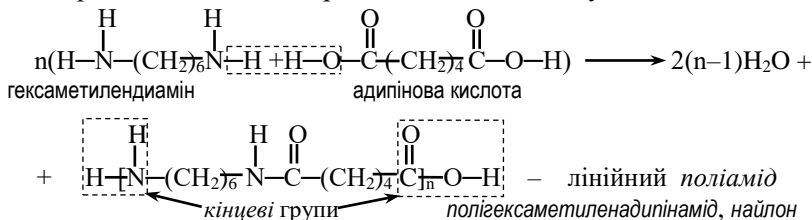
Полімеризацією називають процес утворення ВМС (полімерів) у результаті сполучення між собою молекул низькомолекулярних речовин (мономерів) шляхом їх послідовного приєднання до активного центру без виділення побічних продуктів .

Мономери полімеризуються в результаті розриву π -зв'язків у їх молекулах і наступного сполучення утворених двовалентних ланок між собою:



Поліконденсацією називається процес утворення ВМС із **ди-** або **поліфункціональних** низькомолекулярних сполук (мономерів), який супроводиться **виділенням побічних** низькомолекулярних речовин (H_2O , NH_3 , HCl , спиртів тощо).

У випадку **дифункціональних** мономерів відбувається **лінійна** поліконденсація з утворенням **лінійних термопластичних** полімерів. Серед полімерів цього типу найбільше значення мають лінійні **поліестери** та **поліаміди**, виробництво яких описується схемою:



Фрагмент хімічної формули продукту поліконденсації, взятий у квадратні дужки, який **n** разів повторюється в його макромолекулі, називається **періодом ідентичності полімера**, функціональні групи на початку і в кінці макромолекули – **кінцевими групами**, а **n** – **ступенем поліконденсації**.

Методика виконання роботи

9.1. Радикальна полімеризація вінілових мономерів. В окремі пробірки помістити по $\approx 0,05-0,1$ г дрібно розтертого порошку бензоїл пероксиду, після чого в одну пробірку налити 1 мл стирену (стиролу), а в другу – метилметакрилату. Закрити кожну пробірку пробкою з вставленою в неї скляною трубкою (зворотним холодильником) і тримати пробірки в водяній бані при $95-100^\circ\text{C}$ до затвердіння (або різкого зростання в'язкості) рідин в пробірках. Охолодити пробірки, записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

9.2. Аніонна полімеризація капролактаму. В пробірку помістити $\approx 0,1$ г сухого $NaOH$, додати 1-2 г капролактаму і обережно нагрівати пробірку на газовому пальнику до плавлення і подальшого загустіння розплаву. Почекати, поки пробірка охолоне, і поставити її в штатив, записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.

9.3. Демолімеризація вінілових полімерів.

а) В колбу для перегонки з термометром на 150⁰С помістити 3-4 г каучуку (або гуми), підготувати пробірки з бромною водою та розчином $KMnO_4$, включити подачу води до холодильника і нагрівати колбу на полум'ї пальника. Після початку розкладу каучуку і виділення газів підкласти під алонж почергово пробірки з бромною водою та розведеним водним розчином $KMnO_4$. (Якщо каучук – дивініловий, необхідно занурити кінець алонжа в ці розчини!). Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

б) Повторити дослід а), взявши замість каучуку таку ж кількість шматочків органічного скла. Записати Ткип метилметакрилату.

в) Повторити дослід б), взявши замість каучуку таку ж кількість шматочків полістирену (полістиролу). **Увага!** *Перед початком нагрівання полістирену відключити водяне охолодження холодильника.*

9.4. Термічна деструкція поліетилену та полівінілхлориду.

а) Зібрати прилад, показаний на рис. 1. В пробірку помістити $\approx 1-2$ г поліетилену і нагрівати її в полум'ї пальника. Записати тривалість нагрівання (в секундах) до: плавлення полімеру; початку розкладу з виділенням газів. Не припиняючи нагрівання, занурити кінець газовідвідної трубки в: а) бромну воду; б) в розведений розчин $KMnO_4$. Записати спостереження, зробити висновок про характер деструкції поліетилену.

б) Повторити дослід а), взявши замість поліетилену полівінілхлорид. Перед пропусканням газів – продуктів розкладу полівінілхлориду через бромну воду спочатку піднести до газовідвідної трубки вологий червоний лакмусовий папірець.

9.5. Горючість вінілових полімерів. До кінця дроту з дерев'яною або корковою ручкою прикріпити кусочок полівінілхлориду і внести його в полум'я пальника. Описати характер горіння полімеру та що з ним відбувається після винесення його з полум'я. Повторити дослід з зразками поліетилену, полістирену, органічного скла та фторопласту-4 (тетрафторетилену). Записати спостереження, порівняти вогнестійкість досліджених зразків.

9.6. Добування та отвердження фенолформальдегідної смоли.

а) *Добування новолаку.* В широку пробірку помістити ≈ 3 г фенолу, додати 3 мл 40%-го формаліну і 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Суміш обережно нагрівати на полум'ї пальника у *втяжній шафі*. Через кілька хвилин суміш мутніє, ще через 2-3 хвилини нагрівання припинити. Дати суміші охолонути і розшаруватись. Верхній (водний) шар злити, а нижній – смолу продовжувати нагрівати до *припинення виділення бульбашок*. Половину розплавленої смоли вилити в фарфорову чашку або на скляну пластинку, а решту зберегти для наступного досліду. Записати спостереження (тривалість нагрівання, особливості перебігу реакції тощо) та рівняння реакції.

В окремі пробірки набрати по 1-2 мл етанолу та ацетону, помістити в кожен по шматочку одержаної смоли і перемішати скляною паличкою. Записати спостереження.

б) *Отвердження новолаку.* Пробірку з новолаком, одержаним в досліді а), нагріти до розплавлення смоли, додати $\approx 0,5$ г параформу (або уротропіну) і продовжувати нагрівати на полум'ї пальника до затвердіння розплаву.

В окремі пробірки набрати по 1-2 мл етанолу та ацетону, помістити в кожен по шматочку одержаної твердої смоли (після її охолодження до кімнатної температури) і перемішати скляною паличкою. Записати та пояснити спостереження. Написати рівняння реакції отвердження новолаку.

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ОСНОВНА, ДОПОМІЖНА)

Основна література:

1. Яцков М. В., Буденкова Н. М., Мисіна О. І. Фізична та колоїдна хімія : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2016. 164 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/5047>
2. Буденкова Н. М. Органічна хімія : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 152 с.

3. 05-06-79. Буденкова Н. М. Тестові завдання поточного та підсумкового контролю знань з навчальної дисципліни «Органічна хімія» для студентів спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2017, URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/7623>

4. 05-06-77. Буденкова, Н. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Органічна та фізична хімія» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізації «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів». Рівне : НУВГП, 2017. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/6163>

Допоміжна література

1. Боднарюк, Ф. М. Органічна хімія: навчальний посібник. Рівне : УДУВГП, 2002. 138 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1795>

2. 05-06-44 Буденкова Н. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Фізична хімія та хімія силікатів» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво», професійне спрямування «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2013. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2567>

3. 05-06-17 Буденкова Н. М. Методичні вказівки до виконання контрольної та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Фізична хімія та хімія силікатів» для студентів за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2013. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2646>

4. 05-06-28 Буденкова Н. М., Назарук Г. І. Методичні вказівки до виконання контрольної та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Органічна хімія» для студентів за напрямами підготовки 6.090101 «Агрономія» та 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2013. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2667>

5. Буденкова Н. М., Яцков М. В. Фізична хімія та хімія силікатів : навчальний посібник. Рівне : НУВГП. 2015. 187 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/14364>