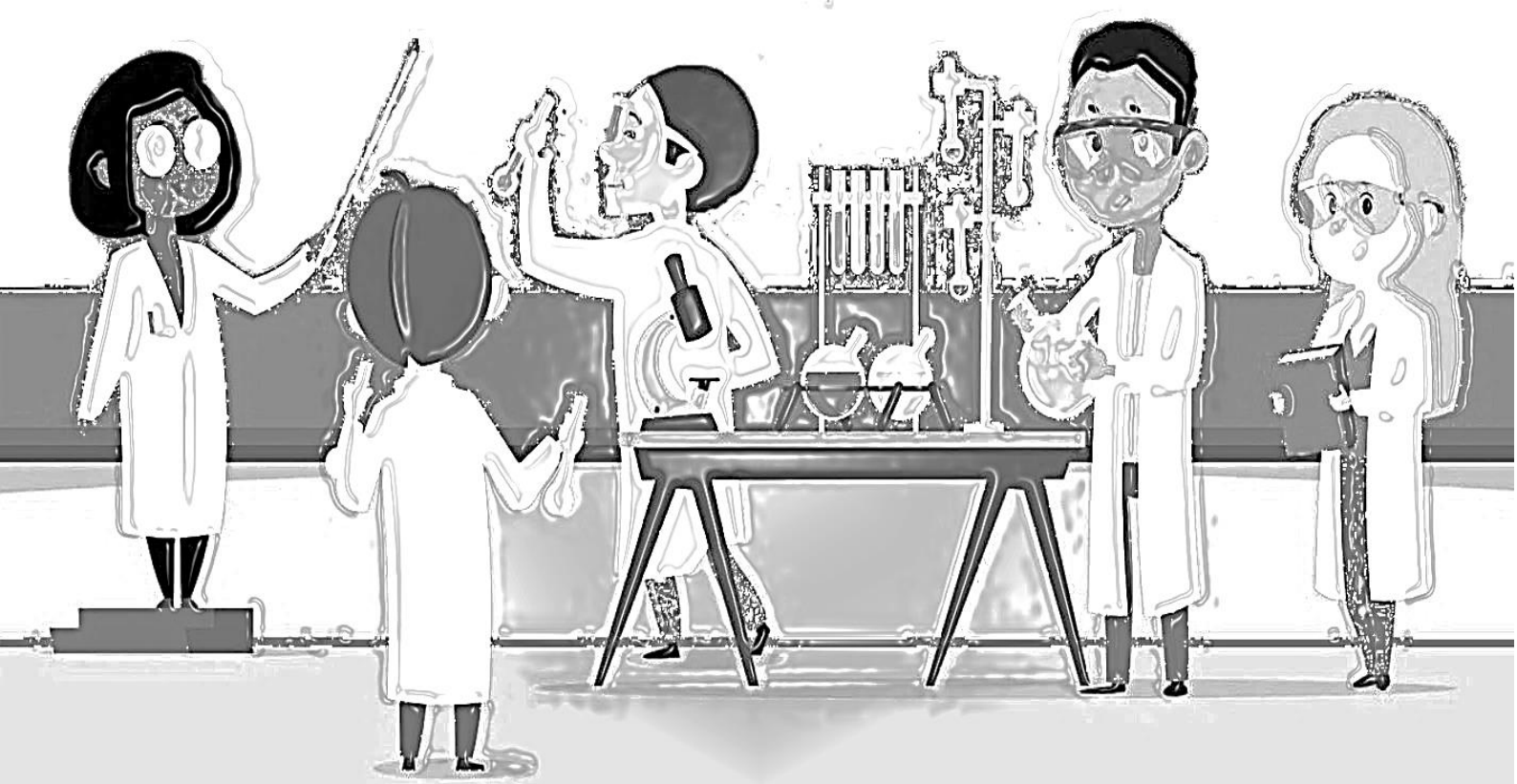


Прибора Н.А.

ТЕХНІКА ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

ПОСІБНИК ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ



**Міністерство освіти і науки України
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова**

**ТЕХНІКА
ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО
ЕКСПЕРИМЕНТУ**

ПОСІБНИК ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

КИЇВ – 2023

*Затверджено та рекомендовано до друку
Вченою радою Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова
протокол № 5 від 27 квітня 2023 року*

Прибора Н.А.

Техніка демонстраційного експерименту: посібник до лабораторних робіт /
Автор-упоряд.: Н.А. Прибора. К.: Видавництво Українського державного
університету імені Михайла Драгоманова, 2023. 150 с.

Рецензенти:

Білик В.Г. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри
медико-біологічних і валеологічних основ здоров'язбережувальної освіти та
фізичного виховання Українського державного університету імені Михайла
Драгоманова;

Богатиренко В.А. – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри
хімії Українського державного університету імені Михайла Драгоманова;

Коршевнюк Т.В. – кандидат педагогічних наук, старший науковий
співробітник, провідний науковий співробітник відділу біологічної, хімічної
та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України.

У навчальному посібнику розглянуто основні питання організації,
підготовки та проведення експериментальних робіт з хімії, що виконує на
уроках учитель/вчителька: розкрито основні вимоги до демонстраційного
експерименту, висвітлено необхідне забезпечення закладів загальної
середньої освіти для виконання хімічного експерименту, докладно
характеризовано техніку та методику виконання різних видів експериментів.

Навчальний посібник призначений для студентів закладів вищої освіти,
які навчаються за спеціальністю 014.06 Середня освіта (Хімія).

ПЕРЕДМОВА

Жодна наука не потребує експерименту в такому ступені, як хімія. Її основні закони, теорії та висновки спираються на факти; постійний контроль дослідом просто необхідний.

М. Фарадей

У системі хімічного експерименту закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) важлива роль приділяється демонстраційним дослідом. Саме вони забезпечують усвідомлене наочне сприйняття певних явищ і речовин, дають можливість розвивати логічне мислення учнів/учениць, формувати основні теоретичні поняття хімії, розкривають її практичне значення. За допомогою демонстраційних дослідів перед здобувачами освіти висувують пізнавальні проблеми, формують гіпотези та перевіряють їх експериментально. Слід зазначити і те, що демонстраційний експеримент найощадливіший за часом порівняно з іншими видами шкільного хімічного експерименту.

Досягти поставленої мети можна тільки за умови глибоких предметних знань, вимог, передбачених програмами з хімії для закладів загальної середньої освіти, розумінні вікових особливостей учнів/учениць, а також бездоганному володінні лабораторною технікою. Майбутнім учителям/вчителькам хімії необхідно мати ґрунтовні знання, вміння та навички з різних дисциплін: загальної, неорганічної, органічної, фізичної, колоїдної, аналітичної хімії, хімічної технології, педагогіки, методики викладання хімії та практичної психології. Узагальнити ці знання та перевести їх на якісно новий рівень – одне із завдань спецпрактикуму „Техніка демонстраційного експерименту”.

Наявні посібники з хімічного експерименту охоплюють, як правило, усі його види, у них не вирізняють дослідом для демонстрацій, лабораторні дослідом і дослідом для практичних робіт. Посібник „Техніка демонстраційного експерименту” містить докладні рекомендації з підготовки та проведення експериментальних робіт, що виконує на уроках учитель/вчителька, а подекуди і учні/учениці. Тому матеріал посібника може бути використаний не тільки

студентами/студентками під час підготовки до занять, а й вчителями/вчительками, що викладають хімію в класах різних рівнів.

В основу впорядкування матеріалу покладений не традиційний розподіл у хімії (органічна, неорганічна тощо), а сукупність базових теоретичних знань, експериментальних дій та схожих методичних і практичних прийомів, якими необхідно володіти під час проведення демонстраційних дослідів. Такий розподіл дає можливість осягнути весь курс хімії ЗЗСО з точки зору системи теоретичних знань. Усі запропоновані досліді відповідають чинним програмам з хімії закладів загальної середньої освіти та класів і шкіл з поглибленим вивченням природничих дисциплін, не потребують складного обладнання, є найбільш інформативними, наочними, доступними для розуміння та пояснення учнями/ученицями. Пропоновані в посібнику прилади вирізняються простотою, доступністю, надійністю і безпечністю у демонструванні. Авторка посібника також визнала можливим навести декілька варіантів одних і тих самих дослідів, які різняться між собою реактивами, обладнанням, технікою виконання. Такий підхід дозволить учителю/вчительці обрати той варіант досліду, що найбільше відповідає умовам роботи (меті уроку, оснащенню кабінету, підготовленості учнів/учениць тощо).

Майбутньому вчителю/вчительці хімії у процесі підготовки до професійної діяльності необхідно врахувати також і позакласний експеримент учнів/учениць у школі та вдома. У такому експерименті можливе використання іноді досить складного устаткування із підручних засобів, при конструюванні якого розвивається винахідливість учнів/учениць, які цікавляться хімією. Деякі запропоновані в посібнику досліді не завжди демонструватимуться на уроці, але можуть стати у нагоді під час висвітлення певної теми гурткової роботи.

Авторка буде вдячна за критичні зауваження щодо змісту посібника і уважно їх розгляне.

Авторка

ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ НА УРОКАХ ХІМІЇ

Способи очищення та виділення речовин

Питання для підготовки:

1. Фізичне та хімічне розділення та очищення твердих і рідких компонентів сумішей.
2. Фільтрування: фільтрувальні матеріали; способи фільтрування; правила фільтрування.
3. Упарювання та перекристалізація.
4. Центрифугування: методика використання та правила роботи з центрифугою.
5. Перегонка: принцип, на якому ґрунтується перегонка рідин; установки для її здійснення.
6. Сублімація (возгонка); фактори, що враховують при проведенні возгонки.
7. Іоніти (катіоніти та аніоніти) та їх застосування.
8. Хроматографія: види, застосування.
9. Адсорбція та адсорбенти. Використання адсорбувальних засобів для очищення та розділення речовин.
10. Аналіз шкільних програм. Місце запропонованих дослідів у шкільному курсі хімії (клас, тема, на які базові знання спираються, які нові поняття та вміння формуються).

Завдання: повторити теоретичні відомості з фізичних та хімічних способів розділення сумішей і способів очищення та виділення речовин, проробити демонстраційні досліди з даного розділу, з'ясувати техніку та методику їх виконання, провести вправи з демонстрування.

ПОРЯДОК РОБОТИ НА ЗАНЯТТІ

1. *Очистити забруднену поварену сіль. Повторити правила фільтрування та виготовлення фільтру, порівняти способи фільтрування між собою.*

Фільтрування. Перекристалізація

Реактиви та обладнання. Штатив з кільцем та сіткою, 2 стакани, лійка скляна, лійка Бюхнера, колба Бунзена, насос (рис. 00г), пальник чи спиртівка, сірники, кристалізатор, лід, скляна паличка, фільтрувальний папір, ножиці, азбестована сітка, порцелянові чашки, забруднена сіль, чорний екран.

Технічна сіль містить нерозчинні у воді домішки – пісок, дрібні камінчики тощо. Хімічний стакан на чверть наповніть водою та розчиніть, помішуючи скляною паличкою, забруднену сіль. Суміш профільтруйте (виготовте фільтр і зберіть прилад, як показано на рис. 31а), частину фільтрату перелийте у порцелянову чашку і упарте його приблизно наполовину (рис. 31б).

► Чи можна скористатися для упарювання розчину солі штативом з кільцем і пальником?

Вміст чашки охолодіть спочатку до кімнатної температури, а потім до 0°C (в кристалізаторі з водою та льодом). Кристали солі, що утворились, відділіть від маточного розчину фільтруванням (це бажано проробити на лійці Бюхнера (рис. 31в) під зниженим тиском, створеним за допомогою насоса (рис. 31г)). Кристали солі просушіть між листками фільтрувального паперу.

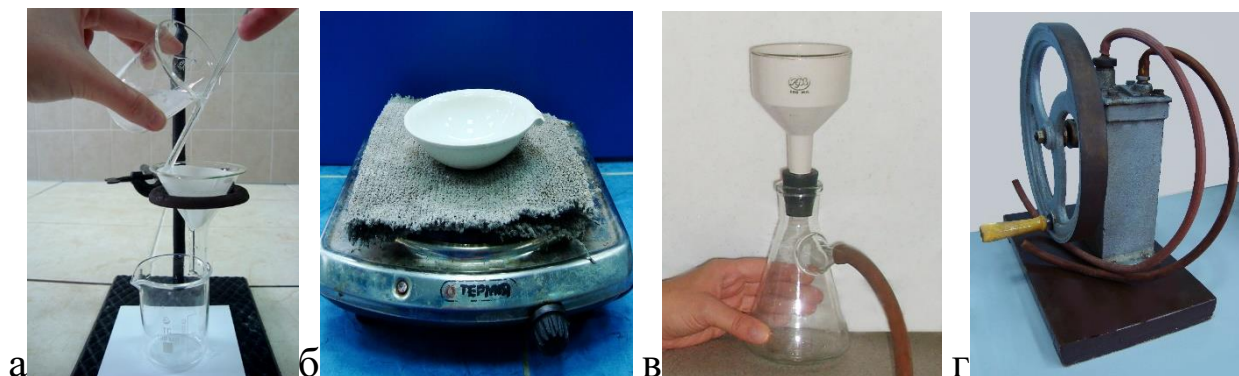


Рис. 31. Очищення забрудненої солі.

► Чи можна виділити кристали натрій хлориду з водного розчину випарюванням?

► Як би Ви запропонували змінити методику та техніку проведення досліду з метою оптимізації його виконання (дотримання правил безпеки, правил лабораторної техніки, раціональності застосування посуду та виконання дій, тривалості тощо)?

- Як можна змінити дослід аби надати йому екологічного змісту?
- Продумайте методику моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього дослід.

2. Зібрати прилад для перегонки рідин, очистити забруднену воду.

Перегонка рідин. Очищення забрудненої води

Реактиви та обладнання. Колба Вюрца на 250—300 мл чи круглодонная колба такого ж об'єму з насадкою Вюрца, 2 конічні чи плоскодонні колби на 50 мл, холодильник Лібіха, 2 металевих штативи, пальник чи спиртівка, азбестована сітка, порцелянові пластинки, термометр на 250—300 °С, кип'ятильні камінці, забруднена вода.

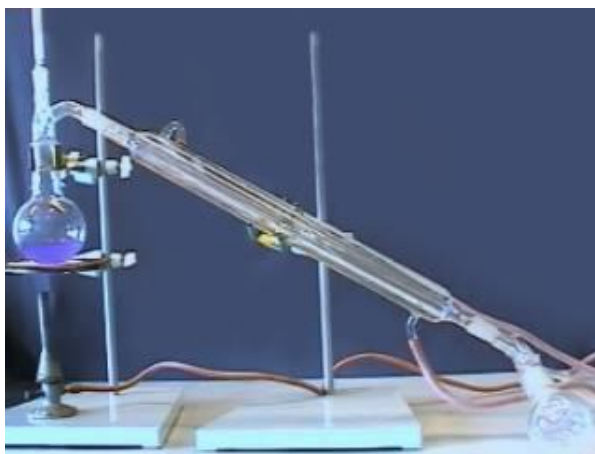


Рис. 32. Прилад для перегонки рідин

Зберіть прилад, як зображено на рис. 32. У колбу Вюрца налейте забруднену воду (можна скористатись органічними барвниками, розчинами неорганічних солей (наприклад, $t_{\text{кип}} \text{H}_2\text{O} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{розклад}} \text{CuSO}_4 > 650 \text{ }^\circ\text{C}$), на дно колби покладіть кип'ятильні камінці, щоб забезпечити рівномірне кипіння рідини. Отвір колби закрийте пробкою з термометром так, щоб його кулька була трохи нижче від рівня відвідної трубки колби, сполученої з холодильником Лібіха.

Нижню гумову трубку холодильника сполучіть з водопровідним краном і пустіть нею помірний струмінь води.

- Чому воду в холодильник подають знизу, а не через верхню трубку?
- Як можна здійснювати подачу води в холодильник, якщо в кабінеті немає водопроводу?

На холодильник насадіть алонж, який занурте у колбу-приймач. Воду в колбі Вюрца поступово нагрійте до кипіння, в колбі-приймачі зберіть зконденсовану пару (дистильовану воду). Порівняйте її з вихідним розчином.

- Чому не можна випарювати воду з колби Вюрца досуха?
- Запропонуйте спрощений варіант приладу для дистиляції води.
- Продумайте методику моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.
- Яким чином прилад може бути використаний для розділення рідин (наприклад, нафти) на фракції? Яких змін слід припуститися у техніці виконання експерименту, порівняно з описаною вище?

3. Очистити сублімацією йод та саліцилову / бензойну кислоту

Для проведення дослідів із сублімації речовин використовують спеціальні прилади – субліматори (рис. 33). Якщо такі прилади в лабораторії відсутні, можна скористатись різними варіантами саморобних.

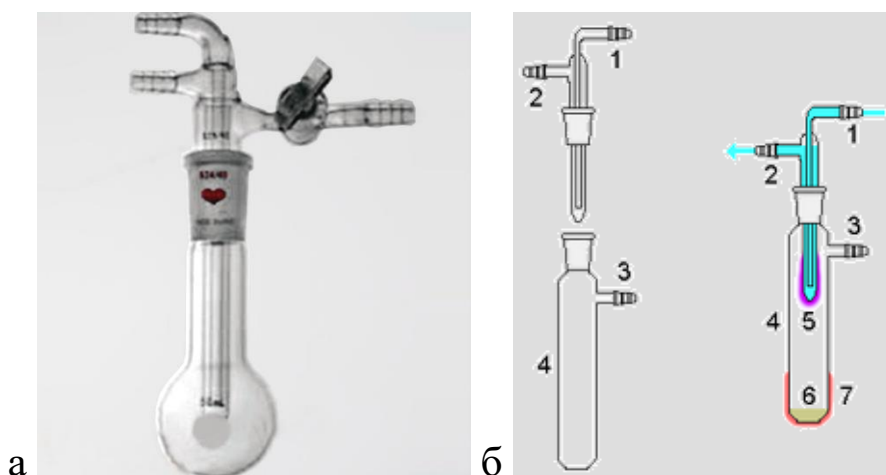


Рис. 33. Зовнішній вигляд субліматора (а); внутрішня будова (б) простого сублімаційного апарату (1 - вхід холодної води; 2 - вихід холодної води; 3 - вакуум / газ лінія; 4 - сублімаційна камера; 5 - речовина, що сублімується; 6 - сирий матеріал; 7 - зовнішній нагрів)

Сублімація йоду

Реактиви та обладнання. Штатив з тримачем (лапкою), кільцем, сіткою і пальником (або плиткою), ступка з товкачиком, круглодонна колба і

стакан на 500 мл, йод кристалічний, калій йодид, кальцій оксид, шпатель, вата, пробірка, пробіркотримач.

Йод, що надходить у продаж, зазвичай забруднений хлором, бромом і водою. Для його очищення зважте 5 г технічного йоду, перенесіть у ступку і розітріть з 0,5 г калій йодиду і 1 г прожареного вапна.

➡ *З якою метою проводять додавання калій йодиду та вапна?*

Суміш перенесіть у сухий вогнетривкий стакан і накрийте круглодонною колбою, що містить холодну воду. Колбу закріпіть в тримачі (лапці) штатива. Стакан обережно нагрійте (рис. 34а). Йод сублимується, пари його охолоджуються на поверхні колби й осідають на ній у вигляді кристалів (рис. 34б).

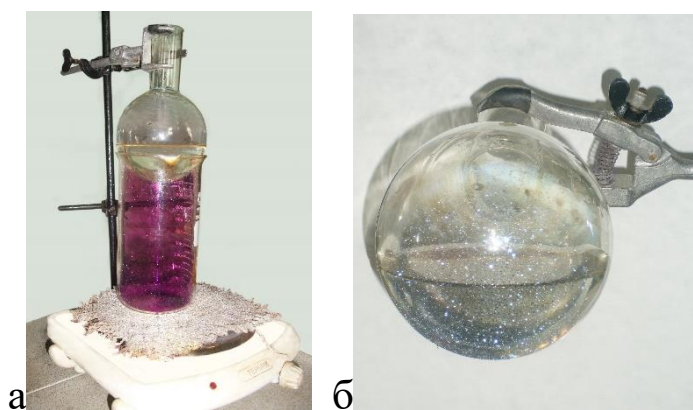


Рис. 34. Варіант саморобного приладу для сублимації (а) та кристали йоду на поверхні колби (б)

➡ *Зверніть увагу на колір парів йоду та кристалів!*

➡ *Як можна посилити унаочнення демонстрування кристалів йоду?*

Зберіть кристали очищеного йоду в банку зі скляною пробкою.

➡ *Чому банки з йодом не можна закривати гумовими пробками?*

Очистіть круглодонну колбу та стакан ополіскуванням посуду від залишків йоду розчинами калій йодиду або натрій тіосульфату.

➡ *Які процеси при цьому відбуватимуться? Відповідь підтвердіть відповідними рівняннями реакцій.*

Сублімацію йоду можна провести **іншими способами**.

У круглодонну колбу покладіть приблизно 0,5 г кристалічного йоду. В отвір колби помістіть пробірку з холодною водою (додатково у неї можна додати шматочків льоду). Аби запобігти потраплянню йоду за межі приладу, простір між пробіркою-охолоджувачем та колбою заповніть ватою.

➡ *Продумайте, на якій відстані від основи штативу слід закріпити колбу.*

Дно колби нагрівайте, обводючи полум'ям так, щоб воно прогрілось рівномірно. Колба наповнюється паром йоду, який потрапляючи на холодну поверхню пробірки кристалізується (рис. 00).

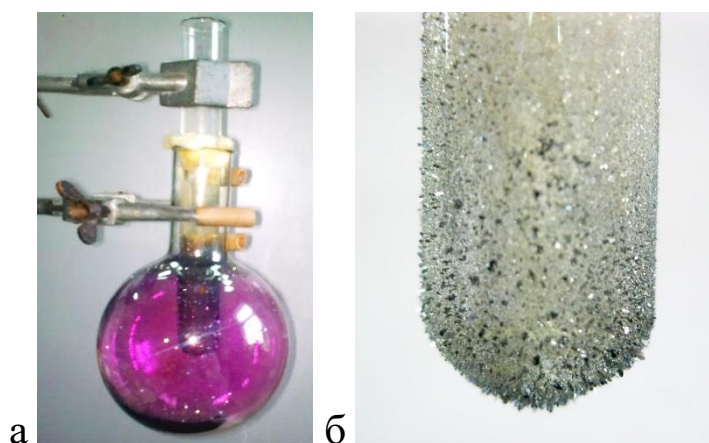


Рис. 35. Варіант саморобного приладу для сублімації (а) та кристали йоду на поверхні пробірки (б)

Ще один варіант приладу (максимально спрощений) зображено на рис. 36. На дно пробірки помістіть 2-3 кристалики йоду і добре прогрійте дно пробірки. У холодній зоні пробірки йод знову переходить у кристалічну фазу.

➡ *Чи слід закривати пробірку пробкою?*

➡ *Порівняйте різні варіанти виконання дослідів з методичного та технічного аспектів (наочність, складність, раціональність застосування посуду та виконання дій, тривалість тощо). Який із способів проведення дослідів, на Вашу думку, є найбільш оптимальним?*

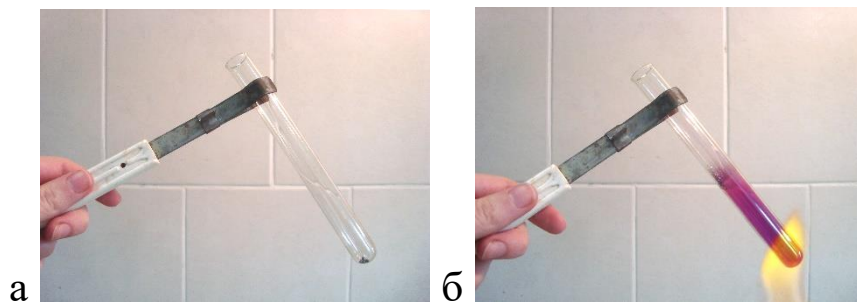


Рис. 36. Спрощений варіант приладу для сублімації (а) та проведення досліду з його використанням (б).

➡ *Продумайте методіку моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.*

Сублімація саліцилової / бензойної кислоти

Реактиви та обладнання. Штатив з тримачем (лапкою), кільцем, сіткою і пальником, вата, порцелянова чашка, скляна лійка, шпатель, пробірка, пінцет, гілочка, саліцилова або бензойна кислота.

На дно порцелянової чашки, розміщеної на плитці або на кільці штативу, покладіть невелику кількість саліцилової чи бензойної кислоти і ледь прогрійте. Чашку прикрийте перевернутою скляною лійкою в носик якої помістіть невеличку гілочку або засушену квітку (рис. 37а). Після того, як сублімація повністю закінчиться (рис.37б), обережно (пінцетом!) вийміть гілочку. Спостерігайте очищені кристали саліцилової / бензойної кислоти (рис. 37в).

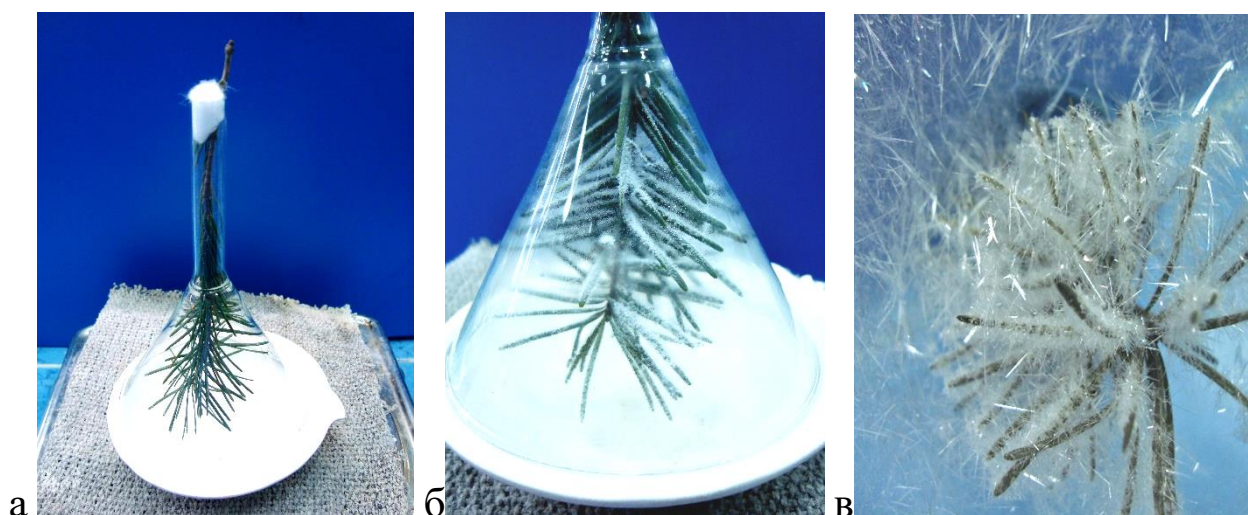


Рис. 37. Варіант саморобного приладу для сублімації (а) та кристали саліцилової кислоти на поверхні лійки і гілочки (б, в).

- *Яку форму мають кристали саліцилової (бензойної) кислоти?*
- *Порівняйте властивості саліцилової та бензойної кислот і висловіть припущення, яку з цих речовин доцільніше застосовувати у такого роду досліді.*

Як і у випадку дослідження сублімації йоду, дослід із сублімації саліцилової (бензойної) кислоти можна проробити у іншому виконанні (рис. 38).

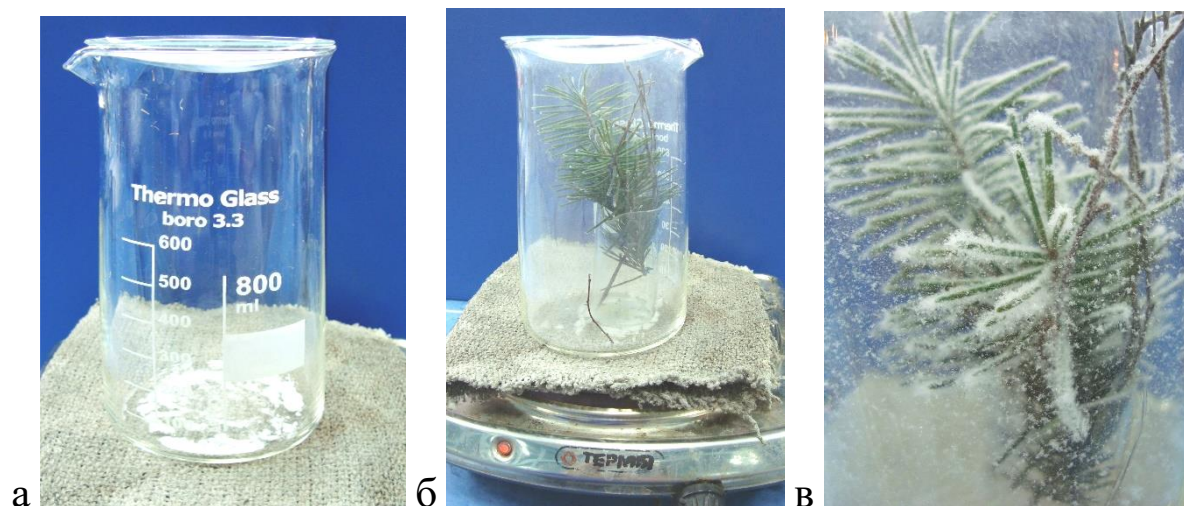


Рис. 38. Інший варіант приладу для проведення сублімації (а, б) та кристали саліцилової кислоти на поверхні гілочки (в).

- *Порівняйте запропоновані варіанти виконання дослідів з методичного та технічного аспектів (наочність, складність, раціональність застосування посуду та виконання дій, можливість іншого способу нагрівання, тривалість тощо). Який із способів проведення дослідів, на Вашу думку, є найбільш оптимальним?*
- *Продумайте методику моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього дослідів.*

4. Пом'якшити водопровідну воду за допомогою йонообмінної колонки.

Усунення жорсткості води

Реактиви та обладнання. Колонка (юретка), штатив з тримачем (лапкою), чорний екран, 2 стакани на 250 мл, катіоніт в H^+ -формі, скловата, скляна паличка, водопровідна та дистильована вода, розчин мила, 2 пробірки, штатив для пробірок.



Рис. 39. Дослід з усунення жорсткості води

Колонку (бюретку) на 2/3 заповніть зернами заздалегідь підготовленого катіоніту в H^+ -формі, закріпіть бюретку в штативі (рис.39). Налийте в стакан водопровідну воду і дослідіть її окрему порцію на жорсткість за допомогою насиченого розчину мила.

- ▶ *Які зміни ймовірно спостерігатимуться після приливання розчину мила у водопровідну воду? Чому? Відповідь підтвердіть рівнянням реакції.*
- ▶ *Чи справдилися Ваші припущення?*

Після цього невеликими порціями вилийте воду із стакана в бюретку і повільно випускайте розчин в другий стакан. Коли в ньому збереться необхідна кількість води знову дослідіть її порцію на жорсткість.

- ▶ *Порівняйте результати обох досліджень. Які висновки можна зробити?*
- ▶ *Продумайте методику моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.*

5. Провести очищення речовин шляхом адсорбції

Адсорбування активованим вугіллям газоподібних сполук

Реактиви та обладнання. Велика пробірка з пробкою, білий екран, активоване вугілля, шпатель, пробіркотримач, пальник, сірники, алюміній нітрат.

У пробірку помістіть декілька кристаликів алюміній нітрату та нагрійте їх (рис. 40а).

- ▶ *Запишіть рівняння реакції, що при цьому відбуватиметься.*
- ▶ *На якому етапі нагрівання пробірку слід закрити пробкою?*

Після утворення в пробірці червоно-бурих парів нітроген(IV) оксиду насипте в пробірку дрібні шматочки активованого вугілля (не порошок!), закрийте пробірку пробкою та струсіть декілька разів (рис. 40б).

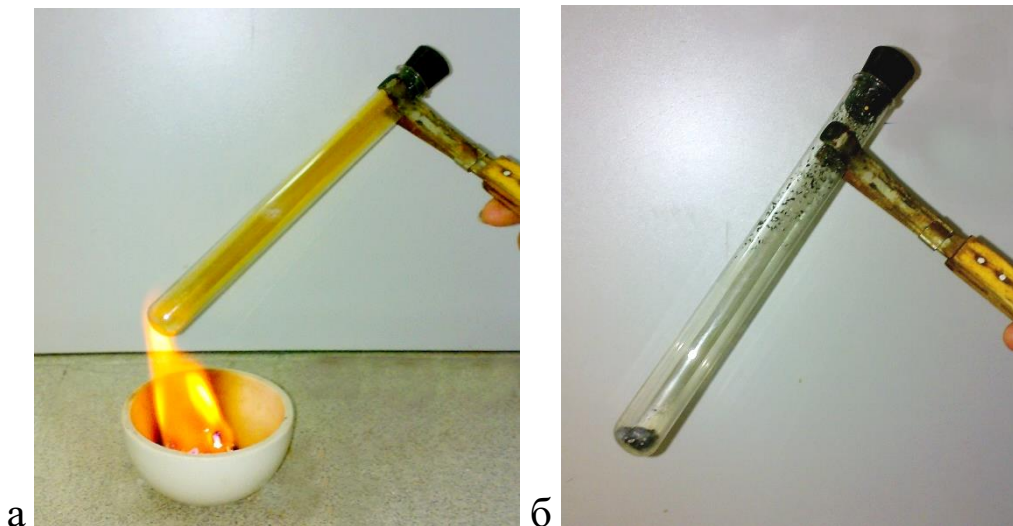


Рис. 40. Адсорбування активованим вугіллям нітроген(IV) оксиду

- ▶ *Поясніть спостережуване явище.*
- ▶ *Чому для демонстрування обрано продукти розкладу алюміній нітрату?*
- ▶ *Як, на Вашу думку, досліджену властивість можна використати у побуті?*
- ▶ *Продумайте методику моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.*

Адсорбування вугіллям розчинених барвників



Рис. 41. Прилад для дослідження адсорбування вугіллям розчинів барвників

Реактиви та обладнання. Колонка (бюретка), штатив з тримачем (лапкою), білий екран, активоване вугілля, шпатель, 3 стакани на 250 мл, скловата, скляна паличка, розчин фуксину (або інших водорозчинних барвників).

Всередину колонки (бюретки) покладіть рихлий тампон скляної вати, на неї насипте шар активованого вугілля на $\frac{3}{4}$ висоти. На вугілля знову помістіть тампон вати. Колонку закріпіть у штативі, поставте під неї стакан.

Налийте в колонку (бюретку) до верху розчин фуксину. Ледь відкрийте кран на бюретці і краплинами випускайте знебарвлену рідину в стакан (рис. 41).

► *Поясніть спостережуване явище.*

Дослід з адсорбування вугіллям розчинених барвників можна провести і у **інший спосіб**.

У два стакани (конічні колби) налийте приблизно по 50 мл розчину фуксину. В один з них насипте 1-2 мірні ложки активованого вугілля (можна скористатись декількома таблетками аптечного препарату). Ретельно перемішайте вміст посудини. Залиште на деякий час для відстоювання або профільтруйте. Порівняйте забарвлення розчинів (рис. 42).



Рис. 42. Дослідження явища адсорбції спрощеним способом

- *Порівняйте запропоновані варіанти виконання досліду з методичного та технічного аспектів. Який із способів проведення досліду, на Вашу думку, є найбільш оптимальним?*
- *Продумайте методіку моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.*

Адсорбування вугіллям продуктів тютюнокуріння

Реактиви та обладнання. Штатив з тримачем (лапкою), білий екран, шприц на 200 см³, гумові трубки, сигарета, дистильована вода, активоване вугілля, шпатель, колба з притертою скляною пробкою, скляна паличка, лійка з фільтрувальним папером, пробірки, штатив для пробірок, сірники; $\text{Vi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, розчини ферум(III) хлориду, KI, нітратної кислоти; йодна вода.

Дослід обов'язково проводять під тягою або в добре провітрюваному приміщенні! Закріпіть в лапці штатива сигарету, уміщену з боку фільтра у гумову трубку; другий кінець трубки сполучіть зі шприцем (рис. 43а). Підпаліть сигарету і створіть протягуванням поршня шприца тягу (рис. 43б). При цьому тютюновий

дим заповнить шприц. У конічну колбу з пробкою налейте 20-25 мл дистильованої води. Випустіть дим зі шприца в колбу так, щоб він проходив крізь воду, відразу закрийте колбу пробкою (рис. 43в). Повторіть забір сигаретного диму декілька разів.

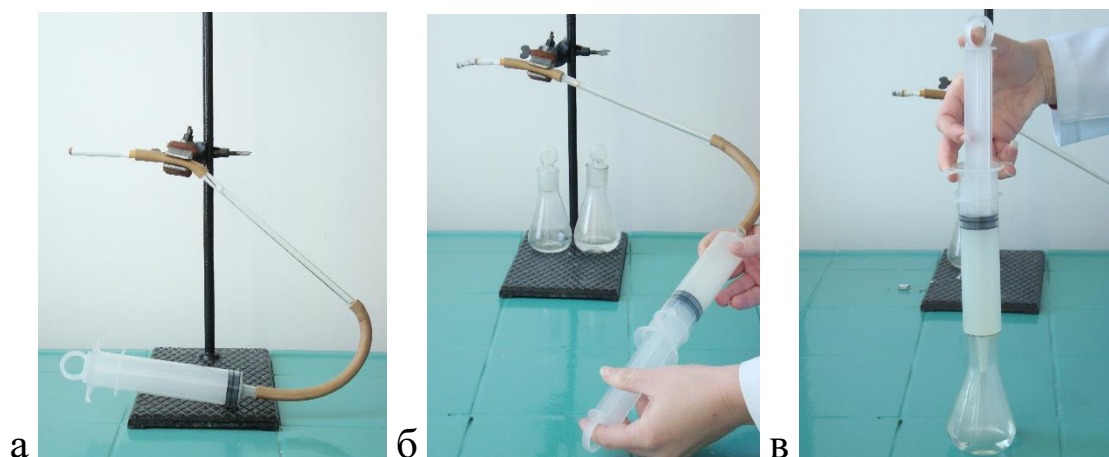


Рис. 43. Поглинання тютюнового диму водою

Тютюновий дим містить смоли, нікотин та інші алкалоїди, фенол, ненасичені сполуки тощо. Довести їх наявність у розчині тютюнового диму (рис. 44а) можна за допомогою якісних реакцій.

- Як довести наявність смол, нерозчинних у воді?
- Запишіть формули складових диму, відомі учням/ученицям.
- Якими характерними реакціями Ви будете виявляти фенол та ненасичені сполуки? Запишіть необхідні рівняння реакцій.

Нікотин та інші алкалоїди виявять у тютюновому димі реактивом Драгендорфа¹. У пробірку налейте 1 мл розчину тютюнового диму і додайте кілька крапель реактиву Драгендорфа. Випадає яскраво-оранжевий осад (рис. 44б).

До розчину тютюнового диму додайте активованого вугілля (рис. 44в), ретельно струсіть, відфільтруйте. Проробіть повторно якісні реакції на фенол, ненасичені, алкалоїди.

¹ Приготування реактиву Драгендорфа. У пробірку наливають розчин $\text{Vi}(\text{NO}_3)_3$ з молярною концентрацією еквівалента 0,5 моль/л об'ємом 1 мл і до нього краплями додають розчин KI з молярною концентрацією еквівалента 0,5 моль/л до розчинення утвореного осаду ViI_3 і появи оранжевого розчину $\text{K}[\text{ViI}_4]$. 4 г розчиняють у HNO_3 з молярною концентрацією еквівалента 2 моль/л розчину об'ємом 10 мл, а потім розбавляють дистильованою водою до об'єму 50 мл.

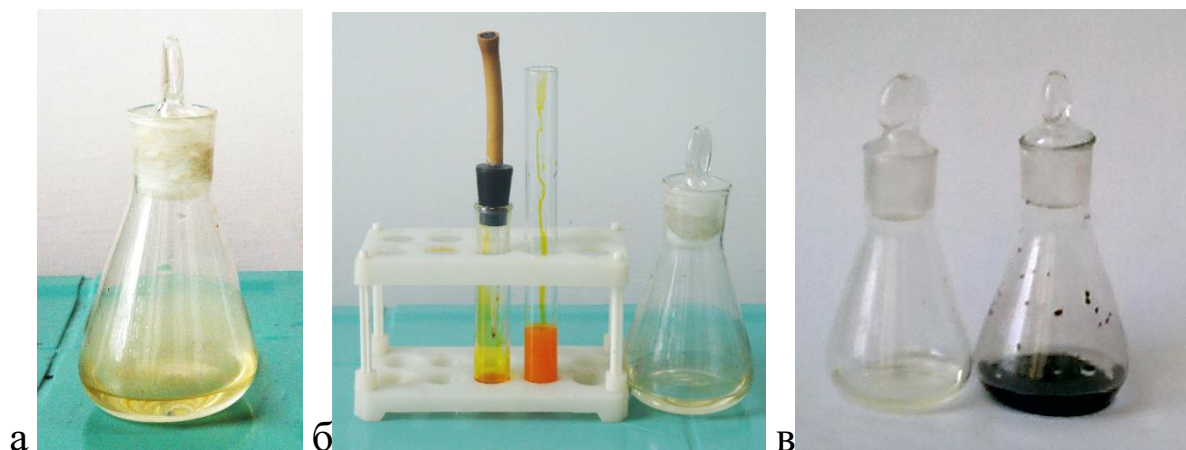


Рис. 44. Дослідження тютюнового диму.

- ➡ *Які висновки можна зробити?*
- ➡ *Які здоров'язберігаючі аспекти ілюструє цей дослід?*
- ➡ *Продумайте методикку моделювання фрагменту уроку із застосуванням цього досліду.*

6. Провести демонстрування дослідів та надати відповідний коментар до них.

7. Відкоригувати картки дослідів, зазначити тривалість демонстрування.

Завдання для самоконтролю

Виберіть усі правильні відповіді.

1. Укажіть, який спосіб очищення та розділення речовин зображений на рисунку:



1. Декантація
2. Фільтрування
3. Відстоювання
4. Випарювання
5. Сублімація

2. Чи правильні такі судження про чисті речовини і суміші?

А. Столовий оцет є чистою речовиною.

Б. Розчин йоду, використовуваний для обробки ран, є сумішшю речовин.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. правильне тільки А | 3. правильні обидва судження |
| 2. правильне тільки Б | 4. обидва судження неправильні |

3. Чи правильні такі судження про способи очищення речовин і методи розділення сумішей?

А. Очистити воду від домішок масла можна за допомогою дистиляції.

Б. Першим кроком при розділенні суміші будь-яких твердих речовин є розчинення суміші у воді.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. правильне тільки А | 3. правильні обидва судження |
| 2. правильне тільки Б | 4. обидва судження неправильні |

4. Чи правильні такі судження про способи розділення сумішей?

А. Відокремити від цукру домішки річкового піску можна розчиненням і наступним фільтруванням суміші.

Б. Для очищення йоду використовується метод електродіалізу.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. правильне тільки А | 3. правильні обидва судження |
| 2. правильне тільки Б | 4. обидва судження неправильні |

5. Чи правильні такі судження про способи очищення води?

А. Для очищення води від домішок деревних стружок її пропускають через шар річкового піску.

Б. Очистити воду від домішок кухонної солі можна методом фільтрування.

- | | |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. правильне тільки А | 3. правильні обидва судження |
| 2. правильне тільки Б | 4. обидва судження неправильні |

6. Чи правильні судження про способи очищення речовин і розділення сумішей?

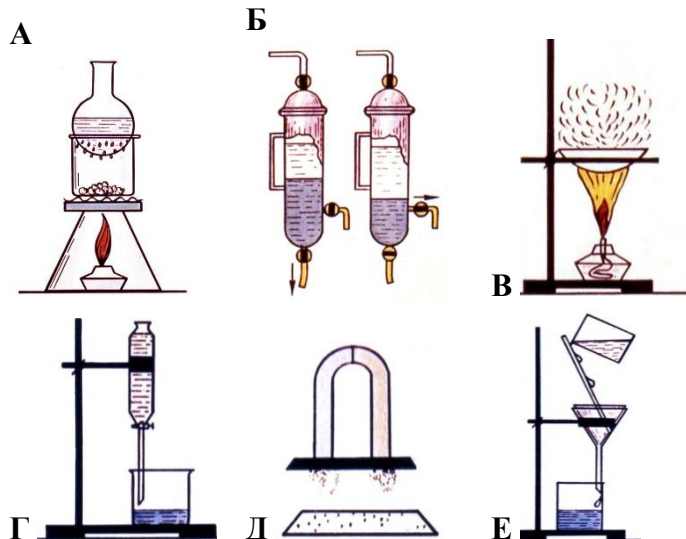
А. Очистити воду від твердих домішок можна за допомогою електроосмосу.

Б. Суміш рослинної олії і води розділяють за допомогою ділильної лійки.

1. правильне тільки А
2. правильне тільки Б
3. правильні обидва судження
4. обидва судження неправильні

Установіть відповідність

7. Установіть відповідність між способами розділення і очищення речовин, зображеними на рисунках, та їх назвами:



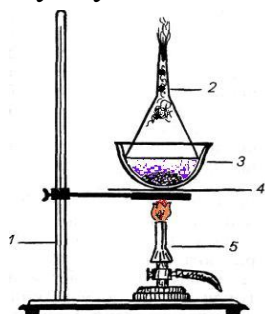
1. Адсорбція
2. Випарювання
3. Відстоювання
4. Декантація
5. За допомогою магніта
6. Перегонка
7. Сублімація
8. Фільтрування

Дайте розгорнуті відповіді

8. Складіть план розділення таких сумішей:

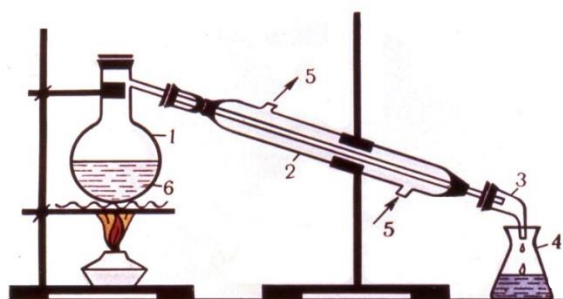
- а) пісок, сіль;
- б) пісок, глина, тирса;
- в) пісок, йод, кухонна сіль;
- г) дрібні залізні цвяхи, побутове сміття;
- д) залізні ошурки, кухонна сіль, сірка.

9. Для здійснення яких процесів можна використати прилад, зображений на рисунку? Назвіть частини приладу, поясніть їх призначення.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

10. Для здійснення яких процесів можна використати прилад, зображений на рисунку? Назвіть частини приладу, поясніть їх призначення.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

11. Якщо кухар пересолив суп, то рекомендується опустити в каструлю невеликий полотняний мішечок з рисом (20-30 г) на 10-15 хв. На чому основана дія цього «бабусиної секрету»? Чи можете Ви запропонувати інший спосіб, як виправити справу?

12. Борошно перед приготуванням тіста просівають через сито. Чи можна просіювання віднести до одного з методів очищення речовин?

13. Визначте масу калій йодиду, яка викристалізується при охолодженні насиченого за 80 °С розчину масою 438 г до 20 °С (розчинність калій йодиду за 80 °С – 192 г, а за 20 °С – 144 г у 100 г води).

14. Визначте об'єм амоніаку, що виділиться при нагріванні насиченого за 10 °С розчину масою 285,43 г до 50 °С (н. у.), якщо розчинність амоніаку за 50 °С – 22,9 г, а за 10 °С – 67,9 г у 100 г води.

15. Визначте масу натрій сульфату декагідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, що виділиться при охолодженні насиченого за 80 °С розчину масою 1026,4 г до 10 °С (розчинність натрій сульфату за 80 °С – 28,3 г, а за 10 °С – 9 г в 100 г води).

16. У лабораторії перекристалізували мідний купорос і одержали 500 г цієї очищеної солі. Визначте масу використаного розчину солі, якщо під час очищення насичений за температури 80 °С охолодили до 0 °С (за температури 80 °С у 100 г води розчиняється 83,8 г безводної солі, а за температури 0 °С – 23,1 г).

17. Перегляньте відеофрагменти, зробіть їх аналіз щодо правильності техніки виконання експерименту, недопущення хімічних помилок, дотримання методичних вимог.



18. Проаналізуйте фрагмент відеоуроку «Хімія 7 клас. Практична робота. Розділення сумішей» фіналіста конкурсу Global Teacher Prize Ukraine.



19. Доберіть досліди, що ілюструють інші способи розділення однорідних та неоднорідних сумішей, про яких не йшлося в тексті посібника. Оформіть методичні рекомендації щодо їх виконання у вигляді карток. Презентуйте результати роботи на наступному занятті.

20. Сформуйте добірку відеодослідів, що ілюструють способи розділення однорідних та неоднорідних сумішей. Здійсніть каталогізацію Вашої добірки. Презентуйте результати роботи на наступному занятті.

Основні закономірності хімічних реакцій

Питання для підготовки.

1. Кінетичні характеристики перебігу хімічних реакцій.
2. Енергетичний ефект хімічних реакцій.
3. Швидкість хімічних реакцій; фактори, що на неї впливають.
4. Каталіз та каталізатори; значення каталітичних процесів.
5. Оборотні та необоротні хімічні реакції. Хімічна рівновага; зміщення хімічної рівноваги.
6. Окисно-відновні процеси з точки зору електронної теорії.
7. Фактори, що впливають на напрямок перебігу окисно-відновних реакцій.
8. Перетворення хімічної енергії на електричну; гальванічні елементи.
9. Корозія металів; способи їх захисту від корозії.
10. Аналіз шкільних програм. Місце запропонованих дослідів у шкільному курсі хімії (клас, тема, на які базові знання спираються, які нові поняття та вміння формуються).

Завдання: повторити теоретичні знання з термохімії, кінетики та характеристики окисно-відновних процесів; проробити демонстраційні досліди з розділу, з'ясувати техніку та методику їх проведення, провести вправи з демонстрування.

ПОРЯДОК РОБОТИ НА ЗАНЯТТІ

1. Проробити досліди з термохімії та кінетики

Вплив концентрації речовин на швидкість хімічної реакції

Реактиви та обладнання: калій йодат, натрій сульфід, нітратна кислота, розчин крохмалю (1г крохмалю на 50 мл), 2 колби на 1л; 6 мірних циліндрів на 100 мл; 3 демонстраційні стакани на 0,25 л, метроном, секундомір.

*В колбі 1 готують *розчин №1*: натрій сульфід масою 1г, концентровану кислоту об'ємом 1мл і розчин крохмалю об'ємом 50 мл розчиняють у воді, доводять до 1л.

*В колбі 2 готують *розчин № 2*: наважку калій йодату масою 3,9 г розчиняють у воді, доводять до 1л.

Розставляють парами мірні циліндри і в один із циліндрів кожної пари наливають по 100 мл розчину № 1. В другий циліндр першої пари наливають 100 мл розчину № 2, другої пари – 50 мл розчину № 2 і 50 мл води; третьої пари – 25 мл розчину № 2 і 75 мл води. Таким чином, у другому циліндрі кожної наступної пари концентрація речовини (калій йодату) буде меншою від попередньої у 2 рази.

Вмикають метроном (секундомір) і зливають в один із стаканів вміст циліндрів першої пари, лічать удари метроному (фіксують час за секундоміром) до появи синього забарвлення (в залежності від температури розчинів біля 5-10 секунд). Відмічають, що забарвлення з'явилося зразу, раптово, а не поступово. Аналогічно пророблюють для другої та третьої пар циліндрів, в яких концентрація йодату менша від початкової у 2 та 4 рази відповідно (рис. 98). Роблять висновки⁹.

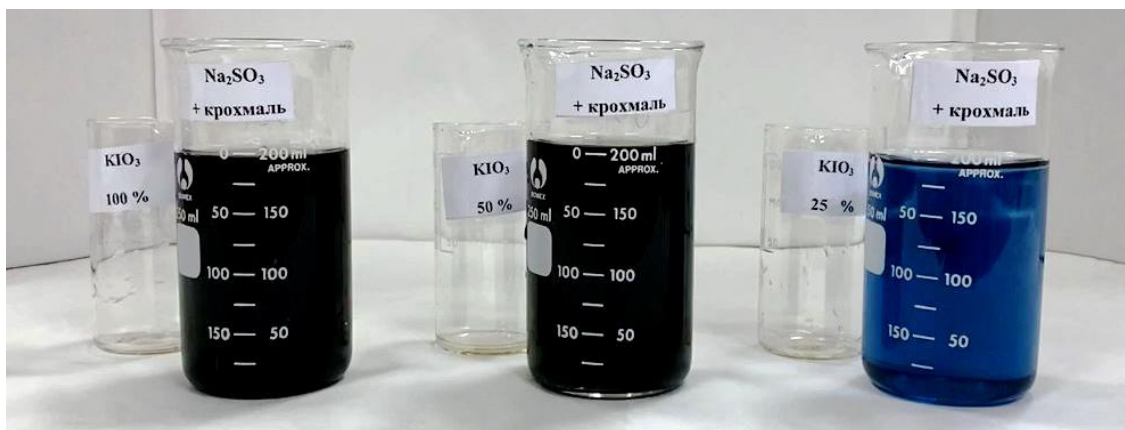


Рис. 98. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації речовин.

⁹ Швидкість реакції пропорційна концентрації йодату, а не її квадрату, як впливає із сумарного рівняння:
 $5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KIO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{I}_2 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Реакція відбувається в декілька стадій, причому лімітуючою є та, де стехіометричний коефіцієнт перед йодатом становить 1, а вільний йод не з'являється. При змішуванні розчинів з калій йодату та нітратної кислоти утворюється йодатна кислота, що реагує з сульфитною кислотою (виділяється під час взаємодії нітратної кислоти з натрій сульфідом): $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HIO}_3 = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$

Коли витрачаються всі сульфід-іони, швидко відбувається друга стадія: $5\text{HI} + \text{HIO}_3 = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

У присутності сульфитної кислоти йод виділитися не може, оскільки він реагує з нею:

$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$

Час до появи йоду визначається першою стадією, що має перший порядок по йодат-йону.

- Продумайте пояснення цього експерименту для учнів/учениць базової школи.

Здолання активаційного бар'єру

Реактиви та обладнання: алюмінієва пудра (0,5 г), дрібно розтертий йод (6 г), керамічна пластина, шпатель, піпетка, порцелянова чашка, тринога, скляний дзвін.

Пудру та йод змішують в одній чашці (за необхідності розтирають у ступці) і висипають конусом на керамічну пластину. В середину капають 2-3 краплі води (рис. 99а). Через 1-2 хвилини починається бурхлива реакція, що супроводжується виділенням світла і фіолетових парів йоду (рис. 99б).

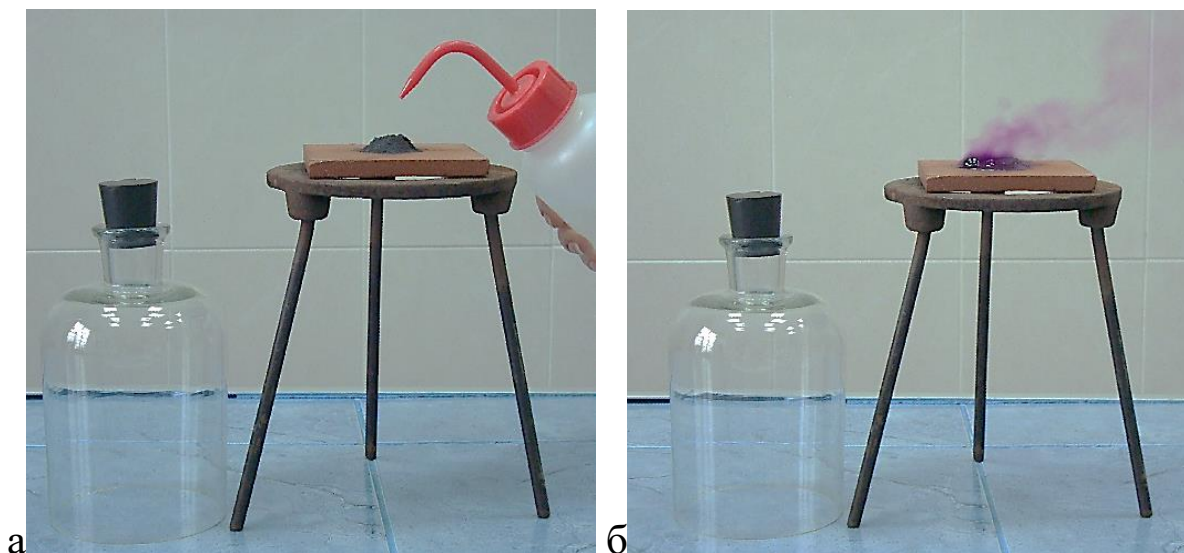


Рис. 99. Взаємодія алюмінію з йодом.

- Чому після внесення води в суміш рекомендується прикрити пластину великим скляним дзвоном?
- Продумайте, чим видалити залишки йоду з поверхні плитки та дзвону.
- Складіть необхідні рівняння реакції.

Інгібування хімічної реакції

Реактиви та обладнання: залізо (ошурки), оцтова кислота (1:2); формалін, 2 циліндри або великі пробірки (стакани, мензурки), чорний екран.



В циліндри (стакани тощо) налити кислоти та занурити в них залізо. Коли виділення бульбашок водню стане помітним, додати в один з них 1-2 мл формаліну. Спостерігати зменшення швидкості виділення газу.

Рис. 100. Інгібування хімічної реакції.

Зміщення хімічної рівноваги

Реактиви та обладнання: концентровані розчини ферум(III) сульфату (хлориду), амоній роданіду та амоній сульфату (хлориду), 4 стакани.

В один із стаканів наливають води і готують дуже розбавлений розчин зливанням декількох крапель ферум(III) хлориду (або сульфату) та амоній роданіду. Одержаний розчин розливають по трьом стаканам, уміст четвертого залишають для порівняння. У перший стакан приливають концентрований розчин амоній роданіду, в другий – ферум(III) хлориду (або сульфату), в третій – амоній хлориду (або сульфату). Спостерігають посилення забарвлення в першому та другому стаканах та послаблення в третьому.



Рис. 101. Зміщення хімічної рівноваги.

2. Проробити дослід, що ілюструють суть окисно-відновних процесів.

Утворення гальванічних елементів

Реактиви та обладнання: насичений розчин калій хлориду, однакові за розмірами пластинки (або дріт) різних металів та сплавів, вольтметр, стакан.

Розкласти на столі зразки металів у тому порядку, в якому вони розташовані в ряді напруг (сплави поміж відповідними металами). Взяти один із металів, перший чи останній у ряді, приднати до нього через вольтметр інший зразок, і, зануривши в розчин солі, виміряти напругу відповідного гальванічного елемента. Проробити це з іншими зразками. Порівняти ЕРС одержаних гальванічних елементів.

- Чому у цьому досліді можна спостерігати лише якісну відповідність?
- Що потрібно врахувати досліджуючи зразки з алюмінію та хрому?

Електрохімічна корозія

Реактиви та обладнання: 3 ретельно зачищені наждачним папером залізні цв'яхи, зачищена мідна та цинкова пластинки, мідний дріт (діаметром 0,25 – 0,5 мм), пінцет, ножиці, 3 чашки Петрі, екран, знежирювальний розчинник (етер, спирт).

Робочий розчин: 200 мл H_2O + 5 мл конц. CH_3COOH + 7мл 3 % - ного H_2O_2 + 1мл 40 % - ного $KSCN$ (або 30 % – ного NH_4SCN).

В першу чашку Петрі покласти знежирений цв'ях (брати тільки пінцетом). В другу чашку Петрі: на цв'ях щільно намотати мідний дріт (5 – 6 кілець), з'єднати іншим кінцем з цинковою пластинкою; знежирити. В третю чашку Петрі: на цв'ях щільно намотати мідний дріт (5 – 6 кілець), з'єднати іншим кінцем з мідною пластинкою; знежирити.

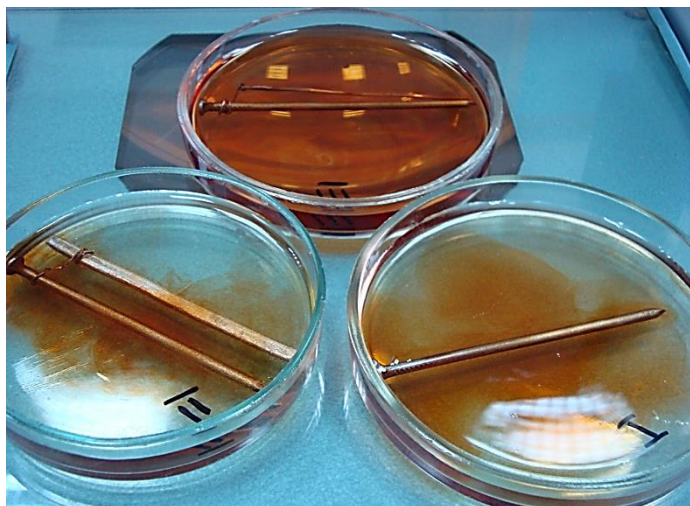


Рис. 102. Електрохімічна корозія

Всі три чашки Петрі помістити на білу поверхню (скло кодоскопа), залити робочим розчином (рис. 102). Проекцію зображення вивести на екран.

Спостерігати за тим, у якій з ємностей площа червоного забарвлення буде найбільшою та на якій

поверхні виділятимуться бульбашки газу.

- ▶ Зразок якого металу виступатиме пасиватором корозії, а якого – активатором?
- ▶ Поясніть спостережувані зміни записавши рівняння реакцій, що відбуватимуться.
- ▶ Що спостерігатиметься, якщо через деякий час перерізати ножицями дрот?

Оборотні окисно-відновні реакції

Реактиви та обладнання: Розчини ферум(III) хлориду, калій йодиду, йоду, крохмалю; сіль Мора; два стакани.

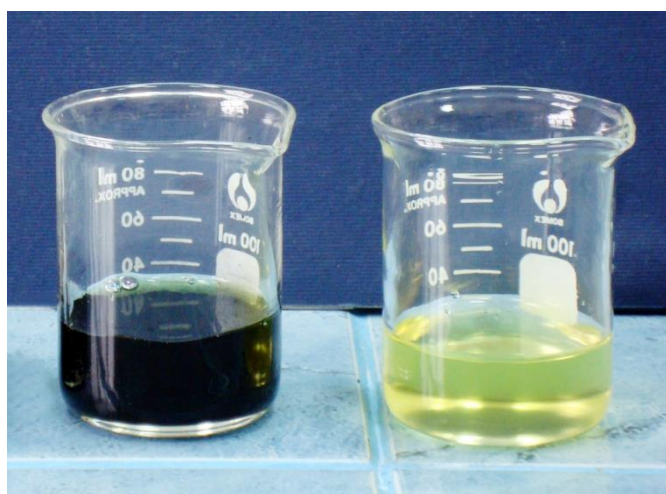


Рис. 103. Оборотні окисно-відновні реакції

До розбавленого розчину ферум(III) хлориду в стакані прилити розчин калій йодиду та декілька крапель крохмалю (рис. 103).

- ▶ Що спостерігатиметься? Чому? Відповідь підтвердіть рівнянням реакції.

До свіжовиготовленого розчину солі Мора (Fe^{2+}) в демонстраційному стакані додайте декілька крапель крохмалю та прилийте розчин йоду. Що відбуватиметься?

► Поясніть спостережувані зміни. Запишіть рівняння реакції, що відбудеться.

► Поясніть, у яких випадках окисно-відновні реакції можуть бути оборотними.

3. Провести демонстрування дослідів та надати відповідний коментар до них.

4. Відкоригувати картки дослідів, зазначити тривалість демонстрування.

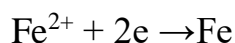
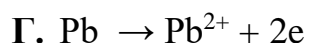
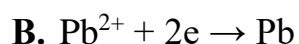
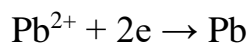
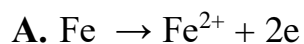
Завдання для самоконтролю

Виберіть усі правильні відповіді

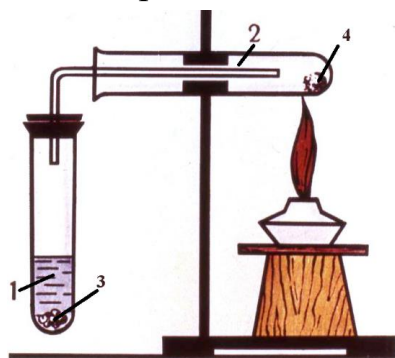
1. Укажіть, в якому випадку правильно записані електродні процеси для гальванічного елемента, схема якого $(-)Fe / Fe^{2+} // Pb^{2+} / Pb (+)$

катодний процес

анодний процес



2. Установіть відповідність між цифрами на рисунку та назвами речовин, щоб у запропонованому приладі можна було б продемонструвати залежність швидкості реакції від температури.



А. Хлоридна кислота

Б. Нітратна уислота

В. Цинк

Г. Мідь

Д. Алюміній оксид

Е. Купрум(II) оксид

Ж. Водень

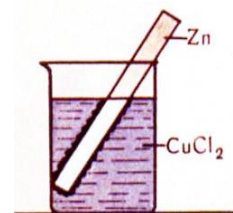
З. Нітроген(IV) оксид

И. Вода

Дайте розгорнуті відповіді

3. Під час демонстрування якісної реакції на алкени бромну воду замінюють йодною – водно спиртовим розчином йоду. Чи можна скористатись йодною водою для демонстрування досліду з відносної активності галогенів? Відповідь підтвердіть необхідними рівняннями реакцій.

4. Чи можна у зображений спосіб продемонструвати роботу гальванічного елемента? Дайте обґрунтовану відповідь.



5. Одна з рекомендацій населенню для запобігання наслідків радіаційного ураження стосується вживання препарату калій йодиду. За його відсутності можна скористатись розчином вітаміну С (аскорбінової кислоти) та препаратом йоду. Поясніть цю рекомендацію, записавши необхідні рівняння реакцій.

6. Запропонуйте набір реактивів та обладнання для демонстрування динамічної рівноваги $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$. Опишіть основні етапи проведення експерименту. Відповідь підтвердіть необхідними рівняннями реакцій.

7. Для дослідження впливу площі поверхні речовин на швидкість хімічної реакції часто використовують шкільну крейду (грудочку та порошок), діючи на них оцтовою кислотою. У деяких випадках реакція не відбувається. Чому? Надайте обґрунтовану відповідь.

8. Проаналізуйте серію блогу «Експериментальна наука» фіналіста конкурсу Global Teacher Prize Ukraine 2021 р. «Експериментальна Хімія. Піротехніка». Зробіть аналіз щодо технології демонстрування, дотримання правил безпеки тощо.



9. Доберіть досліди, що ілюструють закономірності хімічних процесів, і про які не йшлося в тексті посібника. Оформіть методичні рекомендації щодо їх виконання у вигляді карток. Презентуйте результати роботи на наступному занятті.

10. Зробіть добірку відеодослідів з термодинаміки, кінетики, перебігу окисно-відновних процесів. Здійсніть каталогізацію Вашої добірки. Презентуйте результати роботи на наступному занятті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні

1. Аксьонова О.Ф., Гарбуз О.В., Маслій О.Г., М'ячиков О.В. Основи техніки лабораторних робіт з хімії: Навчальний посібник. К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. 157 с.
2. Блажко О.А. Загальна методика навчання хімії : навч. посіб. для студ. хім. спец. вищих пед. навч. закл. 2-ге вид. Вінниця : Планер, 2012. 241 с.
3. Гирина Н.П., Шляніна А.В., Ковальчук І.С. Техніка лабораторних робіт: Навчальний посібник. 2-е видання. К.: ВСВ «Медицина», 2019. 304 с.
4. Гриценко І.С., Кизим О.Г., Колісник С.В., Петухова І.Ю. Основи техніки лабораторних робіт: навч. посіб. для студентів закл. вищ. освіти / за заг. ред. І.С. Гриценка. Харків. НФаУ. Золоті сторінки, 2019. 194 с.
5. Косогін О.В., Лінючева О.В., Мірошніченко Ю.С. Техніка хімічного експерименту. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 387 с.
6. ХІМІЯ. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804). URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programi-5-9-klas-2017.html> (дата звернення: 20.09.2022).
7. ХІМІЯ. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти (Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 1407 від 23.10.2017 р.). URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 20.09.2022).

Додаткові

1. AR_Book: Інтерактивна система для проходження експериментів зі шкільної програми в AR|VR|3D форматах. URL: https://arbook.info/ar_book/ (дата звернення: 20.09.2022).

2. Астахов О. І., Ніколаєва Г. М. Методика і техніка хімічного експерименту. Посібник для вчителів. К. : Радянська школа, 1965. 205 с.
3. Астахов О. І., Чайченко Н. Н. Дидактичні основи навчання хімії. К. : Радянська школа, 1984. 126 с.
4. Блажко О.А. Методика навчання хімії у старшій профільній школі: курс лекцій [Текст] : навчальний посібник для студентів хімічних спеціальностей вищих педагогічних навчальних закладів / О. А. Блажко. - Вінниця : Нілан-ЛТД, 2014. 163 с.
5. Буринська Н.М. Методика викладання хімії. Теор. Основи. К.: Вища шк., 1987. 225 с.
6. Верховський В.Н. Техніка і методика хімічного експерименту в школі. [посіб. для викладачів]. Т.1. К., Х.: Державне учбово-педагогічне видавництво «Рад. Школа», 1938. 352 с.
7. Гирина Н.П., Ковальчук І.С., Шляніні А.В., Туманова І.В. Техніка лабораторних робіт: Навчально-методичний посібник для студентів вищих медичних, фармацевтичних навчальних закладів. К.: ВСВ «Медицина», 2017. 72 с.
8. Грабовий А. К. Теоретико-методичні засади навчального хімічного експерименту в загальноосвітніх навчальних закладах / Монографія. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2012. 376 с.
9. Григорович О.В. Хімічний експеримент у школі. 7 – 11 класи / упоряд. О.В. Григорович, О.В. Невський. Х.: Веста: Вид-во «Ранок», 2008. 192 с.
10. Деркач Т.М. Інформаційні технології у викладанні хімічних дисциплін: навч метод. посіб. Д.: Вид-во ДНУ, 2008. 336 с.
11. Дробочкий А.С., Шмуклер Ю.Г. Прилади для демонстрування дослідів з хімії. К.: Рад. школа, 1988. 70 с.
12. Дубовик О.А., Дуброва Н.Й., Сергуніна Р.С. Безпека на уроках хімії. К.: Видавництво ЛВК, 2010. 44 с.
13. Євсєєв Р.С. Усі цікаві досліди. Хімія. 10-11 класи. Х.: ТОРСІНГ ПЛЮС, 2006. 320 с.

14. Інноваційні цифрові освітні рішення. URL: <https://ua.mozaweb.com/> (дата звернення: 20.09.2022).
15. Прибора Н.А. Техніка і методика хімічного експерименту. К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2011. 24 с.
16. Яковішин Л.О. Цікаві досліди з хімії: в школі та вдома. Севастополь: Біблекс, 2006. 176 с.

Зміст

ПЕРЕДМОВА	3
МАТЕРІАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	5
1. Демонстраційний експеримент у системі хімічної освіти	5
<i>Завдання для самоконтролю</i>	13
2. Правила безпеки під час робіт з хімії. Реактиви: правила зберігання та роботи з ними	16
<i>Завдання для самоконтролю</i>	29
3. Посуд та обладнання в хімічному експерименті	32
<i>Завдання для самоконтролю</i>	50
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ НА УРОКАХ ХІМІЇ	53
4. Способи очищення та виділення речовин	53
<i>Завдання для самоконтролю</i>	65
5. Вода та розчини в хімічному експерименті	69
<i>Завдання для самоконтролю</i>	83
6. Робота з газами в курсі хімії	86
<i>Завдання для самоконтролю</i>	111
7. Досліди з використанням електричного струму	115
<i>Завдання для самоконтролю</i>	124
8. Основні закономірності хімічних реакцій	126
<i>Завдання для самоконтролю</i>	132
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134
ДОДАТКИ	137