

Рецензенти:

Крикунова Валентина Юхимівна – кандидат хімічних наук, доцент, професор кафедри біотехнології та хімії Полтавського державного аграрного університету

Шинкаренко Валентин Іванович – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та методики викладання хімії Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка.

Криворучко А.В. Екологічна хімія : навч. посібн. для студ. спец.-ті 102 Хімія / А.В. Криворучко / Полтавський нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка. – Полтава, 2023. – 59 с.

Навчальний посібник створено відповідно до програми навчальної дисципліни «Екологічна хімія» для студентів спеціальності 102 Хімія освітнього рівня «бакалавр». Кожне лабораторне заняття представлено трьома блоками. Теоретична частина практикуму допоможе студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру. Лабораторна частина сприятиме формуванню у студентів практичних навичок роботи. Наявність завдань для самостійної роботи сприятимуть формуванню навичок студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків та інших видів завдань. Для студентів і викладачів закладів вищої освіти.

Рекомендовано до друку на засіданні вченої ради
Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка
(протокол № 14 від 30 червня 2023 року)

УДК 373.3.02(075)

ВСТУП

Методичні вказівки складені на основі програми дисципліни «Екологічна хімія» для студентів спеціальності 102 Хімія освітньої програми «Хімія».

Сучасний фахівець у галузі хімії повинен уміти передбачати наслідки синтезу, використання нових речовин та впровадження нових технологій, знати особливості поведінки різних хімічних сполук у разі потрапляння їх у навколишнє середовище, оцінювати їх вплив на біосферні процеси. Екологічна хімія ґрунтується на основних законах і поняттях класичної хімії, проте об'єкти дослідження в цьому випадку містяться в довкіллі.

При виконанні лабораторних робіт студенти набувають навичок виконання найважливіших хімічних операцій. Лабораторні роботи необхідно виконувати свідомо, зі вмінням пояснювати всі деталі, з розумінням всіх явищ, які спостерігаються при виконанні дослідів. Лабораторним заняттям передують ретельна домашня підготовка. При виконанні лабораторних дослідів необхідно точно дотримуватися послідовності операцій, вказаних в лабораторному практикумі. При проведенні кожного дослідження необхідно виконувати правила техніки безпеки, уважно спостерігати і фіксувати всі ті зміни, які проходять з речовинами, самостійно робити висновки з проведеного дослідження. Результати дослідів слід оформляти, як того рекомендують методичні вказівки.

Кожне лабораторне заняття поділяється на три частини:

I. Теоретична частина передбачає підготовку до заняття за теоретичними питаннями для самоконтролю. Ступінь підготовленості до заняття студент повинен перевірити, відповівши на запитання для самоконтролю, подані до кожної теми.

II. Лабораторна частина базується на належній домашній підготовці до заняття і вивченні методики проведення дослідів, а також включає проведення дослідів, їх аналіз та узагальнення результатів.

Загальний порядок виконання лабораторних дослідів:

1. У процесі підготовки до лабораторної роботи необхідно ознайомитися з її описом за даними методичними вказівками, вивчити теоретичні питання за додатково рекомендованими джерелами, визначити мету й завдання досліджень.
2. Перед виконанням роботи кожний студент зобов'язаний надати викладачу заготовлену форму звіту, необхідні розрахунки, таблиці, функціональні та принципові схеми.
3. Виконанню роботи передують перевірка готовності студента до роботи. Перевірка проводиться викладачем на початку кожного заняття в наступному порядку:
 - Студент надає всі матеріали, відповідно до п.2; Якщо надані матеріали задовільні, студент отримує питання за темою роботи;
 - При задовільних відповідях студент допускається до виконання роботи.
4. Студенти допущені до виконання роботи, виконують її у відповідності з описом. Робота вважається закінченою після затвердження отриманих результатів викладачем.
5. Після закінчення роботи студент повинен вимкнути всі джерела живлення і прилади, відключити їх від мережі, розібрати схеми дослідження на стенді та привести робоче місце до порядку.
6. Звіт з виконаної роботи оформлюється за встановленим зразком. Студент отримує залік по роботі після представлення оформленого звіту та пояснення отриманих результатів.

Оформлення лабораторних робіт. Після вивчення відповідного теоретичного матеріалу і методики аналізу, ознайомлення з приладами, які використовуються в роботі, практичного виконання аналізу і обробки його результатів студент в лабораторному журналі складає протокол лабораторної роботи. Останній складається з наступних розділів:

- 1) теоретичний вступ (висвітлюється наукова суть методу);
- 2) прилади, посуд, матеріали, реактиви (подається перелік матеріальної частини, яка використовується для аналізу);
- 3) хід роботи (описується послідовність операцій, які виконує студент під час підготовки до аналізу і самого аналізу);
- 4) результати аналізу і їх обробка (складається таблиця з результатами аналізу, за розрахунковою формулою обчислюється кінцевий результат, вказується похибка аналізу);
- 5) заключення (порівнюється результат даного аналізу з відповідними показниками якості, вказаними в стандартах).

Кожний студент виконує роботу самостійно або в групі. Виконана робота зараховується викладачем наприкінці заняття (або у позааудиторний час до наступного заняття) після того, як студентом виконані усі необхідні розрахунки, зроблено висновки і захищено подані матеріали.

III Завдання для самостійної роботи. Самостійна робота є основним засобом оволодіння здобувачем навчального матеріалу у вільний від обов'язкових занять час. Обов'язкова самостійна робота студента включає:

- самопідготовку до лекційних та лабораторних занять;
- опрацювання нового та повторення раніше вивченого теоретичного матеріалу;
- виконання завдань для самостійної роботи: доповіді, створення матеріалів презентацій, проведення типових розрахунків за даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язування задач, письмові відповіді на запитання;
- підготовку до усного опитування або тестування;
- підготовку до екзамену.
- самостійне вивчення з рекомендованого переліку додаткових теоретичних питань, нерозглянутих на лекціях;
- розв'язування додаткових задач за тематикою лабораторних занять;
- аналіз наукової публікації за визначеною викладачем темою; • аналіз наукових матеріалів по заданій темі зі складанням схем та моделей на підставі отриманих результатів;
- виконання індивідуально-дослідницького завдання.

Виконання індивідуально-дослідницького завдання. Змістовний компонент його становить перелік тем проектів, одну з яких кожний студент на демократичній основі одержує на початку кожного семестру вивчення дисципліни і працює над нею протягом усього часу, відведеного на вивчення дисципліни. Це своєрідний творчий звіт студента, який дозволяє виявити рівень якості знань, вміння застосовувати їх у нестандартних ситуаціях. Якщо в переліку запропонованих завдань немає тем, які студент хотів би детально опрацювати, він може сам запропонувати свої завдання. Звіт за виконане творче завдання відбувається у формі захисту (комп'ютерна презентація) на останньому занятті.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння у процесі самостійної роботи, вноситься на підсумковий контроль разом із навчальним матеріалом, який було опрацьовано під час проведення навчальних занять.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

Під час роботи в лабораторії треба бути особливо уважним, акуратним і обережним, оскільки в дослідах використовується різний хімічний посуд, реактиви та обладнання. Студенти повинні дотримуватись вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики. У разі їх недотримання студенти несуть дисциплінарну відповідальність.

Перед початком лабораторних робіт студенти проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача (лаборанта). Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місці в халатах, застібнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране під косинку чи шапочку.

Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється. Мити посуд потрібно відразу після виконання досліду. Кожен студент повинен пам'ятати, що більшість хімічних речовин та реактивів отруйні, і невиконання правил роботи з ними наносить шкоду здоров'ю. Тому під час роботи з хімічними реактивами необхідно дотримуватись обережності, уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи слід ретельно мити руки.

Хімічні реактиви не можна пробувати на смак. Реактиви для дослідів слід брати лише в тих кількостях, які зазначені в методиці. Усі речовини слід нюхати дуже обережно, не нахиляючись над посудиною та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари чи газу рухом руки. Не слід нахилитися над посудом, в якому щось кипить чи в котрій наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі. Під час нагрівання розчинів у пробірці слід користуватися дерев'яним тримачем, уважно стежити за тим, щоб отвір пробірки чи колби був спрямований у бік від усіх працюючих, оскільки існує загроза викиду рідини з посудини внаслідок перегріву та потрапляння її на обличчя та руки. Коли необхідно перенести посуд з гарячою рідиною треба користуватися рушником, посудину тримати обома руками: однією – за дно, другою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною. Роботу з леткими речовинами (спиртом, ефіром, бензином тощо), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно і під витяжною шафою, не зливати їх в каналізацію без попереднього розведення. Роботу з легкозаймистими рідинами проводити у витяжній шафі та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.

У дослідах з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.

У разі використання скляного лабораторного посуду, що легко б'ється, треба бути дуже обережним. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно замести у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник. Категорично забороняється приймати їжу в лабораторії.

Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх черговому, а черговий – лаборанту або викладачу. Обов'язково ретельно вимити руки.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1.

ТЕМА: СЕРЕДОВИЩЕ ІСНУВАННЯ ЛЮДИНИ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

Мета: Сформувати в студентів чітке уявлення про навколишнє середовище, його компоненти та місце людини в ньому; розглянути поняття біосфери, екологічної хімії, екологічної безпеки, санітарних норм інгредієнтів, які забруднюють навколишнє середовище, гранично допустимих концентрацій, джерел забруднень, кругообігу речовин у природі; ознайомитися з критеріями оцінки навколишнього середовища, правилами техніки безпеки у хімічній лабораторії та вивчити їх.

Обладнання: мультимедійні засоби навчання, персональний комп'ютер, хімічний посуд та реактиви: тютюн або папіроска, гумова груша з гумовою трубкою, порцелянова ступка для розтирання, етиловий спирт, розчини: паладій(II) хлорид, ферум(III) хлорид, калій перманганат; універсальний індикатор, розчин йоду та пікринової кислоти, бромна вода, перманганат калію, нітрат срібла, хлорид заліза (III), пробірки, піпетки, скляні трубки, груші, сирники.

Питання для обговорення

1. Екологічна хімія як наука.
2. Мета, завдання та основні методи дослідження екологічної хімії.
3. Основні правові документи охорони навколишнього середовища.
4. Забруднення та їх класифікація. Роль галузей господарства у виникненні екологічних проблем.
5. Критерії оцінки якості навколишнього середовища.
6. Зелена хімія.
7. Методи і засоби вимірювання у моніторингу хімічних параметрів об'єктів довкілля.
8. Фізико-хімічні методи аналізу. Застосування фізико-хімічних методів в аналізі об'єктів довкілля. Зелені методи аналізу хімічних сполук.
9. Правила техніки безпеки у хімічній лабораторії.

Лабораторна частина

На основі теоретичного матеріалу з конспекту лекцій «Екологічна хімія» та запропонованих літературних джерел отримати цілісну уяву про основні положення Закону України «Про охорону навколишнього середовища». Здобути знання про правила техніки безпеки у хімічній лабораторії. Оформити у лабораторному журналі конспект базових положень законодавства з охорони навколишнього середовища України та правил техніки безпеки у хімічній лабораторії. Виконати лабораторну роботу та зробити відповідні висновки.

Правила техніки безпеки у хімічній лабораторії.

1. Перед початком лабораторної роботи зверніть особливу увагу на розділ інструкції з техніки безпеки, що стосується виконання даного завдання.
2. Використовуючи реактиви й препарати, уважно читайте написи на етикетках.
3. Не проводьте досліди в брудному посуді. У лабораторії слід працювати у спецодязі.
4. Не куштуйте на смак будь-які реактиви та препарати. З усіма речовинами поведіться як із більш або менш отруйними.

5. У лабораторії суворо забороняється виконувати досліди, які не передбачені практикумом.
6. У лабораторії не можна працювати та залишатися одному.
7. Забороняється проводити на столах досліди, які супроводжуються виділенням легколетких токсичних речовин: амоніаку, бромю, хлору, йоду, оксидів азоту, карбон(II) оксиду, сульфур (IV) оксиду, сірководню та ін. Такі досліди проводьте тільки у витяжних шафах. Під час роботи у витяжній шафі всі дверцята тримайте опущеними, залишивши внизу лише щілину для притоку повітря.
8. Працюйте в лабораторії стоячи; сидячи виконуйте тільки ті роботи, які не пов'язані із самозайманням, вибухом чи розбризкуванням концентрованих розчинів кислот та лугів.
9. Нагріваючи рідину в пробірці, тримайте її трохи нахиленою та прогрівайте спочатку верхню її частину, поступово переміщуючи зону нагріву донизу. Не направляйте при цьому отвір пробірки на себе чи в бік тих, хто працює поруч.
10. Досліди із застосуванням концентрованих розчинів кислот та лугів проводьте у витяжній шафі.
11. При розведенні концентрованої сульфатної кислоти слід вливати її у воду, а не навпаки (в протилежному випадку перші порції води, змішуючись з кислотою, закипають, розбризкуючись у різні сторони, що інколи супроводжується вибухом).
12. Розводити концентровану сульфатну кислоту, а також готувати хромову суміш чи виконувати інші операції, пов'язані з виділенням великої кількості тепла, слід лише в посуді з тонкостінного скла чи фарфору. Не вливайте гарячі рідини у товстостінний посуд та прилади; не лийте, наприклад, в апарат Кіпа концентровану сульфатну кислоту.
13. Краплі концентрованої кислоти, що потрапили на відкриті ділянки шкіри, швидко зітріть тканиною, яка добре вбирає вологу, змийте великою кількістю води, після чого промийте уражену ділянку 2 – 5 %-м розчином питної соди. Розчини лугів змивайте водою доти, доки не зникне відчуття слизькості.
14. У разі попадання на шкіру значної кількості концентрованої сульфатної кислоти чи лугу уражену ділянку ретельно витріть м'якою бавовняною або лляною тканиною, яка добре вбирає вологу, а потім, видаливши весь реагент, уражену ділянку промийте великою кількістю води. Це запобігає серйозним опікам шкіри.
15. Роботу з легкозаймистими рідинами та газами проводьте якомога далі від відкритого полум'я. Працювати з такими рідинами й газами дозволяється лише в спеціально обладнаних витяжних шафах. Спирт, ефір та інші легкозаймісті розчинники, що спалахнули, засипають піском.. У разі появи опіків уражене місце змочіть концентрованим розчином перманганату калію чи прикладіть вату, змочену етиловим спиртом.
16. У хімічній лабораторії не слід палити, вживати їжу, а також пити воду з хімічного посуду.
17. Після закінчення роботи ретельно вимийте руки з милом.
18. Студенти, які не засвоїли правил роботи з окремими приладами, а також правил техніки безпеки, або свідомо їх порушують, до роботи в лабораторії не допускаються.

Хімічні реактиви, їх зберігання та робота з ними. Працюючи в хімічній лабораторії щоденно, доводиться зіштовхуватися із застосуванням значної кількості різних хімічних реактивів, а також їхніх розчинів. Для зручності роботи препарати, які часто застосовують у невеликій розфасовці (від 5 до 20 г), комплектують у спеціальні

дерев'яні лотки, які є на кожному робочому місці. Склянки з препаратами закривають пробками з вмонтованими в них скляними товчачиками, за допомогою яких можна відбирати невелику кількість препарату. Склянки з реактивами, які застосовують для лабораторних дослідів, також комплектують у лотках. У пробки таких склянок вмонтовані скляні піпетки, які дають змогу легко відбирати певну кількість розчину. Частину реактивів та розчинників студент одержує тільки за окремим дозволом. Розчинники, що легко спалахують (ефір, етиловий та метиловий спирти, ацетон, бензин, петролейний ефір, а також бензол, толуол тощо), зберігаються в залізних вогнетривких шафах у кількостях, що відповідають денній нормі витрат. За ступенем чистоти та призначенням хімічні реактиви поділяються на: хімічно чисті (х. ч.), чисті для аналізу (ч. д. а.), чисті (ч.). Для спеціальних робіт застосовують високо чисті препарати: спектрально чисті (сп. ч.), вищої очистки (в. оч.), особливої чистоти (ос. ч.). Державними стандартами для реактивів різної кваліфікації встановлений припустимий вміст домішок. Працюючи в лабораторії, слід враховувати властивості препаратів, ступінь їхньої отруйності та вибухонебезпечності, а також здатності до утворення вибухо- чи вогненебезпечних сумішей (окислювачі разом із фосфором, сіркою чи органічними речовинами). Готувати розчини необхідно в кількостях, які вказані в інструкціях. Приготування великої кількості розчинів не допускається. У процесі роботи уважно слідкуйте за тим, щоб усі банки та склянки мали етикетки або чіткі написи склографом (реактиви чи розчини без написів застосовувати категорично забороняється!). У разі злежування сипких реактивів у банках для їх розрихлення слід користуватися фарфоровими, а в окремих випадках – металевими шпателями. Для зважування сипких препаратів їх розмішують за годинникове скло, спеціально вирізаний кружечок плівки чи кальки і, в окремих випадках, на аркуш фільтрувального паперу. Розчини кислот та лугів ніколи не зважують, а відміряють, користуючись мірним посудом. Ампули з препаратами та фіксаналами запаковують у м'який папір та розміщують у картонні коробки, які зберігають в окремій шафі. Реактиви, які розкладаються на світлі, зберігають в упаковці з темного скла. Розчини фтороводневої кислоти, а також пероксиду водню та концентрованих лугів зберігають у посуді з поліетилену чи тефлону. Забороняється зберігати разом реактиви, що при контактуванні здатні самозайматися чи розігріватися. Лужні метали, натрій пероксид чи фосфор зберігати разом із вогненебезпечними речовинами забороняється. Не дозволяється зберігати концентровану перхлоратну кислоту та її солі, калій перманганат, пероксиди металів, а також інші окислювачі разом із сіркою, фосфором, вугіллям та іншими відновниками. Працюючи з хімічними реактивами, економно витрачайте їх, не допускайте перевитрат. Не слід допускати забруднення реактивів, яке часто трапляється навіть від переплутування пробок на склянках з реактивами. Слідкуйте за тим, щоб усі склянки з реактивами та розчинами мали етикетки або чіткі написи з зазначенням чистоти та концентрації. Завжди будьте обережні при роботі з концентрованими розчинами кислот та лугів, токсичними та вогненебезпечними речовинами. Зробити відповідні висновки.

МОДЕЛЮВАННЯ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ ЛЮДИНИ ТЮТЮНОВИМ ДИМОМ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО СКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ

До складу тютюнового диму входить 200 шкідливих речовин: чадний газ – CO, сажа – C, бензапірен – C₂₀H₁₂, мурашина кислота – HCOOH, феноли, цианідна кислота – HCN, миш'як – As, аміак – NH₃, сірководень – H₂S, ацетилен – C₂H₂, радіоактивні елементи. Сигарета містить, як правило, декілька міліграмів нікотину. У диму, який вдихає курець, потрапляє лише ¼ частина цієї речовини. 😊 Подумай, які реакції можна використати для виявлення вказаних речовин на основі їх властивостей. Які методи кількісного визначення запропонуєш для встановлення їх вмісту?

Хід роботи:

Дослід 1. Одержання розчину тютюнового аерозолю. (Дослід проводити під тягою!). Цигарку закріпити у лапці штатива та надіти на неї гумову грушу з боку фільтра. Стискаючи грушу підпалити цигарку, створюючи тягу грушею, обережно її відпускали. При цьому тютюновий дим заповнює грушу. В невелику склянку наливали 20-25 мл дистильованої води та випускали з груші дим у воду, так, щоб дим проходив через воду. Розчинні компоненти концентруються у розчині. Так повторюють декілька разів.

Складові тютюнового диму можна виявити у складі фільтру після вживання цигарки. Для цього його замочують у 20 мл дистильованій воді.

Якісні реакції на складові тютюнового диму.

Дослід 2. Виявлення чадного газу. До розчину тютюнового аерозолю додають 1-2 краплі розчину хлориду паладію. На основі спостережень зробити висновок про наявність монооксиду карбону у досліджуваному розчині. Написати рівняння реакцій.

Дослід 3. Визначення рН середовища розчину тютюнового аерозолю. У пробірку до 2 - 3 краплям нікотину додайте 1 краплю розчину індикатору. Зробіть висновки.

Дослід 4. Взаємодія розчину тютюнового аерозолю з розчином йоду й розчином пікринової кислоти.

При взаємодії сигаретного диму з розчином йоду випадає велика кількість червоно-бурого осаду. Так само утвориться осад при пропущенні диму через насичений розчин пікринової кислоти. Для одержання сигаретного диму сигарету закріплюємо в скляній трубці, підпалюємо її з протилежного кінця приєднуємо стислу грушу. Коли груша наповниться, її знімають і повільно випускають дим через капіляр у пробірку з реактивом і знову приєднують до трубки. Пропускаємо дим через розчин йоду. Спостерігаємо за реакцією.

Пропускаємо дим через розчин пікринової кислоти. Спостерігаємо за реакцією.

Дослід 5. Взаємодія нікотину із бромною водою й перманганатом калію. У тютюні міститься безліч ненасичених органічних сполук. Якісними реакціями на ненасичені вуглеводні є реакції із бромною водою й перманганатом калію. Пропускаємо тютюновий дим через рожевий розчин перманганату калію й спостерігаємо його знебарвлення й утворення бурих пластівців оксиду марганцю (IV). Пропускаємо тютюновий дим через бромну воду. Відбувається знебарвлення.

Дослід 5. Взаємодія розчину тютюнового аерозолю з розчином нітрату срібла. Пропустимо тютюновий дим через розчин нітрату срібла, при цьому утвориться білий осад, що швидко буріє через те, що виходить оксид срібла (I).

Рівняння реакції взаємодії нітрату срібла із ціановоднем :



У присутності лугу відбувається наступна реакція: $2\text{AgCN} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaCN} + \text{H}_2\text{O}$

Дослід 6. Реакція на фенол.

У тютюновій сигареті так само міститься фенол. Розчин фенолу має дезінфікуючі властивості, але при потраплянні на шкіру викликає найсильніші опіки, отрутний, небезпечний для навколишнього середовища, легко поглинає кисень). 1. Фільтри від викурених сигарет помістимо в пробірку й заллемо водою. 2. Помістимо одну краплю хлориду заліза (III) у розчин з фільтрами й побачимо темно-фіолетове фарбування.

Самостійна робота

Завдання 1. Поясніть в чому полягають особливості регіонального розподілу України за рівнем екологічної безпеки?

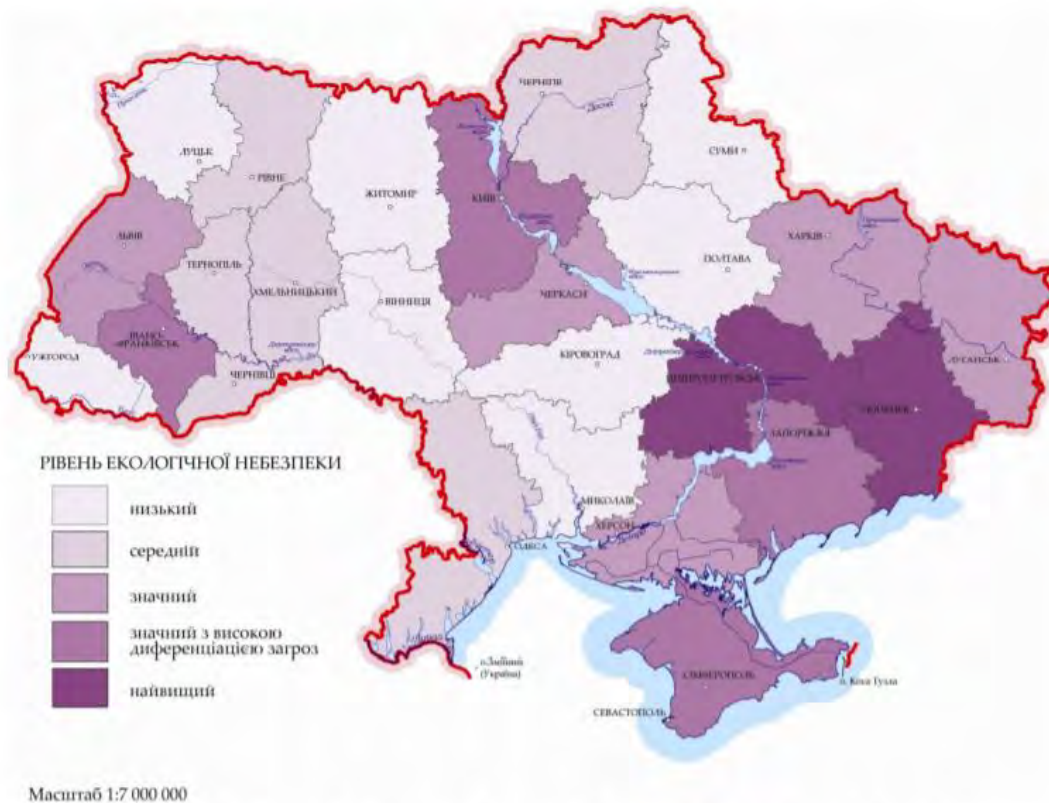


Рис.1.4. Групування регіонів України за рівнем екологічної безпеки

Завдання 2. Познайомтеся з екологічними правами і обов'язками громадян України, що закріплені у Законі України “Про охорону навколишнього природного середовища”

Завдання 3. Розв'язати задачу (номер задачі відповідає номеру студента в списку журналу).

1. За один рік на планеті викидається в атмосферу 20 млрд т вуглекислого газу. Визначте, яка площа зелених насаджень повинна бути на Землі, щоб поглинути таку кількість вуглекислого газу, якщо відомо, що 1 гектар лісу за 1 годину поглинає 2 кілограми вуглекислого газу.
2. Людині на добу потрібно 960 літрів кисню. Стільки ж його виділяє 5 дерев за цей же час. Яка кількість дерев повинна рости в селі з кількістю населення 4500 осіб, щоб забезпечити їх киснем?

3. Один гектар зелених насаджень забезпечує здорове дихання 30 жителям. Скільки кисню виробляють зелені насадження на площі 5 гектар якщо одна людина споживає 12 кг кисню на добу.
4. Нині на планеті 400 мільйонів автомобілів. Серед них бензиновий двигун мають 75 %. Кожен автомобіль, що пройшов більше 15 тисяч кілометрів, споживає 4350 кілограмів кисню, а викидає 3250 кілограмів вуглекислого газу. Яку масу кисню споживають і яку масу вуглекислого газу викидають автомобілі з бензиновим двигуном?
5. Вважаючи, що за рік усі автомобілі світу з бензиновим двигуном викидають у повітря $9,75 \cdot 10^9$ вуглекислого газу, обчисліть, якою повинна бути площа зелених насаджень на планеті, щоб поглинути таку кількість його, якщо відомо, що 1 гектар лісу за годину вбирає 2 кілограми вуглекислого газу?
6. Підраховано, що за всю історію людства виплавлено 20 мільярдів тонн заліза. Визначте, яку кількість газів за цей час викинуто в повітря, якщо відомо, що під час виплавлення 1 тонни сталі викидається 4000 м³ газів.
7. Обчисліть, яку кількість домішок викинуло в атмосферу підприємство з виплавляння чавуну об'ємом продукції 200 тисяч тонн, якщо відомо, що під час виробництва 1 тонни чавуну утворюється 4,5 кілограма пилу, 2,7 кілограма діоксиду Сульфуру, 0,5 кілограма Мангану?
8. У складі повітря міститься 0,032 % вуглекислого газу. В океані його у 60 разів більше, ніж у атмосфері. Обчисліть, яка маса вуглекислого газу міститься у повітрі та океані, вважаючи, що 22,4 літра повітря важать 29 грамів?
9. Відомо, що один автомобіль за 4 години роботи продукує 0,17 кілограмів викидів. Визначте, яку масу викидів отримало повітря біля школи, якщо в період з 8 до 12 годин проїхало 14 автомобілів. Біля території школи час проїзду тривав 20 секунд.
10. Відомо, що з 1 кілограма вихлопних газів - автомобіля за добу в повітря потрапляє 30 грамів монооксиду Карбону. 6 грамів оксидів Нітрогену. За період перебування учнів у школі (6 годин) біля неї проїхало 120 автомобілів і час проїзду кожного тривав по 20 секунд. Використовуючи наведені дані, обчисліть, яку масу монооксиду Карбону та оксидів Нітрогену було викинуто в повітря за навчальний рік, що триває 250 днів.

Література

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. / Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. / С.В. Зубик. – Львів: Оріяна-Нова, 2007. – 400 с.
3. Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин. – М.: Химия, – 472 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология: учеб. пособ. для студентов ВУЗ / Р.С. Соколов. – гуманит. изд центр Владос, 2000. т.1 – 368 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
6. Назарук М.М. Соціоекологія : словник-довідник / М.М. Назарук. – Л.: ВНТЛ, 1998. – 172 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.

8. Іванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна хімія» / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2014. – 49 с.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2.

ТЕМА: ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ТА ОСНОВНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ АТМОСФЕРИ. ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ СПОЛУК В ПОВІТРІ.

Мета: Сформувати в студентів чітке уявлення про абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів, навчитися визначати вміст CO у повітрі фотоколориметричним методом, навчитися визначати вміст аміаку в повітрі робочої зони фотоколориметричним методом.

Обладнання: Активоване вугілля. Сульфід феруму. Хлоридна кислота (1 н. розчин). Нітрат плюмбуму (0,5 н. розчин). Мікроколба, штатив лабораторний, газовідвідна трубка з відігнутих кінцем, мікрошпатель, фільтрувальний папір. Аргентуму нітрат (0,05 % розчин). Аміак (25 % розчин). Натрію гідроксид (0,5 % розчин). Силікагель. Поглинальний розчин. До 100 мл 0,05 % розчину нітрату аргентуму додають 0,5 мл 25 % розчину аміаку. Градуйована піпетка (5 мл). Поглинальні прилади Полежаєва. Піпетки на 1, 2, 5, 10 мл. Колориметричні пробірки. Аспіратор. Прилад для отримання монооксиду карбону. Колба ємністю 250 мл, крапельна лійка, пісочна баня, гумові трубки, трійники, промивні склянки на 50 =1,84 г/мл), мурашинармл, очисна колонка. Сульфатна кислота концентрована (кислота, натрію гідроксид (30 % та 10% розчини), лужний розчину гідросульфїту натрію (див. нижче), хлорид кальцію гранульований, гідроксиду калію (0,1н розчин), нітрат аргентуму (0,15н розчин), розчин пірогалолу.

Питання для обговорення

1. Очистка газів абсорбцією.
2. Метод очистки відпрацьованих газів хемосорбцією.
3. Метод очистки газів адсорбцією.
4. Метод термічної нейтралізації.
5. Біохімічні методи очистки відпрацьованих газів.
7. Поняття адсорбції та десорбції.
8. Види адсорбентів.
9. Очистка газів адсорбцією.
10. Метод очистки відпрацьованих газів адсорбцією на промислових підприємствах.
11. Метод очистки газів адсорбцією.
12. Біохімічні методи очистки відпрацьованих газів.
13. Методи каталітичного перетворення домішок при очистці газових викидів.

Лабораторна частина

Дослід 1. Дослідження адсорбції сірководню активованим вугіллям.

Мікроколбу закріпити на лабораторному штативі та газовідвідну трубку на 1/3 об'єму заповнити активованим вугіллям. До мікроколби внести 3-4 мікрошпателя подрібленого сульфїду феруму та на ¼ її об'єму залити хлоридною кислотою. Не закриваючи мікроколбу пробкою, піднести до отвору фільтрувальний папір попередньо зволожений розчином нітрату плюмбуму. Після цього закрити мікроколбу пробкою з газовідвідною трубкою та потримати зволожений розчином нітрату плюмбуму фільтрувальний папір біля її кінця де виходить газ, що пройшов через шар активованого вугілля. Записати хід досліду у лабораторний журнал та скласти рівняння реакції сульфїду феруму з хлоридною кислотою та сірководню з нітратом

плюмбуму. Пояснити, чому фільтрувальний папір не почорнів після того як газ проходив через шар активованого вугілля?

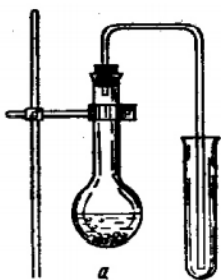
Дослід 2. Дослідження адсорбції речовин з розчинів.

А) Адсорбція барвників. В скляну лійку покласти фільтрувальний папір, змочити його водою та щільно прижати до стінок лійки. Закріпити лійку у лабораторному штативі та внести на фільтр 7-10 мікрошпатель порошку деревинного вугілля. Взяти $\frac{1}{4}$ частину пробірки розчину лакмусу або фуксину та профільтрувати його через шар вугілля до чистої пробірки. Спостерігати зміну забарвлення розчинів.

Б) Адсорбція йоду гідроксидом магнію. До пробірки внести декілька крапель розчину сульфату магнію й таку ж кількість 0,1 н. розчину гідроксиду натрію. Додати 2-3 краплі 0,1 н. розчину йодиду калію з хлорною водою. Спостерігати побуріння осаду гідроксиду магнію. Записати хід досліду до лабораторного журналу та скласти рівняння реакції отримання гідроксиду магнію та взаємодії йодиду калію з хлорною водою. Пояснити який процес мав місце при фільтруванні розчинів барвників через шар вугілля? Пояснити чим обумовлене побуріння осаду гідроксиду магнію? Яка речовина адсорбувалася гідроксидом магнію?

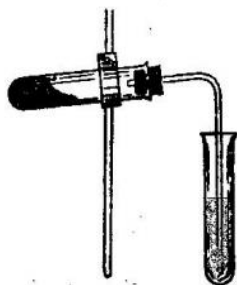
Дослід 3. Дослідження абсорбції газів розчинами

А) Абсорбція вуглекислого газу. Зібрати прибор для отримання вуглекислого газу, зображений на малюнку. В пробірку (мікроколбу) вмістити декілька кусочків мармуру або крейди і додати до $\frac{1}{2}$ об'єму розчин хлоридної кислоти. Швидко зачинити пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опустити у пробірку.



Налити до пробірки $\frac{1}{4}$ її ємкості вапнякової води і пропускати вуглекислий газ до утворення білого осаду. Продовжувати пропускання CO_2 до повного розчинення осаду. Записати хід досліду до лабораторного журналу та написати рівняння взаємодії оксиду карбону (IV) з вапняковим молоком, враховуючи, що утворюються карбонат кальцію, а в надлишку CO_2 – гідрокарбонату кальцію. Зробити висновки про абсорбційні властивості вапнякової води по відношенню до оксиду карбону (IV).

Б) Абсорбція аміаку. Помістити до фарфорового тиглю 3-4 мікрошпателью сульфату амонію і гашене вапно. Скляною паличкою ретельно перемішати суміш та невелику її кількість перенести до пробірки (близько $\frac{1}{2}$ об'єму). Пробірку закріпити у штативі та закрити газовідвідною трубкою, кінець якої опустити до конічної пробірки з водою (див. малюнок). Суміш нагрівати 3-5 хв., пропускаючи аміак крізь воду, після чого пробірку з отриманим розчином залишити та закрити пробкою. Перевірити лакмусовим папером реакцію середовища розчину аміаку у воді. Описати явища, що спостерігаються до лабораторного журналу, написати рівняння реакцій отримання аміаку, реакцій взаємодії аміаку з водою. Вказати реакцію розчину аміаку, пояснити.



Дослід 4. Визначення карбону монооксиду за реакцією з нітратом аргентуму.

Відбір проб повітря. Повітря в об'ємі 5 - 6 л протягнути зі швидкістю 0,5 л/хв через два послідовно з'єднаних поглинальних приладу Полежаєва, які містять по 10 мл аміачного розчину нітрату аргентуму. Для усунення домішок 98 альдегіду та сірководню у повітрі - перед поглинальними приладами поміщають гофрировану трубку з силікагелем і поглинальний прилад з 10 мл 0,5 % розчину NaOH.

Проведення аналізу. Дослідний розчин з кожного поглинального приладу окремо перелити до колориметричних пробірок і помістити у киплячу водяну баню на 5 хв. з моменту закипання. Після охолодження порівняти інтенсивність забарвлення проб з паралельно підготовленою стандартною шкалою в колориметричних пробірках. Для побудови шкали користуватися градуйованою піпеткою, до якої відібрати з приладу 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 мл, що відповідає 0,125; 0,25; 0,375; 0,5; 0,625; 0,75 мг монооксиду карбону. Потім злити поглинальний розчин до колориметричної пробірки і довести об'єм до 10 мл поглинальним розчином. Всі пробірки стандартної шкали і проби помістити в киплячу водяну баню на 5 хв. з моменту закипання. Розчини стандартної шкали стійки протягом 3 діб.

Розрахунок.

$$C = \frac{a \cdot 1000}{V_0}$$

де a - кількість речовини, що визначена в усьому об'ємі дослідженого розчину, мкг; V_0 - об'єм дослідженого повітря, який приведено до нормальних умов, л.

Для приведення об'єму повітря до нормальних умов використовують рівняння газового стану

$$\frac{V_0 p_0}{T_0} = \frac{V_p}{T}$$

де V_0 - об'єм повітря при н. у., мл; p_0 - парціальний тиск повітря при н. у., який дорівнює 101,3 кПа;

T_0 - температура, 273 К; V - об'єм гідрогену при даних умовах, мл; p - парціальний тиск повітря при умовах досліду, який дорівнює $p_{атм} - h$, кПа; T - температура повітря при проведенні досліду, К.

Отримання монооксиду карбону. До перегінної колби ємністю 250 мл налити близько 100 мл концентрованої сульфатної кислоти та закрити пробкою з отвором, до

якого щільно вставити крапельну лійку на 50 мл з відтягнутим і двічі зігнути кінцем. Колбу з вмістом обережно нагріти на пісчаній бані до 80 - 110° С, потім по мірі охолодження ввести з лійки по краплях мурашину кислоту. Газ, що виділяється проходить до очисної системи, яка складається з промивних склянок на 50 мл і очисної колонки. До однієї з промивних склянок помістити 20 мл 30 % розчину гідроксиду натрію, до другої - 20 мл лужного розчину гідросульфату натрію (2 г гідросульфату розчинити в 10 мл води і додати 10 мл 10 % розчину гідроксиду натрію). Очисну колонку наповнити гранульованим хлоридом кальцію. Перші порції газу випустити через третю промивну склянку для поглинання монооксиду карбону для запобігання забруднення ним повітря лабораторії. Цю склянку заповнити сумішшю з 10 мл 0,1н розчину гідроксиду калію, 10 мл 0,15н розчину нітрату аргентуму і 10 мл розчину пірогалолу. Очисна колонка і остання промивна склянка з'єднані між собою двома трійниками таким чином, щоб між обома кінцями кожного трійника мав проходити монооксид карбону по гумовій трубці. Від другого кінця трійника відбирати необхідні кількості монооксиду карбону.

Запишіть хід проведення досліду до лабораторного журналу, складіть рівняння реакції утворення CO з мурашиної кислоти та реакції відновлення аміачного розчину нітрату аргентуму монооксидом карбону, замалюйте прилад та зробіть висновок про вміст CO у дослідному повітрі.

Дослід 5. Методика визначення концентрації аміаку колориметричним методом з реактивом Несслера.

Принцип методу. Метод заснований на вимірюванні оптичної густини забарвлених розчинів, що утворюються при взаємодії аміаку з реактивом Несслера за реакцією: $[\text{OHgNH}_2]\text{I} + 7 \text{KI} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{K}_2[\text{HgI}_4] + 3 \text{KOH} + \text{NH}_4\text{OH}$ Оптична густина забарвлених розчинів вимірюється на фотоелектроколориметрі. Методика призначена для визначення концентрації аміаку в промислових викидах в діапазоні 2 - 2000 мг/м³. Похибка не перевищує 10 % при вірогідності 95%.

Побудова калібрувального графіку. Для приготування розчину «А» 3,147г хлориду амонію розчиняють у воді в мірній колбі ємністю 1 л та доводять об'єм розчину до мітки, 1 мл розчину містить 1 мг аміаку. Для приготування розчину «Б» відбирають піпеткою 10 мл розчину «А» і вносять до мірної колби ємністю 1 л; доводять розчин до мітки водою; 1 мл розчину «Б» містить 0,01 мг аміаку. Розчин «Б» готують в день проведення аналізу. До 5 мірних колб ємністю 25 мл вносять 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 мл розчину «Б». Додають воду так, щоб до мітки залишалася 2-5 мл, потім додають 1 мл реактиву Несслера, доводять водою до мітки та перемішують. Через 10 хвилин визначають оптичну (λ = 450 нм). Розчином густину розчинів в кюветі 50 мм, на світлофільтрі № 4 (порівняння служить дистильована вода. За результатами вимірювань будують калібрувальну залежність оптичної густини розчину (вісь ординат) від кількості аміаку (мг) в пробі (вісь абсцис). Відбір та аналіз проб. В поглинальну склянку з фільтром Шотта заливають 10 мл 0,01 н розчину сульфатної кислоти та 1 мл реактиву Несслера. Досліджуване повітря зі швидкістю 10 л/хв протягом 2-3 хвилини протягують через прилад, який містить поглинальний розчин. Спостерігають появу жовтого забарвлення поглинального розчину. Через 15 хвилин вміст поглинача переносять до мірної колби ємністю 25 мл і доводять водою до мітки. Вимірюють оптичну густину розчину при λ = 450 нм.

Розрахунок. Концентрацію аміаку (С, мг/м³) розраховують за формулою:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{V_0},$$

де m - кількість аміаку в пробі (мг) B , що відповідає визначеній оптичній густині розчину; V_0 – об'єм газової пробі, приведений до нормальних умов, л. Запишіть хід проведення досліду до лабораторного журналу, рівняння реакції взаємодії аміаку з реактивом Несслера та зробіть висновок про вміст аміаку в дослідному повітрі.

Самостійна робота

1. Розрахуйте, яка концентрація CO у приміщенні, якщо при пропусканні повітря об'ємом 2 л через оксид йоду (V) утворилося 0,036 мг йоду.
2. Щорічно в атмосферу в результаті антропогенної емісії виділяється близько 70 млн. т. SO_2 . Скільки тонн 100 % сульфатної кислоти теоретично можна одержати з цієї кількості диоксиду сульфурі?
3. Встановлено, що в атмосфері великого міста міститься 0,26 % озону (за об'ємом при н.у.). Скільки молекул озону приходиться на кубічний метр такої атмосфери при температурі 26°C и тиску 760 мм. рт. ст.?
4. Вміст чадного газу у відпрацьованих газах двигуна автомашини з нейтралізатором згідно зі стандартами Євро-2 не повинне перевищувати 0,5 % по об'єму. Чи відповідає режим роботи двигуна зазначеній нормі, якщо при пропусканні 25 л вихлопних газів (що містять по об'єму CO_2 удвічі більше, ніж CO) через 12,0 мл 10 % розчину гідроксиду натрію відбулося повне насичення розчину?

Література

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. / Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. / С.В. Зубик. – Львів : Оріяна-Нова, 2007. – 400 с.
3. Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин. – М. : Химия, – 472 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов ВУЗ / Р.С. Соколов. – гуманит. изд центр Владос, 2000. т.1 – 368 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
6. Назарук М.М. Соціоекологія : словник-довідник / М.М. Назарук. – Л.: ВНТЛ, 1998. – 172 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.
8. Іванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна хімія» / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2014. – 49 с.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 3.

ТЕМА: ПІДГОТОВКА ПРИРОДНИХ ВОД ДЛЯ ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ.

Мета: Сформувати в студентів чіткі уявлення про поняття гідросфери, її значення у народному господарстві, твердості води, розчинення газів та твердих речовин у природних водах; розглянути основні шляхи подолання забруднень природних вод України.

Обладнання: періодична система елементів Д.І. Менделєєва; хімічний посуд та реактиви: колби 250 мл, піпетки, бюретки, 0,1М НСІ, розчин трилон В, фенолфталеїн, метилоранж, розчини ВаСl₂, 0,1М NaOH.

Питання для обговорення:

1. Значення гідросфери, її компоненти.
2. Прісна вода та її світове значення.
3. Властивості та класифікація води.
4. Розчинення газів та твердих речовин у природних водах.
5. Поняття твердості води.
6. Стан води у водоймах України.

Лабораторна частина

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ

Обладнання: Колби 250 мл, піпетки, бюретки, 0,1М НСІ, розчин трилон В, фенолфталеїн, метилоранж, розчини ВаСl₂, 0,1М NaOH.

Мета: Визначити карбонатну, загальну та постійну твердість водопровідної води, визначити вміст йонів SO₄²⁻ та оксиду карбону(IV).

Якість води визначається її фізичними та хімічними характеристиками в залежності від присутності тих або інших домішок та оцінюється такими показниками: прозорість, колір, запах, твердість, окислюваність, реакція, загальний солевміст, вміст оксиду карбону (IV) та різних йонів. Одним із головних показників води є її твердість (жорсткість), яка обумовлена вмістом в воді мінеральних солей кальцію, магнію, феруму. Присутність в воді гідрокарбонатів кальцію та магнію складають її тимчасову (карбонатну) твердість, а постійна твердість характеризується наявністю сульфатів, хлоридів та нітратів кальцію і магнію. Сума тимчасової та постійної твердості є загальна твердість. Твердість води виражається в ммоль/л.

Визначення тимчасової (карбонатної) твердості води

У конічну колбу відбирають для аналізу 100 мл води і титрують 0,1М розчином НСІ з метиловим оранжевим (2-3 крап.) до появи рожевого забарвлення. Розрахунок проводять за формулою:

$$T_k = \frac{V_1 \cdot C \cdot 1000}{V_2 \cdot 2},$$

де – T_k - тимчасова твердість води, ммоль/л;

V₁ – об'єм НСІ на титрування, мл;

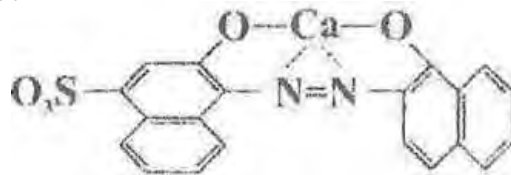
V₂ – об'єм води для аналізу, мл;

C – концентрація розчину НСІ, моль/л.

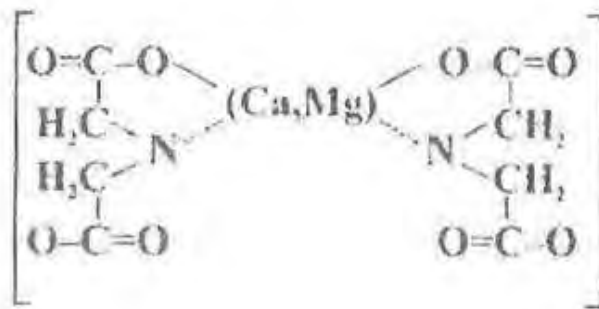
Визначення загальної твердості

У плоскодонну колбу відбирають 100 мл води для аналізу. Потім в колбу додають 5 мл буферного розчину. 5 - 7 крапель індикатору хромогену синього або чорного (можна використовувати суху суміш індикатору з хлоридом натрію) та відразу титрують при сильному збовтуванні розчином трилону В до зміни забарвлення в еквівалентній точці. Якщо на титрування витрачається більш ніж 10 мл розчину трилону В, то треба взяти для аналізу менший об'єм досліджуваної води (50 мл) і потім довести дистильованою до 100 мл.

Нечітке та нестійке забарвлення в еквівалентній точці свідчить про високу лужність води. Для її ліквідації до проби води для титрування додають декілька крапель 0,1М розчину НСІ з подальшим кип'ятінням протягом 5 хвилин. Після цього додають буферний розчин, індикатор та визначають твердість. При введенні до досліджуваної води індикатора, йони Ca^{2+} і Mg^{2+} утворюють з ним комплексні сполуки вишнево-червоного кольору.



Під час титрування ці йони зв'язуються з трилоном В у комплекс та звільняють індикатор:



Загальну твердість розраховують за формулою:

$$T_0 = \frac{V_1 \cdot C \cdot 1000}{V_2},$$

де V_1 – об'єм трилону В, який затрачено на титрування, мл;

C – концентрація трилону В, моль/л;

V_2 – об'єм води для аналізу, мл.

Визначення вмісту йонів SO_4^{2-}

У конічну колбу на 250 мл наливають 50 мл досліджуваної води, додають 1-2 краплі метилового червоного та підкислюють 0,1М розчином НСІ. Щоб видалити CO_2 , розчин кип'ятять протягом 3-5 хвилин на електроплитці, потім додають 1 мл розчину BaCl_2 і ще гріють 10-15 с. Через 10-15 хвилин розчин нейтралізують 0,1М розчином NaOH до зміни червоного забарвлення на жовте. Після цього додають 5 мл аміачно-буферного розчину, 5-7 крапель індикатору і титрують 0,05М розчином трилону В (V_2). Окремо визначають об'єм розчину трилону В (V_2), який потрібен для титрування 1 мл розчину BaCl_2 , в якому містяться йони Mg^{2+} . Вміст іонів SO_4^{2-} визначають за формулою:

$$C = \frac{(V_2 + V_3 - V_1) \cdot N \cdot E \cdot 1000}{V_4},$$

де V_3 , - об'єм розчину трилону В, який пішов для титрування Ca^{2+} і Mg^{2+} мл (визначається в п.2);

N – молярна концентрація еквівалента трилону В, моль/л;

E – еквівалентна маса іону SO_4^{2-} , мг/ммоль;

V_4 – об'єм досліджуваної води, мл.

Визначення вмісту оксиду карбону (IV)

У конічну колбу відбирають 200 мл дослідної води, додають 3 – 4 краплі розчину фенолфталеїну та перемішують. Зрівнюють одержане забарвлення з еталонним розчином. Якщо воно більш інтенсивне, то вода не містить CO_2 . Якщо вода не забарвилась, чи забарвлення слабкіше еталону, то розчин титрують 0,1М NaOH до забарвлення контрольного розчину. Уміст оксиду карбону (IV) визначають за формулою:

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{(V \cdot C \cdot M) \cdot 1000}{V_1},$$

де m_{CO_2} – вміст CO_2 в мг/л;

V – об'єм 0,1М NaOH на титрування проби, мл;

V_1 - об'єм води для аналізу, мл;

C – концентрація розчину NaOH, моль/л;

M – молярна маса CO_2 , г/моль.

Одержані результати подають у вигляді таблиці:

Твердість, ммоль/л			Вміст, мг/л	
T_0	T_k	$T_{\text{нк}}$	CO_2	SO_4^{2-}

Зробити відповідні висновки.

Завдання для самостійної роботи

Дайте письмово відповіді на запитання:

1. Чому річкова, кринична й тала вода мають різні смаки? Яка з них найбільш чиста з хімічної точки зору?
2. Як довести, що природна вода містить розчинені речовини?
3. Чому більшість хімічних заводів розміщено поблизу річок?
4. За матеріалами з інтернету або інших джерел інформації підготуйте невелике повідомлення на тему «Витрати води на металургійних заводах, підприємствах хімічної, легкої, харчової промисловості та ін.»

Література

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. / Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. / С.В. Зубик. – Львів : Оріяна-Нова, 2007. – 400 с.
3. Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин. – М. : Химия, – 472 с.

4. Соколов Р.С. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов ВУЗ / Р.С. Соколов. – гуманит. изд центр Владос, 2000. т.1 – 368 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
6. Назарук М.М. Соціоекологія : словник-довідник / М.М. Назарук. – Л.: ВНТЛ, 1998. – 172 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.
8. Іванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна хімія» / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2014. – 49 с.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 4

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ПРИРОДНОЇ ВОДИ. ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОГО ХЛОРУ У ПИТНІЙ ВОДІ.

Мета: Навчитися визначати вміст активного, залишкового хлору і хлор поглинання води.

Обладнання: хлорне вапно, 2% розчин; титрований розчин тіосульфату натрію 0,05 N розчин; йодистий калій, 5% розчин; розчин сірчаної кислоти 1:3; розчин крохмалю; соляна кислота 2,5 N нормальний розчин; титрований розчин тіосульфату натрію 0,05 N розчин; йодистий калій, 5% розчин; 0,5 % розчин крохмалю; розчин сірчаної кислоти 1:3.

Питання для обговорення

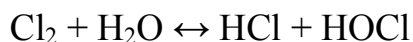
1. З якою метою виконується хлорування води.
2. Методи знезаражування води.
3. Реагенти, які використовуються для знезараження води.
4. Поняття “хлорпоглинальність”, “активний хлор”.
5. На чому заснована знезаражуюча дія солей хлороватистої кислоти.
6. Від чого і як залежить ефект хлорування.
5. Чому доза хлору повинна бути більшою за хлорпоглинальність.
6. Назвіть мету постхлорування та прехлорування.
7. Як впливає температура на розчинність хлору у воді.
8. Суть якісного методу визначення залишкового хлору у воді.

Лабораторна частина

Короткі теоретичні відомості

Знезараження води хлором та його сполуками є найбільш поширеним методом знезараження води на водопровідних станціях. Бактерицидний ефект хлору, тобто властивість знищувати бактерії, залежить в значною мірою від кількості введеного хлору і часу його контакту з водою. Зазвичай на руйнування бактеріальних клітин витрачається тільки частина вводиться у воду хлору. Більша ж частина хлору вступає в реакції з різноманітними органічними і мінеральними домішками, що містяться у воді. До них відносяться: гумус, продукти розпаду клітковини і білкових сполук, солі двовалентного заліза, нітриту, аміак, сірководень та ін.. Тому одночасно із знезараженням досягається зниження кольоровості, а також усунення присмаків і запахів води. При хлоруванні відбувається руйнування гумінових речовин, що стабілізують неорганічні колоїди (гідроксид заліза, гідроксид алюмінію, глинисті частки) і перешкоджають їх злипанню та осіданню. Отже, хлорування поряд із знезараженням сприяє поліпшенню, процесів коагуляції, відстоювання і фільтрування води.

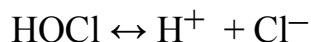
При хлоруванні використовуються хлор, білий вапно, гіпохлорити кальцію $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ і натрію NaOCl , хлораміни NHCl_2 , NH_2Cl . При насиченні води хлором утворюється хлорна вода, що має сильну окисну властивість, при цьому відбувається така реакція:



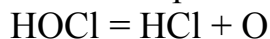
При високій концентрації іонів H^+ / при $\text{pH} \leq 4$ / рівновага в значній степені зсунута вліво і у воді присутній атомарний хлор.



При $\text{pH} > 4$ рівновага зсунута вправо і атомарний хлор у воді відсутній. При $\text{pH} > 5, 6$ хлорноватиста кислота дисоціює на іони:



Крім того, хлорноватиста кислота на світлі розкладається:



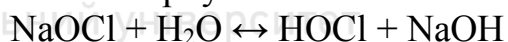
При цьому виділяється атомарний кисень, що має окисні властивості, знезаражуючими агентами є хлор, хлорноватиста кислота і кисень в момент виділення.

Часто як хлоруючи речовину використовують хлорне вапно. Реакція взаємодії хлорного вапна з водою, що має нейтральну або лужну реакцію, протікає по рівнянню:



В кислому середовищі хлорне вапно розкладається з виділенням вільного хлору, який потім взаємодіє з водою.

Знезаражуюча дія солей хлорноватистої кислоти основана на їх гідролізі, в результаті якого утворюється стійка хлорноватиста кислота:



При хлоруванні води розрізняють активний хлор і залишковий. Під терміном “активний хлор” розуміють сумарний вміст у воді вільного Cl_2 , хлорноватистої кислоти HOCl , гіпохлорид-іонів OCl^- і хлорамінів NH_2Cl , NHCl_2 .

Частина активного хлору, яка йде на знищення мікробів у воді і на окиснення органічних і неорганічних речовин, відповідає хлоропоглинанню води.

Звичайно хлоропоглинання річкових та озерних вод складає 2-2,5 мг/л Cl_2 , вода ставків та боліт мають хлоропоглинання 4-5 мг/л Cl_2 . Підвищення хлоропоглинання води свідчить про її забруднення. Залишковим або надлишковим хлором називають ту кількість газоподібного хлору, яка залишається у воді після знищення мікробів та окислення органічних та неорганічних речовин.

При визначенні дози хлору для знезараження води необхідно враховувати витрату хлору на побічні реакції з органічними та мінеральними домішками води і намагатися, щоб у воді залишалась ще деяка кількість хлору, що має знезаражуючу дію.

З підвищенням дози введеного хлору зростає концентрація залишкового хлору, причому уклін кривої 1 /мал. 6/ в значній мірі визначається витратою на побічні реакції окислення домішок.



Різко міняє картину присутність у знезаражуваній воді аміаку, що являється складовою частиною води, або який штучно в неї вводиться при хлоруванні з амонізацією. В цьому випадку на кривій 2 /рис.4/ спостерігається максимум і мінімум.

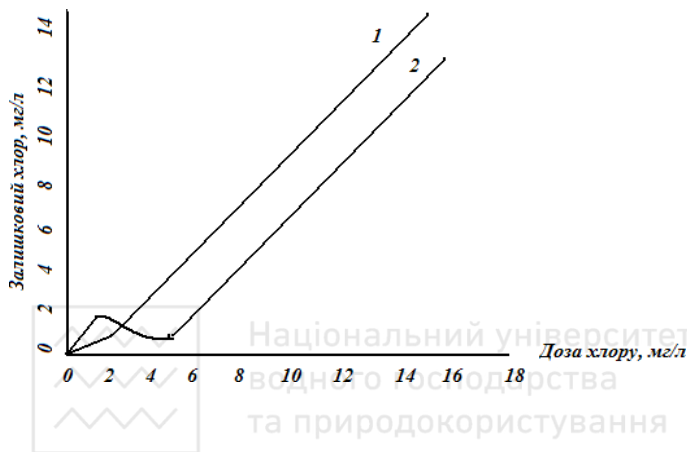
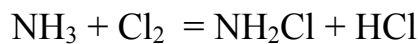


Рис.. 4. Залежність концентрації залишкового хлору у воді від дози введенного хлору

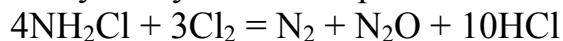
1-При відсутності амонійних солей; 2 - При наявності амонійних солей.

Максимум на кривій відповідає утворенню монохлораміну NH_2Cl , який має достатню знезаражуючу дію, але менше витрачається на окислення домішок води.

Монохлорамін – це продукт заміщення одного атому водню в аміаці атомом хлору.



Хлор в моно хлораміні визначають як звичайний залишковий / активний/ хлор. Реакція окислення монохлораміну відбувається за рівнянням:



Якщо доза хлору більша, ніж потрібно для утворення хлораміну, починається окислення останнього хлором, завдяки чому кількість залишкового у воді хлору зменшується. Цим пояснюється мінімум на кривій залишкового хлору. Підвищення температури хлорованої води підвищує її хлоропоглинання.

Необхідну дозу хлору у воді в зв'язку із складною залежністю хлоропоглинання від ряду факторів визначають, отримавши в даних практичних умов графік залежності кількості залишкового хлору, від кількості введенного. Звичайно для збереження бактерицидних властивостей на протязі значного часу концентрація залишкового хлору у воді після 30-хвилинного контакту повинна бути не нижче 0,5 мг/л. Разом із знезаражуванням хлорування води в значній мірі змінює її органічний склад. Хлор окислює та руйнує органічні домішки води, внаслідок чого погіршуються показники, зв'язані з концентрацією органічних речовин, наприклад, її окисність, колірність та ін. Руйнування при хлоруванні гумінових речовин сприяє покращенню процесів коагуляції та осідання домішок води.

Всі методи хлорування води можна розділити на 2 основні групи: постхлорування та пре хлорування /попереднє хлорування/ води.

Постхлорування – це знезаражування води хлором, яке проводять після всіх інших процесів її обробки і являється завершальним етапом очистки води. Постхлорування можна проводити невеликими, підвищеними дозами /перехлорування/ і спільно з іншими знезаражуючими речовинами /комбіноване хлорування/.

Дози хлору при нормальному хлоруванні встановлюють такими, щоб смакові якості води не були знижені. Кількість залишкового хлору після 30-хвилинної обробки води хлором допускається не вище 0,5 мг/л. При пере хлоруванні дозу

залишкового хлору звичайно встановлюють межах 1-10 мг/л. Відомі випадки, коли пере хлорування проводилось дозами 100 мг/л.

Комбіновані методи хлорування, тобто хлорування води спільно з введенням деяких добавок /перманганату калію, іонів срібла і міді, аміаку/ застосовують з ціллю посилення дії хлору чи фіксації його у воді. За хлоруванням води на очисних станціях ведуть регулярний лабораторний контроль, згідно якому проводять слідувачі хіміко-аналітичні визначення : аналіз хлорного вапна на вміст в ньому активного хлору, визначення залишкового хлору у воді після хлорування, визначення хлоропоглинання води.

Доза хлору необхідна для хлорування, також встановлюється лабораторним шляхом. Вона рівна хлоропоглинанню води плюс залишковий хлор, встановлений держсанінспекцією для даного водопроводу. ГОСТом 2874-82 передбачається вміст залишкового хлору 0,3-0,5 мг/л в найближчій до насосної станції водорозбірній точці.

Визначення хлоропоглинання, активного і залишкового хлору проводять йодометричним методом. Принцип йодометричного методу оснований на виділенні хлором з розчину йодиду калію еквівалентної вільності йоду, який потім відтитровують розчином тіосульфату натрію в присутності індикатору-крохмалю.

Для характеристики поведінки природних вод при нормальному хлоруванні служить показник хлорованості води, що являє собою дріб. Чисельник цього дробу – одиниця, а знаменник – найбільша доза хлору в міліграмах на літр, при обробці якою на протязі 20 хв. у воді залишається 0,5 мг/л хлору.

Показник хлорованості води являється мірою ступеню забруднення води різними домішками : чим чистіша вода, тим він більший. Із збільшенням забруднення води /її хлоропоглинання/ збільшується і доза введенного у воду хлору, яка забезпечує вміст залишкового хлору 0,5 мг/л. Отже, показник хлорованості зменшується.

Для визначення показника хлорованості води встановлюють залежність кількості залишкового хлору від дози введенного хлору при часі обробки води хлором, рівному 30 хв.

Робота 1. Визначення активного хлору в хлорній воді.

Хід визначення

У конічну колбу місткістю 200-250 мл піпеткою відмірюють 100 мл дистильованої води, потім приливають 1мл хлорної води, 5 мл 5 % йодистого калію (розчин набуває помаранчевого кольору), 2 мл сірчаної кислоти /1:3/ і титрують 0,05н розчином тіосульфату натрію до соломино-жовтого забарвлення. Після чого додають 2 мл крохмалю і продовжують титрувати до повного зникнення синього забарвлення, що з'явилося після додавання крохмалю. По кількості витраченого на титрування тіосульфату натрію розраховується концентрація активного хлору в хлорній воді.

Вміст активного хлору в хлорній воді:

$$a = V \cdot N \cdot 35,5 \cdot 1000 \text{ мг/л} \quad (1)$$

де V- об'єм тіосульфату натрію, витраченого на титрування активного хлору в розчині хлорного вапна, мл; N- нормальність розчину тіосульфату натрію; 35,5- еквівалент хлора, рівний 35,5.

Робота 2. Хід визначення показника хлорованості води.

У 8 плоских колб наливають піпеткою по 100 мл досліджуваної води і послідовно

у кожному з колб з інтервалом 4 хв. приливають піпеткою 2% розчину хлорного вапна:

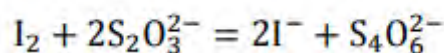
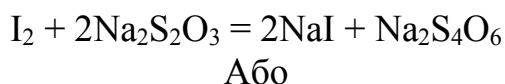
№ колби	1	2	3	4	5	6	7	8
К-сть 2% розчину хлорного вапна, мл	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0	10

Колби закривають пробками і струшують. Оскільки час обробки води хлором у всіх колбах повинен бути 30 хв., то через 2 хв, після приливання розчину хлорної води в останню колбу /8/ приступають до визначення залишкового хлору в першій колбі. В кожній слідкуючій колбі залишковий хлор визначають через 4 хв.

Залишковий хлор у воді визначають по ГОСТу 29-29-45 так : до 100 мг досліджуваної води додають 5 мл 10 % розчину йодиду калію KI, 5 мл буферної суміші з рН=4,6 (готують, змішуючи рівні об'єми 1N розчинів оцтової кислоти і ацетату натрію) і 1 мл 1 % розчину крохмалю. При наявності активного хлору у воді з'являється синє забарвлення розчину, так як хлор витісняє з йодиду калію вільний йод:



а йод, що виділився, забарвлює крохмаль у синій колір. Потім в розчин додають по краплям з бюретки 0,005 N розчин тіосульфату натрію до знебарвлення розчину. При цьому протікає реакція :



Розчин знебарвлюється, коли весь йод зв'язується тіосульфатом натрію. Йодид натрію і тетратіонат натрію, що утворюється в результаті реакції, забарвлення з крохмалем не дають.

Вміст активного хлору x обчислюють за формулою :

$$x = \frac{V_1 N 35.51000}{V_2}$$

де V_1 - об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування досліджуваної води, мл ; V_2 - об'єм досліджуваної води, взятий для титрування, мл; N - коефіцієнт нормальності розчину тіосульфату натрію; 35,5- міліграм-еквівалент хлору.

По цим даним будують графік в координатах доза хлору - залишковий хлор.

По графіку визначають дозу введеного хлору, що забезпечує концентрацію залишкового хлору 0,5 мг/л і обчислюють показник хлорованості води. Результати визначення записують у вигляді таблиці :

№ колби	Доза введеного хлору, мг/л	К-сть залишкового хлору, мг/л	Показник хлорованості води
---------	----------------------------	-------------------------------	----------------------------

Робота 4. Визначення хлоропоглинання.

Визначення хлоропоглинання ґрунту ґрунтується на йодометричному визначенні хлору після 30-хвилинного контакту розчину хлорного вапна або вільного хлору з досліджуваною водою.

Хід визначення

В дві конічні колби місткість 200-250 мл піпеткою відмірюють в одну 100 мл дистильованої води, в другу - 100 мл досліджуваної води. В обидві колби додають по 1 мл 2% розчину хлорного вапна. Колбу з досліджуваною водою залишають стояти на протязі 30 хв., закривши пробкою. В колбу з дистильованою водою зразу ж додають 5 мл 5 % розчину йодистого калію, 2 мл сірчаної кислоти /1:3/ і титрують 0,05 N розчином тіосульфату натрію до солосяно-жовтого забарвлення. Додають 2 мл розчину крохмалю, після чого розчин забарвлюється в синій колір, продовжують титрувати до знищення синього забарвлення.

З розчином у 2 колбі поступають так само, але через 30 хв. Обчислення хлоропоглинання досліджуваної води :

$$\text{ХП} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 35,5 \cdot 1000}{V_3}$$

де V_1 -об'єм тіосульфату натрію, витраченого на титрування у 1 колбі, мл;

V_2 - об'єм тіосульфату натрію, витраченого на титрування у 2 колбі, мл ;

V_3 - об'єм досліджуваної води, взятої для визначення, мл;

N-нормальність розчину тіосульфату натрію; 35,5- еквівалент хлору, рівний 35,5.

Завдання для самостійної роботи:

Дайте письмово відповіді на запитання:

1. Назвіть основні джерела забруднення води.
2. Опишіть способи видалення розлитої нафти з водойм?
3. Які споруди використовують для підготовки води до споживання та очищення промислових викидів?
4. У який спосіб можна очищати воду в побуті?
5. Що таке дистильована вода? Яке застосування вона має? Яка вода в природі найбільш близька до дистильованої води? Які домішки вона може містити?
6. Яких домішок у воді можна позбутися фільтруванням, відстоюванням, дистиляцією? Назвіть речовини, які очищують воду в побутових фільтрах.
7. З додаткової літератури або мережі Інтернет дізнайтеся про забезпеченість прісною водою вашої області (населеного пункту) та методи очищення води в промисловості або на водоочисних спорудах вашого міста.

Рекомендовані джерела інформації

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. /Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Джурка Г. Ф. Хімічна екологія [Текст]: навч. посіб. / Г. Ф. Джурка, К. І. Тарабун ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, Каф. хімії та методики викладання хімії. – Полтава : Шевченко Р. В., 2015. – 250 с.
3. Клименко М. О. Моніторинг довкілля [Текст]: підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, Н. М. Вознюк. – Київ : Академія, 2006. – 360 с. – (Альма-матер).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

ТЕМА. ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ І ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДИ.

Мета роботи: навчитися визначати питому електропровідність і окисно-відновний потенціал природних вод.

Питання для самоконтролю:

1. Чим зумовлена електропровідність води? Вплив цього показника на якість води.
2. Принцип методу вимірювання електропровідності.
3. Методика визначення константи електролітичної комірки.
4. Чому окисно-відновний потенціал є важливою характеристикою екологічного стану природних водних об'єктів?
5. На чому ґрунтується визначення окисно-відновного потенціалу?
6. Методика перевірки платинових електродів.

Лабораторна частина

Короткі теоретичні відомості

Електропровідність поверхневих вод суходолу зумовлена в основному вмістом у них сольових компонентів (головних іонів), таких як Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- і SO_4^{2-} . Наявність інших іонів, зокрема Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} та їхніх комплексних сполук, а також NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- та іонів деяких органічних сполук майже не коливає на електропровідність, оскільки вони рідко трапляються у воді в значних концентраціях. У воді з рН від 5 до 9 вміст іонів H^+ та OH^- малий, і їх вплив на електропровідність не перевищує 0,1 – 0,2 %.

Абсолютну концентрацію головних іонів (мінералізацію води в мг/л) за електропровідністю визначити з достатньою надійністю неможливо через не однакову питому електропровідність розчинів різних солей. Питома електропровідність поверхневих вод суходолу є лише наближеним показником концентрації електролітів, здебільшого неорганічних, тобто ступеня мінералізації води. Водночас цей метод зручний для виявлення зміни ступеня мінералізації води під дією природних чи антропогенних чинників.

Принцип методу. Електропровідність розчинів найчастіше вимірюють методом змінного струму з використанням електродів із великою площею поверхні («платинова чернь»), що забезпечує незначну поляризацію електродів і зменшує похибку вимірювання. Однак, якщо у досліджуваній воді містяться великі кількості поверхнево-активних речовин (жирів, смол, масел тощо), то доцільно брати електроди з гладенькою блискучою поверхнею.

Розчини електролітів, як і всі провідники, характеризуються певним опором R . Одиницею опору є ом. Опір розчину прямо пропорційний відстані між електродами l і обернено пропорційний площі поверхні електродів S , яка занурена в розчин:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Коефіцієнт пропорційності ρ називають питомим опором. Якщо $l = 1$ см, $S = 1$ см², то $\rho = R$. Отже, питомий опір дорівнює опору стовпчика

розчину завдовжки 1 см і площею перерізу 1 см², тобто опору 1 см³ розчину.

Питома електропровідність κ — це величина, обернена до питомого опору:

$$\kappa \equiv \frac{1}{\rho}$$

Одиницею питомої електропровідності є сименс на сантиметр (См/см, або 1/(Ом·см)).

З рівнянь (2.1) і (2.2) можна отримати рівняння для обчислення питомої електропровідності:

$$\kappa = \frac{l}{S R}$$

Щоб визначити питому електропровідність розчину, крім його опору R потрібно знати величину l / S , яку неможливо точно визначити діленням відстані між електродами на площу їх поверхні, оскільки в електролітичній посудині (комірці), в якій вимірюється електропровідність, відбувається розсіювання силових ліній струму. При цьому велике значення має також форма комірки. Нарешті, справжню площу поверхні електродів важко визначити, особливо при їх платинуванні. Тому питому електропровідність розчинів обчислюють за рівнянням

$$\kappa = \frac{K}{R}$$

де K — константа електролітичної комірки, яку визначають експериментально (див. далі).

Дослід 1. Провести вимірювання рН водних розчинів. Визначення питомої електропровідності води.

Ознайомитися з будовою, принципом дії та метрологічними характеристиками кондуктометра 86555. Ознайомтеся з порядком роботи на кондуктометрі 8655. Інструкцію отримайте у викладача. Підготувати кондуктометр до роботи.

Увімкніть прилад в мережу і занурте в розчини по черзі електроди. Щоб не внести в досліджуваний розчин інших речовин, електроди після кожного вимірювання слід промивати дистильованою водою і сушити фільтрувальним папером.

Кожний раз слідкуйте за показниками приладу.

Для вимірювання провідності Ви повинні вибрати один з приведених нижче діапазонів вимірювання:

0,0...200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Мікросіменс на см

0,0...2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

0,0...200 $\text{m}\mu\text{S}/\text{cm}$ Мілісіменс на см

0,0...200 $\text{m}\mu\text{S}/\text{cm}$

ПРИМІТКА: 1 мСм/см (m $\mu\text{S}/\text{cm}$) =1000 мкС/см ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Визначте pH та електропровідність наступних речовин: дистильованої води, кип'яченої води, дистильованої води з $CaCO_3$, водопровідної води, 0,2М $Ca(OH)_2$. Зробіть висновок про електропровідність досліджуваних речовин. Відмітьте, сильним, або слабким електролітом є та чи інша речовина. Чи дисоціюють на іони взяті речовини? Як впливають на електропровідність важкорозчинні речовини $CaCO_3$ і $Ca(OH)_2$?

Таблиця 1.

Досліджуваний розчин	Температура, °С	pH
Дистильована вода		
Водопровідна вода		
Тала вода		
Кип'ячена вода		
Дистильована вода з $CaCO_3$		
0,2М $Ca(OH)_2$.		

Таблиця 2.

Досліджуваний розчин	Температура, °С	Питома електропровідність, См/м
Дистильована вода		
Водопровідна вода		
Тала вода		
Кип'ячена вода		
Дистильована вода з $CaCO_3$		
0,2М $Ca(OH)_2$.		

Дослід 4. Провести вимірювання загального солевмісту у зразках вод.

Вода, якою ми користуємося, є водним розчином різних хімічних речовин. Серед основних домішок у воді можна виділити неорганічні солі (в основному бікарбонати, хлориди і сульфати кальцію, магнію, калію і натрію). Кількість солей у джерельній воді зумовлена природними умовами та істотно варіюється в різних геологічних регіонах. У міських же умовах, окрім природних факторів, на хімічний склад води впливають промислові стічні води, міські дощові стоки, хлорування води тощо. І на сьогоднішній день через значне забруднення навколишнього середовища вміст деяких солей у воді перевищує рекомендовані санітарно-гігієнічні норми. Постійне використання такої води може негативно вплинути на здоров'я людини, тварин, ріст рослин, на роботу побутової техніки та, навіть, промислового обладнання, що контактує з нею. Для запобігання вищевказаних ситуацій необхідно постійно контролювати солевміст води. З цією метою використовують TDS-метри (TDS (totaldissolvedsolids) – загальний вміст розчинених твердих речовин) або солеміри.

Промийте електрод дистильованою водою. Включіть кондуктометр. Для переходу між режимами COND I TDS натисніть кнопку MODE. Показники солевмісту відображаються в ppm (діапазон вимірювань загальної кількості домішок у воді : 0 ~ 9990 ppm (мг/дм³)).

Занурити електрод у воду не глибше 5 см. Злегка помішуючи для вилучення повітряних бульбашок, зачекати стабілізації показів на дисплеї (поки не відобразиться значок «ready»).

3. Результати вимірювання занести до таблиці 3.

Зразок води	Загальний солевміст, мг/дм ³

Дослід 3. Визначення окисно-відновного потенціалу

Окисно-відновний потенціал E_h є однією з важливих характеристик екологічного стану природних водних об'єктів. Він значною мірою впливає на геохімічну рухливість елементів зі змінним ступенем окислення і на форми їх міграції, а також на хіміко-біологічний стан водойм. Від окисно-відновного потенціалу та рН середовища залежать життєдіяльність гідробіонтів, напрям і швидкість трансформації органічних речовин природних вод.

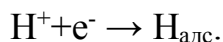
Окисно-відновну систему природної води утворюють іони та сполуки елементів, які можуть існувати в різних ступенях окиснення. Головними з них є розчинений у воді кисень, сполуки заліза, мангану та сірки. Зі збільшенням концентрації розчиненого кисню величина зростає і може досягати +700 мВ. За високих значень у воді переважають сполуки Fe^{3+} , Mn^{4+} – малорозчинний діоксид MnO_2 , S^{6+} – іони SO_4^{2-} . За зниження E_h домінуючими стають іони і сполуки Fe^{2+} , Mn^{2+} і S^{2-} – сірководень та сульфіди. У безкисневих сірководневих зонах, а також за наявності значних кількостей органічних сполук, які біохімічно розкладаються, E_h води може досягати -100 мВ.

є окисно-відновна ємність середовища, що визначається концентраціями окиснених і відновлених форм елементів зі змінними ступенями окислення. Процес установа потенціалу полягає в тому, що індикаторний платиновий електрод набуває певного заряду через окисники або відновники розчину. Залежно від E_h середовища електрод заряджається позитивно або негативно, тобто набуває позитивного чи негативного потенціалу. При цьому відбувається адсорбція певної кількості атомів атмосферного кисню або водню, які виділяються на електроді внаслідок електрохімічного розрядження води чи іонів OH^- і H^+ :

за позитивного заряду електроду



за негативного



Отже, існує залежність між потенціалом електроду та адсорбцією на його поверхні атомарних кисню О і водню Н. Платиновий електрод, будучи окисно-відновним, водночас виявляє властивості газового (кисневого або водневого) електрода.

Потенціал E_h пов'язаний з активностями іонних форм елементів зі змінними ступенями окиснення рівнянням Нернста (20 °С):

$$E_h = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{a_{ок}}{a_{відн}},$$

де E^0 – стандартний потенціал окисно-відновної системи, В;

n – кількість електронів, які беруть участь в окисно-відновній реакції;

$a_{ок}$, $a_{відн}$ – активності відповідно окисненої і відновленої форм.

Окисно-відновний потенціал розчину пов'язаний із рН, оскільки в складних природних окисно-відновних системах з оксо- та гідроксоіонами в електродній реакції беруть участь іони водню. Тому вимірювання E_h має супроводжуватись вимірюванням рН.

При визначенні E_h води з великою окисно-відновною ємністю, зумовленою наявністю значної кількості окисників і відновників, потенціал платинового електроду встановлюється швидко. Однак за зменшення ємності окисно-відновної системи розчину потенціали різних індикаторних електродів устанавлюються з різними швидкостями. Це пов'язано з тим, що кожен електрод має свою власну ємність, яка залежить від його розміру, форми, матеріалу, чистоти поверхні та від кількості сорбованих на ньому речовин. Тому для отримання надійних результатів потрібно, щоб окисно-відновна ємність електроду була значно меншою за ємність розчину. Цій вимозі відповідають тонкошарові платинові електроди.

На електродну функцію електродів шкідливо впливає велика кількість завислих речовин, детергентів та нафтопродуктів. Вимірюванню E_h заважають іони Mn^{2+} за їх концентрації понад 0,02 мг/дм³, оскільки на поверхні платинового електроду відкладається осад $MnO(OH)_2$. Тому електрод треба регулярно полірувати пастою з Al_2O_3 . При вимірюванні E_h вод з великим вмістом розчиненого кисню після вимірювання електрод потрібно промити розчином сульфату натрію для десорбції кисню. Електроди очищають також органічними розчинниками (етанолом, ефірами та ін.), розчинами HCl і $NaOH$.

Установки, прилади, лабораторний посуд, реактиви

рН-метр–мілівольтметр із платиновими індикаторними електродами та хлоросрібним електродом порівняння. Проточна комірка для вимірювання E_h .

Стандартний розчин суміші 0,003 М гексаціаноферату(III) калію, 0,003 М гексаціаноферату(II) калію тригідрату й 0,1 М хлориду калію: у мірній колбі місткістю 0,5 дм³ у дистильованій воді розчиняють 3,75 г KCl , х.ч., 0,493 г $K_3[Fe(CN)_6]$, ч.д.а., 0,634 г $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, ч.д.а., і доливають до риски. Розчин нестійкий, особливо на світлі, тому його використовують свіжоприготовленим.

Порядок виконання роботи

Методика визначення. Окисно-відновний потенціал вимірюють за допомогою рН-метра за шкалою «мілівольти» (mV) з використанням платинового індикаторного електроду та хлоросрібного електроду порівняння. Вимірювання проводять у проточній комірці, яка запобігає контакту досліджуваної води з киснем повітря. Проточну комірку наповнюють пробєю води безпосередньо з водного джерела і пропускають крізь неї воду впродовж 5 хв. Після цього потік води перекривають і вимірюють потенціал. Через 10 і 20 хв потенціал вимірюють ще двічі. Отримані значення не повинні різнитися більш ніж на 3 – 5 мВ. Якщо різниця перевищує 5 мВ, то вимірювання потенціалу продовжують з інтервалом 10 хв до встановлення його сталого значення.

Перевірка платинових електродів. Проточну комірку заповнюють стандартним розчином для перевірки платинових електродів і вміщують у термостат (25 °С). Через 15 хв вимірюють потенціал. Електроди, придатні для роботи, дають стабільні показники в межах 233 ± 5 мВ відносно стандартного хлоросрібного електрода порівняння.

Опрацювання результатів

Дані визначень заносять в зошит для лабораторних робіт з вказівкою виду води.

Запитання для самостійної роботи

Завдання 1. Обґрунтуйте які кислоти потрапляють на землю у вигляді кислотних дощів? Напишіть рівняння реакцій їх утворення

Рекомендовані джерела інформації

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. /Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Джурка Г. Ф. Хімічна екологія [Текст] : навч. посіб. / Г. Ф. Джурка, К. І. Тарабун ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, Каф. хімії та методики викладання хімії. – Полтава : Шевченко Р. В., 2015. – 250 с.
3. Клименко М. О. Моніторинг довкілля [Текст] : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – Київ : Академія, 2006. – 360 с. – (Альма-матер).

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАННЯТТЯ 6

ТЕМА. ВИЗНАЧЕННЯ КАТІОНІВ ТА АНІОНІВ У ПРИРОДНИХ ВОДАХ.

Мета роботи: набуття студентами практичних навичок визначення катіонів та аніонів у природних водах.

Питання для самоконтролю:

1. Нормування якості води. Контроль і управління якістю води.
2. Методи захисту гідросфери від скидів шкідливих речовин.
3. Методи очищення стічних вод.
3. Гідромеханічний спосіб очищення стічних вод.
4. Фізико-хімічні способи очищення стічних вод.
5. Хімічні методи очищення стічних вод.
6. Біохімічне очищення стічних вод.
7. Термічний метод очищення і знешкодження стічних вод. Розведення домішок у гідросфері.

ЛАБОРАТОРНА ЧАСТИНА

Короткі теоретичні відомості

Хімічний аналіз природної води має вирішальне значення в практиці водопостачання. Результати аналізу дозволяють установити придатність джерела для питного і технічного водопостачання, наявність у воді шкідливих для організму забруднень чи сполук, що сприяють її корозійній активності, запінення, утворенню накипу і т.д.

На підставі зіставлення результатів аналізу природної води з вимогами, пропонованими до неї споживачем, можна судити про те, яким процесам очищення варто піддати цю воду для поліпшення тих чи інших показників її якості.

До хімічних визначень відносяться встановлення активної реакції води, окиснення, азотовмісних речовин, розчинених у воді газів, нерозчинного залишку і втрат при прожарюванні, твердості і лужності, а також хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю й інших елементів.

Активна реакція води, тобто ступінь її кислотності чи лужності, визначається концентрацією водневих іонів, точніше їх активністю.

Активну реакцію води прийнято виражати водневим показником рН, що представляє собою негативний десятковий логарифм концентрації водневих іонів:

$$pH = -\lg [H^+].$$

рН нейтральних розчинів дорівнює 7, кислих розчинів — менше 7 і лужних розчинів — більше 7.

Звичайно для більшості природних вод величина рН змінюється в межах 6,5—8,5. На величину рН води впливає підвищена концентрація гумусових кислот, забруднення водойми стоками промислових підприємств і т.п.

Окиснювання води. Наявність у природних водах органічних і деяких легкоокислюючихся неорганічних домішок (сірководню, сульфідів, закисного заліза і

ін.) обумовлює визначену величину окислення води. У зв'язку з тим, що окислювання поверхневих вод пояснюється головним чином наявністю органічних речовин, визначення окислювання, тобто кількості кисню, необхідного для окислювання домішок у даному обсязі води, є одним з непрямих методів визначення органічних речовин у воді.

Найменшою величиною окиснювання (2 мг/л, O₂) характеризуються артезіанські води. Окислювання ґрунтових вод залежить від глибини їхнього залягання. Ґрунтові незабруднені води мають окиснюваність близьку до окислюваності артезіанських вод. Окислювання чистих озерних вод у середньому складає 5—8 мг/л кисню; у річковій воді воно коливається в широких межах, доходючи до 60 мг/л і більш. Високою окислюваністю води відрізняються ріки, басейни яких розташовані в болотистих місцевостях. У болотних водах у деяких випадках вона досягає 400 мг/л.

Окислювання природних, особливо поверхневих вод, не є постійною величиною.

Раптове підвищення окиснюваності води служить ознакою забруднення її побутовими стоками, тому величина окиснюваності — важлива гігієнічна характеристика води.

Азотовмісні речовини (іони амонію, нітритні і нітратні іони) утворюються у воді в результаті розкладання білкових сполук, що попадають у неї майже завжди зі стічними побутовими водами, стоками коксобензолних, азототукових і інших заводів. Білкові речовини під дією мікроорганізмів піддаються розпаду, кінцевий продукт якого — аміак. Наявність останнього свідчить про забруднення води стічними водами.

Іноді у воді присутні іони амонію неорганічного походження, що утворюються в результаті відновлення нітратів і нітритів гумусовими речовинами, сірководнем, закисним залізом і т.д. Наявність у воді іонів NH₄⁺, що утворилися таким чином, не представляє небезпеки в санітарному відношенні.

Якщо поява у воді азотовмісних сполук відбувається в результаті гниття білкових речовин, то такі води непридатні для пиття.

Сухий залишок і втрата при прожарюванні. Про кількість солей, що містяться в природних водах, можна судити по величині сухого залишку і втраті маси при прожарюванні. Сухий залишок, що утвориться при випарюванні визначеного обсягу води, попередньо профільтрованої через паперовий фільтр, складається з мінеральних солей і нелетучих органічних сполук. Органічна частина сухого залишку води визначається втратою його при прожарюванні.

Хлориди і сульфати. Завдяки великій розчинності хлористих солей іони хлору містяться майже у всіх водах. Так, розчинність NaCl складає 360, MgCl — 545 г/л. Великі кількості хлоридів можуть попадати у воду в результаті вимивання повареної солі чи інших хлористих сполук з дотичних з водою шарів порід, а також при попаданні в воду промислових і господарсько-побутових стоків. В останньому випадку поряд з підвищеним вмістом іонів хлору у воді спостерігається наявність аміаку, нітритів, підвищена окиснювальність і інші показники, що свідчать про забруднення.

Крім іонів Cl⁻ у природних водах часто зустрічаються іони SO₄²⁻. У ріках і прісних озерах вміст сульфат-іонів звичайно коливається в межах 60—100 мг/л.

Сульфат-іони попадають у воду в основному при розчиненні осадових порід, до складу яких входить гіпс.

Лужність води. Під загальною лужністю води мається на увазі сума гідроксильних іонів, що містяться у воді, (OH^-) і аніонів слабких кислот, наприклад вугільної (іонів HCO_3^- , CO_3^{2-}). Оскільки в більшості природних вод переважають вуглекислі сполуки, розрізняють звичайно лише бікарбонатну і карбонатну лужність. При деяких прийомах обробки води і при рН її вище 8,5 виникає гідратна лужність.

Лужні метали. З іонів лужних металів у воді найбільш поширені Na^+ і K^+ , що попадають у воду в результаті розчинення корінних порід. Основним джерелом натрію в природних водах є поклади повареної солі. У природних водах натрію міститься більше, ніж калію. Це пояснюється кращим поглинанням останнього ґрунтами, а також великим витягом його з води рослинами.

Жорсткість води. Жорсткість природних вод обумовлюється наявністю в них солей кальцію і магнію. Іони Ca^{2+} надходять у воду при розчиненні вапняків під дією вуглекислоти, що міститься у воді



і при безпосередньому вилужуванні водою гіпсу.

Основним джерелом іонів магнію служать доломіти, що також розчиняються водою в присутності вуглекислоти



Хоча зазначені солі і не є особливо шкідливими для організму, наявність їх у воді у великих кількостях небажана, тому що вода стає непридатною для господарсько-побутових потреб і промислового водопостачання. У жорсткій воді погано розварюються овочі, перевитрачається мило при пранні білизни. Жорстка вода непридатна для живлення парових казанів; її не можна використовувати в багатьох галузях промисловості.

Загальна жорсткість води являє собою суму карбонатної (тимчасової) і некарбонатної (постійної) жорсткості.

Карбонатна жорсткість, пов'язана з присутністю у воді в основному бікарбонатів кальцію або магнію, майже цілком зникає при кип'ятінні води. Бікарбонати при цьому розпадаються з утворенням вуглекислоти; в осад випадають карбонати кальцію і гідроокис магнію.

Некарбонатна жорсткість обумовлюється присутністю кальцієвих і магнієвих солей сірчаної, соляної й азотної кислот і кип'ятінням не усувається.

Жорсткість води представляє суму еквівалентних концентрацій іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} і виражається в міліграм-еквівалентах на 1 л. 1 мг-екв/л жорсткості відповідає 20,04 мг/л іонів Ca^{2+} чи 12,16 мг/л іонів Mg^{2+} .

У закордонних країнах жорсткість води вимірюється різними одиницями. Так, німецький градус складає 10 мг CaO в 1 л води, англійський

— 10 мг CaCO₃ у 0,7 л води, французький — 10 мг CaCO₃ у 1 л води, американський — 1 мг CaCO₃ у 1 л води.

Залізо і марганець. Залізо в природних водах може знаходитися у виді іонів двох- і тривалентного заліза, колоїдів (неорганічних — Fe(OH)₃, Fe(OH)₂, FeS і органічних), комплексних сполук (головним чином органічних комплексних сполук заліза) і тонкодисперсної суспензії Fe(OH)₃, Fe(OH)₂, FeS.

У поверхневих водах залізо міститься у виді органічних комплексних сполук, чи колоїдів тонкодисперсних суспензій. У підземних водах при відсутності розчиненого кисню залізо звичайне знаходиться у виді двовалентних солей. Форма, у якій присутні в природних водах залізо і марганець, залежить від величини рН і змісту кисню.

Сполуки кремнію. Кремній присутній у природних водах у виді мінеральних і органічних сполук. Вилужування силікатних порід збагачує природні води кремнієвою кислотою і її солями.

Наявність сполук кремнію в питній воді не шкідливо для здоров'я. Якщо ж вода використовується для живлення парових казанів високого тиску, вміст самої незначної кількості кремнієвої кислоти неприпустимо через утворення щільного силікатного осаду.

Сполуки фосфору. Фосфор зустрічається у воді у виді іонів ортофосфорної кислоти або органічного комплексу, а також у виді зважених часток органічного і мінерального походження. Сполуки фосфору містяться в природних водах у незначних кількостях, однак мають величезне значення для розвитку рослинного життя у водоймах.

Розчинені у воді гази. З розчинених у воді газів найбільш важливими для оцінки її якості є вуглекислота, кисень, сірководень, азот і метан. Вуглекислота, кисень і сірководень за певних умов додають воді корозійні властивості стосовно бетону і металів.

Вуглекислота зустрічається у великих чи менших кількостях у всіх природних водах. Підземні води збагачуються вуглекислотою за рахунок розкладання органічних сполук у воді і ґрунтах, а також внаслідок геохімічних процесів, що протікають у глибині.

В залежності від величини рН води вуглекислота зустрічається в ній у вільному (у виді вуглекислого газу CO₂) чи в зв'язаному стані (у виді бікарбонат-іонів HCO₃⁻ і карбонат-іонів CO₃²⁻). При рН < 4,0 бікарбонат-іони у воді відсутні і вся вуглекислота знаходиться у виді вуглекислого газу. При рН 8,4 у воді містяться переважно іони HCO₃⁻, а при рН > 10,5 — тільки іони CO₃²⁻.

Агресивні властивості вуглекислоти пояснюються її здатністю взаємодіяти з карбонатними породами і переводити їх у розчинні у воді бікарбонати, а також при деякій зниженні рН середовища, у результаті чого підсилюється електрохімічна корозія деяких металів, наприклад заліза.

Дія вуглекислоти на бетон зводиться до розчинення вапна цементу, що значно послаблює міцність бетону. Видалення вапна порушує рівновагу і приводить до розкладання інших складових частин цементу, зокрема силікатів і алюмінатів кальцію. На цьому ж процесі основана і корозійна дія води, що містить вуглекислоту, стосовно металевих труб.

Вуглекислота не є корозійним агентом, що безпосередньо впливає на метал. Дія її полягає в розчиненні карбонатів складових частин іржавокарбонатних відкладень, що утворюються у водогінній мережі. У результаті цього процесу відбувається подальша корозія матеріалу труб і утворення нових відкладень; вода здобуває жовте чи червонувате забарвлення неприємний смак і містить дрібні часточки сполук заліза.

Кисень може знаходитися в природних водах у різних концентраціях (0—14 мг/л), що визначається інтенсивністю протилежно спрямованих процесів, що впливають на вміст кисню у воді. Збагачення води киснем відбувається за рахунок розчинення його з повітря (відповідно до парціального тиску кисню і температурою води) і виділення водяною рослинністю в процесі фотосинтезу.

Окислювання деяких домішок води, гниття органічних залишків, життєдіяльності, подих організмів знижують вміст кисню у воді. Різке зменшення вмісту кисню у воді в порівнянні з нормальним свідчить про її забруднення.

Кисень інтенсифікує процеси корозії металів, тому у водах, що використовуються для теплоенергетичних систем, кількість розчиненого кисню лімітується.

Сірководень попадає в природні води в результаті їхнього зіткнення з гниючими органічними залишками (сірководень органічного походження) або з деякими мінеральними солями (гіпсом, сірчанам колчеданом і ін.). Останні, відновлюючись і розкладаючись, виділяють сірководень (сірководень неорганічного походження).

Наявність у воді сірководню органічного походження свідчить про забруднення водойми. Звичайний вміст сірководню в природних водах не перевищує декількох десятків міліграмів на 1 л. У поверхневих джерелах присутність сірководню малоймовірно, тому що він легко окислюється. Іноді сірководень зустрічається в придонних шарах поверхневих джерел.

У зв'язку з погіршенням органолептичних показників води, розвитком сіркобактерій і інтенсифікацією процесів корозії сірководень необхідно видаляти з води для господарсько-питного чи промислового водопостачання.

Азот попадає в природні води при поглинанні його з повітря, відновленні сполук азоту денітрифікуючими бактеріями, а також у результаті розкладання органічних залишків. Незважаючи на меншу в порівнянні з киснем розчинність азоту вміст останнього в природних водах більший завдяки більш високому парціальному тиску його в повітрі.

Метан утворюється у воді іноді в дуже значних кількостях при розкладанні мікробами клітковини рослинних залишків. Кількість метану в природній воді може досягати 30 мг/л.

Мікроелементи. Поряд з органічними і мінеральними домішками і забрудненнями, що знаходяться в природних водах у відносно великих кількостях, в останніх міститься ряд хімічних елементів у мізерних дозах (йод, бром, бор, фтор, селен, телур і ін.)

На відміну від інших домішок природних вод ці елементи майже не контролюються, хоча в даний час встановлено, що вони дуже впливають на здоров'я людини.

Для нормальної життєдіяльності людського організму вміст перерахованих елементів у воді повинен знаходитися в строго визначених межах. При порушенні цих меж можуть виникати масові захворювання, названі геохімічними ендеміями. Наприклад, встановлена добова потреба організму в йоді і фторі. Людина щодоби повинна споживати 0,06-0,10 мг йоду. Відсутність або недостаток його в питній воді і їжі порушує нормальну діяльність щитовидної залози і приводить до важкого захворювання - ендемічному зобу.

Вміст фтору в питній воді повинен знаходитися в межах 0,7- 1,5 мг/л. Недостатній чи надлишковий вміст його у воді однаково шкідливий і викликає руйнування зубів і зміни в кістах кістяка.

Радіоактивні елементи. До домішок природних вод відносяться і радіоактивні елементи. Радіоактивність в тій чи іншій мірі властива усім водам. Припустимою межею радіоактивності в звичайній питній воді вважається 10^{-8} - 10^{-9} мкКи/л. Радіоактивність деяких мінеральних вод досягає $2,8 \cdot 10^{-3}$ мкКи/л.

Отруйні речовини попадають у воду з промисловими відходами і каналізаційними стоками населених пунктів, а також при навмисному отруєнні водойми. Токсична концентрація таких речовин звичайно досягається вже при вмісті їх у кількості декількох міліграмів (рідко одного-двох десятків міліграмів) у 1 л води. До цієї групи речовин відносять свинець, цинк, мідь, миш'як і ін., а також органічні речовини, названі отруйними (ОВ).

Свинець, мідь і цинк попадає у воду, головним чином із промисловими стоками. Найбільш отруйним з цих металів є свинець, що накопичується в організмі і може викликати небезпечне отруєння.

Вода, що подається населенню, не повинна містити більш 0,1 мг/л свинцю, 3 мг/л міді і 5 мг/л цинку. Визначення вмісту цих металів потрібно лише в тих випадках, коли передбачається наявність їх у джерелі водопостачання.

Миш'як у дуже невеликих концентраціях може надходити у воду з ґрунтів, що містять його солі. У значних кількостях він був виявлений у деяких мінеральних водах. У відкриті водойми миш'як попадає зі стічними водами населених пунктів і промислових підприємств (від дубильних цехів шкіряних заводів, фарбувальних, ситцедруковних фабрик, металообробних заводів і т.д.).

Відомі отруйні речовини різної дії, однак, потрапляючи у воду, вони поводяться в основному як загальноотруйні. На зараженість води отруйними речовинами можуть указувати деякі зовнішні ознаки і дані звичайних методів контролю, тому що наявність ОР викликає зміну багатьох показників води, наприклад рН, окислюваності, хлоропоглинання, вмісту хлоридів і розчиненого кисню, а також дані біологічних і бактеріологічних досліджень. Тому всі ці показники в умовах можливого отруєння води ОР повинні визначатися і фіксуватися систематично.

Робота 1. Фотометричне визначення нітратів у природних і питних водах

В основу лабораторної роботи покладено ГОСТ 18826-73. Вода питна.

Методи визначення вмісту нітратів.

1. Сутність методу.

Метод базується на реакції нітрат-іонів з саліциловокислим Натрієм в присутності сульфатної кислоти з утворенням солі нітросаліцилової кислоти, яка в лужному середовищі набуває жовтого забарвлення.

Чутливість методу – 0,1 мг/дм³ нітратного Нітрогену. ГДК нітратів в питній воді 50,0 мг/дм³ (10 мг/дм³ в перерахунку на Нітроген).

2. Підготовка до аналізу.

Приготування основного стандартного розчину нітрату Калію.

0,7218 г нітрату Калію KNO₃ (х.ч.), який висушений при 105 ± 2⁰C, розчиняють в дистильованій воді, додають 1 см³ хлороформу і доводять об'єм до 1 дм³. 1 см³ цього розчину містить 0,1 мг нітратного Нітрогену.

Приготування робочого стандартного розчину нітрату Калію.

10,0 см³ основного розчину розбавляють в мірній колбі дистильованою водою до 100 см³. 1 см³ цього розчину містить 0,01 мг нітратного Нітрогену. Використовують свіжоприготовлений розчин.

Приготування розчину виннокислого Калію-Натрію (сегнетової солі).

30 г Калію-Натрію виннокислого розчиняють в 100 см³ дистильованої води.

Приготування 0,5%-вого розчину саліциловокислого Натрію.

0,5 г саліциловокислого Натрію розчиняють в 100 см³ дистильованої води.

Розчин використовують свіжоприготовлений.

Приготування 10 н. розчину гідроксиду Натрію.

400 г гідроксиду Натрію розчиняють в дистильованій воді і після охолодження доводять об'єм до 1 дм³.

Приготування розчину Аргентуму сульфату.

4,40 г Аргентуму сульфату Ag₂SO₄ розчиняють в дистильованій воді і доводять об'єм водою до 1 дм³. 1 см³ розчину еквівалентний близько 1 мг Cl⁻. Розчин зберігають в склянці з темного скла.

3. Проведення аналізу.

Визначенню заважають хлорид-іони в кількості понад 200 мг/дм³. Їх вплив усувають додаванням розчину Аргентуму сульфату в кількості, яка еквівалентна вмісту хлоридів. Осад хлориду Аргентуму відфільтровують.

Визначенню заважають іони Феруму (II, III) в кількості понад 0,5 мг/дм³, вплив яких усувають додаванням 8-10 крапель розчину Калію-Натрію виннокислого перед випарюванням води в фарфоровій чашці.

10 см³ досліджуваної води поміщають в фарфорову чашку. Додають 1 см³ розчину саліциловокислого Натрію та випарюють на водяній бані досуха. Після охолодження сухий залишок зволожують 1 см³ концентрованої сульфатної кислоти, перемішують склянкою паличкою і залишають на 10 хвилин. Після цього додають 5-10 см³ дистильованої води і кількісно переносять в мірну колбу об'ємом 50 см³ (фарфорову чашку кілька разів ополіскують дистильованою водою і розчини кількісно переносять в цю ж колбу). Додають

10 см³ 10 н. розчину гідроксиду Натрію, охолоджують, доводять об'єм дистильованою водою до мітки та перемішують. Протягом 10 хвилин після додавання гідроксиду Натрію забарвлення не змінюється. Порівняння інтенсивності забарвлення досліджуваної проби проводять фотометричним методом, вимірюючи оптичну густину розчину при довжині хвилі 400 ± 20 нм в

кюветах з товщиною робочого шару 1-5 см. За значенням оптичної густини, від якої віднімають значення оптичної густини контрольного досліду, знаходять вміст нітратів за градууювальним графіком.

4. Побудова градууювального графіку.

Для приготування стандартних розчинів в мірні пробірки з відміткою на 10 см³ відбирають 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0 та 10,0 см³ робочого стандартного розчину нітрату Калію (1 см³ – 0,01 мг Нітрогену) і доводять дистильованою водою до мітки. Вміст нітратного Нітрогену в розчинах відповідно рівний 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 10,0 мг/дм³. Після цього розчини переносять в фарфорові чашки і далі проводять аналіз та фотометрують як описано в п. 3. По одержаним результатам розраховують рівняння регресії або будують градууювальний графік (в координатах вміст нітратів мг/дм³ – оптична густина).

5. Обробка результатів.

Вміст нітратів (X) в мг/дм³ розраховують за формулою в перерахунку на нітратний азот: $X = C$, де C – вміст нітратів, який знайдений за градууювальним графіком, мг/дм³.

Робота 2. Визначення вмісту хрому(VI) у стічних водах.

Сполуки Cr(VI) мають канцерогенний характер, тому їх вміст чітко регламентований величиною ГДК, яка, в залежності від категорії води, коливається в межах 0,05-0,1 мг/дм³.

1. Принцип методу.

Метод базується на утворенні забарвленої в червоний колір сполуки при взаємодії сполук Cr(VI) з дифенілкарбазидом. При цьому, Cr(VI) окислює дифенілкарбазид до дифенілкарбозону, а сам відновлюється до Cr(III) з утворенням комплексу з продуктом окислення:

2. Підготовка до аналізу.

Приготування розчину сульфатної кислоти (□ 10 М).

Концентровану сульфатну кислоту розбавляють дистильованою водою

□

1:1 з врахуванням правил техніки безпеки.

Приготування спиртового розчину дифенілкарбазиду (0,1%).

0,1 г дифенілкарбазиду, зваженого з точністю до 0,001 г, розчиняють в

100

см³ етилового спирту.

Приготування стандартного розчину Cr(VI).

Стандартний розчин Cr(VI) готують із точної наважки K₂Cr₂O₇.

Вихідний стандартний розчин Cr(VI), концентрацією 100,0 мг/дм³, готують шляхом розчинення 0,283 г біхромату калію в 1,0 дм³ дистильованої води.

Робочий стандартний розчин Cr(VI), концентрацією 1,0 мг/дм³, готують відповідним розбавленням вихідного стандартного розчину.

3. Проведення аналізу та побудова градууювального графіку.

Аналізовану воду об'ємом 10-40 см³ переносять в мірну колбу на 50 см³, додають 2,0 см³ розчину сульфатної кислоти, 0,3 см³ спиртового розчину дифенілкарбазиду і до мітки об'єм доводять дистильованою водою. Через 5

хвилин вимірюють оптичну густину розчину при $\lambda=540$ нм в кюветах з товщиною поглинаючого шару $l = 1$ см відносно розчину порівняння.

Для побудови градуувального графіку в мірні колби на $50,0 \text{ см}^3$ вносять відповідно 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 та $5,0 \text{ см}^3$ робочого стандартного розчину Cr(VI), до об'єму $\square 40 \text{ см}^3$ доводять дистильованою водою, а далі роблять як описано вище. За одержаними даними будують градуувальний графік (в координатах концентрація Cr(VI) – оптична густина). Графік повинен бути прямолінійним.

4. Проведення розрахунків.

Вміст Cr(VI) в стічній воді X (в мг/дм^3) розраховують за формулою:

$$X \square \frac{C \square 50}{V}, \text{ де}$$

C – концентрація Cr(VI), яка знайдена за градуувальним графіком, мг/дм^3 ; V –

об'єм проби, взятий для аналізу, см^3 .

Робота 3. Фотометричне визначення Купруму в природних та стічних водах

1. Принцип методу.

Метод базується на вимірюванні інтенсивності забарвлення розчину комплексної сполуки Купруму з диетилдитіокарбаматом Натрію жовтого кольору.

2. Підготовка до аналізу.

Приготування основного стандартного розчину Купруму з концентрацією Купруму 1 мг/см^3 .

Купруму(II) сульфат двічі перекристалізують і висушують в ексікаторі до постійної маси. Наважку $3,929 \text{ г}$ Купруму(II) сульфату розчиняють у воді, переносять в мірну колбу на 1000 см^3 , додають 1 см^3 сульфатної кислоти ($\square=1,84 \text{ г/см}^3$) і доводять об'єм водою до мітки.

Основний стандартний розчин зберігають не більше 1 року. Концентрація Купруму в основному розчині складає 1 мг/см^3 .

Стандартні розчини необхідної концентрації готують послідовним розведенням у 10, 100 і 1000 разів основного стандартного розчину Купруму.

Приготування розчину диетилдитіокарбамату Натрію.

$10,0 \text{ г}$ диетилдитіокарбамату Натрію зваженого з похибкою не більше $\square 0,1 \text{ г}$ переносять в мірну колбу на 1000 см^3 , розчиняють у дистильованій воді і доводять об'єм до мітки водою.

Приготування змішаного розчину трилону Б і амонію лимоннокислого.

В мірну колбу (на 500 см^3) поміщають 100 г лимоннокислого амонію і 25 г трилону Б, зважених з похибкою не більше $\square 0,1 \text{ г}$, розчиняють і доводять об'єм розчину до мітки дистильованою водою. Вміст колби перемішують. Розчин переносять в ділильну лійку (на 1000 см^3), додають $0,5 \text{ см}^3$ розчину диетилдитіокарбамату Натрію і 50 см^3 розчинника (хлороформу або CCl_4). Лійку інтенсивно струшують протягом 1 хвилини і залишають до розділення

шарів. Нижній шар зливають і відкидають. В ділильну лійку вносять 50 см³ розчинника, струшують протягом 1 хвилини і після розділення шарів нижній шар зливають і відкидають. Останню операцію повторюють до отримання безбарвного нижнього шару. Водний розчин зберігають не більше 2-х місяців.

3. Проведення аналізу та побудова градуовального графіку.

1 см³ основного стандартного розчину Купруму (по п.2.1.) переносять в мірну колбу на 100 см³, об'єм доводять до мітки дистильованою водою. Розчин готують безпосередньо перед використанням.

В ділильні лійки на 250 см³ додають 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 см³ розчину, приготовленого по п.3.1., що відповідає 5, 10, 20, 30 і 40 мкг Купруму.

В кожену ділильну лійку додають 10 см³ змішаного розчину лимоннокислого амонію і трилону Б, дві краплі розчину фенолфталеїну, розчин перемішують, нейтралізують, додаючи по краплям розчин аміаку (2:3) до появи малинового забарвлення, охолоджують і додають дистильовану воду до об'єму

□ 100 см³. Тоді в ділильні лійки додають по 2 см³ розчину диетилдитіокарбамату Натрію і 15 см³ розчинника (хлороформу чи CCl₄). Лійки інтенсивно струшують протягом 1 хвилини і залишають для розділення шарів. Нижній шар зливають в мірну колбу на 25 см³. В ділильні лійки знову додають 10 см³ розчинника, струшують протягом 1 хвилини і після розділення шарів, нижній шар зливають в ту ж мірну колбу. У випадку необхідності, об'єм розчину в колбі доводять до мітки за допомогою розчинника і перемішують.

Контрольний розчин готують аналогічно без додавання розчину Купруму.

Вміст колб з розчинами порівняння і контрольним розчином фільтрують через сухий паперовий фільтр в кювети. Оптичну густину розчинів порівняння вимірюють по відношенню до контрольного розчину на фотоколориметрі із світлофільтром при □_{max} = (440□5) нм в кюветах з відстанню між робочими гранями 20 мм (або на спектрофотометрі при □=440 нм в кюветах з відстанню між робочими гранями 10 мм).

Градуовальний графік будують, відкладаючи на осі абсцис кількість Купруму в мкг, введені в розчини порівняння, на осі ординат – відповідні їм значення оптичних густин.

Для аналізу вод відбирають 50,0 см³ проби, переносять в ділильну лійку на

250 см³ і далі роблять як описано вище.

4. Проведення розрахунків.

Концентрацію Купруму у водах (X) в мг/дм³ вираховують за формулою:

$$X = m / V, \text{ де}$$

m – вміст Купруму, який знайдений за градуовальним графіком, мкг; *V* – об'єм води, який взятий для дослідження, см³.

Результати представляють з точністю до першого десяткового знаку. За кінцевий результат випробувань приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не повинна перевищувати 20% по відношенню до середнього арифметичного при *P*=0,95.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. Підготувати доповідь (у вигляді презентації) «Небезпечні хімічні компоненти природних водойм».

Рекомендовані джерела інформації

Основні:

4. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. /Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
5. Джурка Г. Ф. Хімічна екологія [Текст] : навч. посіб. / Г. Ф. Джурка, К. І. Тарабун ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, Каф. хімії та методики викладання хімії. – Полтава : Шевченко Р. В., 2015. – 250 с.
6. Клименко М. О. Моніторинг довкілля [Текст] : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – Київ : Академія, 2006. – 360 с. – (Альма-матер).

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 7

ТЕМА. ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНЕНИХ ОРТОФОСФАТІВ У ПОВЕРХНЕВИХ І ОЧИЩЕНИХ СТИЧНИХ ВОДАХ

Мета: оволодіти методикою гравіметричного визначення заліза(III) в екстрактах антропогенно забруднених ґрунтів, одержати навички практичного проведення дослідів із гравіметричного аналізу.

Основні теоретичні відомості

Залізо майже завжди є присутнім у природних водах, тому що повсюдно розсіяно в гірських породах. Найбільші концентрації заліза (до декількох десятків і сотень мг/л) спостерігаються в підземних водах. Підвищений вміст заліза спостерігається також у болотних водах. Вміст заліза в поверхневих водах суші складає десятки частки мг/л, поблизу болота - одиниці мг/л. Підвищений вміст заліза (більш 1 мг/л) погіршує якість води та зменшує можливість її використання для питних і технічних цілей. ГДК для заліза (II) складає 0.5 мг/л, для заліза (III) - 0.05 мг/л.

Обладнання, прилади та матеріали

Реактиви:

1. Стандартні розчини залізоамонійних галунів $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$
 - а) основний - 0,100 мг Fe/л; 0,8634 г солі розчиняють у 2 мл концентрованої соляної кислоти і доводять дистильованою водою до 1 літра;
 - б) робочий - 0,010 мг Fe/л; 50 мл основного розчину розбавляють у колбі на 500 мл.
2. Розчин NH_4Cl - 2 н. 107 г солі розчиняють у 1 літрі дисти-льованої води.
3. Розчин аміаку NH_4OH , чда, 1:1.
4. Сульфосаліцилова кислота - 20 %-ва.
5. Азотна кислота, чда, концентрована.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Приблизне визначення вмісту заліза. Відмірюють у пробірку 10 мл зразка, додають 1 краплю концентрованої азотної кислоти, трохи крапель 5 %-вого розчину пероксиду водню і приблизно 0.5 мл 20%-вого розчину роданіду калію. Вміст заліза концентрацією близько 0.1 мг/л надає рожеве забарвлення, при більш високому вмісті – червоне.

1. Одержання осаду

Розчин хлориду заліза (III) переносять у хімічну склянку, додайте 3–5 мм 2 н. розчину азотної кислоти й обережно нагрівають його на електричній плиті до 70–90 °С. До гарячого розчину повільно, краплями, при постійному помішуванні додайте 10%-вий розчин аміаку до його відсутнього запаху. Потім суміш розведіть гарячою дистильованою водою до об'єму 100–150 мл та перемішайте. Дайте осаду відстоятись протягом декількох хвилин і проведіть перевірку на повноту осадження.

2. Фільтрування і промивка осаду

Осад відфільтровують через беззольний фільтр “червону стрічку”. Для цього більшу частину освітленого розчину зливають (декантують) на фільтр,

потім осад промивають 2–3 рази гарячим 2%-вим розчином нітрату амонію з додаванням невеликої кількості концентрованого розчину гідроксиду амонію. Кількісно, за допомогою шматочка фільтрувального паперу і невеликих об'ємів промивного розчину переносять осад на фільтр. Промивають осад на фільтрі до повного видалення хлорид-іонів, що визначається якісною реакцією на іони Cl^- у промивних водах за допомогою розчину нітрату срібла.

3. Одержання вагової форми осаду

Фільтр із промитим осадом підсушують у повітряному термостаті при температурі 110–115 °С і поміщають у заздалегідь доведений до постійної маси порцеляновий тигель. Тигель переносять у муфельну піч, спочатку спалюють фільтр, а потім прожарюють осад до постійної маси (що визначається шляхом двох-трьох послідовних прожарювань і зважувань). Перед зважуванням тигель з осадом необхідно охолодити до кімнатної температури в ексікаторі над хлоридом кальцію. Маса тигля визначається спочатку на технічних терезах, а потім уточнюється на аналітичних.

4. Виміри і розрахунки

Маса порожнього тигля (m_1) —

Маса тигля з осадом (m_2) —

I зважування —

II зважування —

Маса осаду ($m = m_2 - m_1$) —

Маса заліза у пробі, що аналізувалась —

$$\left(m_{\text{Fe}} = \frac{m \cdot 2 \cdot 55,8}{159,7} \right)$$

Одержані експериментальні дані записують в зошит для лабораторних робіт.

Кількісне визначення заліза в сульфосалициловій кислоті

До зразка води об'ємом 100 мл додають 0,5 мл концентрованої азотної кислоти й випарюють. Розчин розбавляють дистильованою водою і фільтрують у мірну колбу на 100 мл. Загальний об'єм фільтрату і промивних вод не повинний перевищувати 90 мл. Потім додають 2 мл NH_4Cl (2н), 2 мл (20%-вого) розчину сульфосалицилової кислоти і 2 мл розчини аміаку (1:1).

Об'єм доводять до 100 мл, перемішують і через 5 хв. вимірюють оптичну густину при довжині хвилі 430 нм і кюветі 2 см.

Побудова калібровочної кривої: У ряд склянок наливають 0,1, 2, 4, 10, 20, 40, 60, 80, 100 мл робочого стандартного розчину (0,01 мг Fe /л), що відповідає концентраціям 0; 0,1; ,2; 0,4; 1, 2, 4, 6, 8, 10 мг Fe/л.

Аналіз одержаних результатів та основні висновки

Аналізують хід роботи та записують у лабораторний зошит висновки щодо чутливості методу та відповідності нормам вимірюваного вмісту заліза у води.

Завдання для самостійної роботи

1. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 моль/л розчину AgNO_3 додати такий самий об'єм 0,05 моль/л розчину H_2SO_4 ($\text{ДР}_{\text{Ag}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 10^{-5}$)?
2. До насиченого розчину оксалату кальцію ($\text{ДР} = 1,6 \cdot 10^{-9}$) додали стільки оксалату амонію, що його концентрація досягла 0,01 моль/л. У скільки разів змінилась концентрація іонів Ca^{2+} у розчині?

3. Вода, яка потрапляє в міський водопровід, перевіряється на смак запах, колір, рівень рН, вміст токсичних речовин і біологічних домішок. Зг державним стандартом вміст кальцій хлориду не повинний перевищувати 350 мг/л, а кальцій сульфату — 500 мг/л. Перерахувати ці дані в молярні концентрації солей.

Рекомендовані джерела інформації

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. /Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.

2. Джурка Г. Ф. Хімічна екологія [Текст] : навч. посіб. / Г. Ф. Джурка, К. І. Тарабун ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, Каф. хімії та методики викладання хімії. – Полтава : Шевченко Р. В., 2015. – 250 с.

3. Клименко М. О. Моніторинг довкілля [Текст] : практикум : навч. посіб. для підготовки бакалаврів напряму 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / Микола Олександрович Клименко, Надія Валеріївна Кнорр, Юрій Володимирович Пилипенко. – К. : Кондор, 2010. – 286 с.

4. Криворучко А. В. Пектини як природні сорбенти / А. В. Криворучко, Д. О. Стрижак // Біорізноманіття: теорія, практика, формування здоров'язбережувальної компетентності у школярів та методичні аспекти вивчення у закладах освіти : матеріали Всеукр. наук.-практ. онлайн-конф. (присвячена пам'яті видатного вченого ботаніка П.Є. Сосіна) (30 жовтня 2020 р., м. Полтава) ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка / За заг. ред. проф. Гриньової М.В. Полтава, 2020. - С. 289-291.

5. Стрижак С.В., Криворучко А.В. Спектрофотометричне визначення вітаміну в 12 у продуктах харчування / С. В. Стрижак, А. В. Криворучко // Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / За загальною редакцією проф. Пилипенка С. В. — Полтава: Астроя, 2020. - С. 59-61.

6. Стрижак С.В., Криворучко А.В. Природні сорбенти йонів важких металів з відходів різних виробництв/ С.В. Стрижак, А.В. Криворучко // Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку : зб. мат. Міжн. наук.-практ. конф. (22-23 жовтня 2020, м. Херсон) – Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. – С. 343-346.

7. O.V. Khorolskyi, A.V. Kryvoruchko NON-TRIVIAL BEHAVIOR OF THE ACID-BASE BALANCE OF PURE WATER NEAR THE TEMPERATURE OF ITS DYNAMIC PHASE TRANSITION // Ukrainian Journal of Physics. – 2021. – Том 66 № 11. – С. 972–977.

8. Ломницька Я. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля [Текст] : навч. посіб. / Ярослава Федорівна Ломницька, Володимир Орестович Василечко, С. І. Чихрій ; Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, Львівська комерційна академія. – Львів : Новий Світ -2000, 2011. – 589 с.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 8.

ТЕМА. АНАЛІЗ ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ ҐРУНТІВ.

Мета: Сформувані в студентів чіткі уявлення про поняття літосфери, видів забруднення ґрунтів та шляхів їх подолання.

Обладнання: Мультимедійні засоби навчання, персональний комп'ютер, педагогічні програмні засоби, навчальні відеофільми, періодична система елементів Д.І. Менделєєва; хімічний посуд та реактиви: сушильна шафа, ваги, порцелянова чашка або тигель, ексикатор, 50 г ґрунту, штатив металевий, ваги з важками, дві великі порцелянові випарювальні чашки, пальник, тигель металевий, муфельна піч, 10% розчин вуглекислої соди, скляні трубки довжиною 40 см і діаметром 10 мм – 3 шт., відріз марлі, ґрунт.

Питання для обговорення

1. Склад літосфери та її антропогенне порушення.
2. Джерела забруднення літосфери.
3. Методи захисту літосфери.

Лабораторна частина

Обладнання: Сушильна шафа, ваги, порцелянова чашка або тигель, ексикатор, 50 г ґрунту, штатив металевий, ваги з важками, дві великі порцелянові випарювальні чашки, пальник, тигель металевий, муфельна піч, 10% розчин вуглекислої соди, скляні трубки довжиною 40 см і діаметром 10 мм – 3 шт., відріз марлі, ґрунт.

Визначення вологості ґрунту. 50 г ґрунту в тиглі поміщають у сушильну шафу, всередині якого підтримують температуру від 100 до 110°C. Ґрунт просушується до постійної ваги протягом 1 – 2 годин, залежно від вологості. Потім дають їй охолонути в цьому ж шафі або переносять в ексикатор. Остиглу ґрунт зважують і знову поміщають у сушильну шафу з температурою 105 °C, де вона знаходиться протягом 1 години, після чого знову охолоджують, і зважують. Різниця між первісною (до просушування) і подальшої масою ґрунту вказує кількість води, що знаходилася в ґрунті; за цією кількістю розраховується відсоток вологості. Найкращою для розвитку рослин вважають вологість, рівну 60 % повної вологості ґрунту.

Визначення органічних речовин. Джерелами накопичення органічних речовин у ґрунті є головним чином залишки різних рослин (коріння, листя тощо) і тварин. Під дією мікроорганізмів ці залишки перетворюються на органічні речовини, що утворюють гумус. Для визначення органічних речовин існують два методи: содової витяжки та метод прожарювання ґрунту. Перший метод заснований на тому, що гумати погано розчиняються у воді, а в лугах розчиняються добре. Другий метод заснований на випалюванні гумусу. Перший спосіб. Поміщають 25 г повітряно-сухого ґрунту у фарфорову чашку, доливають 50 мл 10 % розчину соди і протягом 10 хвилин кип'ятять, після чого розчину дають відстоятися. Потім розчин зливають у попередньо зважену

порцелянову чашку, а осад промивають водою два рази з наступним відстоюванням. Промивну воду з'єднують з отриманим раніше розчином. Рідина випарюють досуха спочатку на пальнику, а потім у сушильній шафі при температурі не вище 105 – 110°C. Залишок зважують разом з чашкою, і масу останньої віднімають із загальної маси. Отриманий результат визначає кількість органічних речовин у ґрунті. Звідси легко розрахувати відсоток гумусу. Другий спосіб. 50 г ґрунту, з якого попередньо відібрані корінці, всипають у металевий тигель і піддають просушуванню в сушильній шафі протягом 1 – 2 годин, залежно від вологості ґрунту, при температурі 105 – 110°C, після чого зважують і визначають масу залишку і відсоток вологості. Залишок прожарюють в муфельній печі при температурі не вище 400°C інакше разом з гумусом можуть вигоріти фосфор і калій. Прожарювання продовжують доти, поки ґрунт не змінить свій колір (стане червонувато-сіруватого кольору). Після прожарювання ґрунт зважують і встановлюють різницю мас між попереднім і наступним зважуванням. Так визначається відсоток органічних речовин у ґрунті.

Визначення вологості ґрунту. Під вологостістю розуміється здатність ґрунту утримувати воду. Вологостістю ґрунту визначається її насиченням до постійної маси і встановленням різниці між масою ґрунту, насиченою водою, і початкової маси в повітряно-сухому стані. Дно скляної трубки затягують марлею, потім трубку зважують. Насипають у неї на три чверті обсягу повітряно-сухий ґрунт і струшують кілька разів, щоб ґрунт ущільнився, після чого трубку з ґрунтом зважують і встановлюють масу ґрунту. Трубку закріплюють на штативі і підводять під неї кристалізатор або широкий склянку з водою з таким розрахунком, щоб одна третина ґрунту перебувала у воді. Через добу трубку виймають з посудини і точно зважують. Записавши масу, і встановивши її збільшення, трубку знову опускають у посудину з водою і залишають ще на добу, після закінчення яких зважування повторюють. Досвід продовжують і на третю добу. Коли буде встановлено, що маса не змінюється, досвід припиняють і встановлюють різницю в масі сухого і вологого ґрунту.

Визначення капілярного підняття води в ґрунті. Капілярна, або волосного, вода пересувається в тонких порах ґрунту. Це рух відбувається в силу поверхневого натягу і змочування. Вода по капілярах піднімається тим вище, чим менше діаметр капіляра, чим важче механічний склад ґрунту. Досвідчені дані показують, що в перший момент дослідження водопідйомна здатність ґрунту найбільш велика в грубозернистою ґрунті, а потім вона падає. Найбільшою водопідйомною відрізняються дрібнозернисті ґрунту, у яких вода піднімається на найбільшу висоту. При ущільненні ґрунту капілярний підйом води збільшується; щоб уникнути цього, необхідно рихлити ґрунт, і, навпаки, щоб притягти вологу до поверхні ґрунту, останню ущільнюють. Обладнання та матеріали. Ємність з водою, скляні трубки діаметром 4 – 5 мм, довжиною 50 – 60 см, ґрунт 100 г, шматочок марлі, металевий штатив з лапками. Беруть скляну трубку діаметром 4 – 5 мм і довжиною 50 – 60 см, нижній кінець її зав'язують марлею і насипають у неї повітряно-сухий ґрунт доверху. Трубку з ґрунтом струшують кілька разів, щоб ґрунт ущільнився, після чого її закріплюють у лапках штатива і під нижній кінець підводять посудину з водою з таким

розрахунком, щоб трубка була опущена у воду не більше ніж на 0,5 см. Відзначають час занурення трубки у воду і спостерігають швидкість підняття води, що визначається по зміні кольору ґрунту.

Визначення водопроникності ґрунту. Водопроникністю називають сукупність трьох процесів, що відбуваються в ґрунті: 1) вбирання води ґрунтом, 2) промочування ґрунту і 3) фільтрація. Обладнання та матеріали. Скляні трубки довжиною 40 см і діаметром 10 мм – 3 шт. (Можуть бути використані бюретки без кранів). Воронка, штативи, склянки – 3 шт. Беруть три скляні трубки висотою 40 см і діаметром 10 мм, зав'язують нижні їх кінці марлею і насилають в кожену по 20 г повітряно-сухого ґрунту, взятої з різних місць. Трубку струшують кілька разів для ущільнення ґрунту і потім закріплюють на штативі. Під кожену з них підставляють склянку, потім через лійку, вставлену в трубку наливають воду на висоту 4 см і підтримують цей рівень протягом усього досвіду. Час проходження води через ґрунт характеризує ступінь проникності ґрунту. Для проходження води через глинистий ґрунт потрібно більш тривалий час. Через піщану ґрунт вода протікає швидко. Проміжні ґрунти мають водопроникність, яка визначається середніми величинами між цими цифрами. Зробити відповідні висновки.

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТУ (У ВОДНІЙ ВИТЯЖЦІ)

Обладнання: 10%-ий розчин нітратної кислоти; 0,1 н розчин нітрату аргентуму(I); 10%-ий розчин хлоридної кислоти; 20%-ий розчин хлориду барію; розчин дифеніламіну в сульфатній кислоті (0,2 г дифеніламіну розчиняють у 20 мл сульфатної кислоти, густина 1,84 г/см³); 4%-ий розчин оксалату амонію; червона кров'яна сіль (гексаціаноферат(III) калію) (кристалічна); 10%-ий розчин тіоціанату (роданіду) калію.

Ґрунт – це верхній шар земної кори, який утворився в результаті руйнування гірських порід під впливом клімату, живих організмів та виробничої діяльності людини. Важливо знати склад і властивості ґрунту, щоб ефективно використовувати добрива та застосовувати всю систему агротехнічних заходів. Ґрунт складається з трьох фаз: твердої, рідкої і газоватої. Рідка фаза містить органічні та мінеральні речовини, органо-мінеральні сполуки, а також розчинені гази. Залежно від типу ґрунту та інших умов вона містить катіони H^+ , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , аніони HCO_3^- , Cl^- , OH^- , NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} - тощо. Вилучення з ґрунту розчинних солей водою при співвідношенні 1 : 2 з наступним визначенням йонів.

1. Якісне визначення вмісту карбонат-йона. Невелику кількість ґрунту покладіть у порцелянову чашку і додайте кілька крапель 10%-ї хлоридної кислоти. Оксид карбону(IV), що утворюється під час реакції, виділяється у вигляді пухирців (ґрунт «шипить»). За інтенсивністю їх виділення оцінюють приблизно вміст карбонатів — багато їх чи мало.

Ґрунт, що скипає від 10%-ї хлоридної кислоти, належить до карбонатних ґрунтів. Далі аналіз цього ґрунту проводять за методами, розробленими для цієї групи ґрунтів. Тому в районах поширення такого типу ґрунтів визначення карбонат-іона є обов'язковим аналізом, який проводять ще в полі. Щоб знати

склад солей, що зумовлюють засолення ґрунтів, аналізують водну витяжку ґрунту.

2. *Виготовлення водної витяжки.* 25 г розтертого у порцеляновій ступці ґрунту насипте у колбу місткістю 200 мл і прилийте 50 мл дистильованої води, збовтайте і дайте відстоятися протягом 5—10 хв. Потім після короткочасного збовтування відфільтруйте в колбу на 100 мл через щільний (або подвійний простий) фільтр. Під час фільтрування намагайтеся весь ґрунт перенести на фільтр. Перші каламутні краплі фільтрату відкиньте. Якщо фільтрат буде каламутним, повторіть фільтрування через той самий фільтр із ґрунтом. У добутому прозорому фільтраті проведіть якісне визначення основних катіонів та аніонів.

3. *Якісне визначення хлорид-іона.* Відлийте у пробірку 5 мл фільтрату, додайте до нього кілька крапель 10%-ї нітратної кислоти і 0,1 н розчину нітрату аргентуму(I). За наявності хлоридів утворюється осад хлориду аргентуму(I). За кількістю осаду можна наближено визначити кількість хлоридів. Якщо осад у вигляді пластівців — хлоридів дуже багато; при вмісті сотих і тисячних часток відсотка хлоридів осаду не утворюється, але розчин каламутніє (явище опалесценції).

4. *Якісне визначення сульфат-іона.* У пробірку налийте 5 мл фільтрату, підкисліть кількома краплями 10%-го розчину хлоридної кислоти і прилийте 2—3 мл 20%-го розчину хлориду барію. За наявності сульфатів утворюється осад, кількість якого оцінюють у той самий спосіб: сульфатів немає, якщо розчин не каламутніє; небагато (розчин каламутніє); багато (випадає білий дрібнокристалічний осад). Поява осаду свідчить про наявність сульфатів у кількості кількох десятих відсотка і більше.

5. *Якісне визначення нітрат-іона.* У пробірку налийте 5 мл фільтрату водної витяжки ґрунту і краплями приливайте розчин дифеніламіну в сульфатній кислоті. За наявності нітратів розчин забарвлюється в синій колір.

6. *Якісне визначення йона Кальцію.* До 10 мл фільтрату водної витяжки ґрунту додайте кілька крапель 10%-ї хлоридної кислоти і 5 мл 4%-го розчину оксалату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Білий осад оксалату кальцію свідчить, що вміст Кальцію за масою відповідає кільком відсоткам. Якщо вміст Кальцію менший (соті і тисячні частки відсотка), розчин лише трохи каламутніє.

7. *Якісне визначення йонів Феруму(II) і Феруму(III).* У водній витяжці їх важко визначити через незначну концентрацію. Тому визначають ці йони в хлоридноокислій витяжці. Для її виготовлення ґрунт, що залишився на фільтрі після фільтрування водної витяжки, перенесіть скляною паличкою в колбу, де міститься ґрунт, що не потрапив на фільтр, налийте в колбу 50 мл 10% -ї хлоридної кислоти і збовтайте протягом 10 – 15 хв. Після відстоювання в дві пробірки внесіть по 5 мл відфільтрованої витяжки. У першу пробірку прилийте розчин червоної кров'яної солі. Синювате забарвлення, що з'являється (турнбулева синь), вказує на наявність сполук Феруму(II). У другу пробірку додайте кілька крапель 10%-го розчину тіоціанату калію. За наявності у витяжці сполук Феруму(III) розчин набуває червоного кольору. За інтенсивністю забарвлення можна приблизно оцінити кількісний вміст цього йона. Спостереження і рівняння реакцій запишіть у робочий зошит. Зробіть

попередній висновок про придатність ґрунту для вирощування сільськогосподарських рослин, зважаючи на те, що шкідливий вплив на врожайність починає виявлятися за наявності в ґрунті 0,1 – 0,2% солей. Ґрунти, що містять 0,2 – 1 % легкорозчинних солей, називаються солонцями, 1 – 2% — солончачками. Зробити відповідні висновки

Завдання для самостійної роботи

1. Назвіть основні складові літосфери?
2. Які ви знаєте джерела забруднення літосфери?
3. Які фактори називають антропогенними?
4. Назвіть основні методи механічної утилізації твердих відходів.
5. Склад літосфери та її антропогенне порушення.
6. Джерела забруднення літосфери.

Література

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. / Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Зубик С.В. Техноекоекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. / С.В. Зубик. – Львів : Оріяна-Нова, 2007. – 400 с.
3. Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин. – М. : Химия, – 472 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов ВУЗ / Р.С. Соколов. – гуманит. изд центр Владос, 2000. т.1 – 368 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
6. Назарук М.М. Соціоекологія : словник-довідник / М.М. Назарук. – Л.: ВНТЛ, 1998. – 172 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.
8. Іванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна хімія» / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2014. – 49 с.

Лабораторне заняття № 9.

ТЕМА: ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ НЕОРГАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНИХ ПРОДУКТІВ. ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМОГО КАЛІЮ ПО МЕТОДУ Я.В. ПЕЙВЕ

Мета: Сформуванати в студентів чіткі уявлення про проблему промислових та побутових відходів як фактору деградації довкілля та небезпеки для населення.

Обладнання: Мультимедійні засоби навчання, персональний комп'ютер, педагогічні програмні засоби, навчальні відеофільми, періодична система елементів Д.І. Менделєєва; хімічний посуд та реактиви: ґрунт, 1М розчин NaCl, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, технічні терези, конічні колби на 150 – 200мл, штатив з 10 пробірками, мірний циліндр на 50мл, піпетки градуйовані на 5мл, шпатель, термометр на 100С, фільтри.

Питання для обговорення:

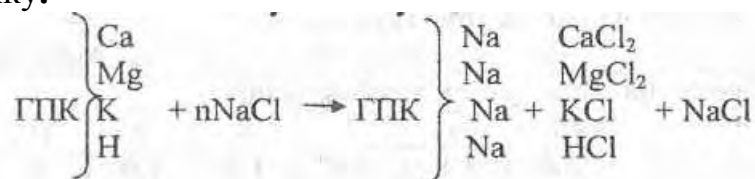
1. Проблема промислових та побутових відходів як фактор деградації довкілля та небезпеки для населення.
2. Шкідлива утилізація побутових відходів.
3. Поняття складу побутових відходів.
4. Утилізація побутових відходів у розвинутих країнах.
5. Сміття і тверді відходи в Україні.
6. Методи переробки твердих відходів.
7. Переробка відходів нафтопереробки та нафтохімії.
8. Переробка відходів виробництв матеріалів і виробів на основі гуми.
9. Переробка відходів виробництв пластичних мас і виробів на їх основі.
10. Переробка відходів гірничодобувної промисловості.
11. Переробка відходів вугледобування.

Лабораторна частина

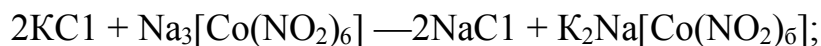
ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМОГО КАЛІЮ ПО МЕТОДУ Я.В. ПЕЙВЕ

Обладнання: ґрунт, 1М розчин NaCl, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, технічні терези, конічні колби на 150-200 мл, штатив з 10 пробірками, мірний циліндр на 50 мл, піпетки градуйовані на 5 мл, шпатель, термометр на 100С, фільтри.

Визначення обмінного калію по методу Я.В. Пейве полягає у витісненні обмінного калію із ґрунту в результаті обробки його розчином хлориду натрію. При цьому натрій переходить у ґрунтопоглинаючий комплекс (ГПК), а калій в сольову витяжку:



Витіснений із ґрунтового поглинаючого комплексу калій переходить в розчин, де взаємодіє з добавленою сухою сіллю $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ і випадає в осад синього кольору.



Виготовлення шкали для визначення калію. До наважки ґрунту масою 25г, що знаходиться в колбочці місткістю 150 – 200мл, доливають 1М розчин хлориду натрію об'ємом 50 мл, енергійно збовтують на протязі 5хв, фільтрують через складчатий фільтр. Готують 10 пронумерованих пробірок з відмітками на них об'єму 5 мл, градуйованою піпеткою переносять в них певний об'єм (див.

Табл. №1.

Номера Пробірок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм сольової витяжки	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0

табл. 1) прозорого фільтрату сольової витяжки.

Потім у кожену пробірку приливають розчин хлориду калію (1М), щоб загальний об'єм рідини в них був рівним 5мл. у всі пробірки додають реактив $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ по 0,1 г, добре збовтують і залишають стояти 30 хв. У пробірку №10, що містить розчин хлориду натрію об'ємом 5мл, опускають термометр для визначення температури розчину. Через 30хв відмічають першу пробірку по порядку нумерації, в якій не спостерігається помутніння, записують в журнал номер пробірки з найменшою концентрацією і вираховують вміст K_2O у ґрунті - кількість в мг на 100г ґрунту. Для спрощених розрахунків вмісту K_2O в ґрунті по результатам аналізу академік Я.В. Пейве пропонує таблицю (див. табл. 2). Наприклад, помутніння не виявилось в пробірці №8 при температурі розчину 20°C , значить вміст K_2O – 16,7мг на 100 г ґрунту. Якщо витяжку розбавляти, то одержану величину множать на ступінь розбавлення. Вміст K_2O (мг на 100г ґрунту).

Табл. №2.

Температура розчину ($^\circ\text{C}$)	Номер пробірки і об'єм витяжки в ній									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0
Вміст K_2O (мг на 100г ґрунту)										
22	4,4	5,5	7,33	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0	
21	4,2	5,25	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0	
20	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	їм	13,3	16,7	20,0	
19	3,8	4,75	6,3	7,6	9,5	10,5	12,6	15,8	19,0	
18	3,6	4,5	6,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0	
17	3,4	4,25	5,666	6,8	8,6	9,4	11,3	14,1	17,0	
16	3,2	4,0	5,32	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0	
15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0	
14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,3	11,7	14,0	

Отримані результати зіставляють з даними таблиці 3 і роблять висновки про вміст калію у ґрунті. Оцінка забезпечення калію у ґрунті. Зробити відповідні висновки.

Вміст K₂O (мг/100г ґрунту)	Забезпечення рослин калієм
менше 5	дуже мала
5-7	мала
7-10	середня
10-15	висока
більше 15	дуже висока

Завдання для самостійної роботи

1. Первинна утилізація відходів виробництва органічних продуктів.
2. Охарактеризуйте технологічний процес переробки гумових відходів
3. Який найпростіший спосіб ліквідації пластмасових відходів?
4. Яка будова і склад літосфери?
5. Які відходи утворюються внаслідок розробок гірничовидобувної промисловості?
6. Які види забруднень літосфери ви знаєте?
7. Яке можливе застосування зношених автомобільних покришок?
8. Який найпростіший спосіб ліквідації пластмасових відходів?
9. Який найпростіший спосіб ліквідації харчових відходів?

Література

1. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. / Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
2. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посіб. / С.В. Зубик. – Львів : Оріяна-Нова, 2007. – 400 с.
3. Абалонин Б.Е. Основы химических производств / Б.Е. Абалонин. – М. : Химия, – 472 с.
4. Соколов Р.С. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов ВУЗ / Р.С. Соколов. – гуманит. изд центр Владос, 2000. т.1 – 368 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
6. Назарук М.М. Соціоекотолгія : словник-довідник / М.М. Назарук. – Л.: ВНТЛ, 1998. – 172 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.
8. Іванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна хімія» / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2014. – 49 с.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 10

ТЕМА: ЗАХИСТ ПРОЕКТІВ. МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Мета: навчити студентів коротко, чітко та грамотно презентувати результати науково-дослідної роботи, проводити її аналіз.

Перевірка рівня засвоєння студентами основних теоретичних положень з теми заняття

1. Критерії оцінювання науково-дослідницьких робіт за складністю, науковістю, повнотою розкриття теми, аргументованістю висновків, актуальністю теми та елементам творчості, стилем, грамотністю, якістю оформлення.
2. Критерії оцінювання захисту науково-дослідницьких робіт.

Практична частина

Завдання 1. Презентація-захист власного проекту науково-дослідної роботи
Проведення самоаналізу дослідницької діяльності.

Завдання 1. Написання МКР.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. Підготуйте презентацію-захист проекту науково-дослідної роботи
Проведіть самоаналіз дослідницької діяльності.

Рекомендовані джерела інформації

Основні:

4. Джурка Г.Ф., Фурсов І.С. Екологічна хімія та екологічні задачі : навч. посіб. /Г.Ф. Джурка, І.С. Фурсов. – Полтава, ПП Шевченко Р.В., 2011. – 112 с.
5. Джурка Г. Ф. Хімічна екологія [Текст] : навч. посіб. / Г. Ф. Джурка, К. І. Тарабун ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, Каф. хімії та методики викладання хімії. – Полтава : Шевченко Р. В., 2015. – 250 с.
6. Клименко М. О. Моніторинг довкілля [Текст] : практикум : навч. посіб. для підготовки бакалаврів напряму 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" / Микола Олександрович Клименко, Надія Валеріївна Кнорр, Юрій Володимирович Пилипенко. – К. : Кондор, 2010. – 286 с.
7. Іванов В. Г. Екологічна хімія : конспект лекцій / В. Г. Іванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 108 с.
8. Мітрясова О. П. Хімічна екологія: навч. посібник. – Херсон: ОЛДПЛЮС., 2016. – 318 с.
9. Екологічна хімія: підручник / Б.М. Федішин, В.І. Дорохов, Г.В. Павлюк, О.С. Заблоцька, Б.В. Борисюк // За ред. Б.М. Федішина – Херсон : ОЛДПЛЮС, 2014. - 516 с
10. Криворучко А. В. Пектини як природні сорбенти / А. В. Криворучко, Д. О. Стрижак // Біорізноманіття: теорія, практика, формування здоров'язбережувальної компетентності у школярів та методичні аспекти вивчення у закладах освіти : матеріали Всеукр. наук.-практ. онлайн-конф. (присвячена пам'яті видатного вченого ботаніка П.Є. Сосіна) (30 жовтня 2020

р., м. Полтава) ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка / За заг. ред. проф. Гриньової М.В. Полтава, 2020. - С. 289-291.

11. Стрижак С.В., Криворучко А.В. Спектрофотометричне визначення вітаміну в 12 у продуктах харчування / С. В. Стрижак, А. В. Криворучко // Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / За загальною редакцією проф. Пилипенка С. В. — Полтава: Астроя, 2020. - С. 59-61.

12. Стрижак С.В., Криворучко А.В. Природні сорбенти йонів важких металів з відходів різних виробництв/ С.В. Стрижак, А.В. Криворучко // Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку : зб. мат. Міжн. наук.-практ. конф. (22-23 жовтня 2020, м. Херсон) – Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. – С. 343-346.

13. O.V. Khorolskyi, A.V. Kryvoruchko NON-TRIVIAL BEHAVIOR OF THE ACID-BASE BALANCE OF PURE WATER NEAR THE TEMPERATURE OF ITS DYNAMIC PHASE TRANSITION // Ukrainian Journal of Physics. – 2021. – Том 66 № 11. – С. 972–977.

14. Ломницька Я. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля [Текст] : навч. посіб. / Ярослава Федорівна Ломницька, Володимир Орестович Василечко, С. І. Чихрій ; Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, Львівська комерційна академія. – Львів : Новий Світ -2000, 2011. – 589 с.

Додаткові:

15. Бойчук Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Юрій Дмитрович Бойчук, Ельвіра Миколаївна Солошенко, Олег Вікторович Бугай. – 4-е вид., випр. і допов. – Суми : Університетська книга, 2007. – 316 с.

16. Моніторинг довкілля [Текст] : підручник / за ред.: В. М. Боголюбова, Т. А. Сафранова. – Херсон : [б. в.], 2012. – 530 с. – Бібліогр.: с. 513-520 (21 назва). – Глосарій: с. 483-509.

17. Сухарев С. М. Техноекологія та охорона навколишнього середовища [Текст] : Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / С. М. Сухарев, С. Ю. Чундак, О. Ю. Сухарева. – Л. : Новий Світ- 2000, 2004. – 256 с. – (Вища освіта в Україні.).

18. Сухарев С. М. Основи екології та охорони довкілля [Текст] : навч. посібн. для студ. вищих навч. закладів / Сергій Миколайович Сухарев, С. Ю. Чундак, О. Ю. Сухарева ; Ужгородський нац. ун-т. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.

19. Царенко О. М. Навколишнє середовище та економіка природокористування [Текст] : Навч. посіб. для студ. вищих аграрних закладів III-IV рівнів акредитації економічних спеціальностей / Олександр Михайлович Царенко, Юрій Андрійович Злобін. – К. : Вища шк., 1999.

20. Криворучко А. В., Яненко О. М. Джерела відходів рослинного походження та перспективи їх рециклінгу // XVI Менделєєвські читання: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, (Полтава, 14-15 березня 2023 р.) / М-во освіти і науки України, Полтав. нац. пед. ун-т ім. В. Г. Короленка – Полтава: Редакційно-видавничий відділ ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. –С. 41-43.

21. Криворучко А.В., Ковальчук Д.В. Визначення нітратів у питній воді деяких населених пунктів полтавського району // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Якість та безпечність продукції у внутрішній і зовнішній торгівлі й торговельне підприємництво: сучасні вектори розвитку і перспективи», (Полтава,) 15 лютого 2023 року / ПДАУ, 2023. – С. 125-129.

Інформаційні ресурси:

1. Електронний репозитарій Національного університету "Львівська політехніка" - Зберігає колекцію наукових робіт, в тому числі з екологічної хімії. Можна знайти дисертації, статті та інші матеріали: Посилання: <http://ena.lp.edu.ua/>
2. Електронна бібліотека Національного університету "Києво-Могилянська академія" - Містить широкий вибір книг, статей та інших матеріалів з різних галузей, включаючи екологічну хімію: Посилання: <https://library.ukma.edu.ua/>
3. Електронний репозиторій Київського національного університету імені Тараса Шевченка - Містить наукові статті, дисертації та інші матеріали з екологічної хімії та пов'язаних галузей: Посилання: <http://elibrary.univ.kiev.ua/>
4. Інформаційно-бібліографічна система "Україніка Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського" - Надає доступ до різноманітних джерел, включаючи наукові статті та публікації з екологічної хімії: Посилання: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Сайт надає безкоштовний доступ до повнотекстових журналів з хімії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/10.htm>.
6. Бази даних містять інформацію з 350 000 хімічних сполук, 56 000 з яких — із структурним зображенням (англ.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus>
7. Відкритий доступ до більш, ніж 3000 журналів з хімії (англ.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.openj-gate.com