Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Факультет екології та природокористування
Кафедра екології

065-189

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до проходження навчально-дослідної лабораторної практики
студентами денної форми навчання
напряму підготовки 6.040106
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»
Частина 1. Підготовчий етап лабораторних досліджень

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано
методичною комісією напряму
6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»
Протокол № 2 від 21. 11. 2011р.

Рівне – 2012

Національний університет водного господарства та природокористування

Методичні вказівки до проходження лабораторно-дослідної навчальної практики студентами денної форми навчання напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» **Частина 1.** Підготовка до лабораторних досліджень /Т. М. Колесник, І.В. Шевчук, З.М. Буднік - Рівне: НУВГП. – 2012 – 32с.

Упорядники: Колесник Т. М., к. с.-г. н., доцент кафедри екології, Шевчук І.В., к. с.-г. н., ст. викладач, Буднік З.М., асистент кафедри екології, НУВГП

Відповідальний за випуск: М. О. Клименко, доктор с.-г. наук, завідувач кафедри екології

ЗМІСТ

ВСТУП……2
Лабораторна робота № 1……..……..3
Лабораторна робота № 2……7
Лабораторна робота № 3……..19
Лабораторна робота № 4……..24
Список рекомендованої літератури……....32

Національний університет водного господарства та природокористування

ВСТУП

Лабораторна навчально-дослідна практика є невід'ємною складовою формування та закріплення практичних аналітичних та дослідницьких навиків фахівця-еколога. У даних методичних вказівках наведено основні вимоги техніки безпеки роботи у лабораторії, інформацію про лабораторний посуд та інструментальне обладнання та основні правила та хід приготування розчинів неорганічних речовин, необхідних для виконання хімічних аналізів у лабораторії.

© Колесник Т. М.,
Шевчук І.В.,
Буднік З.М., 2012
© НУВГП, 2012

Національний університет водного господарства та природокористування

Лабораторна робота № 1

Тема: Програма, мета, завдання лабораторно-дослідної навчальної практики. Інструктаж з техніки безпеки та охорони праці

Мета: *пройти інструктаж з техніки безпеки та охорони праці та ознайомитися із програмою, метою та завданнями лабораторно-дослідної навчальної практики*

Завдання: 1. Ознайомитися із програмою лабораторно-дослідної практики

2. Засвоїти правила техніки безпеки на лабораторно-дослідній практиці

3. Провести обговорення техніки безпеки в лабораторії та контроль засвоєння правил техніки безпеки

Рекомендації до виконання

1. Ознайомлення із програмою лабораторно-дослідної практики

Метою навчальної лабораторно-дослідної практики є формування, закріплення та актуалізація вмінь студентів щодо визначення екологічного стану навколишнього середовища на підставі комплексного аналізу особливостей та закономірностей еволюції його компонентів. Під час практики студент виявляє та досліджує природні та антропогенні фактори, їхню дію на формування складових біосфери, обґрунтовує мотиви і заходи зі зменшення негативного впливу людини на екологічний стан довкілля.

Навчальна програма лабораторно-дослідної практики розрахована на 72 год лабораторних занять. План лабораторних занять наведено у робочій програмі навчальної дисципліни. Підготовка до кожного заняття виконується згідно плану (див. робочу програму).

2. Інструктаж з техніки безпеки на лабораторно-дослідній практиці

3.1. Загальні положення

1.1. Заходити в лабораторію та проводити роботу тільки з дозволу викладача.

1.2. Робота в лабораторіях з хімічними речовинами без спецодягу (халат з довгими рукавами) забороняється.

1.3. Студент повинен працювати за закріпленим робочим місцем. Перехід на інше робоче місце без дозволу викладача не допускається.

1.4. Забороняється працювати в лабораторії у відсутності викладача або лаборанта, а також у невизначений час без дозволу викладача.

1.5. До виконання кожної роботи студенти можуть приступати тіль-

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ки після проходження інструктажу з охорони праці.

3.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перш ніж приступити до роботи, студент зобов'язаний вивчити теоретичний матеріал та методику проведення досліду.

2.2. ППеревірити правильність зібраного приладу чи установки.

2.3. Перевірити відповідність взятих речовин речовинам, вказаних в описі роботи.

2.4. Перед використанням реактиву прочитати етикетку на склянці, щоб переконатися в тому, що взято необхідний реактив.

2.5. Не можна користуватися реактивами, які не зазначені у методиці з проведення аналізу.

3.3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Під час роботи необхідно дотримуватися максимальної обережності, розуміючи, що неакуратність, неуважність, недостатнє ознайомлення з приборами та властивостями речовин, з якими проводиться робота, може привести до нещасного випадку.

3.2. Робоче місце утримувати в чистоті та порядку.

3.3. Не класти на робоче місце сторонні предмети. На столі залишати тільки посуд, необхідний для роботи, підручник та журнал лабораторних робіт. Всі записи робити в журналі.

3.4. Всі прибори, посуд, реактиви розкладати на столі у визначеному порядку.

3.5. Забороняється, виходячи із лабораторії, виносити будь-які речовини, нікому їх не давати.

3.6. Забороняється нахилятися над посудиною, в якій що-небудь кипить, або в якій налита яка-небудь речовина (особливо їдка), так як непомітні бризки можуть потрапити в очі.

3.7. Одягати запобіжні окуляри в дослідах, де можливе розпилення чи розбризкування речовин, вибухи.

3.8. Забороняється нагрівати на відкритому полум'ї пробірки з реагуючими речовинами. Можливі викиди із пробірки, що веде до втрати досліджуваної речовини. Пробірки необхідно нагрівати на водяній бані. Під час нагрівання розчину у пробірках забороняється направляти отвір пробірки до себе або на працюючих поряд колег, зазирати в пробірку зверху, так як при можливому викиді речовини із пробірки можуть бути нещасні випадки.

3.9. Забороняється закривати пробірку пальцем при перемішуванні розчину. У тих випадках, коли необхідно понюхати розчин або пахучі речовини необхідно легким порухом долоні направити струмінь повітря від посудини до себе та обережно понюхати. При необережному вди-

ханні отрутних газів та парів відбувається отруєння організму.

3.10. Усі роботи з легкозаймистими рідинами (етер, бензен, ацетон, етанол та ін.) необхідно проводити віддалік від відкритого полум'я, так як можливе несподіване займання їх. Працювати необхідно з включеною тягою, щоб пари не накопичувалися в атмосфері приміщення в небезпечній кількості.

3.11. Забороняється пробувати на смак хімічні речовини.

3.12. Забороняється переносити включені прибори та залишати їх без догляду.

3.13. Отримані в процесі експерименту речовини необхідно зберігати у відповідній посудині з етикетками, підписаними чітко восковим олівцем.

3.14. Пролиті на підлогу або на стіл хімічні рідини студенти знеражують та видаляють під керівництвом лаборанта (викладача) у відповідності з діючими правилами.

3.15. При відборі концентрованих кислот та лугів піпетками забороняється засмоктувати рідину ротом, для цього на піпетки надівають резинові груші.

3.16. Кристалічний луг з банок відбирають капсулаторкою.

3.17. З речовинами, які утворюють дим, туман, а також з шкідливим або зі специфічним запахом, необхідно працювати під тягою.

3.18. Не проводити жодних дослідів у брудній посудині.

3.4. Вимоги безпеки по закінченню роботи

4.1. Після проведення досліду вимити посуд і поставити на визначені для них місця.

4.2. Використанні фільтри, бите скло, папір, сірники та інше збирати в спеціальні відра та ящики. Розчини кислот, лугів зливати в скляні банки визначені, для цих цілей.

3.5. Вимоги безпеки в аварійних випадках

5.1. Під час нещасних випадках потерпілому повинна бути надана долікарняна допомога, при потребі викликаний лікар. До прибуття медичного працівника потерпілому повинен бути забезпечений спокій, приплив свіжого повітря.

5.2. Під час порізів рук чи інших частин тіла склом необхідно видалити з рани дрібне скло, після чого промити її 2% розчином перманганату калію або етиловим спиртом, змастити йодною настоянкою та забинтувати.

5.3. Під час ураження електричним струмом, потерпілому, який не втратив свідомість, необхідно забезпечити спокій та чисте повітря. При втраті свідомості або при зупиненні дихання та сердечної діяльності не-

Національний університет
водного господарства та природокористування

обхідно зробити штучне дихання та непрямий масаж серця до приїзду швидкої допомоги.

3.6. Робота з небезпечними, токсичними, легкозаймистими і вогненебезпечними речовинами

При роботі з вогненебезпечними, легкозаймистими речовинами (етиловим ефіром, спиртом, бензином, ацетоном, H_2S, оцтовоетиловим або петролейним ефірами та ін.) забороняється нагрівати їх на відкритому полум'ї, поблизу запаленого пальника або у відкритому посуді. Нагрівати та відганяти їх слід тільки на електроплитках з закритими нагрівальними елементами, водяній або повітряній бані.

При роботі з металічним натрієм слід завжди пам'ятати, що взаємодія металічного натрію з водою, водомісткими речовинами може призвести до вибуху і спричинити пожежу. Натрій не можна брати руками, беруть його лише пінцетом, скальпелем або ножем. Усі роботи з натрієм слід проводити у захисних окулярах, гумовихрукавицях і на відстані від джерел води. Кусочки натрію забороняється залишати на лабораторному столі, викидати в раковину або в ящики для сміття.

Всі роботи з бромом необхідно проводити у витяжній шафі, обов'язково у гумових рукавицях і захисних окулярах. Наливати бром слід дуже обережно, горловину склянки спрямовуючи від себе. Слід пам'ятати, що бром дуже отруйна речовина, яка може визвати опік дихальних шляхів, уразити слизові оболонки, при попаданні на шкіру спричинити тяжкі опіки. У разі опіків бромом слід уражене місце промити етиловим спиртом або великою кількістю води.

3.7. Гасіння місцевої пожежі та палаючого одягу

В разі виникнення пожежі необхідно негайно вимкнути всі газові пальники та електроприлади, по можливості забрати всі вогненебезпечні та вибухо-небезпечні речовини, вимкнути вентиляційні установки витяжної шафи, після чого місце пожежі з асипати піском, накрити вовняною (азбестовою) ковдрою або гасити вогнище пожежі вогнегасником.

Забороняється заливати водою місце горіння металічного натрію (калію) або речовин, які не змішуються з водою (бензин, ефіри, бензол, та ін.) оскільки це може призвести до розтікання полум? я і відповідно розширення зони пожежі. Розчинні у воді речовини (ацетон, спирти та ін.) можна гасити водою.

У разі загоряння одягу, необхідно негайно накрити одяг вовняною ковдрою і щільно притиснути, щоб перекрити доступ повітря до одежі, яка горить, або залити одяг водою. Ні в якому разі не слід бігати в палаючому одязі, так як це спричинить тільки роздування полум'я.

3.8. Допомога при опіках

В разі термічного опіку (полум'ям пальника або нагрітими предметами) уражене місце необхідно протерти ватою, намоченою етиловим спиртом, розчином перманганату калію або рідиною від опіків (із аптечки). В разі сильного опіку треба накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря. Слід пам'ятати, що концентровані кислоти, луги, бром та ін. можуть завдати дуже тяжкі хімічні опіки.

При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3-5%-ним розчином питної соди (гідрокарбонатом натрію) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промивати їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою. При сильних опіках необхідності обов'язково звернутися до лікаря.

При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити уражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3-5-%-ним розчином оцтової (або борної) кислоти. При розтиранні твердих лугів слід обов’язково одягати захисні окуляри, бо лужні опіки очей дуже небезпечні. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менш 15 хвилин та негайно звернутися до лікаря.

В разі опіку бромом уражене місце необхідно промити великою кількістю води, або спирту, а потім 5-10%-ним розчином гідросульфіту натрію.

3. *Обговорення техніки безпеки в лабораторії та проведення контролю засвоєння правил техніки безпеки*

Техніка безпеки вважається засвоєною, коли студент дав 70% вірних відповідей на запитання викладача. Контроль проводиться у формі тестування.

Після позитивних результатів тестування студент обов’язково розписується у журналі техніки безпеки, що є підтвердженням його проходження техніки безпеки, повного прийняття ним правил техніки безпеки та допущення до проходження лабораторно-дослідної практики.

Лабораторна робота № 2

Тема: Методи досліджень в екології. Інструментальні методи аналізу.

Мета: *ознайомитися із основними методами досліджень в екології. та нструментальними методами аналізу*

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Завдання: 1. Ознайомитися із основними методами досліджень в екології та скласти блок-схему «Основні методи досліджень у екології»
2. Ознайомитися із основними методами інструментального аналізу, виявити основні відмінності та подібності та скласти таблицю «Класифікація інструментальних методів аналізу»

Рекомендації до виконання

1. Ознайомлення з методами досліджень в екології

Екологія користується ***методами досліджень***, які умовно поділяють на три основні групи:

1) спостереження у природі,
2) експеримент,
3) моделювання.

Спостереження в природі реалізуються через польові дослідження, експеримент – через лабораторні та польові експерименти, а моделювання – через моделі.

Під час проведення *польових досліджень* (спостереження у природі) еколог має змогу не тільки спостерігати за життєдіяльністю організмів у реальних умовах, а й широко використовувати природний і штучний експеримент, у якому організм потрапляє у незвичні (наперед прогнозовані) умови, за яких виявляє окремі особливості своєї життєдіяльності. Саме ці особливості і цікавлять дослідника, який робить висновок про результат експерименту. У польових дослідах поєднані різні типи і методи досліджень.

У *лабораторних умовах* часто застосовують фізіологічні та хімічні методи (здебільшого для вивчення відношення досліджуваного організму до абіотичних чинників).

Основою достовірності будь-яких даних є кількісні результати досліджень, які реалізуються через різні види обліку.

За рівнем точності облік поділяють на:

● *суб'єктивний* – приблизна оцінка чисельності організмів, виражена у невизначених термінах «багато», «середньо», «мало», або в одиницях різних шкал, балах тощо;

● *об'єктивний* – точна оцінка, максимально наближена до істини.

За засобами, що використовуються, виділяють два типи обліку:

● *візуальний* (окомірний);

● *інструментальний* (за допомогою приладів різних ступенів складності та точності).

Національний університет водного господарства та природокористування

За обсягом та повнотою охоплення об’єктів досліджень облік поділяють на :

- *повний;*
- *вибірковий.*

За способом охоплення об’єктів розрізняють три типи обліку: *лінійний, ділянковий* і *об'ємний.* Лінійний облік застосовують для реєстрування особин, що трапляються на маршруті, яких спостерігач визначив у межах видимості. Ділянковий – для підрахунку всіх організмів, які проживають на земній поверхні, дні водойм, паразитують на тваринах і рослинах, тощо. Об'ємний – для певної товщі шару води, грунту або інших сипучих чи рідких матеріалів.

У останні роки для вирішення екологічних проблем часто вдаються до ***методу моделювання*** – спрощеної імітації об’єкта, процесу чи явища за допомогою реальних чи астрактних моделей.

Реальні моделі - матеріальні копії об'єкта, процесу чи явища. У екології реальні моделі зазвичай до певної міри спрощені. Наприклад, акваріум можна розглядати як реальну модель ставка.

Ширше в екології використовують ***абстрактні моделі.*** Залежно від апарату дослідження, абстрактні моделі поділяють на вербальні, графічні і математичні.

Вербальні моделі – словесні описи елементів і процесів екосистеми. Вони не придатні для дослідження й прогнозування систем, але в самому процесі моделювання відіграють важливу роль. Чим ближча вербальна модель до реальної, тим точніше вона відображає суть екологічної системи, тим точнішими виявляються створені на її основі реальні та абстрактні моделі.

Графічні моделі – це схематичні зображення компонентів системи і зв'язків між ними.

Математичні моделі описують екологічну систему одним чи декількома математичними виразами.

Сьогодні прогресивні дослідження екосистем базуються на системній парадигмі, яка ґрунтується на *системному підході.* В її основу покладено вчення про системи.

Першу спробу застосування системного аналізу в природознавстві зробив основоположник генетичного ґрунтознавства В.В. Докучаєв. Вчення про системи розвинув і поглибив російський дослідник В.А. Соловйов (1982). Він охарактеризував дві основні особливості системної парадигми: *моністичність,* що забезпечує єдиний підхід до вивчення будь-яких природних комплексів, включаючи рослини, тварини, мікроорганізми, людину і природне середовище; *системність,* що подає еко-

систему як один із видів системи взагалі і створює умови для застосування загальної теорії систем і математичного апарату кібернетики до екологічних об'єктів.

Важливою особливістю системної організації досліджень є розгляд об'єкта, насамперед, як цілого у структурному і функціональному відношеннях з урахуванням взаємозв'язків його із оточуючим середовищем. Наступним етапом системних досліджень є поділ об'єкта на складові, виділення нехарактерних підсистем, розгляд найважливіших зв'язків і процесів у них. Це передбачає створення ієрархічних систем, причому поведінка підсистеми вищого рівня визначається вихідними параметрами, які впливають на цю систему загалом.

Так, згідно системної парадигми, с екосистемою найвищого рівня вважають біосферу.

2. Вивчення методів лабораторного аналізу

Усі методи лабораторних досліджень поділяються на 2 великі групи:

1) прості – прості вимірювання, які не потребують спеціального обладнання, а виконуються за допомогою універсальних пристосувань (лінійки, мірного посуду та ін.);
2) складні (інструментальні) – методи, для здійснення яких потрібні складні прилади, у яких зазвичай поєднано кілька методів досліджень та аналізу речовини.

2.1. Класифікація інструментальних методів аналізу

Методи інструментального аналізу за процесами чи явищами, які спостерігають під час досліджень об'єкта поділяють на 3 великі групи:

1) **оптичні** (фотометричний, рефрактометричний, поляриметричний, спектральний, емісійний спектральний, атомно-абсорбційний, інфрачервоної спектроскопії, багатоелементний аналіз із використанням індуктивно зв'язаної аргонової плазми);

2) **електрохімічні** (потенціометричний, полярографічний, хроматографічний, потенціометричний, кондуктометричний, масспектрометричний, радіохімічний, електронного парамагнітного резонансу, ядерного магнітного резонансу);

3) ***фізико-хімічні*** методи розподілу і концентрування (хроматографічний, іонний обмін, діаліз, електрофорез).

Фізичні і фізико-хімічні методи. За допомогою фізико-хімічних методів визначають оптичні або електричні властивості, які залежать від концентрації досліджуваної сполуки в розчині.

Оптичні методи. На основі використання *оптичних властивостей* ґрунтуються фотометричні методи. Фотометричні методи характеризуються значною швидкістю визначення і достатньою точністю вимірювань.

Розрізняють такі ***види фотометрії***: 1) спектрофотометричний аналіз (використовують електромагнітні випромінювання в діапазоні довжини хвиль 180-2400нм); 2) нефелометричний і турбодиметричний аналіз (використовують розсіювання світла суспензіями речовини); 3) люмінесцентний аналіз (вимірюють вторинне електромагнітне випромінювання речовини, яке виникає внаслідок поглинання первинного електромагнітного випромінювання); 4) поляриметричний метод аналізу (використовують здатність повертати площину поляризації світла розчинами речовин); 5) рефрактометричний метод аналізу (визначення коефіцієнта заломлення світла розчинами речовини).

Електрохімічними методами аналізу визначають концентрацію речовин за значеннями інших параметрів.

До електрохімічних методів належать: 1) електрогравіметричний аналіз (речовини визначають за масою виділеної на електроді речовини під час електролізу розчину); 2) кулонометричний аналіз (визначають сполуки за кількістю електричного струму, який затрачено на реакцію зі сполукою, що визначають); 3) полярографічний аналіз (використовують залежність струму, що протікає через електрохімічну комірку, від прикладеного до електрода потенціалу); 4) потенціометричний аналіз (використовують залежність потенціалу електрода від складу розчину); 5) кондуктометричний аналіз (використовують залежність електропровідності розчину від концентрації іонів у ньому).

4. Вивчення особливостей основних методів інструментального аналізу

4.1. Оптичні методи аналізу

1) Фотометричний метод аналізу. Спектри електромагнітного випромінювання поділяють на діапазони:

- ультрафіолетовий - 180 - 400 нм,
- видимий - 400 -700 нм,
- ближній інфрачервоний - 700 - 2400 нм.

Фотометричний метод ґрунтується на вибірковому поглинанні розчинами ультрафіолетової або інфрачервоної частини спектру. Ступінь поглинання залежить від складу і концентрації досліджуваної речовини.

Фотометричний метод аналізу поділяють на колориметричний, фото-електрометричний, спектрометричний.

Національний університет
У *колориметричному і фотометричному* методах використовують монохроматичне (поліхроматичне) вимірювання переважно видимої частини спектра, *спектрофотометричний* - поглинання монохроматичного випромінювання за певної довжини хвилі.

Спектрофотометри дозволяють вимірювати світлопоглинання у вузьких за спектральним складом пучках світла (монохроматичне світло, ширина полоси 1-20 нм). За допомогою спектрофотометрів визначають у розчині забарвлені сполуки, що містять азот, фосфор, хлорофіл, нуклеїнові кислоти, гумінові речовини.

Для визначення концентрації забарвлених розчинів використовують диференційний фотометричний метод. Він дає змогу вимірювати оптичну густину досліджуваного розчину щодо стандартного розчину (розчину порівняння), який містить сполуку, що визначають у підвищеній концентрації, а також усі реагенти, які містяться в досліджуваному зразку.

2) Рефрактометричний метод аналізу. Під час проходження променів світла із одного прозорого середовища в інше напрям їх змінюються. Це явище називають заломленням, або рефракцією. Середовище є більш оптичним, в якому швидкість розповсюдження світла менша. При переході променів із менш оптичної густини до більш оптичної кут падіння променів більший, ніж кут їх заломлення. Методи ґрунтуються на вимірюванні показників заломлення світла і називаються рефрактометричними. За допомогою рефрактометрів визначають вміст сухої речовини та концентрацію соку.

3) Поляриметричний метод аналізу. У поляриметричному методі для визначення концентрації оптично активних речовин вимірюють кут обертання площини поляризації світла. Коливання світлової хвилі поляризованого світла відбуваються лише в одній площині. Оптично активні речовини здатні (анізотропні) змінювати площину поляризації світла. Оптична активність цукрів та ін. речовин зумовлюється асиметричним атомом вуглецю.

Оптично активні речовини характеризуються величиною питомого обертання променів світла. Кут обертання променів світла вимірюють в монохроматичному світлі або застосовують світлофільтри. За допомогою поляриметрів, цукрометрів визначають вміст сахарози, крохмалю за величиною кута обертання поляризованого світла.

4) Атомна спектроскопія. Грунтується на поглинанні або випромінюванні рентгенівського, видимого або ультрафіолетового випромінювання. Для отримання атомного спектра у видимій або ультрафіолетовій області необхідно перетворити елемент проби у моноатомні атоми або іони – провести атомізацію проби. При атомізації молекули розпадають-

Національний університет водного господарства та природокористування

ся на складові частини і перетворюються на атоми і іони, які існують у газоподібному стані. Спектри випромінювання, як і поглинання елемента, складаються з відносно невеликого числа дискретних ліній, довжина хвиль яких відповідає певному елементу. Тому концентрацію того чи ін. атома визначають за величиною випромінювання (інтенсивністю) певного спектра, характерного певному атому.

Атомні спектри знімають після атомізації проби.

5) Спектральний емісійний аналіз. Джерелом збудження є електрична дуга постійного або перемінного струму. За допомогою цього методу в ґрунті визначають загальний вміст марганцю, міді, хрому, свинцю, заліза, алюмінію, кальцію, магнію та інших елементів. Недоліком цього аналізу є труднощі у виготовленні стандартних зразків, неможливість проведення аналізу розчинів і визначення багатьох елементів (фосфор, сірка, бор), нестабільність горіння дуги.

6) Атомно-абсорбційний спектральний аналіз (ААА). Цей метод дає змогу визначати концентрації елементів у зразках за допомогою вимірювання світлопоглинання атомами Довжина хвилі джерела світла відповідає атомному спектру поглинання досліджуваного елемента Ослаблення інтенсивності відповідної спектральної лінії пропорційна вмісту елемента в пробі.

Для визначення елемента розчин перетворюють у газоподібний стан для розкладання хімічної сполуки на атоми. У приладі елемент, що міститься в розчині, з молекулярного стану перетворюється під час розпилення в дрібно крапельний стан у пальнику газоповітряної суміші. Проба дисоціює на атоми, мала частина яких збуджується і переходить на більш високий енергетичний рівень. Знаючи інтенсивність ослаблення світлового променя за рахунок поглинання атомів, визначають концентрацію елемента.

Точність і чутливість ААА значно більша, ніж спектрометричних методів. До недоліків ААА належить необхідність попереднього виготовлення розчинів досліджуваних зразків, неможливість одноразового визначення концентрації кількох елементів і визначення фосфору, сірки, молібдену, бору, галогенів.

7) Рентгенофлюоресцентний елементний аналіз (РФА). Він грунтується на спектрофотометрії характерного рентгенівського випромінювання, яке створюється у пробі за допомогою радіонуклідів або рентгенівської трубки. Збуджені атоми хімічних елементів, .повертаючись у стан рівноваги, випромінюють характерне рентгенівське випромінювання, енергія і напрямок яких визначається особливостями структури ато-

ма конкретного елемента. Інтенсивність випромінювання зв'язана із кількістю однотипових атомів у пробі.

РФА дає змогу визначати у непорушених пробах, у порошку, золі і розчинах 80 елементів періодичної системи Д.І.Менделєєва (від алюмінію до урану). До недоліків РФА належить значний матричний ефект та необхідність мати набір стандартних зразків.

8) Метод інфрачервоної спектроскопії. Метод інфрачервоної спектроскопії (ІЧС) ґрунтується на властивостях атомів і молекул поглинати електромагнітні коливання. Основою роботи ІЧ- аналізатора є вимірювання інтенсивності відбиття або поглинання ближньої частини інфрачервоного спектра випромінювання від досліджуваного зразка. Спектри поглинання дають змогу проводити кількісний аналіз, тому що існує певний зв'язок між інтенсивністю спектральних ліній і концентрацією речовин у зразку. Під час визначення методом ІЧС молекулярні групи основних компонентів продуктів рослинного походження (білки, жири, вода, вуглеводи) мають характерні спектри поглинання в діапазоні 800-2500 нм. Компоненти характеризуються абсорбційними властивостями, а величина поглинання визначається дифузним відбиттям.

Спектри поглинання різних компонентів перекривають одна одну, що утруднює визначення окремих компонентів. Ця проблема вирішується під час обробки відповідних даних і побудови калібрувальних кривих.

Суть калібрування полягає у встановленні функціональної залежності між показниками якості зразків, які визначені за допомогою стандартних або загальноприйнятих методів аналізу, й інтенсивністю сигналу оптичної густини, визначеної приладом з наступними розрахунками коефіцієнтів регресії для відповідних показників. Значення коефіцієнта відбиття ІЧС залежить від концентрації компонентів, розміру часточок, методів підготовки, визначення і вимірювання.

Точність результатів визначення методом ІЧС не нижча за стандартні методи. Застосування методу ІЧС для аналізу рослин, продукції рослинництва дає змогу прискорити проведення діагностичних досліджень, визначення якісних показників зерна і кормів. Незважаючи на явну швидкість проведення аналізу досліджуваних зразків, необхідно систематично перевіряти калібрування приладу.

Калібрування ІЧ-аналізатора і визначення вмісту гумусу проводять на зразках грунтів певних горизонтів одного генетичного типу, які сформувались на одних і тих самих грунтоутворюючих породах.

За допомогою методу ІЧС можна визначати вміст вологи, сирого протеїну, білків, клейковини, крохмалю, жирів, деяких елементів живлення, проводити експрес-контроль якості кормів і діагностику живлен-

Національний університет водного господарства та природокористування

ня рослин азотом, аналізувати грунт, органічні добрива, продукти тваринництва.

Для проведення аналізу зразок подрібнюють. Визначання показників складу проби проводять за 0,5-1 хв. При цьому слід враховувати великий обсяг робіт, необхідних для відбору зразків, визначення в них стандартними хімічними методами певних показників, калібрування приладу.

9) Метод мічених атомів. Під час хімічного вивчення складу грунту і рослин враховують ті елементи, які є в рослині і яким належить першочергова роль у їх живленні. Однак приведеними вище методами досліджень вивчати окремо засвоєння, наприклад азоту з грунту, добрив чи повітря не можна.

Застосування методу мічених атомів (ММА) дає змогу вивчати механізм надходження азоту та інших елементів живлення в рослину, засвоєння азоту з повітря, грунту і добрива рослинами, участь елементів і сполук у синтезі та обміні речовин, міграцію і трансформацію елементів.

Аналіз азоту проводять мас-спектрометричними або емісійно-спектрометричним методами. Аналіз зразків грунту і рослин, збагачених міченим азотом, проводять шляхом перетворення досліджуваних сполук азоту в амонійну форму в наступною дистиляцією аміаку.

Радіоактивні нукліди дають змогу за допомогою радіоавтографів вивчати надходження і розподіл елементів. Радіоавтографія хроматог-рам сполук фосфору дає можливість вивчати органічні сполуки фосфору та їх трансформацію.

Поєднання методу мічених атомів з хроматографією, електронною мікроскопією та іншими методами сприяє поглибленому вивченню надходження, транспорту і обміну поживних речовин, по новому висвітлити умови живлення і спрямованого біосинтезу.

10) Нейтронний активаційний аналіз (НАА) ґрунтується на використанні наведеної радіоактивності досліджуваної проби при опроміненні її нейтронами з наступною ідентифікацією, вимірюванням ядерного випромінювання. Порівняно з іншими методами НАА характеризується відсутністю накладання ліній різних елементів у γ-спектрі, більшою продуктивністю. Еталони виготовляють з чистих солей. НАА дає змогу визначати кілька елементів одночасно. Затрати часу на підготовку зразка мінімальні. Елементи визначають як у свіжих, так і у фіксованих зразках.

11) Багатоелементний аналіз із використанням індуктивно зв'язаної аргонової плазми. Для збудження атомів використовують високочастотний індуктивний заряд на основі аргонової плазми. Емісія від збу-

Національний університет
джених плазмою (температура розряду плазми 6000 - 10000°С) електронів у потоці проби сканується монохроматором або розкладається оптичною системою поліхроматора за довжиною хвиль. Цим методом дуже швидко можна визначити близько 70 елементів. Ступінь відтворення результатів аналізу досить високий. Відсутній матричний ефект.

4.2. Електрохімічні методи аналізу

1) Потенціометричний метод. Потенціометричний метод грунтується на залежності потенціалу електрода від складу розчину. Під час занурення металевої частини в розчин на межі метал - розчин виникає електродний потенціал. Величина потенціалу залежить від складу і концентрації (активності) розчину, природи електрода, температури та інших факторів. Виміряти потенціал одного електрода не можна, але можна виміряти електрорушійну силу гальванічного елемента. За постійного потенціалу одного електрода за значеннями електрорушійної сили визначають відносну зміну потенціалу іншого електрода.

Електрод, потенціал якого залежить від концентрації іонів у розчині, називають індикаторним електродом. Електрод, потенціал якого залишається постійним при зміні електрорушійної сили, називають стандартним, або електродом порівняння.

Під час потенціометричного вимірювання використовують мембранні електроди. Вони характеризуються високою чутливістю і селективністю до катіонів і аніонів. Залежно від призначення мембрани виготовляють; 1) селективні електроди; 2) електроди з рідкими мембранами; 3) електроди з твердими або осадженими мембранами; 4) електроди з газочутливими мембранами.

На поверхні тонкої скляної мембрани, яка розділяє два розчини з різними концентраціями іонів водню, виникає потенціал. Скло в даному випадку є електродом щодо іонів водню. У розчині встановлюється складна рівновага, пов'язана з взаємною дифузією іонів водню з розчину в скло та іонів натрію або літію ыз скла в розчин.

Потенціометричний метод аналізу застосовують для визначення концентрації іонів у розчині (пряма потенціометрія). Потенціометричним методом визначають концентрацію іонів водню - pH-метрія , концентрацію (активність) іонів K^+, Na^+, Cl^- та інших - іонометрія.

2) Полярографічний метод аналізу. Полярографічний метод належить до електрохімічних методів аналізу. Метод ґрунтується на визначенні залежності струму, який протікає через комірку, від напруги, яка прикладена до електродів у досліджуваному розчині.

Якщо в розчині відсутні речовини, здатні відновлюватися на ртутному катоді в області прикладеної напруги, залежність струму від напруги лінійна і підпорядковується закону Ома. Якщо ці речовини присутні в розчині, на катоді відбуваються електрохімічні перетворення. Вигляд графіка кривої залежності струму від напруги істотно змінюється. Крива називається полярографічною хвилею, або полярограмою. Для аналізу речовин застосовують полярографи. В полярографії поряд з крапельними електродами використовують тверді мікроелектроди з інертних матеріалів. Суттєвим недоліком твердих електродів є осадження продуктів електролізу на їх поверхні. Для відновлення початкового стану поверхні електрода її оновлюють (регенерують) механічно, хімічно або електрохімічно.

Осцилографічна полярографія характеризується більшою швидкістю вимірювання потенціалу електрода. За більшої швидкості вимірювання поляризуючої напруги полярограму реєструють за допомогою електронно-променевої трубки.

3) Інверсійна вольт-амперометрія ґрунтується на попередньому електрохімічному накопиченні речовини у вигляді металів на поверхні індиферентного електрода з наступною реєстрацією його електророзчинення.

4) Інверсійно-хронопотенціометричний метод. Суть методу полягає у попередньому електрохімічному накопиченні досліджуваного елемента на робочому електроді при заданому потенціалі, надходженні цього розчину із переміщуваного розчину комірки на калібрований зовнішній опір. У зв'язку з тим, що на електроді досліджувана речовина перебуває у концентрації, яка перевищує концентрацію початкового досліджуваного розчину, чутливість визначення значно збільшується. Визначають тривалість розчинення накопиченого елемента (перехідний час), який за сталих умов концентрування і розчинення пропорційний концентрації елемента в розчині. На основі методу інверсійної хромопотенціометрії створено прилад М-ХА10005 для визначення міді, свинцю, цинку, кадмію, ртуті, олова в об'єктах навколишнього середовища з використанням сучасних досягнень у галузі електрохімії, інформатики, мікропроцесорної техніки.

5) Метод мас-спектрометрії. Метод ґрунтується на розподілі іонів, які відрізняються масою і зарядом, під дією електричних і магнітних полів. Відношення маси до заряду вимірюють атомною одиницею, за яку приймають 1/12 частину маси вуглецю ^{12}C. Закруглені цілі числа величин мас називають масовими числами. Мас-спектрометрію застосовують для аналізу речовин після переведення їх у пароподібний стан.

Національний університет
Розподіл заряджених часточок за масою здійснюють за допомогою масспектрометра, на якому визначають NH^{4+}, NO^{3-}, NH_4NO_3 та інші сполуки.

4) Елекронний парамагнітний резонанс. За допомогою цього методу аналізу визначають вільні радикали (молекули або частини молекул, які мають неспарений електрон), роль деяких металів із перехідною валентністю (залізо, мідь, молібден, марганець тощо) у фізіолого-біохімічних процесах. За допомогою їх парамагнітних властивостей (спектр електронно-магнітного резонансу) отримують інформацію про перетворення металів у організмах, гумусових речовинах та інших сполуках.

4.3. Фізико-хімічні методи аналізу

1) Хроматографічний метод (хроматографія) дозволяє розділяти складні суміші органічних і неорганічних речовин на окремі компоненти. Метод ґрунтується на розділенні речовин між двома фазами, з яких одна - нерухома (стаціонарна фаза), а інша - переміщується відносно першої (рухома фаза). Для розподілення сумішей використовують різні механізми сорбції та різні фізико-хімічні властивості компонентів суміші: абсорбцію та адсорбцію компонентів суміші твердої або рідкої фази, різну розчинність осадів; реакції іонного обміну, розділення між двома рідинами, які не змішуються. В усіх випадках розділення беруть участь дві фази - тверда і рідка, тверда і газоподібна або дві рідини, які не змішуються.

Хроматографія дає змогу розділяти понад десять компонентів суміші; розділяти органічні сполуки, які мають подібну структуру, розділяти неорганічні сполуки з близькими хімічними властивостями, розділяти нукліди.

Хроматографію класифікують за ознаками:

I) агрегатним станом рухомих фаз - на рідинну і газову;

2) механізмом розділення - на іонообмінну, розподільну, осаджувальну;

3) способом проведення процесу або апаратури - на колонкову, капілярну, площинну (хроматографія на папері, тонкошарова).

В *іонообмінній хроматографії* використані закони іонного обміну - хімічної взаємодії активних груп твердої фази з іонами в розчині. Як сорбенти використовують тверді речовини мінерального та органічного походження - іоніти.

Національний університет водного господарства та природокористування

Молекулярно-адсорбційна хроматографія. Поверхня твердих тіл поглинає гази, пару, розчинні речовини. Характер поглинання залежить від природи сорбенту, способу його обробки і структури активної поверхні.

Розподільча хроматографія ґрунтується на різниці величин коефіцієнтів розподілу окремих компонентів між двома розчинниками, які не змішуються.

Газорідинну хроматографію застосовують для аналізу газів. Розподіл компонентів досліджуваної суміші відбувається між газоподібною і рідинною фазами. Нерухома фаза - рідина, нанесена на інертний носій. Рухома фаза - газ-носій, в якому міститься досліджувана суміш. Як газ-носій використовують водень, гелій, азот.

2) Метод електроультрафільтрації використовують для аналізу ґрунтів з метою визначення в них засвоюваних поживних речовин. Принцип методу полягає у вилученні іонів із суспензії грунту за допомогою електростатичного притягання. За допомогою цього методу з ґрунтів вилучаються не тільки рухомі мінеральні сполуки азоту, фосфору і калію, а й невелику кількість органічних сполук, у тому числі амінокислот. Метод придатний для визначення рухомих сполук фосфору і засвоюваного калію.

3. Аналіз і підведення підсумків заняття

Зробіть висновки за результатами лабораторної роботи (підбір обладнання для екологічної лабораторії підприємства - галузь задається викладачем).

Лабораторна робота № 3

Тема: Вивчення простого лабораторного обладнання

Мета: *ознайомитися із набором простого лабораторного обладнання, принципами його застосування та класифікації і маркування*

Завдання: 1. Вивчити типи та види простого лабораторного обладнання та його призначення.

2. Провести взяття наважок сухої речовини, вимірювання об'ємів та визначення відносної похибки вимірювання.

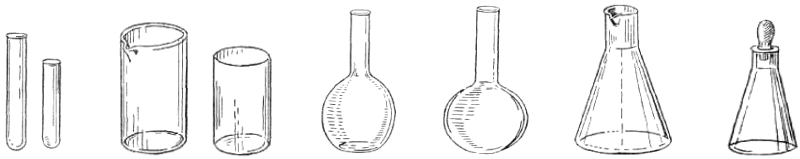
Рекомендації до виконання

1. Вивчення лабораторного обладнання та його призначення

Хімічний посуд виготовляють переважно із спеціальних сортів скла, яке витримує значне коливання температур, а також із фарфору, вогнетривких матеріалів та прозорих і напівпрозорих пластиків.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розрізняють тонкостінний (рис.1) і товстостінний скляний посуд (рис.2).



1 2 3 4 5 6

Рис.3. 1. Тонкостінний хімічний посуд:
1 – пробірка, 2 – хімічний стакан,
3, 4, 5 – колби плоскодонна, круглодонна, конічна, 6 - бюкс

1 2 3

Рис. 3.2. Товстостінний хімічний посуд:
1 – склянка для зберігання речовин, 2 – конічна лійка,
3 – подільна лійка

Національний університет
водного господарства
та природокористування

До тонкостінного посуду відносяться пробірки, хімічні стакани, колби.

Пробірки використовують для проведення експериментальних дослідів з невеликими кількостями реактивів.

Хімічні стакани використовують для виготовлення та тимчасового зберігання розчинів.

Плоскодонні колби використовують для зберігання дистильованої води, розчинників, розчинів тощо. У них не можна проводити досліди, які потребують сильного нагрівання, або під час яких виділяється багато тепла.

Круглодонні колби використовують для проведення дослідів, які потребують сильного нагрівання або під час яких виділяється багато тепла.

Конічні колби використовують переважно в аналітичній хімії для титрування розчинів.

У товстостінному посуді проводять операції, які не потребують нагрівання.

Для вимірювання об’ємів рідини використовують мірний посуд.

До мірного посуду (рис.3) відносять мірні циліндри, мензурки, піпетки, бюретки, мірні колби.

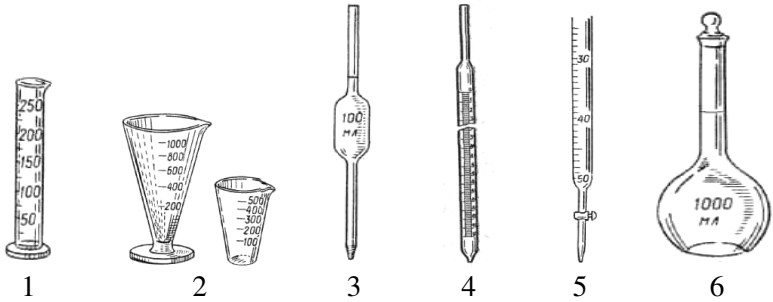


Рис. 3.3. Мірний посуд:
1 – мірний циліндр, 2 – мензурка, 3,4 – піпетки, 5- бюретка,
6 – мірна колба

Мірні циліндри й мензурки застосовують для відмірювання певних об'ємів різних рідин. У мірних циліндрах визначають також густину розчинів. Циліндри переважно бувають на 10, 25, 50, 100, 250, 300, 1000 ($см^3$).

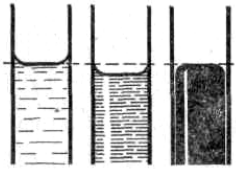
Піпетки застосовують для вимірювання невеликих об'ємів рідин із точністю до 0,005 $см^3$. Піпетки бувають градуйовані й неградуйовані. Неградуйованими піпетками можна вимірювати тільки такий об'єм рідини, на який вони розраховані. Градуйованими піпетками вимірюють різні об'єми рідини. Оскільки піпетки відградуйовані на витікання рідини, то видувати з них залишки рідин не можна.

Бюретки застосовують для відмірювання точних об'ємів рідин у кількісному аналізі (для титрування). За допомогою бюреток можна відміряти об'єм рідин з точністю до 0,3 – 0,5 $см^3$ (для звичайних бюреток) і до 0,005 $см^3$ (для мікробюреток).

Мірні колби – колби з подовженою шийкою, на якій нанесено кільцеву риску, що визначає максимальний об'єм даної колби. Вони використовуються для виготовлення розчинів точної концентрації. Мірні колби випускають переважно місткістю 25, 50, 100, 200, 250, 500 і 1000 $см^3$.

Рівень рідини в циліндрах, піпетках, бюретках встановлюється за відповідною рискою (рис.4).

Національний університет
водного господарства
та природокористування



а) б) в)

Рис. 3.4. Положення меніска:
а) для прозорої рідини; б) для непрозорої або забарвленої рідини; в) для рідини, яка не змочує скла

Під час заповнення мірного посуду рідиною очі спостерігача повинні бути на тому ж рівні, що і риска на посудині.

Крім скляної посудини в лабораторії використовують фарфоровий (порцеляновий) посуд: чашки, ступки, тиглі (рис.5).

1 2 3

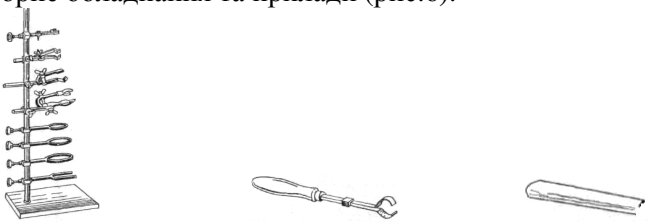
Рис.3.5. Фарфоровий (порцеляновий) посуд:
1 – випарювальна чашка, 2 – ступка з товкачиком, 3 – тигель

Випарювальна чашка застосовується для нагрівання, а також випарювання різних речовин із розчинів.

Ступка з товкачиком застосовується для подрібнення твердих речовин.

Тиглі застосовують для прожарювання твердих речовин у печах. Вони можуть бути виготовлені із металу.

Велике значення для виконання лабораторних робіт має допоміжне лабораторне обладнання та прилади (рис.6).



1 2 3

Рис. 3.6. Допоміжне лабораторне обладнання та прилади:
1 – штатив, 2 – пробіркотримач, 3 – шпатель

Національний університет

Штатив з набором лапок, кілець використовують для закріплення колб, пробірок, холодильників та інших приладів.

Пробіркотримач використовують для закріплення пробірок під час нагрівання. Спочатку прогрівають взагалом, потім нижню частину з речовиною.

Шпатель застосовують для набирання твердих і в'язких речовин.

Нагрівальні прилади – це електроплитки, водяні та піщані бані, спиртівки. Можна використовувати сухе пальне, спалюючи його на спеціальних підставках (рис.7).

Термометр використовують для вимірювання температури.

Ареометр використовують для вимірювання густини рідини.

Для зважування речовин використовують ***терези*** – аптечні, технохімічні, аналітичні (рис.8).

На ***аптечних терезах*** зважують наважки масою не більше 100г.

Технохімічні терези більш точні, ніж аптечні. Точність зважування на них становить 0,01 г. Точність зважування на ***аналітичних терезах*** становить 0,0001 г.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

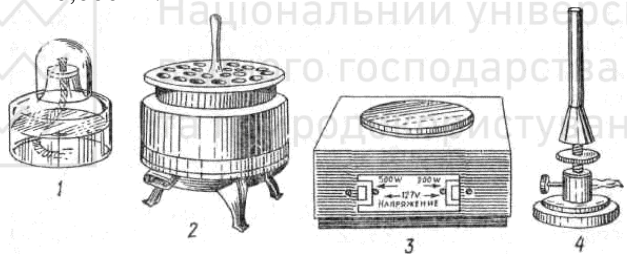
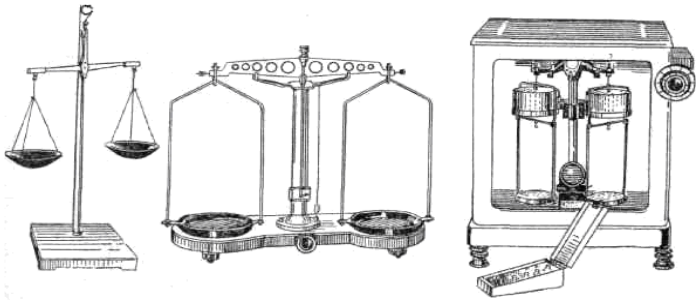


Рис.3.7. Нагрівальні прилади:
1 – спиртівка, 2 – електрична баня з штативом для пробірок,
3 – електрична плитка з закритою спіраллю, 4 – газовий пальник



1 2 3

Рис.3.8. Терези:
1 – аптечні, 2 – технохімічні, 3 – аналітичні

Національний університет

2. Взяття наважок сухої речовини, вимірювання об'ємів та визначення відносної похибки вимірювання

1. Зважити пустий бюкс і одержані дані записати у таблицю.
2. Мірним циліндром виміряти 10 $см^3$ дистильованої води, перелити її у бюкс і зважити. Результати записати у таблицю і розрахувати масу води, відміряної циліндром.
3. Воду з бюкса вилити, бюкс висушити фільтрувальним папером.
4. У сухий бюкс налити 10 мл H_2O із бюретки, зважити.
5. У сухий бюкс вилити 10 мл води виміряної піпеткою, зважити.
6. Після закінчення роботи прибрати робоче місце.

Таблиця 3.1

Звітність проведення досліду на визначення точність лабораторного посуду []

Маса порожнього бюкса: $m_{бюкса}$ =						
	Циліндр		Бюретка		Піпетка	
	$m_{бюкса\ з\ водою}$,г	$m_{води}$,г	$m_{бюкса\ з\ водою}$,г	$m_{води}$,г	$m_{бюкса\ з\ водою}$,г	$m_{води}$,г
П	-		-		-	

Національний університет водного господарства та природокористування

Розрахуйте значення абсолютної похибки *П* і відносної похибки *σ*, якщо теоретична маса дистильованої води: $m_{теорет.}$ = 10,00 г.

$$П = \left| m_{теорет} - m_{практ} \right|, \quad (3.1)$$

$$\sigma = \frac{П}{m_{теоретич}} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

3. Аналіз і підведення підсумків заняття

На основі одержаних результатів зробіть висновок, який мірний посуд є найбільш точним.

Лабораторна робота № 4

Тема: Приготування розчинів неоганічних сполук

Мета: *освоїти основні принципи техніки приготування розчинів солей, лугів та кислот визначеної концентрації для аналізів*

Завдання: 1. Пригадати способи вираження концентрації розчинів
2. Освоїти техніку приготування розчинів солей
3. Освоїти техніку приготування розчинів лугів
4. Освоїти техніку приготування розчинів неорганічних кислот
5. Освоїти техніку застосування фіксаналів та титрування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендації до виконання

1. Способи вираження концентрації розчинів

1.1. Процентна концентрація

Процентна концентрація масова (*W, %*) речовини в розчині показує скільки грамів речовини міститься в 100 грамах розчину:

$$W = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%, \qquad (4.1)$$

де m_1 *і* m_2 - маса речовини і розчину, г .

Маса розчину – сумарна маса розчинника і розчиненої речовини.

Процентна концентрація об'ємна (W_v, %) речовини в розчині показує скільки грамів речовини міститься в 100 мл розчину:

$$W_V = \frac{m_1}{V \cdot \rho} \cdot 100\%, \qquad (4.2)$$

де m_1 - маса речовини, г;

ρ – густина розчину заданої концентрації W, г/см^3

V – об'єм розчину, см^3.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

1.2.Молярна концентрація

Молярна концентрація речовини в розчині (C_M, моль/л) – це кількість розчиненої речовини в молях, що міститься в 1 л розчину:

$$C_M = \frac{\nu_1}{V} = \frac{m_1}{M_1 \cdot V}, , \qquad (4.3)$$

де ν_1 – кількість розчиненої речовини, моль;

V - об'єм розчину, л;

m_1 - маса розчиненої речовини, г ;

M_1 - молярна маса розчиненої речовини , г/моль.

Молярна концентрація еквівалента (нормальність), титр розчину.

Молярна концентрація еквіваленту (*нормальна концентрація* речовини в розчині) (C_H, моль-екв/л) – це кількість моль-еквівалентів розчиненої речовини, що міститься в 1 л розчину:

$$C_H = \frac{\nu_E}{V} = \frac{m_1}{M_E} = \frac{m_1}{M_1 \cdot E_1 \cdot V}, \qquad (4.4)$$

Національний університет водного господарства та природокористування

де ν_E - кількість моль-еквівалентів розчиненої речовини;

M_E - молярна маса еквіваленту, г/моль-екв.;

E_1 –еквівалент речовини.

Титр розчину (T, г/см^3)– це маса речовини, що міститься в одному кубічному сантиметрі (або в одному мілілітрі) розчину:

$$T = \frac{m_1}{V}, \qquad (4.5)$$

1.4. Насичений розчин – це розчин, у якому за певної температури не може розчинятися дана речовина (розчин, який має максимальну концентрацію даної речовини).

Насичені розчини готують, користуючись довідковими даними про пороги насичення речовин за певної температури.

2. Освоєння техніки приготування розчинів

2.1. Загальні правила приготування розчинів

Для приготування розчинів застосовують тільки чисті розчинники. Посуд повинен бути також чистим. Слід підготувати дві посудини: одну - для розчинення, другу - для зберігання.

Необхідно запобігти потраплянню в приготовлені розчини пилу чи газів, з якими можуть реагувати деякі розчини. Пляшки або інший посуд повинні бути закриті добре підігнаними пробками.

Розчини лугів захищають від двоокису вуглецю, обладнавши пляшки хлоркальцієвою трубкою, яка заповнюється натронним лугом. Лужні розчини не можна залишати надовго у фарфоровому і особливо в скляному посуді.

Розчини світлочутливих речовин зберігають у склянках з темного скла. Від світла змінюються розчини $AgNO_3$, $KMnO_4$, K_2CrO_7, KJ.

Приблизні розчини. При приготуванні приблизних розчинів кількість речовин, які повинні бути взяті для цього, обчислюють з приблизною точністю. Атомні маси елементів можна брати округленими до цілих одиниць. Речовини зважують на технічних терезах. Кількість приготовленого розчину виражають або в одиницях маси (г, кг), або в одиницях об'єму (см^3, дм^3). У зв'язку з цим і розрахунок кількості розчиненої речовини проводять по-різному.

Точні розчини. При приготуванні точних розчинів обчислення кількостей потрібних речовин проводять із достатнім ступенем точності. Атомні маси елементів беруть з таблиці з точними їх значеннями. Речовини зважують *тільки на аналітичних терезах* на годинниковому склі або бюксі. Зважену речовину висипають у чисту суху лійку невеликими

порціями. Із промивалки кілька разів промивають над лійкою годинникове скло або бюкс. Лійку промивають водою також кілька разів. *Розчинник повинен займати не більше половини місткості колби.* Закривши колбу пробкою, струшують її до повного розчинення речовини.

Після цього доводять об'єм водою до мітки нижнього меніска і старанно перемішують. Подібним чином готують молярні розчини. Якщо необхідно приготувати менше 1 $дм^3$ розчину, то розчиняють меншу кількість солі у відповідному об'ємі води.

Після приготування розчину його концентрацію обов'язково перевіряють титруванням відповідним розчином іншої речовини з відомою молярністю. Якщо приготовлений розчин не відповідає заданій молярності, то вводять поправку.

Стандартні розчини – розчини з точно визначеними концентраціями, - використовують у колориметрії, хроматографії для кількісного визначення речовин.

Спочатку готують вихідний розчин з найбільшою концентрацією, інші розчини готують розбавленням приготовленого вихідного розчину. Об'єм стандартних розчинів не перевищує 100—200 $см^3$.

2.2.Освоєння техніки приготування робочих розчинів солей

Розчини солей готують розчиненням певної наважки солі у воді.

Приблизні розчини. При приготуванні приблизних розчинів кількість речовин, які повинні бути взяті для цього, обчислюють з приблизною точністю. Атомні маси елементів можна брати округленими до цілих одиниць. Речовини зважують на технічних терезах. Кількість приготовленого розчину виражають або в одиницях маси (г, кг), або в одиницях об'єму ($см^3$, $дм^3$). У зв'язку з цим і розрахунок кількості розчиненої речовини проводять по-різному.

Приклад1: потрібно приготувати 0,5 кг 24%-ного розчину NaCl. Яку наважку солі і води потрібно взяти ?

Тут слід звернути увагу, на те, що готується процентний розчин певної маси, а саме – 0,5 кг.

Нам дано:

1) концентрація розчину масова W=24%;
2) маса розчину m_2=0,5 кг

Знайти: 1) масу солі NaCl (m_1)

2) масу розчинника (води) (m_{H2O})

Розв’язання:

1) Процентна концентрація масова розраховується згідно формули (4.1)

Національний університет водного господарства та природокористування

$$W=\frac{m_1}{m_2}\cdot 100\%$$

2) Із формули знайдемо масу солі: $m_1=\frac{W\cdot m_2}{100}$,

Підставимо значення і отримаємо результат:

$$m_1=\frac{24\cdot 0{,}5}{100}=0{,}12кг=120г.$$

3) Тепер знайдемо масу розчинника (води). Для цього розпишемо у формулі (4.1) величину m_2 – масу розчину: $m_2=m_{H2O}+m_1$.

Звідси $m_{H2O}=m_2-m_1$.

Підставляємо значення і отримуємо масу розчинника (води), у якій потрібно розчинити сіль: m_{H2O}=0,50-0,12=0,38 кг = 380 г.

Приклад2: потрібно приготувати 0,5 дм^3 24%-ного розчину NaCI. Яку наважку солі і який об'єм води потрібно взяти ?

Тут слід звернути увагу, на те, що готується процентний розчин певного об'єму, а саме – 0,5 дм^3.

Нам дано:

4) концентрація розчину масова W=24%;

5) об'єм розчину V=0,5

6) згідно довідкових даних густина 24%-ного розчину NaCI при 20 °С дорівнює 1,180 г/см^3.

Знайти: 1) масу солі NaCl (m_1)

2) об'єм розчинника знаходити не потрібно, бо нас цікавить загальний об'єм розчину, який нам задано і тому розчинника ми наллємо до мітки 0,5 дм3 мірної колби.

Розв'язання:

1) Процентна концентрація об'ємна розраховується згідно формули (4.2)

$$W_V=\frac{m_1}{V\cdot\rho}\cdot 100\%$$

2) Із формули знайдемо масу солі: $m_1=\frac{W_V\cdot V\cdot\rho}{100}$,

Підставимо значення і отримаємо результат:

$$m_1=\frac{24\cdot 0{,}5\cdot 1{,}180}{100}=0{,}142кг=142г.$$

7) Тепер знайдемо масу розчинника (води). Для цього розпишемо у формулі (4.1) величину m_2 – масу розчину: $m_2=m_{H2O}+m_1$.

Національний університет водного господарства та природокористування

Звідси $m_{H2O}=m_2-m_1$.

Підставляємо значення і отримуємо масу розчинника (води), у якій потрібно розчинити сіль: m_{H2O}=0,50-0,12=0,38 кг = 380 г.

Правила розбавлення розчинів. На практиці часто необхідно розбавити приготовлений раніше розчин або змішати два розчини для приготування розчину іншої концентрації.

Розбавлення розчинів проводять таким чином:

1) у мірну колбу (найчастіше на 1 дм^3) поміщають певний об'єм розчину вищої концентрації (як правило, від 10 см^3 до 100 см^3);

2) доливають мірну колбу розчинником (водою або ін.) до мітки;

3) розчин ретельно перемішують.

4) якщо мають справу із розчинами кисло та лугів, то розчин вищої концентрації доливають у розчинник (воду) невеликими порціями, а потім доводять водою до мітки також невеликими порціями, щоб уникнути перегріву розчину і колби.

Об'єм розчинника, який необхідно долити до розчину вищої концентрації, розраховують за правилом середньозваженого із формули як V_2:

$$\overline{W}=\frac{W_1\cdot V_1\cdot \rho_1+W_2\cdot V_2\cdot \rho_2}{V_1\cdot \rho_1+V_2\cdot \rho_2}. \quad (4.6)$$

де $\overline{W}$ - концентрація розчину, яку потрібно отримати, % (моль-екв/дм^3);

W_1, W_2 – відповідно концентрації розчинів, які змішуємо (якщо змішуємо воду із розчином речовини, то для води W_2=0), %

V_1, V_2 – відповідно об'єми розчинів, які змішуємо (один об'єм, як правило, відомий, інший (об'єм розчинника чи існуючого розчину певної концентрації) – потрібно знайти), дм^3;

ρ_1, ρ_2 – відповідно густина розчинів, які змішуємо (для води ρ_2=1,00 г/см^3), г/см^3.

Перевірка концентрації приготовленого розчину солі. Звичайно визначають густину розчину ареометром і порівнюють отримане значення з табличними даними. Якщо розчин має концентрацію меншу заданої, то до нього додають необхідну кількість солі, якщо концентрація більша заданої — додають воду.

Точні розчини солей готують для аналітичних цілей, як правило, молярної концентрації. При зберіганні багато точних розчинів можуть змінюватися під дією світла, кисню повітря чи ін Такі точні розчини періодично перевіряють *титруванням.*

Національний університет

2.3. Техніка приготування робочих розчинів кислот

Приблизні розчини. Звичайно в лабораторії готують розчини соляної, сірчаної, азотної, оцтової кислот. Концентрована соляна кислота (39,11%) на повітрі швидко випаровується, тому з нею потрібно працювати у витяжній шафі.

При приготуванні розчинів кислоти слід пам'ятати, що потрібно доливати кислоту до води, а не навпаки» оскільки при розбавленні відбувається сильне нагрівання» і якщо долити воду до кислоти, можливе бурхливе закипання і викид бризок з посуду на одяг, шкіру, і т. д. Це пов'язано із тим, що густина кислоти більша за густину води, тому влита у воду кислота поступово опускатиметься вниз і нагрівання відбуватиметься повільно.

Точні розчини кислот готують із хімічно чистих реактивів. Необхідну кількість концентрованих кислот беруть за об'ємом, обчисленим на основі густини. Відміряють концентровані кислоти циліндром. Точні розчини зберігають у щільно закритих колбах. Для перевірки нормальності кислоти застосовують стандартні розчини титрантів (кислий вуглекислий калій КНСОз), які виготовляють із фіксаналів.

2.4. Техніка приготування робочих розчинів лугів

Приблизні розчини. В лабораторній практиці найчастіше доводиться готувати розчини гідроксиду натрію NaOH, КОН використовується менше. Розчини аміаку бувають майже завжди готовими.

При розчиненні лугу відбувається сильне виділення тепла, тому розчин потрібно весь час перемішувати скляною паличкою. Концентровані луги роз'їдають шкіру, взуття та одяг. Шматки лугу слід брати щипцями, пінцетом або в гумових рукавицях. Рекомендується готувати спочатку концентровані розчини лугу густиною 1,35-1,45 г/см^3, тобто 32-40%-ні. Домішки в таких концентрованих розчинах осідають на дно. Відстояний розчин обережно переливають в інший посуд. Ареометром визначають густину розчину і відшукують у таблиці концентрацію лугу. Розбавлення проводять, використовуючи описані вище способи розрахунку. Оскільки концентровані розчини лугів дуже вилужують скло бутлів, слід внутрішню їх поверхню покрити парафіном.

Точні розчини готують з хімічно чистих лугів, які практично не містять домішок. Луг розчиняють, як вказано вище, і установлюють концентрацію за допомогою титрування точним розчином кислоти. Титр розчину лугу краще всього встановлювати за розчином щавлевої кислоти (С2Н2О4-2Н20).

Щавлеву кислоту слід два рази перекристалізувати, перш ніж з неї готувати точний розчин.

Національний університет

2.5. Техніка застосування фіксаналів

Фіксанали — це заздалегідь приготовлені та запаяні в скляні ампули точно зважені кількості реактиву, необхідного для приготування 1 $дм^3$ 0,1 М або 0,01М розчину. Щоб приготувати точний розчин, необхідно спочатку старанно обмити ампулу та витерти її. В мірну колбу місткістю 1 $дм^3$ вставляють лійку з вкладеним у неї бойком, гострий кінець якого спрямований вверх. Ампулі дають вільно падати, щоб дно її розбилося об гострий кінець бойка. Потім цю ампулу старанно промивають дистильованою водою і доводять розчин до мітки.

Лужні фіксанали придатні протягом певного строку, який вказується на етикетці. Сухі препарати можуть зберігатися необмежений час.

2.6. Техніка титрування

Титрування - це процес поступового контрольованого доливання розчину з точно відомою концентрацією до певного об'єму іншого розчину.

Під час титрування колбу треба тримати правою рукою, а лівою управляти краном бюретки, щоб рідина стікала рівномірно. При титруванні велике значення має швидкість додавання розчину. Для перемішування титрованого розчину зручно застосовувати магнітні мішалки. Кінець титрування визначають за зміною забарвлення розчину. Слід пам'ятати кілька правил титрування.

1. Титровані розчини повинні бути свіжими. Не дозволяється їх тривале зберігання.

2. Титровані розчини при зберіганні змінюють свій титр, тому його слід періодично перевіряти.

3. 3. Титр розчинів КМп04 потрібно установлювати не раніше, ніж через 3-4 дні після приготування.

4. 4. Титровані розчини лугів потрібно зберігати в бутлях, покритих всередині парафіном, і захищати від дії двоокису вуглецю.

Індикаторами називають речовини, як застосовують для визначення реакції.

Індикатори готують у вигляді водних, водно-спиртових або спиртових розчинів. Зміна забарвлення індикатора залежить від зміни концентрації іонів водню, причому кожний індикатор змінює забарвлення лише в певних інтервалах pH. Кінець титрування визначають або за зміною забарвлення (метиловий оранжевий), або за зникненням чи його появою (фенолфталеїн).

Для визначення реакції середовища використовують індикаторний папір. Для цього на нього наносять краплю розчину за допомогою скляної

Національний університет водного господарства та природокористування

палички або тонкого капіляра. Індикаторний папір універсальний і дозволяє визначати pH в інтервалі 1-10.

3. Аналіз і підведення підсумків заняття

Зробіть висновки про основні відмінності приготування робочих розчинів процентної масової та об'ємної концентрації, розчинів нормальної та молярної концентрації. Чим відрізняється основні принцип розрахунку маси, о'єму та техніки приготування розчинів солей, кислот та лугів?

Список рекомендованої літератури:

Базова:

1. Гриб Й.В., Клименко М.О. та ін. Відновна гідроекологія порушених річкових і озерних систем. Т. І. Рівне. "Волинські обереги". 1999 – 347 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Загальна екологія з основами неосферології» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишньодго середовища та збалансоване природокористування» денної і заочної форми навчання / А.М.Прищепа, Л.В.Клименко, М.А.Михальчук, І.М.Борщевська, Рівне: НУВГП.- 2010. - 33 с.

Допоміжна:

3. Робоча програма навчально-дослідної лабораторної практики студентами ІІ-го курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Рівне: НУВГП. – 2012 - 10 с.