

ЗМІСТ

Передмова	5
Загальні правила виконання лабораторних робіт	7
Правила техніки безпеки в хімічній лабораторії	10
Правила виконання розрахунків за результатами вимірювань	12
Статистична обробка результатів аналітичних вимірювань	15
Гравіметричний аналіз	19
<i>Лабораторна робота № 1.</i> Аналітичні терези, вправи зі зважування	22
<i>Лабораторна робота № 2.</i> Визначення кристалізаційної води у кристалогідраті $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	26
<i>Лабораторна робота № 3.</i> Визначення Барію у кристалогідраті $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	29
<i>Лабораторна робота № 4.</i> Визначення Ніколу з диметилгліоксимом	33
Титриметричний аналіз	36
<i>Лабораторна робота № 5.</i> Визначення вмісту натрій гідроксиду методом кислотно-основного титрування	40
<i>Лабораторна робота № 6.</i> Визначення вмісту натрій гідроксиду та натрій карбонату при їх сумісній присутності	45
<i>Лабораторна робота № 7.</i> Визначення складу сольової суміші $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaCl}$	49
<i>Лабораторна робота № 8.</i> Визначення вмісту HCl і H_3BO_3 при їх сумісній присутності	51
<i>Лабораторна робота № 9.</i> Визначення твердості води методом комплексонометрії	53
<i>Лабораторна робота № 10.</i> Визначення вмісту Ферум (III) методом комплексонометрії	56
<i>Лабораторна робота № 11.</i> Визначення вмісту Ферум (II) у солі Мора методом перманганатометрії	58
<i>Лабораторна робота № 12.</i> Визначення вмісту аскорбінової кислоти у водних розчинах методом йодометрії	61
<i>Лабораторна робота № 13.</i> Визначення вмісту натрій хлориду у кам'яній солі методом осадження (спосіб Мора)	63
Фізико-хімічні методи аналізу	66
Електрохімічні методи аналізу. Прямая потенціометрія	69
<i>Лабораторна робота № 14.</i> Визначення рН водних розчинів методом йонметрії	72

<i>Лабораторна робота № 15. Визначення флуоридів методом йонометрії</i>	<i>76</i>
<i>Потенціометричне титрування</i>	<i>79</i>
<i>Лабораторна робота № 16. Потенціометричне титрування кислот і основ</i>	<i>81</i>
<i>Лабораторна робота № 17. Визначення Ферум (II) у присутності Ферум (III)</i>	<i>84</i>
<i>Оптичні методи</i>	<i>86</i>
<i>Лабораторна робота № 18. Фотометричне визначення Fe (III) у формі тіоціанатного комплексу</i>	<i>91</i>
<i>Лабораторна робота № 19. Визначення Ферум (III) із сульфосаліциловою кислотою</i>	<i>94</i>
<i>Лабораторна робота № 20. Фотометричне визначення Титан (IV) методом порівняння</i>	<i>96</i>
<i>Лабораторна робота № 21. Визначення вмісту Купруму і Цинку у природній воді методом атомно-абсорбційної спектроскопії</i>	<i>98</i>
<i>Йонобмінна хроматографія</i>	<i>102</i>
<i>Лабораторна робота № 22. Визначення вмісту йонів Натрію методом йонобмінної хроматографії</i>	<i>103</i>
<i>Лабораторна робота № 23. Визначення методом йонобмінної хроматографії йонів Натрію й амонію при їх сумісній присутності</i>	<i>105</i>
<i>Практичне застосування методів кількісного аналізу</i>	<i>108</i>
<i>Робота 1. Визначення кислотності ґрунту</i>	<i>109</i>
<i>Робота 2. Визначення вмісту гумусу у ґрунті</i>	<i>111</i>
<i>Робота 3. Визначення нітратів і флуоридів у ґрунті</i>	<i>114</i>
<i>Робота 4. Визначення вмісту флуоридів у природній воді методом добавок</i>	<i>116</i>
<i>Робота 5. Визначення вмісту Cr (III) і Cr (VI) у поверхневих водах ..</i>	<i>118</i>
<i>Робота 6. Визначення сульфатів у природній воді методом фототурбідиметрії</i>	<i>120</i>
<i>Робота 7. Визначення поверхнево-активних речовин у забруднених водах</i>	<i>122</i>
<i>Робота 8. Визначення окиснюваності природної води</i>	<i>125</i>
<i>Робота 9. Визначення хлору у воді</i>	<i>127</i>
<i>Робота 10. Визначення Нітрогену у мінеральних добривах</i>	<i>129</i>
<i>Робота 11. Визначення P_2O_5 у суперфосфаті</i>	<i>131</i>
<i>Робота 12. Визначення H_2O_2 у пергідролі</i>	<i>134</i>
<i>Додатки</i>	<i>136</i>
<i>Список використаної та рекомендованої літератури</i>	<i>141</i>

ПЕРЕДМОВА

Курс аналітичної хімії входить до циклу дисциплін природничої або практичної підготовки фахівців з природничих спеціальностей у вищих навчальних закладах.

У вивченні аналітичної хімії значна увага приділяється лабораторному практикуму, який надає можливість студентам оволодіти комплексом практичних навичок та умінь при виконанні експериментальних робіт з хімічного аналізу.

Одним із основних завдань аналітичної хімії є визначення та ідентифікація речовини. Мета кількісного аналізу – визначення кількості складових частин речовини та їх співвідношення. Методи кількісного аналізу знайшли широке застосування в дослідженнях природничих наук, а також у галузях прикладної діяльності людини.

Основу будь-якого кількісного експериментального дослідження складає точне вимірювання. Таким є вимірювання маси речовини за допомогою дуже точного приладу – аналітичних терезів. Висновки про кількісний склад речовини можна зробити, вимірюючи не тільки масу речовини, але й інші фізичні властивості – оптичні, електричні, магнітні, які є функцією кількості речовини. Множину методів кількісного аналізу, залежно від досліджуваних властивостей, класифікують на три групи, які мають умовні межі поділу: хімічні, фізичні, фізико-хімічні.

Пропонований лабораторний практикум укладено відповідно до навчальної програми з аналітичної хімії для студентів природничих спеціальностей.

У навчальному посібнику наведені лабораторні роботи, які знайомлять студентів з хімічними методами кількісного аналізу – гравіметричним та титриметричним, а також з фізико-хімічними методами – електрохімічними та оптичними. Навчальний посібник містить децю більшу кількість лабораторних

робіт, ніж цього дозволяє плановий обсяг академічних годин. Це дає можливість викладачу, керуючись практичними можливостями, планувати до виконання лабораторні роботи за вибором. Крім того, у посібнику є розділ, де наведені методики аналітичних робіт прикладного характеру, які можуть бути використані в індивідуальній науково-дослідній роботі студентів.

При укладенні посібника використані навчальні видання і збірники стандартизованих методик хімічного аналізу. Всі лабораторні роботи апробовані у навчальному лабораторному практикумі. Методики, покладені в основу лабораторних робіт, передбачають використання малих кількостей речовин, що відповідає сучасній тенденції впровадження у лабораторний практикум напівмікрометоду.

Опис лабораторних робіт поданий за такою схемою: теоретичне обґрунтування методу аналітичного визначення, мета і завдання роботи, засоби виконання роботи, хід роботи (методика аналітичного визначення), розрахунки за результатами вимірювань. До кожної лабораторної роботи наведені контрольні запитання, які дають змогу студентам більш повно зрозуміти сутність та зміст теоретичних основ та практичних понять методів кількісного аналізу, а також орієнтують їх на самостійну роботу з навчальною літературою.

У таблицях додатків наведений довідковий матеріал, необхідний для виконання розрахунків за результатами аналітичних вимірювань.

У посібнику використовується сучасна хімічна термінологія і номенклатура, система позначень, які рекомендовані українською національною комісією з хімічної термінології і номенклатури.

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи з аналітичної хімії є складовою частиною програми навчальної дисципліни. Мета лабораторного практикуму – одержання студентами нових знань, набуття навичок моделювання та проведення аналітичного експерименту, наукове пояснення результатів хімічного аналізу.

На початку лабораторного практикуму студент повинен бути ознайомлений з правилами техніки безпеки праці у хімічній лабораторії та володіти основними прийомами техніки хімічного експерименту.

Успішне виконання лабораторної роботи передбачає достатню теоретичну підготовку студента, яка досягається на практичних заняттях і за рахунок самостійної роботи. Проведення хімічного аналізу потребує впевненого розуміння процесів, на яких ґрунтуються хіміко-аналітичні операції.

Важливу роль, інколи навіть визначальну, відіграє вміння експериментатора використовувати обладнання та реактиви, підтримувати у належному порядку робоче місце, а також раціонально планувати робочий час.

Для успішного виконання лабораторних робіт слід дотримуватись таких правил та рекомендацій:

- запорукою досягнення мети лабораторної роботи є чистота і порядок на робочому місці, ретельність та охайність у виконанні експериментальних операцій;
- лабораторне обладнання, хімічний посуд повинні відповідати вимогам методики аналізу. Скляний посуд необхідно тримати чистим, перед початком роботи – ретельно мити миючими засобами. Необхідно слідкувати за чистотою реактивів загального та індивідуального користування. Слід пам'ятати: одна з причин похибки в результаті аналізу – це забруднені реактиви та посуд;

- під час виконання роботи треба бути уважними і зосередженими. Необережність, неуважність, порушення правил поведінки можуть призвести не лише до помилок у роботі, але й до нещасного випадку;
- у роботі з реактивами слід знати їхні хімічні та фізичні властивості. Звертають увагу на кваліфікацію реактивів, для сухих речовин беруть до уваги наявність кристалізаційної води, для рідин та розчинів – густину та концентрацію;
- для приготування розчинів використовують спеціальний вимірювальний посуд, попередньо ознайомившись з прийомом роботи з посудом спеціального призначення. Приготування розчинів у великих кількостях не допускається;
- розчинення летких, або отруйних речовин, а також розбавлення концентрованих розчинів кислот та лугів виконують у витяжній шафі, дбаючи про безпеку особисту та інших присутніх у лабораторії;
- слідкуйте за тим, щоб усі реактивні банки й склянки мали етикетки з написом назви речовини та її вмісту;
- приступаючи до виконання лабораторної роботи, необхідно повністю уявляти хід роботи і бути переконаним у повному розумінні деталей експерименту. При виконанні роботи необхідно дотримуватись методики аналізу як у послідовності, так і в умовах виконання дослідів. Можливі зміни у методиці аналізу можуть бути внесені тільки з дозволу викладача;
- раціонально використовуйте робочий час, деякі операції експерименту можуть бути поєднані у часі, якщо це не суперечить правилам техніки безпеки;
- результати вимірювань і спостережень потрібно реєструвати в робочому журналі, не користуючись чернетками та не покладаючись на пам'ять. Для встановлення похибки визначення результату аналізу математично обробляють;
- результати вимірювань та обчислень рекомендується подавати у формі таблиці, стовпці і рядки якої повинні мати нумерацію або назву вимірюваної величини. Для встановлення закономірності результати вимірювань та обчислень доцільно зображувати графічно. Графіки, виконані на окремих аркушах міліметрового або діаграмного паперу, слід підклеювати до лабораторного журналу.

З метою раціонального використання результатів експерименту та ефективного сприйняття письмової інформації рекомендується уніфікована форма і послідовність запису виконання лабораторної роботи та результатів вимірювань.

1. Дата виконання роботи.
2. Назва лабораторної роботи (експерименту).
3. Визначення мети і завдань роботи.
4. Коротке теоретичне обґрунтування і хід виконання роботи (за необхідності виконуються попередні розрахунки, замальовується схема установки для експерименту).
5. Таблиці для безпосереднього запису результатів вимірювань та попередніх розрахунків.
6. Обчислення за результатами вимірювань. Побудова графічних залежностей. Визначення похибки аналітичного визначення.
7. Висновки.

Лабораторна робота вважається завершеною після складання усного звіту викладачу про основні результати експерименту та висновки.

Результати виконання лабораторної роботи оцінює викладач, враховуючи теоретичний рівень підготовки студента, правильність виконання методики аналізу, точність отриманих результатів.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Робота в хімічній лабораторії передбачає використання хімічних реактивів, які є отруйними та вогнєнебезпечними. Під час виконання експериментальних робіт користуються водою, газом та електроприладами, тому на початку лабораторного практикуму студенти повинні отримати вказівки викладача щодо особливостей роботи в хімічній лабораторії та інструкцію з правил техніки безпеки.

Правила техніки безпеки містять такі вимоги та рекомендації:

1. Необхідно знати місцезнаходження в лабораторії електроприладів та небезпечних реактивів, уміти застосовувати найпростіші засоби пожежогасіння та надавати першу медичну допомогу.
2. У хімічній лабораторії заборонено працювати та залишатися одному.
3. У хімічній лабораторії слід працювати у робочому спецодязі (халаті).
4. У лабораторії заборонено виконувати досліді, які не передбачені лабораторною роботою.
5. Лабораторне обладнання, прилади, установки спеціального призначення використовуються з дозволу викладача чи лаборанта після ознайомлення з порядком роботи.
6. Досліді із застосуванням концентрованих розчинів кислот, а також інших реагентів, які містять леткі токсичні речовини, – амоніак, бром, хлор, оксиди Нітрогену, оксиди Сульфуру та ін., необхідно виконувати у витяжній шафі.
7. Не можна залишати без нагляду електронагрівальні прилади, водяні бані, газові пальники з полум'ям.
8. Неприпустимим є виконання дослідів із вогнєнебезпечними речовинами поблизу пальника з відкритим полум'ям.

9. Гарячі предмети слід ставити на керамічну плитку чи спеціальні термостійкі підставки.
10. При нагріванні розчинів у пробірці слід користуватися пробіркотримачем, уникаючи місцевого перегрівання рідини. Нагрівання безпечніше здійснювати на водяній бані.
11. При вимірюванні об'єму летких і отруйних рідин слід користуватися мірними циліндрами і піпетками з гумовою грушею.
12. Для виконання операцій із термoeфектами (нагрівання, приготування розчинів) використовуйте тільки термостійкий тонкостінний скляний та фарфоровий посуд.
13. Нагрівання водних розчинів слід здійснювати у скляному термостійкому посуді на електроплитках.
14. У випадку попадання на шкіру розчину концентрованої кислоти, уражену ділянку тіла ретельно витріть сухою серветкою і змийте великою кількістю води, після чого промийте розбавленим розчином питної соди. Розчин лугу змивайте до зникнення відчуття мильної слизькості. У разі відчуття опіку необхідно звернутися до лікаря.
15. Потрібно економно витрачати хімічні реактиви, дистильовану воду, електроенергію, газ.
16. У лабораторії не слід вживати їжу, а також пити воду з хімічного посуду.
17. Після закінчення лабораторної роботи необхідно навести порядок на робочому місці й ретельно вмити руки.
18. Студенти, які свідомо порушують правила техніки безпеки, до роботи у хімічній лабораторії не допускаються.