МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В.І.СТАРОСТА, В.М.СОМОВ, Ж.О.КОРМОШ

ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З ХІМІЇ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Навчальний посібник

Луцьк – 2011

УДК 54 (075.8)
ББК 74.265.7я73
С-77

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(№ 1/11-3555 від 11.05.2011 р.)

Автори:

Староста Володимир Іванович, *доктор педагогічних наук, кандидат хімічних наук, професор кафедри фізичної та колоїдної хімії Ужгородського національного університету,*

Сомов Віктор Миколайович, *доцент кафедри аналітичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки*,

Кормош Жолт Олександрович, *кандидат хімічних наук, професор, завідувач кафедри аналітичної хімії, заступник декана хімічного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки*

Рецензенти:

Неділько Сергій Андрійович, доктор хімічних наук, професор кафедри неорганічної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Лявинець Олександр Семенович доктор хімічних наук, професор, декан хімічного факультету Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича;

Дем'янчук Олександр Никанорович, доктор педагогічних наук, професор, проректор з науково-методичної роботи Луцького інституту розвитку людини відкритого міжнародного університету „Україна"

Староста В.І., Сомов В.М., Кормош Ж.О. Проведення занять з хімії в середніх та вищих навчальних закладах. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Луцьк: РВВ "Вежа" Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, – 2010. – 231 с.

Посібник містить основну необхідну інформацію для проведення перших уроків з хімії в школі студентами хімічних факультетів та занять у вищій школі (лекції, практичні, лабораторні заняття) – майбутніми магістрами хімії. Рекомендована форма навчальних занять у вузі з курсу «Методика викладання хімії» та інших курсів методичного спрямування – ділові ігри, що створює умови для максимальної інтенсифікації навчального процесу, розумового розвитку студентів. Представлені сучасні розробки вчителів-методистів, науковців, в т.ч. авторів.

Для студентів вищих навчальних закладів, вчителів хімії.

ISBN 978-966-600-578-9
ISBN 978-966-600-5 (серія)

© Староста В.І., 2011
© Сомов В.М., 2011
© Кормош Ж.О., 2011

ЗМІСТ

Передмова…… 5
1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 6
1.1.Підготовка до уроку в загальноосвітній школі .....…… 6
1.2.Конспект уроку. Проведення уроку…..…….. 7
1.3. Приклади конспектів уроків з хімії..... 9
1.3.1. Прості й складні речовини. Хімічні формули 9
1.3.2. Алюміній як хімічний елемент і проста речовина 13
1.3.3. Реакції обміну між електролітами.Йонні рівняння..... 21
1.4. Підготовка до занять у вищій школі ……..... 26
1.4.1. Лекція ……..... 26
1.4.2. Лабораторне заняття ……..... 29
1.4.3. Семінарське (практичне) заняття ……..... 30
1.5.Аналіз навчальних занять …… 31
1.5.1. Аналіз уроку…… 31
1.5.2. Методика психолого-педагогічного аналізу діяльності учителя 33
1.5.3. Аналіз лекції…… 36
1.5.4. Аналіз практичного (семінарського, лабораторного) заняття.... 37
1.6. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті……..... 38
1.7.Основне обладнання хімічного кабінету (лабораторії)……..... 38
1.7.1.Ваги та зважування…… 38
1.7.2.Лабораторні нагрівальні прилади…… 39
1.7.3.Хімічний посуд та поводження з ним…… 41
1.7.4.Фільтрування …… 48
1.7.5. Загальні прийоми роботи з газами.....……. 51
1.8.Основні застережні заходи під час роботи в хімічному кабінеті (лабораторії) …… 57
1.9. Правила надання першої медичної допомоги……..... 58
2.ОРІЄНТОВНІ СХЕМИ ДЕЯКИХ УРОКІВ 59
2.1.Явища фізичні і хімічні……..... 59
2.2.Кисень: добування, властивості…… 61
2.3.Водень: добування, властивості…… 65
2.4.Хлороводнева кислота…….....…… 68
2.5.Луги: добування, властивості…… 69
2.6.Генетичний зв’язок між класами неорганічних сполук…… 70
2.7.Швидкість хімічних реакцій……..... 72
2.8.Періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д.І.Менделєєва з точки зору будови атома……..... 74
2.9.Електроліти і неелектроліти. Електролітична дисоціація……. 82
2.10.Гідроліз солей…….. 85
2.11.Алюміній……. 86
2.12.Оксид і гідроксид алюмінію, їх амфотерність……. 88

2.13.Сульфатна кислота…….. 89
2.14.Виробництво сульфатної кислоти……. 91
2.15. Амоніак (аміак) ……. 93
2.16. Промисловий синтез амоніаку (аміаку) ……..……. 96
2.17. Оксиди карбону і силіцію……..…… 97
2.18. Визначення Карбону, Гідрогену і Хлору в органічних речовинах 99
2.19.Етенові вуглеводні……. 100
2.20.Промисловий синтез етанолу…….... 101
2.21.Фенол…….. 102
2.22.Білки…… 103
3. МОДЕЛЮВАННЯ УРОКІВ З ХІМІЇ 106
3.1. Перелік завдань для розробки моделі уроку з хімії……. 106
3.2. Перелік тем уроків з хімії для їх моделювання……. 106
4. МЕТОДИКА АКТИВНОГО ТА ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ 108
4.1. Діяльності викладача при застосуванні методик активного та інтерактивного навчання 108
4.2. Групова навчальна діяльність 110
5. МЕТОДИКА РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ДЕЯКИХ ЗАВДАНЬ З ХІМІЇ 118
5.1. Методика розв’язування та складання задач з теми “Обчислення за хімічними формулами речовин”..... 118
5.2. Методика розв’язування та складання задач з теми “Обчислення за рівнянням хімічної реакції”..... 130
5.3 Методика розв’язування та складання задач з теми “Встановлення формули речовини”..... 139
5.4 Методика розв’язування та складання задач з теми “Суміші”..... 154
5.5 Методика розв’язування та складання задач з теми “Розчини”..... 162
6. ЛІТЕРАТУРА 171
Додаток 1. Основні завдання при вивченні шкільного курсу хімії…… 174
Додаток 2. Основні типи уроків та їх орієнтовна структура..... 175
Додаток 3. Схеми аналізу для розв’язування та складання деяких задач 178

“Ми маємо справу з найскладнішим, неоціненним, найдорожчим, що є в житті, – з людиною. Від нас, від нашого вміння, майстерності, мистецтва, мудрості залежить її життя, здоров’я, розум, характер, воля, громадянське й інтелектуальне обличчя, її місце і роль у житті, її щастя”.

В.О.Сухомлинський

ПЕРЕДМОВА

Підготовка та проведення занять – основна форма діяльності вчителя у загальноосвітній, викладача – у вищій школі. Тому мета даного посібника – допомогти студентам хімічного факультету в підготовці та проведенні навчальних занять з хімії. Для студентів – це форма інтеграції та реалізації на практиці знань та умінь, отриманих як з хімічних курсів, так і з курсів психології, педагогіки, методики викладання хімії, це важливий етап формування початкового педагогічного досвіду.

Перші заняття – найважчі, досвід приходить з роками. Основний акцент в посібнику зроблено на проведенні уроків, оскільки через даний етап проходять всі студенти, меншу частку займають питання проведення занять у вищих навчальних закладах , які адресовані майбутнім магістрам хімії. Щоб полегшити адаптацію студентів до такої форми навчальної діяльності (підготовка, проведення, моделювання та аналіз уроків різних типів) в посібнику зібрані різноманітні рекомендації, орієнтовні схеми проведення окремих уроків, які накопичені з досвіду практичної роботи вчителів, науковців-методистів України, в т.ч. авторів. Проте представлений матеріал в посібнику не догма, – кожен студент на всіх етапах навчальної діяльності може вносити зміни (що є дуже бажаним) в пропоновані схеми з урахуванням різних факторів.

На сучасному етапі розвитку національної освіти зміст шкільного курсу хімії перебуває в стані постійного оновлення, відповідно певні зміни проходять і у вищій школі (наприклад, відзначимо активізацію процесів гуманізації і гуманітаризації природничих дисциплін), через це можливі деякі зміни та доповнення в змісті, структурі навчальних занять, які визначатиме викладач.

Автори

1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
1.1. Підготовка до уроку в загальноосвітній школі

Лабораторні заняття з курсу проходять у формі ділових ігор – моделювання та проведення уроків з хімії. Студенти моделюють роботу вчителя, рецензента, учнів класу.

Основні етапи підготовки до проведення уроку:

1. Робота з програмою, яка є основним навчально-методичним документом учителя (прочитати пояснювальну записку до програми, визначити місце даного уроку в системі уроків навчальної теми, заплановані згідно програми демонстрації чи лабораторні досліди тощо, вимоги до знань і умінь учнів , можливий тип уроку за дидактичною метою).

2. Визначити мету та основні завдання (освітні, розвитку та виховання). Мета уроку визначається на один урок, а деколи і на кілька пов'язаних одною темою уроків. Конкретизацію завдань(див. додаток 1).

Для практиканта та молодого вчителя буде корисна орієнтовна схема для алгоритмізації визначення мети уроку (пропуски заповнюються в залежності від типу уроку, змісту навчального матеріалу та методів навчання чи контролю знань):

Вивчити… Дати поняття про …Ознайомити з … Сформувати уявлення про… Поглибити знання учнів про … Забезпечити формування таких знань (умінь, навичок), як … Повторити такі основні питання, що вивчались на попередньому уроці, як … Повторити такі опорні поняття, як… Закріпити … Систематизувати та узагальнити знання учнів з …Сформувати (або розвивати) в учнів вміння складати …, записувати …, працювати з …, порівнювати…, аналізувати…, виділяти головне в …, узагальнювати …, систематизувати…, виявляти причинно-наслідкові зв'язки між …; робити висновки; застосовувати отримані знання з … на практиці (або при виконанні завдань різного ступеня складності), висловлювати гіпотези про…, передбачати…, пояснювати…, аргументувати…, прогнозувати … Вчити застосовувати знання для формування умінь таких, як… . Продовжити розвивати вміння … і формувати навички…Забезпечити формування таких умінь і навичок для проведення хімічного експерименту, як… Розвивати пам'ять, спостережливість, акуратність, вміння самостійно працювати, тощо. Вчити працювати з навчальною та додатковою літературою з … Сформувати досвід застосування отриманих знань з інших предметів при вивченні (або закріпленнні) … Максимально використати життєвий досвід учнів та їх знання з …(інші навчальні предмети) при вивченні (або при повторенні, закріпленні, систематизації, узагальненні)… Сформувати алгоритм розв′язування (проведення визначення, встановлення формули, проведення характеристики тощо)… Перевірити рівень знання опорних понять …, засвоєння матеріалу …, рівень осмисленості знань…, вміння застосовувати навчальний матеріал з …в аналогічних чи нових ситуаціях, вміння проводити пояснення з…, вміння ілюструвати відповідь прикладами про … тощо.

Сприяти формуванню людяності, взаємоповаги при проведенні дискусії з проблем …, активної життєвої позиції при розгляді …, розвивати патріотизм та інтернаціоналізм при вивченні досягнень вчених …, проводити екологічне виховання при вивченні…, виробляти необхідні санітарно-гігієнічні вміння при вивченні …

3. Визначити зміст уроку згідно поставленої мети, тобто відповісти на питання “Що вчити на уроці?”. Необхідно добре вивчити тему уроку з підручника; намагайтесь працювати з підручниками різних авторів. Наступний етап – опрацювання інших джерел інформації – енциклопедії, довідники, монографії, науково-популярна література, періодичні видання. В.О.Сухомлинський зазначав з цього приводу: “Удосконалення педагогічної майстерності кращих вчителів якраз і зумовлене тим, що систематичне читання безперервно поповнює море їхніх знань. Якщо знання, яким володіє вчитель у перші роки своєї педагогічної діяльності, відносяться до того мінімуму знань, що його треба дати дітям, як 10:1, то до 15-20 років педагогічного стажу це співвідношення змінюється – 20:1, 30:1, 50:1 - і все це завдяки читанню. Шкільний підручник стає з кожним роком усе меншою й меншою краплею в морі знань педагога. Справа тут не тільки в кількісному зростанні теоретичних знань учителя. Кількість переходить у якість: чим ширший фон, на якому шкільний підручник виглядає як маленький промінь, в яскравому потоці світла, тим помітніша та професійна якість, яка створює фундамент педагогічної майстерності: здатність розподіляти увагу в процесі викладу матеріалу на уроці (розповіді, лекції)”. Визначте зміст навчального матеріалу, що потребує реалізації міжпредметних зв’язків чи життєвого досвіду учнів.

Значну інформацію особливо цікаву та пізнавальну можна зібрати через пошукові системи інтернету (Пошукові системи: http://www.yahoo.com/ або http:/www.alhimik.ru. Journal Chemical Education – наприклад, http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2001/Apr/Index.html Chemie in der Schule www.Chemie. Chemisty and Ecology http:www.erlbaum.com/ або http:www.gbhap.com Хімічна дидактика http://www.theochem.uni-duisburg.de/DC. Інформація про всі нукліди http://atom.kaeri.re.kr/. Хімічні елементи в коміксах http://www.uky.edu/Projects/Chemcomics/. Хімічна освіта http://catalog.alledu.ru/predmet/chemistry/ та ін.).

4. Тепер ви знаєте “Що вчити на даному уроці?”, але не знаєте “Як вчити на даному уроці?”. В залежності від поставленої мети, визначеного змісту навчання та деяких інших факторів (рівень вашого досвіду, рівень класу, час на вивчення даної теми, можливості хімічного кабінету та ін.) необхідно провести підбір методів та прийомів навчання, форм взаємодії з класом на всіх етапах уроку згідно обраного типу уроку, провести розподіл часу на кожен етап уроку. Структуру основних типів уроків див. додаток 2. Необхідно ретельно ознайомитись з методичною літературою (монографії, публікації в журналах

“Химия в школе”, “Біологія і хімія в школі”, газета “Хімія” та інші джерела за вказівкою викладача), де висвітлені шляхи вивчення теми.

5. Підібрати необхідні засоби навчання для даного уроку (обладнання, реактиви, роздатковий матеріал, завдання для самостійних чи контрольних робіт, посібники тощо). Добре вивчити хід виконання демонстрацій, учнівських дослідів, самостійно провести їх попередньо, щоб впевнитись в можливості реалізації та безпечності. Намагайтесь проводити учнівський експеримент з використанням малих кількостей речовин за методикою А.О.Белікова.

6. Написати конспект уроку. За кілька днів до проведення уроку показати підготовлений конспект викладачу, при необхідності внести необхідні зміни та корективи в залежності від зауважень викладача.

1.2. Конспект уроку. Проведення уроку

«Найважливіше завдання цивілізації – навчити людину мислити»

Т.Едісон

Пам’ятайте, що конспект уроку ви пишете для себе; тому включайте в конспект не формальну інформацію, а те, що вам необхідно для проведення уроку і досягнення запланованої мети. Це ваш компас на уроці. Чи можна користуватись конспектом на уроці? – Ви можете і повинні користуватись всім можливим, що сприяє досягненню вашої мети, але, зрозуміло, що не можна перетворювати урок в читання конспекту.

Основні структурні елементи конспекту студента-практиканта:

Конспект уроку з хімії в ….. класі …… студента ……курсу хімічного факультету …… (П.І.П/Б) на тему……

і далі згідно наведеної загальної структури

1. Тема уроку, дата, клас, прізвище студента (див.вище).

2. Мета (завдання) уроку (освітня, виховна, розвитку).

3. Тип уроку .

4. Обладнання та реактиви.

5. План уроку і його структура (ця частина не обов’язкова і включається на ваш розгляд, так як в ході уроку зазначений план і структура відтворюються).

6. Хід уроку.

Дана частина конспекту, а вона є основна, планується залежно від обраного типу уроку (нижче описаний орієнтовний хід комбінованого типу уроку). Обов ′язково необхідно зазначити тривалість для кожного етапу уроку.

Якщо клас працюватиме над матеріалом попереднього уроку (домашнє завдання), то в конспекті мають бути зазначені всі заплановані завдання, форми і методи перевірки домашнього завдання, актуалізації опорних знань учнів для вивчення нового навчального матеріалу. Звертати увагу на чіткість, ясність і правильність при формулюванні питань. Враховувати при опитуванні індивідуальні особливості учнів та особливості класу в цілому.

Продумати і вказати в конспекті мотивацію навчальної діяльності; засоби і прийоми активізації пізнавальної діяльності учнів при викладі нового матеріалу; місце запланованих демонстрацій чи лабораторних дослідів з необхідним коментарем (або демонстрацію інших засобів наочності); висновки по ходу уроку тощо.

В ході ведення уроку старайтесь уникати монотонності і шаблонного викладу матеріалу. Намагайтесь вести урок логічно, доступно, з використанням різноманітних засобів наочності. Не викладайте матеріал догматично, супроводжуйте виклад поясненнями своїми чи спільно з учнями класу; максимально використовуйте життєвий досвід учнів та знання їх з інших предметів.

Найбільш ефективний метод організації навчально-виховної діяльності для більшості уроків – бесіда (проблемно-пошукова), але, одночасно, це і найбільш складна форма роботи для вчителя. Тому перші уроки значна частина студентів проводить монологічно (розповідь) із кількома заготовленими питаннями на початку та закінченні уроку. Не бійтесь ставити питання собі, класу.

Особливу увагу звертайте на ту частину уроку, де планується демонстраційний експеримент. Основні вимоги до демонстраційного експерименту: підготовленість учнів, наочність, простота, надійність, пояснюваність, техніка виконання, безпека, – все це забезпечить вам успіх в демонструванні. Використовуйте домашні спостереження учнів та домашній експеримент, – це невичерпне джерело, яке буде постійно підживляти ваш урок, створювати міцні мостики між підручником і реаліями життя.

На етапі закріплення вивченого на уроці зазначте прийоми і методи проведення цього етапу, сформулюйте необхідні питання для закріплення та аналізу засвоєння теми, умови задач та їх розв’язування. Не забувайте, що практично до кожної задачі можна скласти обернену,- використовуйте цей прийом для активізації розумової діяльності учнів. Не обмежуйтесь стандартними завданнями. Сміливо включайте на даному чи інших етапах уроку всілякі нестандартні завдання, старайтесь використовувати при можливості в залежності від уроку цікаві історичні відомості, екологічну інформацію, враховувати специфіку вашого регіону. Це сприятиме порушенню шаблонного, стереотипного ходу ведення більшості уроків, до яких звикають учні і поступово втрачають зацікавленість до вивчення хімії.

Узагальнюючий висновок урок старайтесь провести разом з класом. Оголошення оцінок учням на даному уроці та їх мотивація. Це можуть бути оцінки за виконане домашнє завдання, на етапі перевірки вивчення попереднього матеріалу чи та інших етапах уроку. Не допускайте лібералізму в оцінках, але і не занижуйте їх; оцінка повинна стимулювати учня до подальшої роботи над собою.

Оголошення домашнього завдання (чітке формулювання, мета завдання, література-посібник, перелік завдань з необхідним коментарем-поясненням чи посиланням на способи виконання аналогічних завдань). При можливості пов’язуйте домашнє завдання з темою наступного уроку. Уникайте

перевантаження учнів домашніми завданнями, враховуйте їх нахили та індивідуальні здібності.

7. Література.

Необхідно вказати весь перелік літератури (навчальна, методична, дидактична, наукова та ін.), яка була використана при підготовці до уроку та його проведенні. Звертайте увагу на ***правильність оформлення*** літературних джерел.

Студент: ……(підпис)

Конспект перевірив: ……(оцінка та підпис викладача вузу)

Даний конспект оцінює викладач не пізніше як за тиждень до проведення уроку, після чого студент допускається до проведення уроку.

Приклади конспекту та деяких схем-розробок різних типів уроків наведені нижче.

1.3. Приклади конспектів уроків з хімії

1.3.1. Прості й складні речовини. Хімічні формули.

***Тема уроку**:* «Прості й складні речовини. Хімічні формули».*

*Оскільки в сучасних умовах поширені робочі зошити різних авторів (С.В.Василенко, Г.І.Мальченко, М.М.Савчин, В.І.Староста, К.Є.Староста, Н.В.Титаренко та інших) пропонуємо розробку В.І.Старости уроку хімії для учнів сьомого класу з можливим використанням робочих зошитів.

***Мета уроку**:* Закріплення та систематизація знань вивченого матеріалу відповідно до змісту теми.

***Основні дидактичні завдання**:* – усвідомлення і застосування вивченого матеріалу відповідно до змісту теми;

– розвивати логічне мислення через виконанням прямих, аналогічних та обернених завдань на встановлення взаємозв'язків між назвою і хімічною формулою речовини, символами елементів і коефіцієнтів та індексів тощо;

***Тип уроку**:* урок – закріплення і систематизації знань, формування вмінь.

***Форма уроку**:* урок-бесіда з елементами розповіді.

Обладнання: робочі зошити

Хід уроку

У ході уроку пропонуються завдання з робочого зошиту.

Форма організації навчальної діяльності: фронтальна та групова (індивідуальна в окремих випадках).

*Зірочкою позначені завдання, які складають учні (аналогічні чи обернені, на вибір учнів чи вчителя)

1. Підкресліть метали чорною рискою, а неметали – червоною:

алюміній Al;	**сірка S;**	**золото Au;**	**срібло Ag;**	**ртуть Hg;**
вуглець C;	**олово Sn;**	**свинець Pb;**	**хлор Cl_2;**	**силіцій Si;**
залізо Fe;	**кисень O_2;**	**йод I_2;**	**кальцій Ca;**	**натрій Na**

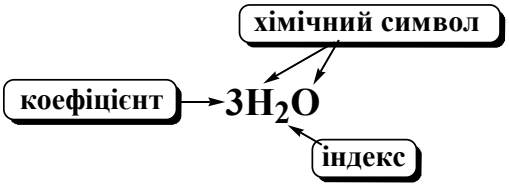
2. Порівняйте властивості простих речовин металів і неметалів та доповніть таблицю конкретними прикладами відразу або згодом у процесі навчання:

Властивість	Метали	Неметали
Агрегатний стан за звичайних умов	Тверді: .... рідка ртуть.	Тверді: сірка, йод, ... ; рідкі: бром; газуваті: кисень, ...
Наявність блиску	.....	Не мають блиску (виключення – йод, графіт)
Електро- та теплопровідність	.....	Не проводять електричний струм (виключення – графіт)
Пластичність, ковкість	.....	.....

3. Підкресліть рискою тільки складні речовини:

1) цукор $C_6H_{12}O_6$; **5) озон O_3;** **9) вода H_2O:**
2) кисень O_2; **6) кухонна сіль NaCl;** **10) водень H_2;**
3) вуглекислий газ CO_2; **7) питна сода $NaHCO_3$;** **11)*** .....
4) алюміній Al; **8) залізо Fe** **12)*** .....

Увага! Хімічна формула речовини (ХФР) містить багато інформації.
Наразі нам необхідно усвідомити можливість визначення якісного та кількісного складу на основі



відомої хімічної формули речовини, а також обернене завдання – встановлення ХФР на основі деяких відомостей про склад речовини, на що спрямовані наступні завдання.

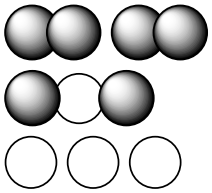
4. Запишіть за допомогою хімічної символіки.
Наприклад,
2 молекули води – $2H_2O$; 4 атоми Гідрогену – 4H; атом Феруму – Fe

1) 2 атоми Кальцію ..... 6) 10 молекул води .....
2) 3 атоми Хлору ..... 7) 4 молекули вуглекислого газу .....
3) 6 атомів Оксигену ..... 8) 6 молекул хлору .....
4) один атом Алюмінію ..... 9) 5 молекул кисню .....
5)*..... 10)*.....

5. Що означають наступні записи? *Наприклад, 4N – чотири атоми Нітрогену*

1) 3S ..... 6) $4N_2$ .....
2) 5Cl ..... 7) $3CH_4$ .....
3) 12Mg ..... 8) $2O_3$ .....
4) 7Fe ..... 9) H_2O .....
5)* ..... 10)* .....

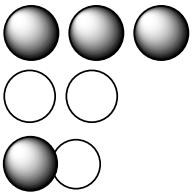
6. Проведіть стрілки від форми існування хімічного елемента до відповідних моделей речовини:



Молекули простих речовин

Окремі атоми

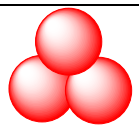
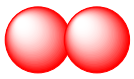
Атоми у складній речовині



7. Зараз аналогічне завдання, але із застосуванням хімічної символіки, – проведіть стрілки від форми існування хімічного елемента до відповідних позначень:

$2N_2$	**Молекули простих речовин**	**5H**
2N		**$2P_4$**
$3CH_4$	**Окремі атоми**	**H_2SO_4**
CO_2	**Атоми у складній речовині**	**NaCl**
$4H_2O$		**6Al**

8. Визначте на представлених малюнках молекули води H_2O, кисню O_2, водню H_2 та озону O_3 (намагайтесь міркувати логічно, а не вгадувати).

Схематичне зображення молекули				
Хімічна формула				

9. Заповніть таблицю (тренуємо вимову формул і запис формул за вимовою):

№	ХФР	Вимова	№	ХФР	Вимова
1)	*H_2O*	*аш-два-о*	8)		калій-два-ес
2)	CO_2		9)	$Al(OH)_3$	
3)	O_3		10)		цинк-ес-о-чотири
4)		купрум-о	11)	Na_2CO_3	
5)	Fe_2O_3		12)		аш-три-пе-о-чотири
6)		аргентум-хлор	13)	$Ca(NO_3)_2$	
7)	NH_3		14)*		

10. Уважно подивіться на вертикальні колонки таблиці і знайдіть у кожній з них «білу ворону», а в деяких колонках спробуйте знайти кілька варіантів розв'язку:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
I	CO_2	Al	Ag	KCl	H_2	Ca	FeS	I_2	N_2	SiO_2
II	SO_2	HCl	K	NaCl	H_2SO_4	Pb	Fe_2O_3	ZnO	O_2	NO_2
III	NH_3	Fe	F_2	$AlCl_3$	O_2	W	CO_2	Sn	H_2	CuO
IV	Br_2	Na	Au	Cl_2	Mg	Ni	O_2	Pt	Zn	P
V	CH_4	O_2	Cu	$CaCO_3$	N_2	H_2	Al_2O_3	S	Cl_2	CO_2

№	Спільна ознака 4-х	«БВ»	№	Спільна ознака 4-х	«БВ»
1)			6)		
2)			7)		
3)			8)		
4)			9)		
5)			10)		

Проаналізуйте розміщення речовин у горизонтальних рядках цієї ж таблиці і встановіть закономірність заповнення кожного з них. Наприклад, для першого ряду – одна складна речовина, дві прості речовини і т.д. Будьте уважні, оскільки деякі ряди мають кілька варіантів заповнення. Спробуйте скласти щось подібне.

Підсумки роботи класу

(оцінювання найбільш активних учнів)

Домашнє завдання:

Навчальний матеріал з підручника.

Розв'язування чи складання завдань на основі пророблених на уроці, а також аналогічних чи на розгляд учнів тощо.

10. Література (перелік використаних джерел)

1.3.2. Алюміній як хімічний елемент і проста речовина.

Тема уроку: «Алюміній як хімічний елемент і проста речовина».

Мета уроку: Ознайомити учнів з новим матеріалом відповідно до змісту теми.

Основні дидактичні завдання: – на основі відомостей про будову Алюмінію, загальних властивостей металів забезпечити сприймання і первинне усвідомлення фізичних та хімічних властивостей алюмінію;

– ознайомити із знаходженням Алюмінію в природі;

– звернути увагу на особливості фізичних та хімічних властивостей алюмінію;

–розвивати логічне мислення шляхом застосування порівняння, встановлення взаємозв'язків між будовою атома, властивостями елементу та його сполуками;

–обґрунтування області використання алюмінію виходячи з його властивостей.

***Тип уроку**:* урок – засвоєння нових знань.

***Форма уроку**:* урок-бесіда з елементами розповіді.

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, спиртівки, сірники, ганчірка, штатив для пробірок, 6–8 пробірок, шпатель, пробіркотримач, зразки мінералів – корунд, боксити, польовий шпат та ін., колекція «Алюміній», алюміній (гранули. порошок, дротина), розчини хлоридної кислоти, лугу, купрум(II) хлориду, сульфатної кислоти, нітратної кислоти, концентровані H_2SO_4 та HNO_3.

Хід уроку

1. Повідомлення теми, мети

2. Мотивація: вивчення цієї теми – на прикладі алюмінію та його сполук значення сучасних матеріалів в житті людини. Цей метал та сплави на його основі широко використовуються в техніці та побуті. Мінерали Алюмінію відомі з глибокої давнини.

3. Актуалізація опорних знань

Фронтальна бесіда:

– Повторення та контроль знань з теми «Кальцій, оксид і гідроксид кальцію: добування, властивості». Можна зазначити під час повторення амфотерність сполук берилію;

– Відомості на основі розміщення хімічного елемента в періодичній системі Д.І.Менделєєва;

4. Первинне сприймання і усвідомлення нового матеріалу

Хід уроку.

Будова атома Алюмінію та фізичні властивості алюмінію

Розповідь-бесіда з метою максимальної активізації життєвого досвіду учнів, їх знань з інших навчальних предметів – природознавства, фізики, праці тощо.

Атомний номер	Хім. елемент	Електронна конфігурація	ρ, г/см^3	$t_{пл.}$ ^{0}C	$t_{кип.}$ ^{0}C	$r_{атома}$, нм	Ст. окисн.
5	B	[He]2s^{2}2p^1	2,35	2300	2550	0,095	+3
13	Al	[Ne]3s^{2}3p^1	2,70	660	2467	0,143	+3
31	Ga	[Ar]3d^{10}4s^{2}4p^1	5,91	30	2227	0,122	+3

Бесіда: різні завдання на повну та грунтовну характеристику Алюмінію виходячи з будови атома, положення в періодичній системі (заряд ядра: ...; число протонів: ...; число електронів: ...; число нейтронів: ...; електронна

конфігурація: ...; число енергетичних рівнів: ...; максимальний ступінь окиснення: ... і т.д.)

Зміна властивостей: Na→Mg→Al→Si→P→S→Cl в періоді: ...; B→Al→Ga→In→Tl в групі (головна підгрупа)

З збільшенням атомної маси збільшується металічний характер елементів (В – неметал; інші – метали).

Алюміній – сріблясто-білий метал, пластичний, висока тепло- і електропровідність.

Висновок спільно з учнями: про амфотерність сполук Алюмінію.

Знаходження в природі

Розповідь:

Боксити – $Al_2O_3 \cdot H_2O$ (з домішками SiO_2, Fe_2O_3, $CaCO_3$) нефеліни – $KNa_3[AlSiO_4]_4$, алуніти – $KAl(SO_4)_2$ $2Al(OH)_3$ і глиноземи (суміші каолінів з піском SiO_2, вапняком $CaCO_3$, магнезитом $MgCO_3$).

Лабораторний дослід: ознайомлення зі зразками мінералів.

Бесіда-пояснення: чому алюмінію нема в природі у вільному стані?

Розповідь:

Третій за поширенням елемент у земній корі (O, Si, Al, Fe …). Алюміній є найпоширенішим металом у земній корі, його вміст становить 6,6 мол.% (або 8,8 мас.%).

Цікаво, що в сучасному океані вміст Алюмінію значно менше – $1 \cdot 10^{-6}$ мас.% (менше 2 мкг/л), тобто в морській воді – це мікроелемент; в біосфері – $5 \cdot 10^{-3}$ мас.%.

Відкриття та добування

Розповідь:

Відкритий Х.К.Ерстедом в 1825 р.

Назва ***алюміній*** походить від ***lat. alumen (aluminis) -галуни***, в зв'язку з застосуванням останніх в якості протрави при фарбуванні; алюмо-калієві галуни – перші сполуки Алюмінію, що знайшли практичне застосування. Древньоримський письменник-вчений Пліній Старший (23-79 рр н.е.) описує застосування галунів, про які згадує ще грецький історик Геродот (V ст. до н.е.).

Відомо з даних Плінія також, що імператор Тиберій (41 р. до н.е.) отримав в дарунок від одного ремісничого надзвичайно гарний блискучий кубок. Виготовлений цей кубок був з металу надзвичайно легкого, але за зовнішнім виглядом подібного до срібла. Ремісничий пояснював, що загадковий метал він отримав з білої глини. Імператор, боячись знецінення срібла із-за невідомого металу, наказав відрубати голову ремінику. Так були втрачені всі шляхи, які вели до відкриття нового металу.

Німецький хімік Андреас Сигізмунд Маргграф (1709-1782) у 1754 р. одержав алюміній оксид у чистому стані; він вважав його оксидом невідомого металу. Сам метал одержали значно пізніше. Виділити цей невідомий метал із

своїх сполук шляхом електролізу в 1807 р. намагався англійський хімік і фізик Гемфрі Деві (1778-1829), але безуспішно.

Поблизу південно-французького містечка Ле-Бо (Les Baux) знайшли великі поклади мінералу цього металу. Його назвали бокситом. Із цього мінералу в 1825 році данський фізик Ганс Крістіан Ерстед (1777-1851) одержав алюміній і фактично відкрив цей хімічний елемент. Він змішав боксит (Al_2O_3+домішки) з вугіллям і пропускав крізь цю суміш хлор, в результаті чого отримав алюміній хлорид: $3Cl_2 + Al_2O_3 + 3C \rightarrow 2AlCl_3 + 3CO\uparrow$

Алюміній хлорид вчений обережно нагрівав з амальгамою калію, внаслідок чого отримав металоподібні грудочки:

$$AlCl_3 + 3\ KHg \dashrightarrow 3KCl + AlHg_{3X}$$
$$AlHg_{3X} \rightarrow Al + 3xHg\uparrow$$

Процес був повільним та дорогим. Тому вартість отриманого алюмінію рівнялась вартості золота. В 1855 році 1 кг алюмінію був експонатом Всесвітньої виставки у Парижі, як матеріал для виготовлення прикрас. Наприклад, Наполеон III називав цей метал “глинистим сріблом” або “срібло з глини”.

Принцип одержання алюмінію в сучасних умовах: електроліз розчину глинозему в розплавленому кріоліті. Електроліз проводять в апаратах, у яких катодом слугує ванна, анодом – вугільні стержні, занурені в розплавлений електроліт. Хімізм процесу:

$$Na_3[AlF_6] \Leftrightarrow 3Na^+ + 2F^- + AlF_4^-;$$

$AlF_4^- \Leftrightarrow F^- + AlF_3$;$AlF_3 \Leftrightarrow F^- + AlF_2^+$; $AlF_2^+ \Leftrightarrow F^- + AlF^{2+}$; $AlF^{2+} \Leftrightarrow F^- + Al^{3+}$;

$Al_2O_3 \Leftrightarrow 2AlO^+ + AlO_2^-$; $AlO_2^- \Leftrightarrow Al^{3+} + 2O^{2-}$; $AlO^+ \Leftrightarrow Al^{3+} + O^{2-}$;

$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$; $2O^{2-} - 4e^- \rightarrow O_2$

Одержання (спрощена схема):

Електроліз розплаву Al_2O_3 (в присутності $Na_3[AlF_6]$): $2Al_2O_3 = 4Al + 3O_2$

Таким чином отримують чорновий алюміній, електролітичним рафінуванням якого добувають алюміній високої чистоти (не більше 0,05 % домішок). У даному випадку в якості електроліту застосовують розплав $Na_3[AlF_6]$, $BaCl_2$ (до 60 %), NaCl (до 4 %). У процесі виробництва виділяються гази – CO_2, CO, HF, CF_4, аерозолі глинозему та кріоліту та ін. Перед викидом в атмосферу проводиться очистка газів від токсичних речовин.

Для становлення алюмінієвої промисловості велике значення мали дослідження чл.-кор. АН СРСР Олександра Олександровича Яковкіна (1860-1936), який вивчав і розробив методи добування чистого алюміній оксиду з бокситів, глин і нефелінів. На Україні вперше отримали алюміній в 1933 році на Дніпровському алюмінієвому заводі. На сьогодні за об’ємом виробництва в світі алюміній займає серед металів друге місце після сталі, хоча собівартість виробництва алюмінію в чотири рази вище від сталі.

Хімічні властивості

Бесіда з елементами розповіді та демонстраційними дослідами:

Al – вкритий тонкою і міцною оксидною плівкою, яка має захисну дію.

Al – активний метал-відновник. Легко реагує з простими речовинами :

1) Взаємодія з киснем:

За допомогою шпателя злегка сипте порошок алюмінію в полум'я спиртівки.

Спостереження: ...

Рівняння реакції ..... ($4Al^0 + 3O_2 = 2Al^{+3}{}_2O_3$)

Домашнє завдання і по ходу уроку – підбір коефіцієнтів у записаних схемах реакцій методом електронного балансу, назви продуктів реакції за міжнародною номенклатурою тощо.

2) **Взаємодія з галогенами**:

$$2Al + 3Br_2 = 2AlBr_3$$

3) **Взаємодія з іншими неметалами** (азотом, сіркою, вуглецем) реагує при нагріванні:

$$2Al + 3S = Al_2S_3 \text{ (алюміній сульфід)}$$
$$2Al + N_2 = 2AlN \text{ (алюміній нітрид)}$$
$$4Al + 3C = Al_4C_3 \text{(алюміній карбід)}$$

Сульфід і карбід алюмінію повністю гідролізують:

$$Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$$
$$Al_4C_3 + 12H_2O = 4Al(OH)_3\downarrow + 3CH_4\uparrow$$

Взаємодія зі складними речовинами :

4) **Взаємодія з водою** (після видалення захисної оксидної плівки):

$$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2\uparrow$$

5) Взаємодія з кислотами:

Налийте в три пробірки по 1–1,5 мл розведених кислот – HCl, H_2SO_4, HNO_3 і опустіть в кожну алюмінієву дротину.

Легко розчиняється в соляній і розбавленій сульфатній кислоті:

$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$
$$2Al + 3H_2SO_4(\text{розб}) = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$$

Спостереження: ... Рівняння реакції: ... (При необхідності злегка прогрійте розчин).

Дослідіть взаємодію алюмінію з концентрованими кислотами – HCl, H_2SO_4, HNO_3. *Спостереження: ... Рівняння реакцій: ...*

Висновок (за яких умовах проходить розчинення чи пасивація алюмінію).

Алюмінієву дротинку опустіть в пробірку з розчином HCl на кілька секунд. *Спостереження: ...* Вийміть дротинку, ополосніть дистильованою водою і опустіть на 2–3 хв в конц. HNO_3 (14 М). Вийміть дротинку, знову ополосніть дистильованою водою і опустіть в розчин соляної кислоти. *Спостереження: ...*

Висновок: ... (концентрована нітратна кислота пасивує алюміній).

При нагріванні взаємодіє з кислотами – окисниками :

$$2Al + 6H_2SO_4(\text{конц}) = Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$$
$$Al + 6HNO_3(\text{конц}) = Al(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$$

6) Взаємодія з лугами:

Налийте в пробірку 1–2 мл розчину лугу і опустіть алюмінієву дротину (або гранулу). Злегка нагрійте пробірку в полум'ї спиртівки (пробірку тримайте пробіркотримачем чи закріпіть в штативі).

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al^{+3}(OH)_4]$ (натрій тетрагідроксоалюмінат) + $3H_2\uparrow$

Висновок – алюміній розчиняється в лугах

7) Взаємодія з солями:

Налийте в пробірку 1–2 мл розчину купрум(II) сульфату і опустіть на кілька хвилин алюмінієву дротинку (це можна зробити на початку всіх демонстрацій чи на початку уроку). Вийміть дротинку з розчину.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

$$2Al + 3CuSO_4 = Al_2(SO_4)_2 + 3Cu$$

8) Інші властивості (наприклад, алюмотермія – відновлення металів з їх оксидів):

$$8Al + 3Fe_3O_4 = 4Al_2O_3 + 9Fe$$

$$2Al + Cr_2O_3 = Al_2O_3 + 2Cr$$

"Терміт" – суміш порошків Al та Fe_3O_4, при згоранні яких досягається температура до 2500 ^{0}C. Суміш застосовують для зварювання окремих частин сталевих конструкцій.

Застосування алюмінію

Бесіда: необхідно узагальнити цей матеріал, так як окремі області використання алюмінію подавалися паралельно з його властивостями; властивості застосування.

Алюміній володіє комплексом надзвичайно цінних властивостей. Він легкий, пластичний, має високу теплопровідність та електропровідність, хімічно досить стійкий і дуже технологічний. Тому він є перспективним матеріалом для теплообмінників та інших апаратів хімічної промисловості, домашніх холодильників, радіаторів автомобілів та тракторів. Висока оптична відбивна здатність алюмінію виявилась особливо позитивною при виготовленні на його основі потужних рефлекторів, великих телевізійних екранів, різних дзеркал тощо.

Алюміній утворює цілу серію важливих для практики цінних сплавів: дюралюмін, магналій, алніко та сплави систем Al-Mg-Si, Al-Zn-Mg, Al-Li-Mg, Al-Zn-Mg-Cu та інших. Без цих сплавів вже не можна уявити собі народне господарство та нову техніку.

Наприклад, сплав Деварда": склад цього сплаву – Cu(50 %)-Al(45 %)-Zn(5 %). Сплав цікавий тим, що розкладає з виділенням водню навіть холодну воду, в той час як окремі метали (Cu, Al, Zn) достатньо стійкі до води).

У ході бесіди встановлюємо і обґрунтовуємо:

Чому алюміній називають "крилатим металом"?

Чому алюміній широко застосовують для виготовлення ліній з транспортування електроенергії?

Що таке “срібна фарба” або “сріблянка”? (Порошок алюмінію, який використовують для виготовлення стійкої в атмосферних умовах сріблястої фарби).

Як завдяки алюмінію в період російсько-японської війни (1905 р.) отримували водень для аеростатів? (З метою отримання водню для аеростатів використовували суміш Al та KOH(тв.). Дані компоненти тверді і їх зручно було транспортувати, а при додаванні води отримували бажаний продукт).

Вплив сполук Алюмінію на довкілля

Розповідь: При підвищеній кислотності (наприклад, внаслідок кислотних дощів) у водоймищах швидко зростає вміст алюміній-іонів. Причина: при досягненні pH=5 і нижче розчинність сполук Алюмінію зростає, і йон Al^{3+} може вимиватись з грунтів у водоймища, pH кислотних дощів може досягати 2-4. Це може призвести до виникнення “алюмінієвої хвороби” у водних організмів.

“Алюмінієва хвороба” – це порушення структури різних металоорганічних сполук в тканинах тварин і рослин, – під дією Al^{3+} проходить витіснення з ферментів та інших сполук біогенних елементів, зокрема, Магнію, Кальцію, Натрію, Феруму. Цей термін ввели шведські вчені, які досліджували причини загибелі водних організмів у деяких водоймищах в південній частині Швеції).

5. Закріплення вивченого матеріалу

Бесіда з елементами групової роботи з метою виконання та складання різноманітних завдань для закріплення знань в традиційній та нетрадиційній формі.

Наприклад:

Вихідна інформація для складання завдань(схема перетворень)

$$Al \xrightarrow{+HCl} AlCl_3 \xrightarrow{+NaOH} Al(OH)_3 \xrightarrow{+NaOH} Na[Al(OH)_4] \xrightarrow{+HCl}$$

$$\rightarrow Al(OH)_3 \xrightarrow{+HCl} AlCl_3 \xrightarrow{електроліз} Al$$

Завдання для учнів:

Напишіть рівняння реакцій за такими перетвореннями:

$$Al \xrightarrow{+HCl} A \xrightarrow{+NaOH} B \xrightarrow{+NaOH} Na[Al(OH)_4] \xrightarrow{+HCl}$$

$$\rightarrow Al(OH)_3 \xrightarrow{+HCl} AlCl_3 \xrightarrow{електроліз} Al$$

Визначте невідомі речовини і напишіть рівняння реакцій:

$$Al \rightarrow ? \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4] \rightarrow ? \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al$$

Визначте невідомі речовини і напишіть рівняння реакцій:

$$Al \xrightarrow{?} AlCl_3 \xrightarrow{+NaOH} ? \xrightarrow{+NaOH} Na[Al(OH)_4] \xrightarrow{?}$$

$$\rightarrow Al(OH)_3 \xrightarrow{+HCl} AlCl_3 \xrightarrow{?} Al$$

Серед наведених об’єктів три мають спільну ознаку (властивість), а Алюміній (атом, елемент, йон, речовина) в кожному випадку виступає в ролі “білої ворони”. Визначте ці ознаки у кожному випадку .

1) Al, HCl, H_2O, CO_2 (Al – проста речовина, інші – складні).

2) Al, S, B, Si (Al –метал, інші – неметали).

3) Al, SO_2, Cl_2, H_2S (Al –тверда речовина за звичайних умов, інші – гази).

4) Al, Pb, Fe, Cu (Al – легкий метал, інші – важкі метали).

5) Al, Hg, Au, Ag (Al – розміщений в ряду активності до Гідрогену, інші – після).

6) Al, Hg, Br_2, H_2O (Al – тверда речовина за звичайних умов, інші – рідини).

7) Al, Na, Mg, H (Al – p-елемент, інші – s-елементи).

8) Al, Fe, Hg, Cu (Al – p-елемент, інші – d-елементи).

9) Al, Na, H, K (Al – тривалентний елемент, інші – одновалентні).

10) Al, Li, O, F (атом Al – має три енергетичні рівні, інші – два).

11) Al^{3+}, Ca^{2+}, Cu^{2+}, Hg^{2+}(Al^{3+} – тризарядний йон, інші – двозарядні).

12) Al^{3+}, S^{2-}, K^{+}, Ca^{2+}(йон Al^{3+} – 10 e^-, інші – 18 e^-).

13) Al^{3+}, SO_4^{2-}, Cl^-, Na^+ (Al^{3+} – гідролізує, інші – ні).

14) Al, NaCl, K_2SO_4, LiF (Al – металічна кристалічна гратка, інші – йонна).

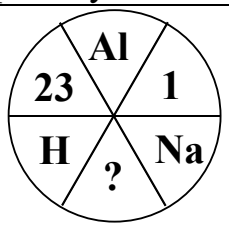
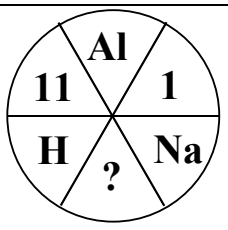
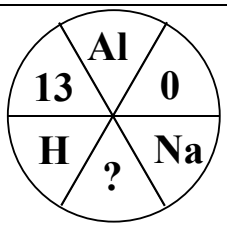
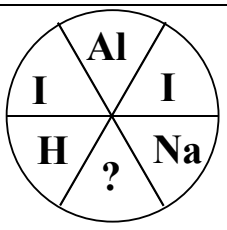
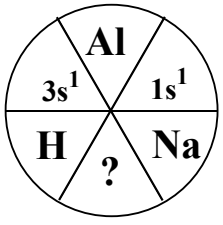
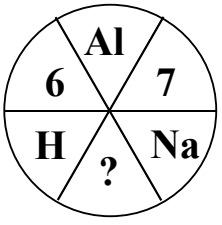
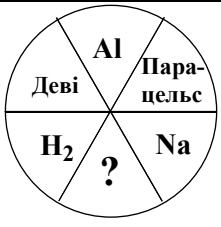
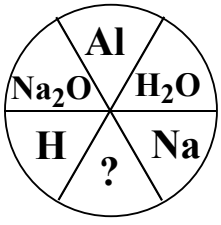
15) Al, C(алмаз), S_8, H_2O (Al – металічний тип хімічного зв'язку, інші – ковалентний).

16) Al, Na, K, Ca (Al – Хемфрі Деві намагався, але не отримав, інші – отримав)

17) Al, S, Sr, Se (Al – початкова літера в назві "А", всі інші "S").

18) Al, CuO, NH_4NO_3, SO_3 (Al –молярна маса 27 г/моль, інші – 80).

Визначте закономірність заповнення кола у кожному випадку і запропонуйте відповідь на поставлений знак питання.

1)		2)		3)		4)	
5)		6)		7)		8)	

1) 27 (відносна атомна маса); 2) 13 (число протонів у ядрі атома); 3) 14 (число нейтронів у ядрі атома); 4) III (валентність хімічного елемента); 5)

$3s^2 3p^1$ (електронна конфігурація зовнішнього енергетичного рівня; 7) 8 (число літер у назві хімічного елемента); 7) Ерстед (першовідкривач речовини); 8) Al_2O_3 (формула оксиду).

8. Підсумки роботи класу

(можливе оцінювання найбільш активних учнів)

9. Домашнє завдання:

Нагадати ряд завдань, які виникали по ходу уроку.

Навчальний матеріал з підручника.

Скласти одне завдання на основі вивченого матеріалу та відомостей про алюміній з інших предметів, життєвого досвіду учнів.

10. Література (перелік використаних джерел)

Даний урок розробила Староста Катерина Євгенівна, вчитель-методист, Соросівський вчитель (м.Ужгород, Закарпатська область).

1.3.3. Реакції обміну між електролітами. Йонні рівняння

***Тема уроку*: «**Реакції обміну між електролітами. Йонні рівняння»

Тип уроку: комбінований урок.

Мета уроку: Поглибити уявлення про йони, їх відмінність від атомів. Ознайомити учнів з найважливішими властивостями йонів. Розкрити причинно-наслідкову залежність властивостей розчинів електролітів від властивостей йонів. Дати поняття про реакції йонного обміну і пояснювати їх суть з позицій електролітичної дисоціації. Формувати уміння складати повні та скорочені рівняння реакцій йонного обміну.

Основні поняття, що вводяться вперше: реакції йонного обміну, умови перебігу реакції до кінця, повні та скорочені йонні рівняння.

Демонстрації: реакції обміну між розчинами електролітів.

Реактиви та обладнання для лабораторних дослідів учнів:

1. Таблиця розчинності солей, кислот та основ у воді.
2. Пробірки, планшетки.
3. Кодоскоп.
4. Реактиви: ферум(III) хлорид, натрій карбонат, хлоридна кислота, арґентум нітрат, натрій хлорид, натрій гідроксид, сульфатна кислота, натрій сульфат, барій хлорид; індикатори: лакмус, метилоранж, фенолфталеїн.

Хід уроку

1. Організація класу. Перевірка ДЗ. Актуалізація опорних знань учнів (10-15 хв), усне фронтальне опитування, виконання завдань біля дошки:

Запитання до учнів:

- що таке електроліти?
- Які класи сполук належать до електролітів?
- Як електроліти розділяють за їх ступенем дисоціації (за їх силою чи здатністю до дисоціації?)

- Приклади слабких електролітів (вода, вугільна або карбонатна кислота тощо).

  Акцент - НР речовини практично не дисоціюють.
- Приклади сильних електролітів:…….

Спробуємо відповісти відразу на кілька питань одночасно і користуємось таблицею розчинності:

- приклад електроліту,
- до якого класу неорганічних сполук належить;
- рівняння електролітичної дисоціації (фронтально-групова робота)

Акцент: (при аналізі рівняння електролітичної дисоціації на дошці)

Сума зарядів продуктів дисоціації = 0, поскільки вихідна речовина електронейтральна, а сама реакція електролітичної дисоціації є оборотна.

(Запис рівнянь електролітичної дисоціації на дошці, записи не витираємо, так як отримана інформація буде використовуватись в ході вивчення нової теми)

$NaCl \leftrightarrow Na^+ + Cl^-$

$NaOH \leftrightarrow Na^+ + OH^-$

$FeCl_3 \leftrightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$

$HCl \leftrightarrow H^+ + Cl^-$

$Na_2CO_3 \leftrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$

???? $\leftrightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$

???? $\leftrightarrow Na^+ + OH^-$

Пряма реакція називається? (дисоціація). А обернена? – (асоціація).

2. Мотивація навчальної діяльності. Оголошення теми та завдань уроку (до 2-3 хв). Висновок .

«Реакції обміну між електролітами. Йонні рівняння»

3. Первинне засвоєння навчального матеріалу (до 25 хв)

Демонстрація: дослід 1.

На кодоскопі розміщена планшетка, в лунці якої міститься розчин ферум(III) хлориду $FeCl_3$. Додаємо 2-3 краплини розчину лугу NaOH. Питання до учнів:

- що спостерігаєте під час проходження реакції?
- яка речовина виділилась у вигляді осаду?

На екрані спостерігають за проходженням хімічної реакції.

На дошці записується молекулярне, повне та скорочене йонне рівняння реакції та пояснюється послідовність його складання (вчитель спільно з класом)

$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

Який тип даної реакції? – обміну. Чому?

$Fe^{3+} + \underline{3Cl^-} + \underline{3Na^+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow + \underline{3Na^+} + \underline{3Cl^-}$

$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$

А зараз назвемо продукти реакцій:

$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ – молекулярне рівняння

$Fe^{3+} + \underline{3Cl^-} + \underline{3Na^+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow + \underline{3Na^+} + \underline{3Cl^-}$ повне йонне рівняння

$Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$ скорочене йонне рівняння

Які йони беруть участь в даній реакції?
акцент, а всі зазначені рівняння – реакції обміну, але між якими частинками – йонами, тому це реакції обміну між електролітами, або реакції йонного обміну.

Умова перебігу даної реакції – утворення осаду.

Проведемо ще одну реакцію йонного обміну в результаті якої утворюється осад.

$BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ - – молекулярне рівняння

$Ba^{2+} + \underline{2Cl^-} + \underline{2Na^+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow + \underline{2Na^+} + \underline{2Cl^-}$ повне йонне рівняння

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$ скорочене йонне рівняння

Акцент – можливість якісного визначення катіонів та аніонів у водному розчині.

Наприклад, відоме Вам екологічне лихо – викид важких металів у р.Тису з Румунії. Так їх визначення якраз і базується на проведенні аналогічних якісних реакцій, які будуть предметом Вашого подальшого вивчення.

Дослідимо наступну умову перебігу реакцій йонного обміну

Демонстрація: дослід 2.

На кодоскопі розміщена планшетка, в лунці якої міститься розчин карбонату натрію. Сюди ж додаємо 2-3 каплі розчину сульфатної кислоти.

Запитання до учнів:

- що спостерігаєте під час проходження реакції?
- який газ виділився під час реакції?

На дошці учні з допомогою вчителя записуються молекулярне, повне та скорочене йонне рівняння реакції та пояснюються послідовність його складання:

$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$

$2Na^+ + CO_3^{2-} + 2H^+ + SO_4^{2-} = 2Na^+ + SO_4^{2-} + H_2O + CO_2\uparrow$

$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

Умова реакції йонного обміну? – виділення газу.

Які частинки реагують?

Робота з підручником (Буринська Н.М. Хімія 9, ст. 88)

Висновок – скорочене йонне рівняння може відповідати різним молекулярним рівнянням.

Дослідимо наступну (третю) умову перебігу реакцій йонного обміну.

Демонстрація: дослід 3.

На кодоскопі розміщена планшетка, в лунці якої міститься розчин натрій гідроксиду і додаємо 2-3 краплини розчину фенолфталеїну

питання до учнів: Яке забарвлення? Чому індикатор змінив своє забарвлення? Тому, що луг при дисоціації утворює лужне середовище (гідроксид-йони).

Добавляємо краплинами соляну кислоту. Що спостерігаємо?

$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

Чому індикатор знову змінив своє забарвлення?

Запис наступних рівнянь реакцій повне та скорочене - самостійно, а перша правильна відповідь – запис на дошці.

Чому індикатор змінив забарвлення і став безбарвним? Яка речовина є продуктом нашої реакції – сіль і вода, а це реакція нейтралізації.

$Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- = Na^+ + Cl^- + H_2O$

$OH^- + H^+ = H_2O$

Умова реакції йонного обміну? утворення води.

Які частинки реагують?

Робота з підручником (Буринська Н.М. Хімія 9, ст. 89)

Висновок – скорочене йонне рівняння може відповідати різним молекулярним рівнянням.

Другий висновок – реакція нейтралізації – завжди взаємодія між йонами Гідрогену та гідроксилу.

Проаналізуємо наступну взаємодію Сіль+Луг (аналогічна в першому досліді проходила через умову утворення осаду)

Демонстрація: дослід 4. До розчину калій гідроксиду в пробірці добавляємо розчин натрій хлориду.

$KOH + NaCl =$

$K^+ + OH^- + Na^+ + Cl^- = K^+ + Cl^- + Na^+ + OH^-$

0=0

Реакція не відбувається, так як нема умови для її перебігу (осад, газ, вода) і всі частинки в розчині в дисоційованому стані.

Тобто ніякі частинки між собою не реагують.

Загальний висновок (формулюємо з класом):

Реакції обміну між електролітами проходять за таких умов:

- утворення осаду
- виділення газу;
- утворення води або інших слабких електролітів

Які рівняння ілюструють такі взаємодії?:

Молекулярне, повне йонне, скорочене йонне рівняння реакції.

4. Закріплення вивченого матеріалу, узагальнення знань (до 10 хв)

Лабораторні досліди учнів. Кожний ряд учнів виконує реакцію на одну з умов проходження реакцій йонного обміну.

1-ИЙ РЯД - ДОСЛІД МІЖ КАЛІЮ КАРБОНАТОМ ТА СУЛЬФАТНОЮ КИСЛОТОЮ

2-ИЙ РЯД - ДОСЛІД МІЖ БАРІЮ ХЛОРИДОМ ТА НАТРІЮ СУЛЬФАТОМ

3-ИЙ РЯД - ДОСЛІД МІЖ КАЛІЮ ГІДРОКСИДОМ ТА ХЛОРИДНОЮ КИСЛОТОЮ

На основі виконаних дослідів учні роблять висновок про умову проходження реакції в кожному випадку. Спостереження записують у зошит. Складають молекулярне, повне та скорочене йонне рівняння реакції.

Один з учнів кожного ряду на дошці записує рівняння реакції, інші - перевіряють правильність своїх записів.

Самостійна робота з різнорівневими завданнями (картки на учнівських столах).

«Реакції обміну між електролітами. Йонні рівняння»

Завдання 1 рівня складності.

Записати повне та скорочене йонні рівняння реакцій у кожному випадку:

1. $3AgNO_3 + H_3PO_4 = Ag_3PO_4\downarrow + 3HNO_3$

2. $AlCl_3 + 3KOH = Al(OH)_3\downarrow + 3KCl$
3. $K_2S + 2HCl = H_2S\uparrow + 2KCl$
4. $NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$

Завдання 2 рівня складності.

Завершити пропоновані схеми реакцій, які проходять, та записати молекулярне, повне та скорочене йонні рівняння реакцій у кожному випадку. Вкажіть умови перебігу реакцій:

1. $K_2CO_3 + HNO_3 =$
2. $K_2CO_3 + CaCl_2 =$
3. $K_2CO_3 + NaNO_3 =$
4. $Ba(OH)_2 + HCl =$
5. $Mg(NO_3)_2 + KOH =$

Завдання 3 рівня складності.

За пропонованими скороченими йонними рівняннями реакцій скласти повні йонні та молекулярні рівняння реакцій:

1. $H^+ + OH^- = H_2O$;
2. $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$;
3. $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$;
4. $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$;
5. $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow + H_2O$.

Додаткове творче завдання:

Вкажіть йони, які не можуть одночасно перебувати у водному розчині:

1. Na^+ і Cl^-; 2. Ag^+ і Br^-; 3. Ca^{2+} і CO_3^{2-};
4. H^+ і OH^-; 5. H^+ і NO_3^-; 6. H^+ і SiO_3^{2-}

Відповідь обгрунтуйте.

Складіть аналогічні чи іншого типу власні завдання.

5. Підсумок уроку (до 5 хв).

На уроці поглибили знання про йони, вивчили реакції йонного обміну, умови їх перебігу. Навчились писати рівняння реакцій в молекулярній, повній та скороченій йонних формах. Виконуючи досліди, спостерігали за умовами перебігу реакцій йонного обміну.

6. Домашнє завдання (до 2 хв).

Коментар – пам'ятаємо про умови перебігу, запису рівнянь йонного обміну.

7. Література (навчальна, методична).

Даний урок розробили: вчитель-методист Староста Катерина Євгенівна, старший вчитель Левандовська Георгіна Карлівна (Закарпатська область).

1.4. Підготовка до занять у вищій школі

1.4.1. Лекція

У вищих навчальних закладах головною формою організації навчання є лекція. Лекція у вищій школі не є простим переказом підручників, або

наукових літературних джерел, це особиста науково-педагогічна творчість викладача у певній галузі знань. Поряд із систематичним викладенням фундаментальних основ науки викладач подає свої наукові ідеї, своє ставлення до предмету вивчення, організовує, активізує мислення студентів. Сучасна лекція варіативна, її форма залежить від мети навчання. Виокремлюють такі види лекції:

1. Вступна лекція, призначення якої забезпечити перше ціннісне уявлення про навчальний предмет і зорієнтувати студента у системі роботи з даного курсу.

2. Лекція – інформація. Зорієнтована на виклад і пояснення студентам наукової інформації, яка підлягає осмисленню і запам”ятовуванню.

3. Оглядова лекція, яка представляє собою систематизацію наукових знань на більш високому рівні, допускає велику кількість асоціативних зв”язків у процесі осмислення інформації.

4. Проблемна лекція – передбачає подання нового знання через розв”язання проблемних запитань, задач, або ситуацій.

5. Лекція-візуалізація. Представляє собою візуальну подачу лекційного матеріалу.

6. Бінарна лекція. Різновидність читання лекції у формі діалогу двох викладачів.

7. Лекція з наперед запланованими помилками. Вона розрахована на заохочення студентів контролювати зміст нової інформації, яка подається. Така лекція потребує попередньої самостійної підготовки з даної теми.

8. Лекція-конференція — проводиться як науково-практичне заняття. Проблема і система доповідей (по 10-15 хвилин) визначаються викладачем наперед.

9. Лекція-консультація. Реалізується за сценарієм “запитання—відповідь”, або “запитання—відповідь — дискусія” .

Основні вимоги до лекції: науковість та інформативність, застосування сучасних педагогічних технологій, аргументованість та доступність викладу, емоційність, створення психологічно-комфортної атмосфери співробітництва, зв’язок з іншими організаційними формами навчання (практичні, семінарські, лабораторні заняття тощо).

План-конспект лекції містить такі основні елементи:

1. Мета, яка вказується згідно робочої програми курсу. Навчальна мета лекції може включати кілька завдань освітніх, виховних та розвивальних.

2. Методи та прийоми навчання: необхідно вказати, які методи та прийоми навчання планується використати на лекції для досягнення запланованої мети. Наприклад,

– методи та прийоми передачі та сприйняття навчальної інформації: (репродуктивні, пошукові, проблемні) у формі розповіді, бесіди, дискусії, діалогу і т.п.

– методи та прийоми переконування: висловлювання відомих людей, фактичний матеріал, теоретичне обґрунтування з використанням відомих теорій тощо.

– методи та прийоми розвитку мислення: аналіз, синтез, аналогія, порівняння, протиставлення, узагальнення, індукція, дедукція, систематизація, класифікація, екстраполяція тощо.

3. Засоби навчання. Таблиці, схеми, графіки, моделі, демонстрації. Технічні засоби навчання: кодо- , діапроектор, комп'.тер тощо.

4. Рекомендована література (основна та додаткова).

5. Основні питання лекції.

Хід лекції:

І. ВСТУПНА ЧАСТИНА (до 10 хв).

Організаційна частина, чітке оголошення теми постановка мети і завдань лекції, мети, плану, мотивація навчання). Велике значення першої (вступної) лекції, яка повинна максимально активізувати студентів на серйозну роботу, а тому бажано, щоб перша лекція була досить насичена і складна.

Велике значення мають перші фрази лектора. Вимагати в учнів (студентів) вставати при появі лектора в аудиторії – це не тільки наслідок певної традиції чи спосіб вітання лектора, але й сигнал, що виробляє у слухачів умовний рефлекс до оперативного настрою на нову форму діяльності. Студенти, які не встали, як правило, деструктивно поводяться на лекції.

ІІ. ОСНОВНА ЧАСТИНА (70-75 хв).

- Визначення наукового змісту і відповідних дидактичних засобів активного засвоєння; методологія, наукове обгрунтування змісту. Лекція формує основи наукових знань, а тому є одночасно методом та засобом формування наукового мислення. Тому лекцію необхідно розглядати не як засіб передачі інформації, а як засіб навчання студента мислити шляхом використання змісту лекційного матеріалу в поєднанні з різними методами та прийомами навчання.
- Логічна організація змісту: розкриття суті явищ, пояснення закономірностей, узагальнення, аналіз, синтез знань.
- Раціональне використання часу, але темп лекції повинен бути оптимальний для конспектування та розуміння навчального матеріалу. Швидка мова (100-110 слів за хвилину) і повільна (40-50 слів) утруднюють роботу студента. Оптимальний темп мови – 60-80 слів за хвилину, але для студентів першого курсу до 50-60 слів за хвилину).
- Врахування рівня розвитку і підготовленості студентів. Лекція повинна бути посильна для студентів і виклад навчального матеріалу необхідно проводити на оптимальному рівні складності. Надмірні деталізації та пояснення не сприяють розумовому розвитку студентів.
- Активізація розумової діяльності студентів (постановка проблемних запитань, формулювання проблем, питання на розуміння нового матеріалу, зв'язки з попереднім чи матеріалом інших дисциплін, пізнавальні задачі, дискусійні та нестандартні запитання тощо).

- Зв’язок з програмою семінарських, практичних чи лабораторних занять з даного курсу. Наприклад, при розгляді деякого поняття чи властивостей речовин поєднати (загальні моменти, але не деталі) з конкретною лабораторною роботою.
- Міжпредметні та міжтематичні зв’язки;
- Логічність, переконливість та послідовність у викладі навчального матеріалу.
- Зв’язок з життям та практичною діяльністю людини.
- Контроль за роботою студентів (уважність, ведення конспектів) та прийоми активізації їх навчальної діяльності. На лекції викладачу бажано дивитись в очі слухачів, ніби звертаючись до них всіх. Спостереження за очима, поведінкою студентів даватиме інформацію про доступність матеріалу, темп лекції тощо.
- Організація самостійної роботи, яка є однією з функцій лекції. Лекцію можна розглядати згідно з теорією поетапного формування розумових дій як першу сходинку серед інших організаційних форм навчання. Реалізації такої функції сприяє проблемний виклад матеріалу, використання дискусії тощо.
- Дотримання принципів дидактики вищої школи та виховний аспект лекції.
- Використання технічних засобів навчання, наочності. Необхідний для лекції ілюстративний матеріал необхідно демонструвати при його висвітленні, а після завершення пояснення можна залишити таблиці, рисунки, поскільки, по-перше, вони вже зрозумілі слухачам, по-друге, можливо в них виникнуть деякі питання до ілюстрацій.
- Постійний зворотній зв’язок з аудиторією, елементи розрядки для аудиторії.

ІІІ. ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА (5-10 хв).

- Підсумки лекції чи окремих її етапів.
- Відповіді на питання студентів. Не обов’язково чекати питання після завершення лекції; якщо по ходу викладу навчального матеріалу з’являються питання, необхідно відразу на них відповідати. В більшості випадків очі студентів (здивовані, стурбовані) будуть німими індикаторами можливих питань, які з делікатною допомогою викладача треба тільки озвучити. Не треба поспішати лектору відповідати на поставлені питання, - можливо хтось інший з аудиторії спробує відповісти. Рівень постановки питань (чи завдань взагалі) свідчить про розумовий розвиток студента, а тому необхідно стимулювати їх для складання різноманітних завдань, в т.ч. за лекційним матеріалом.
- Література для самостійного вивчення лекційних питань (при необхідності) та завдання для самостійної роботи.
- Завершеність лекції.

Приклад план-конспекту лекції з аналітичної хімії на тему:

«Гравіметричний аналіз».

План

1. **Принцип та загальна оцінка методу.**
2. **Розрахунки в гравіметричному аналізі.**
3. **Вимоги до осадів. Теорія осадження.**
4. **Важливі операції гравіметрії.**

1. Кількісне визначення речовини шляхом осадження з послідуючим виділенням і зважуванням осаду називається **гравіметрією** (від лат. – gravito – вага), рідше – відгонкою.

Гравіметрія – абсолютний (безеталонний) метод, характеризується доброю відтворюваністю, похибка визначення не перевищує 0,1-0,2%. Основні недоліки – час, неселективність. Реагенти-осаджувачі за невеликим винятком рідко бувають специфічними, тому часто необхідне попереднє розділення.

Гравіметричний аналіз базується на законі збереження маси речовин при хімічних перетвореннях, законі сталості складу та законі еквівалентів.

При гравіметричному аналізі складову частину (елемент, іони) досліджуваної речовини відокремлюють осаджуванням у вигляді важкорозчинної сполуки. Після відповідної обробки осад зважують. Наприклад, щоб визначити іони SO_4^{2-}, до розчину, який досліджують, добавляють надлишок $BaCl_2$, при цьому випадає осад $BaSO_4$. Цей осад відфільтровують, відмивають від розчинних речовин, висушують і зважують. За масою осаду обчислюють масу іонів SO_4^{2-}.

Осадами є гідроксиди металів, карбонати, сульфати, фосфати, оксалати, а також комплексні сполуки металів з органічними реактивами (оксихіноліном, купфероном, диметилгліоксимом).

Сполука, у вигляді якої визначуваний компонент осаджують з розчину, називається осаджуваною або **осадженою формою**. Сполука, у вигляді якої проводять зважування, називається **гравіметричною формою**. Інколи ці форми не відрізняються.

Наприклад, при визначенні заліза його осаджують у вигляді $Fe(OH)_3$ розчином аміаку. Гідроксид заліза прожарюють і переводять у Fe_2O_3, і вже за масою оксиду заліза (III) визначають вміст заліза.

Кальцій осаджують у вигляді оксалату кальцію, але після висушування і прожарювання зважують у формі CaO або $CaCO_3$.

$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} = CaC_2O_4 \downarrow$

$2\ CaC_2O_4 + O_2 = 2\ CaCO_3 + 2\ CO_2$ (390-430 °C)

$CaCO_3 = CaO + CO_2$ (600-700 °C)

$AgCl \rightarrow AgCl$

$BaSO_4 \rightarrow BaSO_4$

$Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3$

$MgNH_4PO_4 \rightarrow Mg_2P_2O_7$

Є інші методи гравіметричного аналізу. Так, для визначення летких компонентів досліджуваної речовини (H_2O, CO_2, SO_2 тощо) користуються **методом відгонки**. Для цього речовину нагрівають або прожарюють і вміст леткої частини визначають за втратою маси. Таку летку частину, як CO_2, можна визначити, подіявши кислотою на наважку проби (наприклад, $CaCO_3$); вуглекислий газ, який при цьому виділяється, вибирають натронним вапном (суміш CaO і NaOH). Кількість леткого компонента визначають відповідно за збільшенням маси вбирача.

В основі гравіметричних визначень лежать різні хімічні реакції: реакції розкладу, заміщення, обміну, а також утворення комплексних сполук. Гравіметричний метод – один з перших методів кількісного аналізу та довгий час був домінуючим. Найбільш раннім його різновидом був пробірний аналіз, який являє собою сукупність прийомів для визначення дорогоцінних металів у сплавах та рудах. Різновидом гравіметричного є **електрогравіметричний** аналіз, в якому визначувані елементи виділяються з розчину за допомогою електролізу, а потім зважуються.

Порівняно недавно отримала розвиток **термогравіметрія,** здійснювана за допомогою термотерезів. Вони дозволяють спостерігати, як змінюється маса твердих тіл в широкому інтервалі температур (близько 1000 °С). Зміна маси при підвищенні температури автоматично реєструється у вигляді ступінчастої кривої.

Гравіметричним методом був встановлений хімічний склад великої кількості речовин. Він являвся основним методом визначення атомних мас. Його використовують для визначення гігроскопічної вологи в широкому колі речовин, кристалізаційної води, сульфат-іона, диоксиду кремнію, лужних, лужно-земельних та багатьох інших металів. Гравіметричні визначення потребують великих затрат часу, хоча вони і забезпечують високу точність, не потребують складної апаратури і доступні для будь-якої хімічної лабораторії.

2. В гравіметричному аналізі розраховують: розмір наважки, кількість розчинника, необхідна для розчинення наважки, кількість осаджуваного реактиву, результати аналізу.

Результати гравіметричних визначень зазвичай виражають у відсотках.

Якщо визначувана складова частина (елемент, вода, зола, оксид) виділена в тій формі, в якій виражають її вміст у пробі, то для знаходження вмісту х (в %) використовують формулу:

$$X\ (\%) = \frac{m_o \cdot 100}{m_н},$$

де m_o – маса виділеної складової частини, $m_н$ – маси наважки.

Якщо визначувана частина не співпадає зі зважуванню, то її масову частку (в %) визначають за формулою:

$$X\ (\%) = \frac{m_{в.ф.} \cdot F \cdot 100}{m_н},$$

де $m_{в.ф.}$ – маса гравіметричної форми, F – гравіметричний фактор, $m_н$ – маса наважки.

Гравіметричний множник або фактор виражає відношення молярної маси визначуваної речовини до молярної маси гравіметричної форми.

Таблиця 1. Гравіметричні фактори

Визначувана речовина	Гравіметрична форма	F
Cl	AgCl	M(Cl)/M(AgCl)
Ba	$BaSO_4$	M(Ba)/M($BaSO_4$)
SO_4^{2-}	$BaSO_4$	M(SO_4^{2-})/M($BaSO_4$)
S	$BaSO_4$	M(S)/M($BaSO_4$)
Fe	Fe_2O_3	2M(Fe)/M(Fe_2O_3)
Fe_3O_4	Fe_2O_3	2M(Fe_3O_4)/3M(Fe_2O_3)
Mg	$Mg_2P_2O_7$	2M(Mg)/M($Mg_2P_2O_7$)
MgO	$Mg_2P_2O_7$	2M(MgO)/M($Mg_2P_2O_7$)
P	$Mg_2P_2O_7$	2M(P)/M($Mg_2P_2O_7$)
P_2O_5	$Mg_2P_2O_7$	M(P_2O_5)/M($Mg_2P_2O_7$)
K	$KClO_4$	M(K)/M($KClO_4$)
Ni	$NiC_8H_{14}N_4O_4$ (диметилгліоксимат нікелю Ni(Dm)$_2$)	M(Ni)/M(Ni(Dm)$_2$)

3. Гравіметричний аналіз ґрунтується на використанні реакцій осадження. Проте є багато таких важкорозчинних сполук, які широко використовуються в якісному аналізі, але непридатні для застосування в кількісному. Так, реакція утворення золотисто-жовтого осаду йодиду свинцю (характерна реакція на свинець в якісному аналізі) для кількісного визначення свинцю непридатна. Розчинність осаду йодиду свинцю в холодній воді дуже значна, і тому кількісно виділити свинець у формі осаду PbI_2 не можна. Реакція утворення синього осаду гексаціано-(II)ферату заліза є специфічною і широко використовується для якісного виявлення заліза. Це дуже чутлива реакція, в результаті якої утворюється важкорозчинний осад. Проте ця сполука для кількісного визначення заліза непридатна, бо склад її несталий: залізо у формі гексаціано-(II)ферату осаджується разом з калієм (або натрієм).

Вимоги до осаджувальної форми:

1) осад повинен бути практично нерозчинним. Визначуваний компонент повинен виділятися в осад кількісно, при цьому його концентрація в розчині після осадження не має перевищувати 10^{-6} моль/л. Осаджування вважається кількісним, коли залишкова кількість осаджуваної речовини лежить за межами точності зважування на аналітичних терезах (0,0002 г).

Для зменшення розчинності осаду до розчину під час осаджування додають надлишок осаджувача. Розчинність осадів, що являють собою солі слабких кислот, зменшують регулюванням у розчині концентрації водневих іонів.

2) осад має бути виділений у формі, зручній для його відділення від розчину та промивання, і по можливості бути крупнокристалічним, якщо він кристалічний, або добре зкоагульованим, якщо він аморфний. Важливо, щоб він був однорідним за дисперсністю.

3) осад має бути чистий (без домішок).

Вимоги до гравіметричної форми:

1) гравіметрична форма має бути стехіометричною сполукою відомого складу.

2) вона повинна бути стійкою.

3) бажано, щоб значення гравіметричного фактору було невеликим (для зниження похибки результату визначення компонента).

Кількість речовини, узятої для аналізу (тобто величина наважки), повинна забезпечити достатню точність зважування проби і вагової форми осаду на аналітичних терезах.

Величину наважки можна визначити обчисленням відносної похибки, зумовленої розчинністю осаду. Допустима границя розчинності дорівнює 10^{-6} моль/л. Для того, щоб відносна похибка аналізу не перевищувала 0,01%, маса осаду (або наважки) повинна бути не меншою за:

$$\frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{0{,}01} = 0{,}01 \text{ (екв)}.$$

За М.О.Тананаєвим, при аналізі певних сполук для визначення основного компонента рекомендується брати 0,01 екв речовини для кристалічних осадів і 0,005 екв речовини для аморфних осадів. Отже, величина наважки залежно від величини еквівалента досліджуваної речовини повинна становити 0,1-1 г. Для визначення мікрокомпонентів застосовують наважки від 10 до 100 г.

Вибір осаджувача. Найкращим осаджувачем є такий реактив, який утворює з іонами найменш розчинну сполуку. Проте ця вимога буває недостатньою, коли в досліджуваному розчині присутні й інші іони, які також дають з осаджувачем нерозчинні сполуки. У цих випадках треба застосовувати такий реактив, який осаджував би тільки певні іони і не осаджував інших іонів розчину. Наприклад, іони барію можна осадити у вигляді сульфату або хромату барію. Відповідні величини добутків розчинності дорівнюють ДР($BaSO_4$) = $1{,}2*10^{-10}$, ДР($BaCrO_4$) = $2{,}03*10^{-10}$. для осадження іонів барію найкращим осаджувачем є сульфат. Проте для відокремлення барію від стронцію користуються хроматом, хоч $BaCrO_4$ більш розчинний, ніж $BaSO_4$. Крім цього, досліджуваний розчин підкислюють оцтовою кислотою.

Оскільки сторонні домішки важко видалити повністю, бажано, щоб осаджувач був леткою речовиною, або легко видалявся. Тому іони Ba^{2+} осаджують H_2SO_4, а не Na_2SO_4 або K_2SO_4, а іони Ag^+ осаджують дією HCl, а не NaCl, іони Fe^{3+} - дією NH_4OH, а не NaOH.

В присутності іонів Fe^{3+} іони Al^{3+} осаджують тіосульфатом натрію $Na_2S_2O_3$, а у відсутності іонів Fe^{3+} іони Al^{3+} осаджують NH_4OH, як відповідно і іони Fe^{3+} за відсутності іонів Al^{3+}.

Специфічності реакцій дуже рідко досягають тільки вибором осаджувача. У більшості випадків специфічність залежить від умов проведення реакції – утворення певної кислотності в розчині і введення відповідних комплексоутворювачів.

Кількість осаджувача повинна бути такою, щоб забезпечити практично повне осадження визначуваних іонів. Звичайно осаджувача беруть в 1,5 раза більше, ніж потрібно за стехіометричним рівнянням. Надлишок осаджувача зменшує розчинність осаду внаслідок впливу однойменних іонів і дає можливість застосувати в кількісному аналізі ще й такі осади, розчинність яких значно перевищує 10^{-6} моль/л (CaC_2O_4, $MgNH_4PO_4$ тощо)

Інколи при додаванні значного надлишку осаджувача розчинність осаду збільшується або випадає ще один осад. У таких випадках треба добавляти осаджувач у дуже невеликому надлишку і контролювати кислотність середовища кольоровими індикаторами.

Збільшення розчинності осаду може виникати через утворення кислих солей, комплексних сполук або прояв амфотерних властивостей у випадку гідроксидів. Наприклад, додавання надлишку H_2SO_4 при осадженні $PbSO_4$ може викликати часткове розчинення осаду за реакцією:

$PbSO_4 + H_2SO_4 = Pb(HSO_4)_2$.

При осаджуванні іонів Ag^+ хлоридною кислотою у вигляді AgCl розчинність осаду AgCl підвищується внаслідок утворення комплексної сполуки $H[AgCl_2]$. Осад HgI_2 при найменшому надлишку KI переходить у розчин внаслідок утворення комплексної сполуки за рівнянням:

$HgI_2 + 2KI = K_2[HgI_4]$.

При осаджуванні іонів Al^{3+} у вигляді гідроксиду надлишок реактиву може призвести до розчинення осаду внаслідок амфотерності даного гідроксиду:

$Al(OH)_3 + OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$.

Повнота осаджування. Утворення осаду відбувається тоді, коли добуток концентрацій іонів перевищує ДР осаджуваної сполуки за даної температури.

Наприклад, для сульфату свинцю при 25 °С:

ДР($PbSO_4$) = $2{,}2\cdot10^{-8} = [Pb^{2+}]\cdot[SO_4^{2-}]$.

Концентрація кожного з іонів буде:

$[Pb^{2+}] = [SO_4^{2-}] = \sqrt{2{,}2\cdot10^{-8}} \approx 1{,}5\cdot10^{-4}$ моль/л.

Звідси можна знайти, що в 100 мл розчину буде знаходитись солі:

$1{,}5\cdot10^{-4}\cdot303\cdot0{,}1 \approx 0{,}0045$ г.

Допустимою втратою від розчинності буде значення, що лежить за межами точності зважування, тобто 0,0002 г. Знайдене значення приблизно в 22 рази перевищує допустиму похибку. Отже, при ДР = $2.2\cdot10^{-8}$ і рівності концентрацій осаджування буде далеко не повним. Але рівняння ДР дає можливість передбачити досягнення повноти осадження іонів Pb^{2+}. Для цього треба збільшити концентрацію SO_4^{2-} іонів, що зразу зменшить концентрацію іонів Pb^{2+}. Збільшимо концентрацію H_2SO_4 до 0,01 М. Підставивши, будемо мати:

$[Pb^{2+}]\cdot10^{-2} = 2{,}2\cdot10^{-8}$.

Числове значення цієї концентрації буде $2{,}2 \cdot 10^{-6}$. Виразимо втрату $PbSO_4$ в г на 0,1 л:

$m(PbSO_4) = 2{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 303 \cdot 0.1 = 0.00007$.

Це значення вже не вловлюється аналітичними терезами. Воно було досягнуте застосуванням полуторного надлишку осаджувача (в даному випадку H_2SO_4).

Повнота осаджування зв'язана з ДР, але залежить також від кількості осаджувача, сольового ефекту, температури, кислотності або лужності середовища, здатності до колоїдоутворення. Розчинність багатьох осадів, які використовують в гравіметрії, збільшується з підвищенням температури. Повнота осадження зв'язана з розмірами кристалів і частинок осаду, тобто залежить від дисперсності частинок.

Механізм утворення осадів. Хімічне рівняння не дає інформації про механізм утворення осаду. Реакцію утворення хлориду срібла зображають рівнянням:

$Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$.

Реакцію утворення сульфату барію також зображують як результат взаємодії іона Ba^{2+} з SO_4^{2-} іоном:

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$.

В дійсності такі речовини складаються з окремих кристалів, кожен з яких включає величезне число іонів, розташованих визначеним чином.

В перший момент утворюються надзвичайно дрібні зародкові кристали, які не можуть ще випасти в осад. Далі йде процес їх укрупнення. Він протікає двома різними шляхами. При цьому в одному випадку утворюються кристалічні осади, в іншому – аморфні. Якщо виділення речовини з розчину переважно йде на поверхні зародків кристалів і останні поступово ростуть, то в подальшому виникає кристалічний осад. Якщо ж зародкові кристали з'єднуються в агрегати і осідають на дно, то утворюється аморфний осад.

Чим більша концентрація розчину і чим менша розчинність даної речовини, тим більше виникає зародкових кристалів. Якщо зародків дуже багато, то утворюються дрібні кристали, що буває при швидкому змішуванні концентрованих розчинів. Якщо навпаки розчини будуть розведеними і реактиви змішуються поступово, то зародків утворюється менше, число утворених кристалів також менше, але вони будуть крупними.

Утворенню зародкових кристалів сприяє механічна дія. Якщо на пересичений розчин не чинять механічної дії, він може довго знаходитися в гомогенному стані. Стан рівноваги при осаджуванні досягається досить повільно. На поверхні кристалів йде процес обміну іонів кристалу з іонами розчину.

Вигляд одного і того ж кристалу в процесі росту може змінюватись. При цьому грані пересуваються, але кути між ними зберігаються. Кристали, досягнувши певних розмірів, далі практично не ростуть.

Схема утворення осаду:

- дегідратація іонів

$[Ba(H_2O)_x]^{2+} \rightarrow Ba^{2+} + xH_2O$

- утворення первинних центрів кристалізації

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$

$BaSO_4 + Ba^{2+} \rightarrow [Ba_2SO_4]^{2+}$

- ріст первинних центрів (холодна стадія)

$[Ba_2SO_4]^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow Ba_2(SO_4)_2$, n=10-100

- утворення декількох крупних кристалів і виділення кристалів.

Умови осадження кристалічних осадів. Для аналітичних цілей краще працювати з крупнокристалічними осадами. Такі осади легко відфільтровуються і менше адсорбують посторонні речовини.

Більш крупні кристали утворюються в такому розчині, який містить менше зародкових кристалів буде тоді, коли при осаджуванні використовують розведені розчини і осаджувач додають дуже повільно. Росту утворених зародкових кристалів сприяє перемішування розчину.

Підвищення температури сприяє швидкому розчиненню дрібних кристалів і за рахунок цього збільшенню крупних.

Умови осадження аморфних осадів. Аморфні осади виникають за рахунок злипання колоїдних частинок у великі агрегати, а останні осідають з розчину у вигляді пластинок. При роботі з аморфними осадами дуже важливо попередити пептизацію і викликати коагуляцію. Для цього осаджування ведуть в присутності відповідного електроліту-коагулятора (різні солі амонію і кислоти). Коагуляції сприяє також підвищення температури розчину. Осаджування аморфних осадів проводять з нагрітого аналізованого розчину гарячим розчином осаджувача.

4. Гравіметричні методи, пов’язані з отриманням осадів, включають наступні операції:

1) відбір середньої проби;
2) взяття наважки;
3) розчинення наважки;
4) осаджування визначуваної складової частини;
5) фільтрування і промивання осадів;
6) висушування і прожарювання осадів;
7) зважування осадів;
8) обрахунки результатів аналізу.

Склад відібраної середньої проби повинен наближатися до середнього хімічного складу більшої кількості досліджуваного матеріалу.

З відібраної для аналізу середньої проби або попередньо очищеної від домішок речовини беруть наважку. Наважка являє собою строго визначену кількість речовини, необхідну для виконання аналізу.

Наважку переносять в чисту хімічну склянку або конічну колбу і розчиняють.

Осаджування є найважливішою операцією гравіметричного аналізу. Осаджування проводять в склянках місткістю 200-250 мл, в більшості випадків

його ведуть з гарячих розчинів. Для повільного додавання осаджувача його наливають в бюретку зі скляним краном, регулюючи швидкість витікання. Після осаджування і просвітління рідини над осадом перевіряють повноту осаджування.

Кристалічні осади слід фільтрувати через декілька годин після осаджування, або через добу. Аморфні осади фільтрують гарячими через 10-15 хв після осаджування. Аморфні і кристалічні осади фільтрують через беззольні паперові фільтри, маса залишку яких після спалювання мінімальна. Для фільтрування аморфних осадів використовують фільтри з червоною стрічкою, кристалічних – з білою (для дрібнокристалічних – з синьою). Розмір фільтра вибирають таким чином, щоб осад займав не більше половини об'єму згорнутого фільтра.

Лійку з фільтром ставлять у кільце штатива, підставляють під неї стакан так, щоб кінець трубки торкався стінки стакана. Рідину на фільтр зливають по скляній паличці. Після того, як на фільтр буде перенесено всю рідину, що знаходиться над осадом, промивають осад декантацією. Після декантації осад кількісно переносять на фільтр. Тоді промивають осад до повного відмивання домішок.

Осад сушать при 100 °С у сушильній шафі. Лійку з осадом закривають папером, який проколюють у кількох місцях скляною паличкою. Після висушування фільтр виймають з лійки, складають у конверт і ставлять у тигель з встановленою масою.

Проводять озолення, після чого тигель з осадом прожарюють у муфельній печі при певній температурі до сталої маси.

Література

1. Алексеев В. Н. Количественный анализ.− М.: Химия, 1972.
2. Бабко А. К., П'ятницький І. В. Кількісний аналіз.– К.: Вища школа, 1974.
3. Базель Я.Р., Воронич О.Г., Кормош Ж.О. Практичний курс аналітичної хімії: Навч. Посіб. – Луцьк: Ред.-вид. від. «Вежа» Волин. держ.ун-ту ім.Лесі Українки, 2004.
4. Бончев П. Р. Введение в аналитическую химию.− Л.: Химия, 1978.
5. Васильев В. П. Аналитическая химия, Т.1.− М.: Высш. шк., 1989.
6. Данцер К., Тан Э., Мольх Д. Аналитика.− М.: Химия, 1981.
7. Дорохова Є. М., Прохорова Г. В. Задачі та запитання з аналітичної хімії.− К.: КНУ, 2001.
8. Жаровський Ф. Г., Пилипенко А. Т., П'ятницький І. В. Аналітична хімія.− К.: Вища школа, 1982.
9. Золотов Ю. А. Очерки аналитической химии.− М.: Химия, 1977.
10. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Т. 1, 2.− М.: Химия, 1976.
11. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа.− М.: Мир, 1997.
12. Лайтинен Г., Харрис В. Химический анализ, Т. 1, 2.− М.: Химия, 1978.
13. Основы аналитической химии. Т. 1, 2. / Под ред. Ю. А. Золотова.− М.: Высш. шк., 2000.

14. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы / Под ред. Ю. А. Золотова.− М.: Высш. шк., 2004.
15. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю. А. Золотова.− М.: Высш. шк., 2001.
16. Петерс Д., Хайес Д., Хифтье Т. Химическое разделение и измерение. Т.1, 2.− М.: Химия, 1978.
17. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия. Т. 1, 2.− М.: Химия, 1990.

Рівень засвоєння матеріалів лекції рекомендується перевірити за допомогою наступних тестів для самоконтролю.

1. Кількісне визначення речовини шляхом осадження з послідуючим виділенням і зважуванням осаду називається:
   1) титриметрією
   2) гравіметрією
   3) седиметрією
   4) потенціометрією.

2. Сполука, у вигляді якої визначуваний компонент осаджують з розчину, називається:
   1) осаджуваною формою
   2) гравіметричною формою
   3) розчинюваною формою
   4) сублімованою формою.

3. Сполука, у вигляді якої проводять зважування, називається:
   1) осадженою формою
   2) гравіметричною формою
   3) розчинюваною формою
   4) сублімованою формою.

4. В гравіметричному аналізі вміст досліджуваного компонента у пробі розраховують за формулою:
   1) $X(\%) = \frac{F}{m_{нав.}} \cdot 100$
   2) $X(\%) = \frac{m_{нав.} \cdot F}{m_{ваг.ф.}} \cdot 100$
   3) $X(\%) = \frac{m_{ваг.ф.} \cdot F \cdot 100}{m_{нав.}}$
   4) $X(\%) = \overline{m_{ваг.ф.} \cdot m_{нав.} \cdot 100}$.

5. Гравіметричний фактор – це:
   1) сума молярної маси визначуваної речовини та молярної маси гравіметричної форми
   2) добуток молярних мас визначуваної речовини та гравіметричної форми

3) відношення молярної маси гравіметричної форми до молярної маси визначуваної речовини
4) відношення молярної маси визначуваної речовини до молярної маси гравіметричної форми.

6. Гравіметричною формою при визначенні Ba є:
1) $BaCl_2$
2) BaO
3) $BaCO_3$
4) $BaSO_4$.

7. При визначенні Cl як гравіметричну форму використовують:
1) AgCl
2) NaCl
3) $CaCl_2$
4) $AlCl_3$.

8. Найкращим осаджувачем є такий реактив, який утворює з іонами:
1) найбільш розчинну сполуку
2) найменш розчинну сполуку
3) сполуку нестехіометричного складу
4) сполуку, водний розчин якої проводить електричний струм.

9. Повнота осадження досягається тоді, коли концентрація досліджуваного компонента в розчині після осадження не перевищує:
1) 10^{-4} моль/л
2) 10^{-5} моль/л
3) 10^{-6} моль/л
4) 10^{-2} моль/л.

10. При визначенні Ca гравіметричною формою є :
1) $CaCO_3$
2) CaO
3) CaC_2O_4
4) $Ca(OH)_2$.

11. Іони Ba^{2+} найкраще осаджувати за допомогою:
1) H_2SO_4
2) Na_2SO_4
3) K_2SO_4
4) NaOH.

12. Гравіметричною формою при визначенні K є:
1) KNO_3
2) KCl
3) $KClO_3$
4) $KClO_4$.

13. Гравіметрична форма при визначенні Mg – це:
1) MgO
2) $MgCl_2$
3) $MgNH_4PO_4$

4) $Mg_2P_2O_7$.

14. Гравіметричний фактор при визначенні Fe у вигляді Fe_2O_3 розраховують за формулою:

1) $F = \frac{M(Fe)}{M(Fe_2O_3)}$
2) $F = \frac{2M(Fe)}{M(Fe_2O_3)}$
3) $F = \frac{M(Fe_2O_3)}{M(Fe)}$
4) $F = \frac{2M(Fe_3O_4)}{3M(Fe_2O_3)}$.

15. Повнота осадження перш за все пов'язана з:

1) концентрацією іонів H^+
2) концетрацією іонів OH^-
3) добутком розчинності
4) температурою.

16. Розчинність більшості осадів, які використовуються в гравіметричному аналізі, з підвищенням температури:

1) зменшується
2) збільшується
3) не змінюється
4) спочатку збільшується, а потім зменшується.

17. За рахунок злипання колоїдних частинок в крупні агрегати виникають:

1) дрібнокристалічні осади
2) крупнокристалічні осади
3) аморфні осади
4) нейтральні осади.

18. При роботі з аморфними осадами дуже важливо:

1) попередити пептизацію і викликати коагуляцію
2) попередити коагуляцію і викликати коагуляцію
3) викликати електролітичну дисоціацію
4) зупинити сольватацію.

19. Захоплення домішок осадом мікрокомпонента - це:

1) співосадження
2) пептизація
3) коагуляція
4) дисоціація.

20. Найважливішою операцією гравіметричного аналізу є:

1) відбір середньої проби
2) взяття наважки
3) осадження
4) фільтрування осаду.

1.4.2. Лабораторне заняття

Деякі особливості лабораторних занять, які необхідно врахувати при їх підготовці та проведенні:

- Важливе перше (вступне) заняття, де необхідно проговорити всі правила, деталі організації та проведення занять. Використовують два основні способи проведення лабораторних заняттях: фронтальний (всі студенти працюють над однією темою) та маршрутний (всі студенти чи групи виконують окремі завдання). В обох випадках необхідно створити умови дотримання всіма студентами правил безпеки при проведенні робіт. Після завершення роботи кожен студент прибирає робоче місце, показує викладачу одержані експериментальні результати. Робоче місце має бути в такому ж стані, як і до початку виконання експерименту.
- Кожен студент веде лабораторний (робочий) журнал, де представлена методика кожної роботи, одержані експериментальні результати та їх обробка. Звіт з кожної роботи студенти оформляють самостійно в позааудиторний навчальний час. Інша форма самостійної роботи – обробка експериментальних результатів з використанням комп'ютерної техніки.
- Лабораторні заняття є наступною сходинкою серед організаційних форм після лекції згідно з теорією поетапного формування розумових дій і призначені для поглибленого вивчення теоретичних питань навчальної дисципліни та оволодіння сучасними експериментальними методами. Необхідно створити умови (колоквіум, виконання роботи, обробка та пояснення одержаних результатів тощо), щоб лабораторні заняття не формально, а реально були не тільки логічним продовженням лекційних занять, але також їх гармонічним поєднанням.
- Лабораторні заняття створюють умови для комплексного засвоєння вивченого матеріалу з використанням різних форм самостійної роботи, багатоваріантність робіт розширює спектр подальшої самостійної роботи.
- Лабораторні заняття виробляють певні експериментальні вміння, проте головне, що вони сприяють розвитку у студентів наукового мислення, вміння встановлювати сутність явищ, пояснювати та прогнозувати експериментальні результати.
- Якщо на лекції можна реалізувати тільки окремі елементи індивідуалізації навчання, то на лабораторних занять – це обов'язкова їх складова, що сприяє інтенсифікації навчання.
- Поєднання колективних та індивідуальних форм навчання. Важливий виховний момент, коли студент і об'єкт, і суб'єкт навчальної діяльності, тобто він виховує, навчає інших студентів.
- Гласність контролю знань та вмінь студентів. Оголошення оцінок чи рейтингових балів з необхідним поясненням.

1.4.3. Семінарське (практичне) заняття

Деякі особливості семінарських занять, які необхідно врахувати при їх підготовці та проведенні:

- Семінари призначені для поглибленого вивчення навчальної дисципліни. Студенти через семінарські заняття розвивають вміння усного та письмового мовлення.
- Традиційні заняття – часто виступають, відповідають одні і ті ж студенти. Важливий момент на семінарських заняттях – ***мовлення***. Через мову ***кожен студент*** має проговорити різні аспекти, пов'язані з тематикою заняття: визначення понять, властивості речовин, фізичні величини, способи розв'язування та їх окреми етапи чи окремі етапи розрахунків, пояснення дій, гіпотези та їх аргументація тощо.
- Якщо на лекції дискусія між викладачем та студентами бажаний педагогічний прийом, то на семінарських заняттях – обов'язковий. При проведенні дискусії необхідно пам'ятати таке важливе правило – не давати перше слово сильному учневі (студенту) і не починати обговорення першої правильної гіпотези. Широке обговорення тримає в напрузі аудиторію, дає змогу вислухати різні точки зору. В іншому випадку очікувана дискусія відразу припиниться. Важливий момент, кому студент відповідає. Якщо він відповідає на питання викладача, то повернутий лицем до викладача, але якщо його гіпотеза-відповідь протилежна до деякої студентської, то він відповідає йому. Це створює умови для більшого загострення дискусії, появи нових альтернативних думок.
- Для мотивації навчання бажано для занять підбирати приклади, або виявляти їх в ході обговорення, які пов'язані з майбутньою практичною діяльністю студентів як молодих спеціалістів, з практикою теперішнього життя.
- Якщо заняття пов'язані з розв'язуванням задач, то традиційно, один на дошці розв'язує за допомогою викладача, інші колективно переписують хід розв'язку. Нова задача – все повторюється. Традиційна методика використання завдань в більшості випадків досягла максимальної ефективності на рівні завдань, які представляє завжди тільки викладач (моноцентричний підхід). Проте, як правило, ці завдання орієнтовані на поверхневі зрізи в межах окремих тем. Наступні імпровізації питань (створення з вихідних питань чи відповідей учнів задачних ситуацій) проводяться викладачем в окремих випадках, а ще рідше до них залучаються студенти. Розв'язування задач в більшості випадків зводиться до використання формул згідно певних алгоритмів. Методична література описує, в основному, окремі прийоми виконання завдань, в яких ***переважає виконавська діяльність учня (студента)***, що реалізується в рамках загального інформаційно-пояснювального підходу. Студенти не завжди розуміють причину такої діяльності. Необхідно навчати учнів (студентів) розв'язуванню та складанню завдань при вивченні хімії як єдиного нерозривного процесу пізнання. Деякі види діяльності при зазначеному підході: розв'язування звичайної «готової» задачі; складання оберненої та аналогічної задачі до вихідної з конкретними чисельними даними; складання оберненої та аналогічної задачі до вихідної в загальному виді; складання

задачі за деякими елементами, спільними з вихідною задачею; розв'язування чи складання задачі, узагальненої за деякими параметрами до вихідної задачі (часткове узагальнення); формулювання питань до задачі чи задачної ситуації, тексту підручника, таблиць тощо; пропуски в умові задачі учень заповнює своїми чисельними даними; складання задач за даною формулою чи рівнянням, схемою, таблицею, рисунком тощо; складання задач з використанням різних інформаційних джерел (підручник, довідкова література, матеріал дослідів і спостережень, Інтернет тощо); складання задач з недостатніми чи надлишковими даними та ін.

- Семінарські та лабораторні заняття можуть проводитись у формі ділових ігор, в ході яких проходить імітація професійної діяльності. Ефективність ділової гри як навчально-виховного заняття надзвичайно велика. В кожному випадку учасників знайомлять з правилами проведення заняття-гри. Ділові ігри важливі не тільки для формування професійних якостей , але і вміння працювати в колективі, приймати рішення, обговорювати спірні питання, реагувати на різні життєві ситуації тощо. Викладач може бути теж учасником гри, але така позиція вносить незначний дискомфорт для студентів, а тому краще бути спостерігачем, щоб об'єктивно оцінити всіх учасників.
- Гласність контролю знань та вмінь студентів. Оголошення оцінок чи рейтингових балів з необхідним поясненням.

1.5. Аналіз навчальних занять

1.5.1. Аналіз уроку

Обговорення проведеного уроку студентами розпочинається з самоаналізу, самооцінки, за якими слідує детальний аналіз іншими студентами, вчителем, керівником практики від вузу.

Відвідування уроків інших вчителів – потужне джерело формування та вдосконалення педагогічної майстерності, але це можливо тільки за умови сформованого вміння проводити ретельний аналіз уроку (це може бути і самоаналіз). Є різні схеми аналізу уроку, одна з яких наступна:

1. Постановка мети уроку (чіткість, ясність, доступність, дидактична доцільність).
2. Правильність визначення типу уроку.
3. Вибір методів навчання як для уроку в цілому, так і для кожної його частини (їх ефективність).
4. Прийоми навчання (різноманітність, доцільність).
5. Форми роботи (індивідуальна, групова, фронтальна).
6. Вміння індивідуалізувати процес навчання.
7. Викладання нового матеріалу (сучасність, тривалість, глибина).
8. Дотримання принципів навчання на уроці: науковість, послідовність тощо.
9. Культура праці та мовлення вчителя.
10. Здійснення зворотного зв'язку на уроці.
11. Зв'язок навчання з вихованням.

12. Організаційна чіткість уроку та дисципліна.

13. Темп уроку.

14. Зацікавленість учнів до вивчення нового матеріалу.

15. Наявність, доцільність та ефективність використання засобів наочності.

16. Об'єктивність виставлення оцінок, їх мотивація, стимулюючий характер.

17. Домашнє завдання: своєчасність його подачі, наявність інструктажу для його виконання, посильність.

Ваші особисті враження: чи досягнута мета уроку; щоб ви хотіли взяти для свого досвіду; чого ви будете старатись уникати.

Важливу роль в активізації навчальної діяльності на уроці відіграють різноманітні завдання, аналіз яких дає можливість також оцінити навчально-пізнавальну взаємодію вчителя та учнів на уроці. Остання залежить від багатьох факторів. Тому студент при відвідуванні уроку заповняє наступну схему-таблицю:

АНАЛІЗ ПОСТАНОВКИ ТА ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ В КЛАСІ

Предмет …….. Тема уроку …… Тип уроку … Клас…

Кількість учнів в класі … Вчитель …….. Час проведення уроку (за розкладом …, день тижня …...)

	Вчитель				Учень				$\Sigma_В+\Sigma_У$
	В-в	В-у	В-кл	$\Sigma_В$	У-в	У-у	У-кл	$\Sigma_У$	
1 етап									
2 етап									
3 етап									
Σ									

Позначення: В-в, В-у. В-кл.: завдання ставить вчитель - відповідає відповідно вчитель, учень, клас. У-в, У-у, У-кл.:завдання ставить учень - відповідає відповідно вчитель, учень, клас. Сумарна кількість завдань вчителя - $\Sigma_В$; сумарна кількість завдань учнів - $\Sigma_У$; сумарна кількість завдань вчителя та учнів на уроці - $\Sigma_{В+}\Sigma_У$.

В ході аналізу намагайтесь :

- ✓ Порівняти як впливають на активність навчально-пізнавальної взаємодії різні фактори: досвід вчителя, вік учнів, кількість учнів у класі, тип уроку, час проведення уроку (за розкладом, день тижня) тощо.
- ✓ Проаналізувати активність учнів на різних етапах (частинах) уроку.
- ✓ Визначити типи завдань, що використовуються на уроці (тести, задачі, питання, вправи).
- ✓ Порівняти форму відповіді на поставлені завдання – усна, письмова.
- ✓ Визначити рівень складності завдань (репродуктивні, аналогічні, творчі).
- ✓ Проаналізувати як вчитель виходить із ситуації, коли відсутні відповіді, низька активність класу чи надто висока, коли учні допускають помилки у відповіді, чи стимулюється постановка завдань учнями та ін.

1.5.2. Методика психолого-педагогічного аналізу діяльності учителя.

Діагностика професійної діяльності вчителя на уроці (педагогічна діагностика) – це аналітичний зріз та оцінка статистичного стану педагогічного явища у відповідності до визначених параметрів, тобто це параметричний аналіз. Тому, діагностика професійної діяльності вчителя передбачає знання та уміле використання параметричних даних (діагностичних показників), які характеризують її стан на різних рівнях здійснення.

Для проведення діагностики професійної діяльності вчителя під час проведення уроку може бути використана методика психолого-педагогічного аналізу діяльності учителя (МППАДУ), яка була розроблена лабораторією професійної діяльності учителя науково-дослідницького інституту загальної професійної підготовки Академії педагогічних наук СРСР, кафедрою педагогіки та психології Московського міського інституту удосконалення учителів та педагогічним коледжем штату Джорджія США.

Методика полягає у заповненні, після закінчення уроку, таблиці реєстрації даних МППАДУ. Підсумковий результат визначається таким чином: якщо конкретні вимоги до уроку виконуються вчителем, то у підсумковій таблиці ставиться певна кількість балів. У методиці містяться як класичні вимоги до уроку, які оцінюються від 0 до 1 балу, так і сучасні вимоги педагогіки співробітництва, які оцінюються від 0 до 2 балів. Блоки спостереження поділяються на складові частини, які у свою чергу поділяються на конкретні вимоги. Три основні блоки поділяються на 12 частин, які складаються з 4 вимог кожна.

Запропонована методика дозволяє провести як діагностику окремих сторін діяльності вчителя, так і за формулою:

У (середня) = сума балів (max 64 балів) / 48

визначити рівень професійної діяльності педагога.

Нульова або достатньо низька оцінка в балах за якою-небудь вимогою вказує на ближні (якщо вона класична) та перспективні (якщо вона сучасна) резерви удосконалення діяльності вчителя.

Для отримання більш повної картини діяльності конкретного вчителя необхідно –збирати інформацію за декількома уроками.

Методика ППАДУ

І. Створення загальних умов ефективного навчання із запровадженням інноваційних технологій:

1. *Забезпечення вихідних педагогічних умов досягнення навчального ефекту на уроці:*

а (1 б.) попередні вказівки щодо плану уроку (мета, завдання, основні етапи) лаконічні і точні;

б (1 б.) навчальні посібники та технічні засоби навчання сприяють швидкому включенню учнів в роботу;

в (1 б.) немає непотрібних затримок та відступів протягом уроку;

г (2 б.) ефективність роботи класу стимулюється передачею учням функцій вчителя (оцінювання, контроль, корекція, планування тощо).

2. Адаптація навчання до учнів

а (1 б.) навчання відповідає віковим особливостям учнів;

б (1 б.) у навчальному матеріалі уроку виділені найбільш важкі місця;

в (2 б.) надається можливість засвоєння навчального матеріалу у різних рівнів складності (для учнів різних рівнів успішності);

г (2 б.) навчання будується як взаємодія вчителя та учнів.

ІІ. Предметна і навчальна компетентність:

3. Володіння навчальним предметом та методами навчання:

а (1 б.) інформація і демонстрації точні та своєчасні;

б (1 б.) коментарі та відповіді на питання учнів точні і цікаві;

в (1 б.) без утруднення використовується не менше двох форм або методів навчання;

г (2 б.) крім поширених застосовуються також інноваційні методи та заходи навчання.

4. Організація навчальної роботи у послідовності „життєвого циклу" (вступ, розвиток, закріплення, інтеграція):

а (2 б.) урок починається з стимулюючого введення (притягнення уваги учнів та забезпечення необхідної мотивації);

б (1 б.) наочне подання нового матеріалу як відповіді на питання, що були розглянуті раніше (попереднє заняття або введення);

в (1 б.) об'єднання, узагальнення і закріплення навчальних результатів;

г (1 б.) урок закінчується підведенням підсумків (співвідношення результатів з тим, що вивчалося, з іншими предметами, з життям).

ІІІ. Техніка пояснення, письма і мови:

5. Використання усних та писемних пояснень:

а (1 б.) пояснення змісту ясне і дається за допомогою потрібних слів та термінів;

б (1 б.) ключові моменти уроку отримують відображення на дошці;

в (1 б.) записи для учнів акуратні і чіткі;

г (1 б.) вимова і побудова усної мови правильна.

6. Роз'яснення у разі нерозуміння навчального матеріалу учнями:

а (1 б.) виявлення незрозумілих слів або фраз та заміна їх загальнодоступними описовими виразами;

б (1 б.) пояснення за допомогою аналогій та прикладів;

в (1 б.) надання учням додаткової інформації;

г (2 б.) логічне виведення неявної корисної інформації з аналізу знань, які вже вивчалися.

ІV. Навчальна взаємодія:

7. Контроль та корекція діяльності учнів:

а (1 б.) оцінка діяльності учнів відділяється від особистого відношення вчителя до них;

б (1 б.) уникнення прямих вказівок та корекції діяльності учнів;

в (2 б.) учні спонукають до оцінювання та корекції роботи один одного;
г (2 б.) орієнтація на корекцію діяльності за запитами самих учнів.

8. Використання пропозицій та запитів учнів щодо змісту уроку:

а (1 б.) пояснення, питання та приклади запитуються в учнів;
б (1 б.) тактовно відмічаються слабкі місця, недосконалості у прикладах учнів;
в (1 б.) питання та пропозиції школярів приймаються з вдячністю;
г (2 б.) ідеї учнів опрацьовуються та використовуються на уроці.

V. Створення та підтримка продуктивної атмосфери на уроці:

9. Стимулювання інтересів учнів:

а (1 б.) формується важливість теми уроку у контексті навчального курсу та майбутнього життя;
б (2 б.) використовуються цікаві та незвичайні аспекти теми;
в (1 б.) інтерес стимулюється за допомогою питань та гумору;
г (2 б.) ідеї учнів опрацьовуються та використовуються на уроці.

10.Допомога учням щодо вироблення позитивної самооцінки:

а (1 б.) мова вчителя вільна від глузування та сарказму;
б (1 б.) імена учнів використовуються у теплій, дружелюбній манері;
в (1 б.) конкретні учні заохочуються за конкретну роботу;
г (2 б.) учитель підтримує, підбадьорює учнів, які мають труднощі при вивченні навчального матеріалу.

VI. Підтримка припустимої поведінки в класі:

11.Підтримка робочої включеності учнів на уроці:

а (1 б.) варіювання форм навчальної активності;
б (1 б.) використання засобів активації учнів на уроці;
в (2 б.) використання активних методів навчання (дискусії, розподіл ролей);
г (2 б.) застосування спеціальних способів організації навчальної роботи, розрахованих на пасивних учнів.

12.Дії при порушеннях дисципліни:

а (1 б.) вчитель не звертає уваги на дрібні ненавмисні порушення дисципліни на уроці;
б (1 б.) учні, що порушують дисципліну, стикаються з негайною реакцією вчителя;
в (2 б.) вчитель відтворює дисципліну за допомогою самих учнів;
г (2 б.) вчитель не бореться з порушниками дисципліни, а використовує для їх організації особливі форми навчальної роботи ідеї.

Підсумковий результат в балах дає можливість встановити рівень уроку або кваліфікації вчителя

Рівні	Середній бал	Висновок
I.	менше 0,61	Не задовольняє не тільки сучасним вимогам до уроку, а й ряду класичних.
II.	з 0,61 до 0,90	Задовольняє практично всім класичним вимогам до уроку та деяким з сучасних.
III.	з 0,91 до 1,20	Задовольняє не тільки класичним вимогам до уроку, а й значної частині сучасних.

IV.	більше ніж 1,20	Задовольняє як класичним, так і практично всім сучасним вимогам до уроку.

1.5.3. Аналіз лекції.

Необхідно відзначити, що оцінка лекції – це одна з складних проблем методики. Можна тільки відзначити, що найважливішим критерієм ефективності лекції є рівень зворотного зв'язку "студент-лектор" і спілкування між усіма учасниками навчально-пізнавального процесу. При проведенні аналізу навчальних занять у вищій школі необхідно творчо розвивати основні позиції аналогічного аналізу для середніх навчальних закладів, проте є деякі особливості, які нижче зазначені. Обговорення лекції розпочинається з самоаналізу, самооцінки лектора. Він повідомляє дидактичну і виховну мету, аналізує структуру, пояснює вибір методів і засобів навчання, висловлює свою думку щодо ефективності і якості розумової діяльності студентів.

Схема аналізу лекції:

1. Постановка мети і завдань.
2. Чіткість планування і організація роботи на лекції.
3. Правильність вибору типу лекції.
4. Методи побудови і проведення лекції.
5. Науковість, логічність викладу матеріалу.
6. Врахування у змісті лекції новітніх досягнень науки і техніки.
7. Зв'язок теорії з практикою і з життям.
8. Доступність лекції (звертаємося до вищої межі інтелектуальних можливостей студентів).
9. Прийоми і методи самостійної роботи.
10. Активізація мислення студентів, виховання інтересу до предмету, націлення на самоосвіту.
11. Ефективність використання технічних засобів навчання, наочності.
12. Темп лекції.
13. Культура праці та мовлення лектора, емоційність, ораторські здібності.
14. Ефективність зворотнього зв'язку.
15. Висновки про якість і ефективність лекції її науково-методичний рівень, підготовленість лектора.

Щоб аналіз був цілісний необхідно окремі позиції згрупувати, наприклад:

І. Зміст лекції: науковість, відповідність сучасному розвитку науки і техніки, методологічні питання. Зіставлення різних підходів для вирішення проблем, історичні відомості, міжпредметна інформація, професійна спрямованість лекції. Наявність відомостей, яких нема в підручнику. Матеріали власних досліджень чи колег кафедри, факультету. Наявність матеріалу для самостійної роботи тощо.

ІІ. Методика проведення лекції: чіткість та логіка викладу, пояснюваність, аргументація думок, доступність, створення проблемних ситуацій, закріплення вивченого, перевірка розуміння нового матеріалу, зв'язок з попередніми темами, мотивація навчальної діяльності. Застосування комп'ютерної техніки,

застосування лектором опорних матеріалів (конспект, окремі виписки чи їх відсутність).

Діяльність лектора як викладача – рівень знання навчального предмету, легкість викладу, доброзичливе ставлення до аудиторії, зовнішній вигляд, вміння відчувати аудиторію тощо.

III. Навчальна взаємодія з аудиторією і керівництво роботою студентів: Наявність зворотного зв'язку лектора і студентів, спостереження лектора за діяльністю студентів, визначення оптимального темпу на різних етапах лекції тощо.

IV. Результати лекції: теоретичне та практичне значення. Досягнення поставленої мети.

1.5.4. Аналіз практичного (семінарського, лабораторного) заняття.

1. Цілеспрямованість заняття – формулювання мети і завдань, обгрунтування дидактичної доцільності.
2. Планування заняття – виокремлення основних питань (чіткість, тривалість окремих етапів).
3. Активізація опорних знань студентів.
4. Організація практичної роботи (колективної, групової, індивідуальної). Наявність чи відсутність контакту в групі. Взаємодія в групі невимушена чи вимушена. Організація міжособистісної взаємодії студентів та розвиток їх взаємин.
5. Аналіз змісту завдань окремих етапів заняття.
6. Рівень складності завдань, їх роль в узальненні і систематизації матеріалу данної теми.
7. Методи активізації мислення, формування пізнавальних інтересів та стимулювання студентів. Розвиток здібностей, створення умов для творчості студентів. Обговорення всіх проблем, створення умов для дискусії. Коментарі та висновки викладача (кваліфіковані, аргументовані чи навпаки).
8. Застосування навчально-методичних посібників.
9. Роль заняття для набуття навичок культури праці (техніки хімічного експерименту для лабораторних занять тощо).
10. Форми і методи контролю і самоконтролю. Мотивація оцінок та їх обґрунтування.
11. Культура праці викладача, підготовленість, уміння організувати співпрацю, мовлення. Стиль розмови (спокійний, врівноважений, чи на підвищених тонах). Ставлення викладача до студентів та студентів до викладача.
12. Висновки про ефективність заняття.

1.6. Правила поведінки учнів у хімічному кабінеті

Учні зобов'язані:

1. Входити до кабінету хімії і лаборантської тільки з дозволу вчителя.

2. Входити і виходити з кабінету спокійно, щоб випадково не перекинути хімічний посуд з приладдям чи склянки з реактивами, які стоять на столах.

3. Сидіти в кабінеті завжди за одним і тим же самим робочим місцем і не переходити на інше місце без дозволу вчителя.

4. Підтримувати чистоту і порядок на своєму робочому місці, не залишати на столі сміття, збирати і викидати його в установлені місця (урни або спеціально встановлені на столах банки), після роботи мити за собою посуд.

5. Під час роботи не тримати на столі нічого зайвого: на ньому можуть бути підручник, задачник, зошит і письмове приладдя.

6. Дбайливо ставитись до обладнання кабінету.

7. Виконувати всі досліди самостійно, за винятком тих, які за вказівкою вчителя виконуються групами з 2-4 учнів.

8. Не приступати до роботи, поки не перевірено, чи є все необхідне для дослідів, і не продумано послідовність виконання кожного з них.

9. Працювати сидячи, швидко, але без зайвої квапливості, під час роботи додержуватися тиші.

10. Записувати хід виконання досліду в зошиті і робити запис всіх спостережень, рівнянь реакцій, висновків відразу ж після виконання досліду.

11. Дотримуватись правил користування водопроводом, газом і електрикою, не відкривати без необхідності крани, не засмічувати раковини, вмикати електричні прилади в міру необхідності.

12. Знати і дотримуватись правил нагрівання, поводження з розчинами кислот і лугів, вогненебезпечними та отруйними речовинами.

13. Знати місцезнаходження в кабінеті протипожежних засобів, аптечки і вміти користуватися ними при нещасних випадках.

1.7. Основне устаткування хімічного кабінету

1.7.1. Ваги та зважування.

Технохімічні ваги (терези), дозволяють визначати масу з похибкою до 0,01 г.

Основні правила зважування:

1. Не ставити на чашку ваг гарячі, мокрі та брудні предмети.

2. Не ставити речовини безпосередньо на чашку ваг. Тверді речовини поміщати в хімічні стакани, бюкси, на листи паперу, рідини зважувати в бюксах чи стаканах. Попередньо необхідно визначити масу тари.

3. На ліву чашку терезів ставлять зважуваний предмет, на праву – гирки (різноважки); в обох випадках їх розміщують посередині чашок.

4. Різноважки брати тільки пінцетом; не можна їх ставити на стіл, так як легко можна забруднити і втратити.

5. Після зважування нічого не залишати на терезах; поставити їх на аретир.

1.7.2. Лабораторні нагрівальні прилади.

Спиртівка (рис. 1.2) складається з резервуара, трубки з диском, гноту та ковпачка.

Основні правила поводження з спиртівкою:

1. Спиртівку заправляють в такій послідовності: в резервуар через лійку наливають денатурований спирт (не менш 1/3, але не більше 2/3 об'єму спиртівки); у трубку вставляють гніт з некручених бавовняних ниток (але не з вати або марлі). Гніт повинен входити не дуже щільно, але й не випадати з трубки, має бути однакової товщини і вільно діставати дна спиртівки. Кінець гнота обрізують ножицями. Перед запалюванням гніт змочують спиртом; спиртівку закривають ковпачком, щоб не випаровувався спирт з гноту, інакше її важко буде запалити.

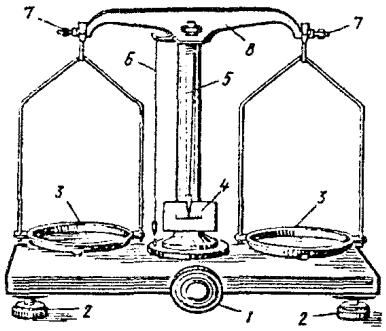


Рис. 1.1. Технохімічні ваги (терези):
1 – ручка аретира; 2 – встановлювальні гвинти; 3 – чашки; 4 – шкала; 5 – стрілка; 6 - маятник, 7 – балансувальні гайки; 8 – коромисло.

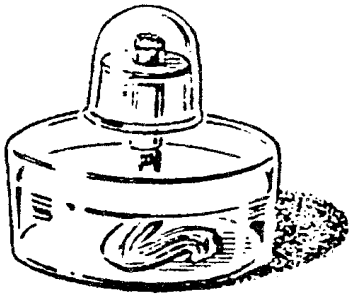


Рис. 1.2. Спиртовий пальник (спиртівка).

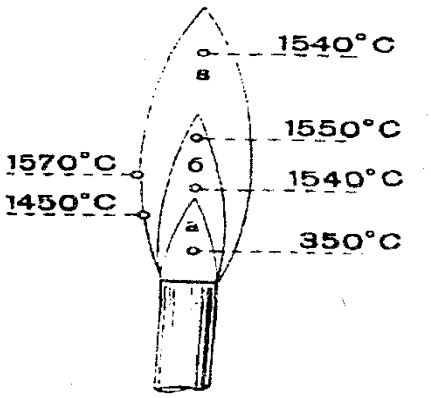


Рис. 1.3. Температура полум'я газового пальника.

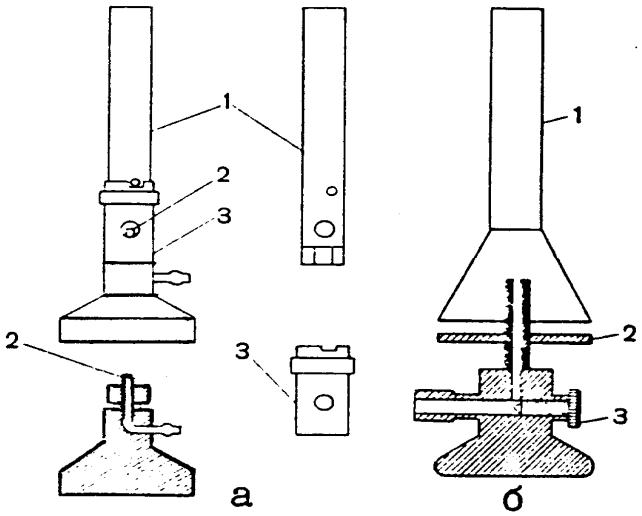


Рис. 1.4. Газові пальники:
а – пальник Бунзена: 1 – трубка; 2 – отвір; 3 – муфта;
б – пальник Теклю: 1 – трубка; 2 – диск; 3 – гвинт.

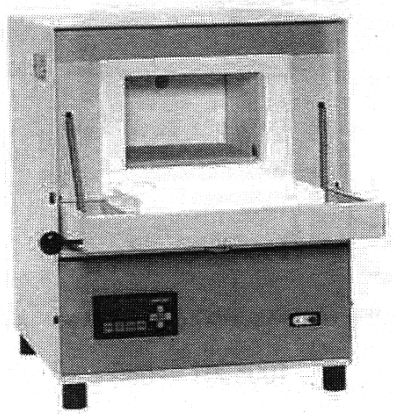


Рис. 1.5. Муфельна піч

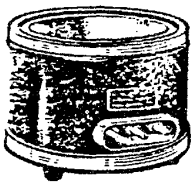


Рис.1.6. Колбонагрівач

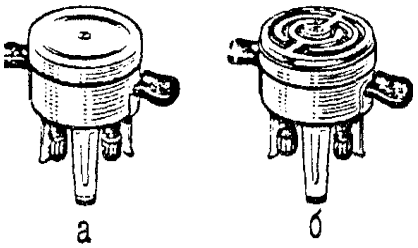


Рис. 1.7. Електричні плитки:
а – закритого типу;
б – відкритого типу

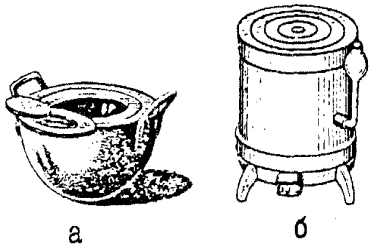


Рис. 1.8. Бані:
а – водяна;
б – водяна з електронагріванням

2. При запалюванні спиртівки попередньо перевірте, чи є в ній спирт та хороший гніт. Щоб уникнути пожежі, спирт можна наливати тільки в погашену спиртівку. В спиртівку, що горить, наливати спирт категорично забороняється. Для запалення спиртівки треба зняти ковпачок, розправити гніт так, щоб

одержати потрібне полум'я, і піднести до гнота запалений сірник або скіпку. Не можна запалювати одну спиртівку від іншої, бо при цьому може розлитися спирт і виникнути пожежа. Щоб збільшити полум'я, треба погасити спиртівку, витягнути трохи гніт правою рукою угору на 1-1,5 см (лівою рукою тримайте диск) і розправте його.

3. Якщо під час роботи на гніт попаде вода чи інші речовини і полум'я сильно зменшиться, треба погасити спиртівку, витягнути трохи гніт і обрізати його. Якщо гніт при цьому укоротиться настільки, що не діставатиме до дна пробірки, треба взяти новий гніт.

4. При нагріванні пробірки з розчином необхідно тримати її в верхній третині полум'я, весь час роблячи колові рухи. Не можна дотикатися до гнота дном пробірки; це може призвести до її розтріскування.

5. Якщо спирт, що горить, розіллється по столу, то треба відразу ж закрити його рушником або засипати піском, або залити водою.

6. Щоб погасити спиртівку, треба закрити її ковпачком, підносячи його збоку. Ніколи не слід дмухати на запалену спиртівку, щоб її загасити. Це може бути причиною пожежі.

7. Після закінчення роботи спиртівку необхідно закрити ковпачком, щоб спирт не випаровувався, а в гноті не скупчувалася вода, що є в спирті.

Розподіл температури полум'я газового пальника та їх будова представлені на рис. 1.3, 1.4.

Муфельну піч (рис. 1.5) застосовують для отримання температур 600–1000^{0}С. Для нагрівання круглодонної скляної посудини застосовують колбонагрівачі (рис. 1.6); для регулювання температури їх можна включати через реостат. Широке використання мають також електричні плитки (рис. 1.7).

Для тривалого нагрівання в межах температур 100-300^{0}С застосовують бані: водяну (рис. 1.8), піщану та ін.

1.7.3. Хімічний посуд та поводження з ним.

Колби (рис. 1.9) різних розмірів та форм (плоскодонні, круглодонні, конічні) широко застосовують в лабораторній практиці.

Колба Вюрца (рис. 1.10) є круглодонною колбою з відповідною трубкою під кутом 60-80^0; застосовують для отримання газів, відгонки рідин при атмосферному тиску.

Пробірки (рис. 1.11) застосовують для проведення дослідів з незначною кількістю речовини.

Лабораторні стакани (рис. 1.12) випускають різних розмірів, з носиком і без носика та ін.; призначені для проведення різноманітних лабораторних робіт.

Реторти (рис. 1.13) використовують для деяких препаративних робіт, наприклад, одержання нітратної кислоти та ін.

Лійки (рис. 1.14): хімічні для фільтрування та переливання рідин; краплинні для введення в реакційне середовище рідких реактивів незначними дозами; ділильні для розділення рідин, що не змішуються.

Крапельниці (рис. 1.15) використовують для введення реактивів незначними дозами, по краплинам.

Бюкси (рис. 1.16) призначені для зважування та зберігання рідких та твердих речовин.

Холодильники (рис. 1.17) прилади для охолодження та конденсації парів, що утворюються при нагріванні різних речовин.

Кристалізатори (рис. 1.18) застосовують для одержання кристалів речовин з насичених розчинів.

Алонжі (рис. 1.19) відіграють роль з'єднувальних елементів в установках для перегонки речовин та ін.

Ексікатори (рис. 1.20) застосовують для висушування та зберігання речовин, що легко поглинають вологу з повітря.

Фарфоровий посуд (рис. 1.21, 1.22) порівняно з скляним володіє більш значною хімічною стійкістю до кислот та лугів, а також термостійкістю. Фарфорові тиглі застосовують для прожарювання речовин; при цьому тиглі закріпляють в дротяних трикутниках з фарфоровими трубками.

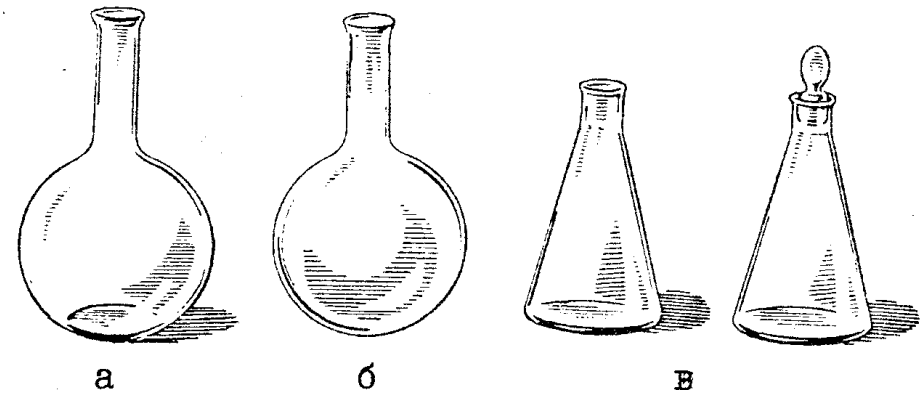


Рис. 1.9. Колби:
а – плоскодонна; б – круглодонна; в – конічні.

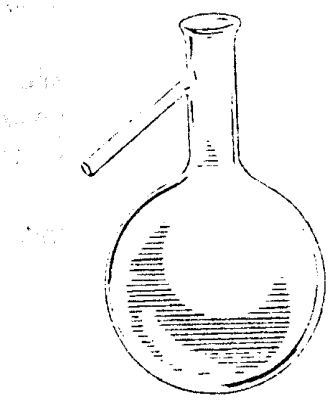


Рис. 1.10. Колба Вюрца

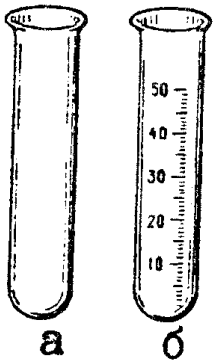


Рис. 1.11. Пробірки:
а – звичайна, б – мірна.

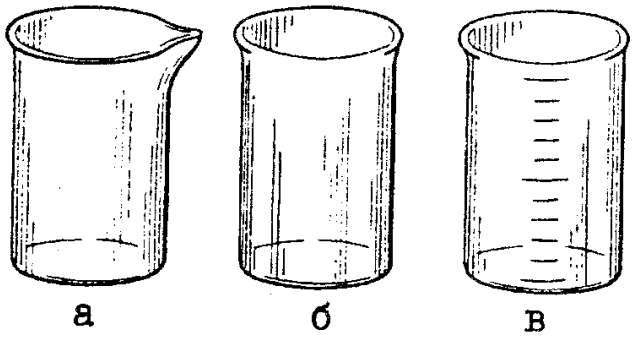


Рис. 1.12. Хімічні стакани: а – з носиком; б – без носика; в – мірний.



Рис. 1.13 Реторта.

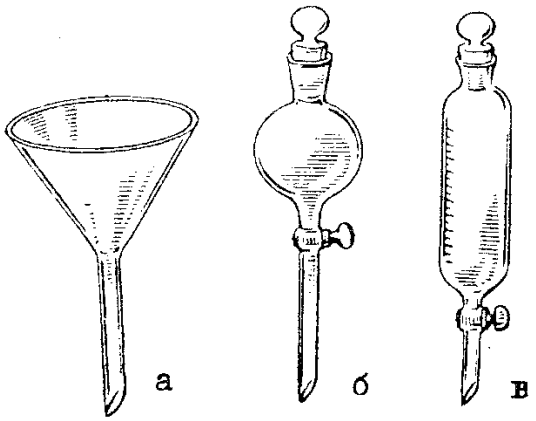


Рис. 1.14. Лійки: а – хімічна; б – краплинна; в – ділильна.

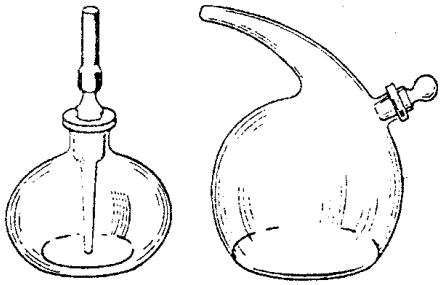


Рис. 1.15. Крапельниці

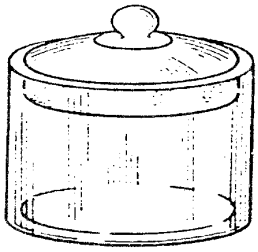


Рис. 1.16. Бюкс.



Рис. 1.17. Водяний холодильник

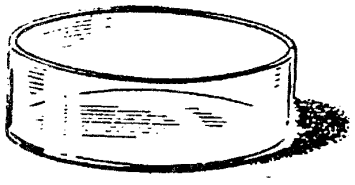


Рис. 1.18. Кристалізатор

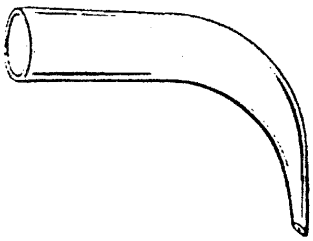


Рис. 1.19. Алонж

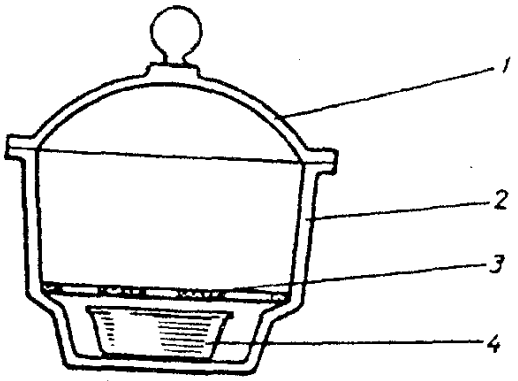


Рис. 1.20. Ексикатор:
1 – кришка; 2 – корпус; 3 – вставка; 4 – чашка для поглинювача.

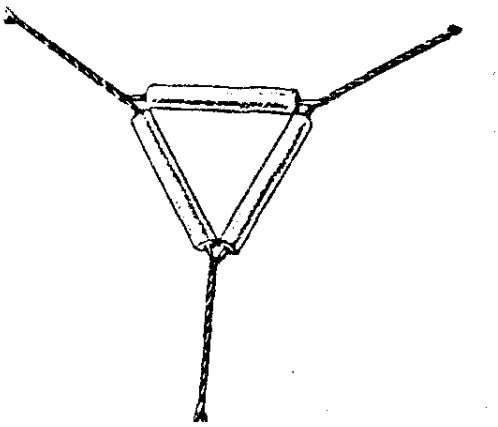


Рис. 1.21. Дротяний трикутник з порцеляновими трубками

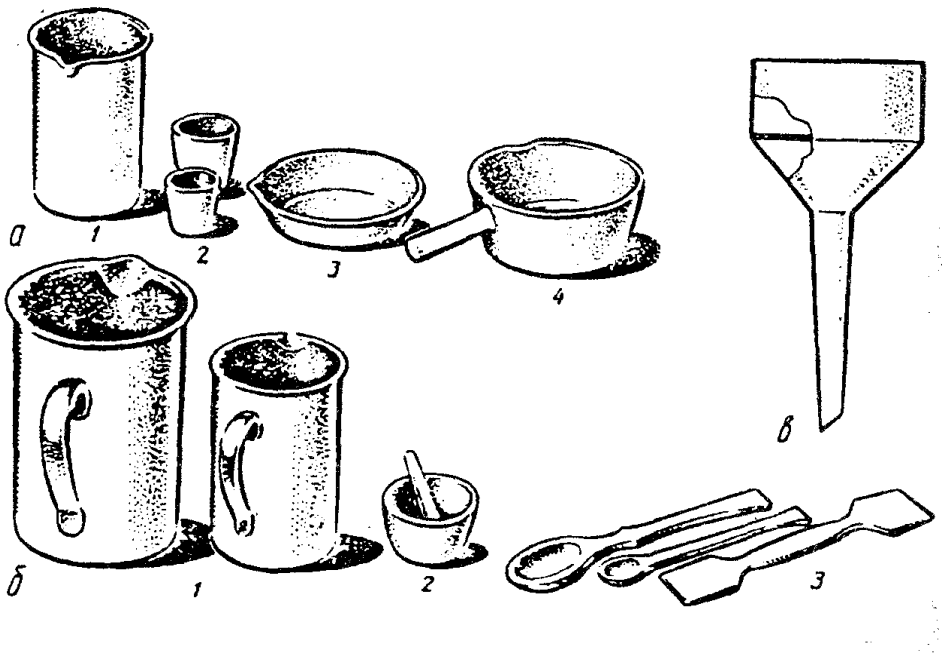


Рис. 1.22. Порцеляновий посуд.
а – тонкостінний: 1 – стакан; 2 – тиглі; 3 – випарювальна чашка; 4 – каструля;
б – товстостінний: 1 – кухлі; 2 – ступка з товкачиком;
3 – ложки, шпателі; в – лійка Бюхнера.

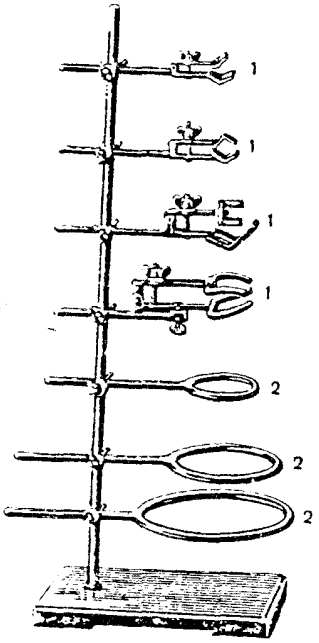


Рис. 1.23. Лабораторний штатив: 1 – лапки (тримачі); 2 – кільця.

Порцелянові чашки для випарювання розчинів; порцелянові ступки з товкачиком для подрібнення твердих речовин, а також для приготування порошків-сумішей з компонентів, які не реагують з виділенням теплоти при розтиранні; фарфорові тонкостінні стакани застосовують, як і скляні, без нагрівання в тих випадках, коли не обовязкова прозорість посудини. Кухлі для збору відходів в учнівських дослідах; фарфорові шпателі та ложки – для відбору з реактивних склянок сипких та твердих речовин.

Для закріплення посуду під час роботи застосовують лабораторні штативи (рис. 1.23). При закріпленні в лапці штативу пробірки дотримуються такої послідовності: послабити гвинт лапки штативу; ввести лівою рукою в лапку пробірку, а правою рукою обережно повертати гвинт лапки до закріплення пробірки (можна поставити гумову чи паперову прокладку). Пробірку слід затиснути в лапці так, щоб вона не випадала з неї і щоб її можна було пересувати. Міцно затиснута пробірка може тріснути, бо при її нагріванні скло розширюється. Пробірку слід затиснути біля отвору, а не на середині, щоб можна було нагрівати її поверхню по всій довжині.

Різні прийоми по нагріванню представлені на рис. 1.24-1.26.

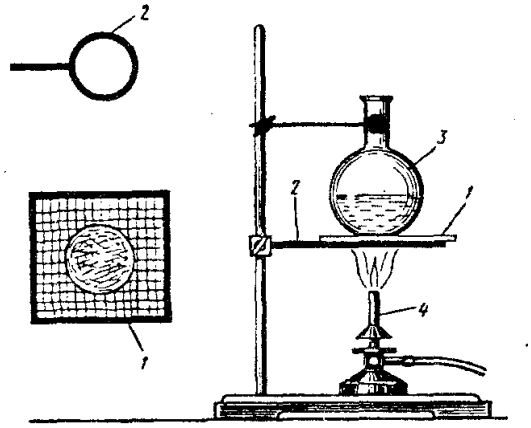


Рис. 1.24. Нагрівання рідини в колбі: 1 – розсікач полум'я з азбестовою сіткою; 2 – кільце штатива; 3 - колба; 4 – пальник.

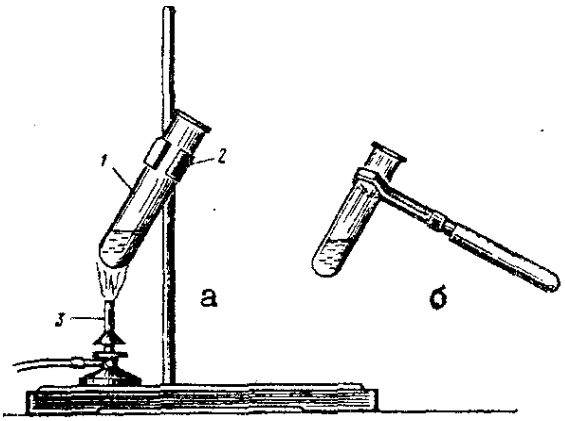


Рис. 1.25. Нагрівання рідини в пробірці: а – закріплення в штативі: 1 – пробірка; 2 – затискач штатива; 3 – пальник; б – закріплення в пробіркотримачі

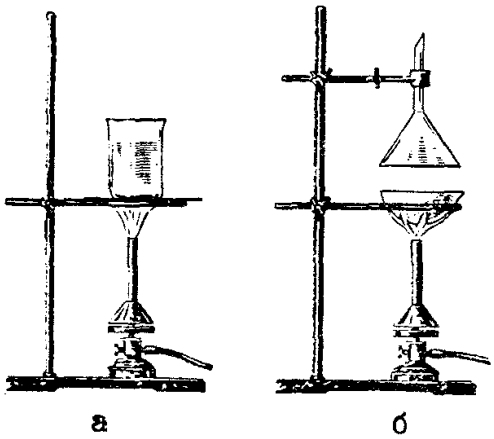


Рис. 1.26. Нагрівання (а) та випарювання (б) рідин

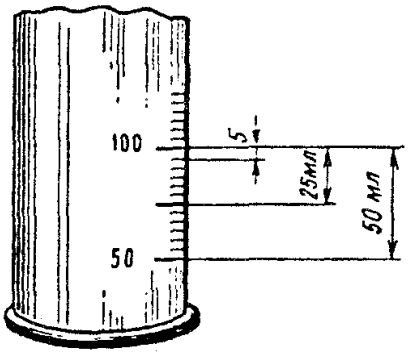


Рис. 1.27. Визначення ціни поділки мірного циліндра

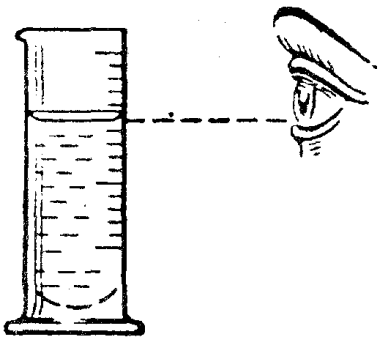


Рис. 1.28. Вимірювання рідини мірним циліндром

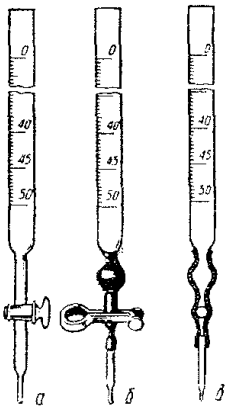


Рис. 1.29. Бюретки

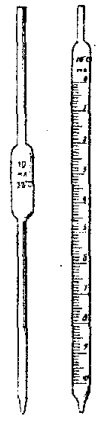


Рис. 1.30. Піпетки

У в а г а! Особливо будьте уважні при нагріванні скляних приладів, якщо кінець газовідвідної трубки поміщений в рідину. Коли прилад нагрівається, повітря чи газ в приладі розширюється і виходить по газовідвідній трубці. Якщо нагрівання припиняється, газ охолоджується, його об'єм зменшується і рідина, в яку поміщений кінець газовідвідної трубки, затягується в прилад. Рідина холодна, а прилад гарячий, тому він може тріснути чи вибухнути. Щоб уникнути цього, необхідно попередньо витягнути кінець газовідвідної трубки з рідини і тільки потім припинити нагрівання приладу.

Сильно нагрітий хімічний посуд, особливо скляний, не можна ставити відразу на холодну чи мокру поверхню столу, або на підставку залізного штатива. Але посуд з киплячим розчином можна занурювати в холодну воду чи охолоджувати струменем води з-під крану. При нагріванні рідини в пробірці не можна нагрівати останню вище рівня рідини або тільки біля дна. В першому випадку пробірка може лопнути, в другому – можливий викид рідини. Необхідно рівномірно нагрівати полум'ям ту частину пробірки, яка заповнена рідиною.

Для вимірювання об'ємів рідин використовують різноманітний мірний посуд. Визначення ціни поділки мірного циліндра та вимірювання ним рідини представлені відповідно на рис. 1.27 та рис. 1.28.

Бюретки (рис. 1.29) представляють собою скляні трубки зі шкалою. Малий діаметр бюреток дозволяє вимірювати точні об'єми рідин. Бюретки в шкільній практиці застосовують для демонстрації нейтралізації кислот лугами чи навпаки. В бюретки з краном можна наливати всі рідини за винятком лугів, які можуть викликати заклинювання притертого крану. Для роботи з лугами застосовують безкранові бюретки з гумовою насадкою. Бюретки заповнюють рідиною через лійку. Потім відкривають кран чи зажим, щоб заповнити частину бюретки, розміщену нижче крана чи зажима. Це необхідно робити ретельно, щоб не залишилось бульбашок повітря. Якщо все ж бульбашки залишаються, то можна нижній кінець бюретки опустити в стакан з тією ж рідиною і через верхній кінець втягнути трохи розчину. При цьому бульбашка повітря виходить. Можна також заповнювати бюретку, безпосередньо всмоктуванням рідини з стакана.

Бюретку заповнюють так, щоб рівень рідини був на 3-4 см вище нульової позначки шкали. Потім, обережно відкриваючи кран, встановлюють рівень рідини на нулю. Кожне титрування необхідно починати тільки після заповнення бюретки до нуля. Рівень прозорих розчинів встановлюють по нижньому, а непрозорих – по верхньому меніску. Після роботи бюретку необхідно промити водою і залишити в штативі, повернувши відкритим кінцем вниз. Щоб в бюретку не попадав пил, краще її закрити шматочком вати. У бюреток з краном потрібно витягнути кран, обгорнути один раз шматочком чистого фільтрувального паперу і знову вставити в бюретку. Якщо цього не зробити, шліф може зіпсуватися і кран буде протікати.

Для відбору точно визначених об'ємів рідин застосовують піпетки (рис. 1.30). Для наповнення піпетки нижній кінець її опускають в рідину і втягують

останню за допомогою гумової груші або ротом. В останньому випадку не можна вдихати повітря з піпетки (звичайна помилка початківців). При відборі проби необхідно вільно дихати через ніс і слідкувати, щоб кінець піпетки весь час знаходився в рідині. Рідину набирають так, щоб вона піднялась на 2-3 см вище мітки, потім швико закривають верхній отвір вказівним пальцем правої руки, притримуючи в той же час піпетку великим і середнім пальцями.

Коли піпетка заповнена, послаблюють натиск вказівного пальця, в результаті чого рідина буде повільно витікати з піпетки; як тільки нижній меніск рідини виявиться на одному рівні з позначкою, палець знову притискують. Якщо на кінці піпетки залишиться краплина, її необхідно обережно видалити. Вводячи піпетку в посудину, знімають вказівний палець і дають рідині стікати по стінці посудини. Після витікання всієї рідини піпетку тримають протягом ще 5 секунд, дотикаючись до стінки посудини і злегка повертаючи навколо осі, після чого видаляють піпетку, не звертаючи увагу на залишки рідини в піпетці.

У в а г а! Ніколи не треба намагатись видалити залишки рідини з піпетки видуванням чи нагріванням рукою розширеної частини піпетки.

Мірні колби (рис. 1.31) застосовують для приготування розчинів точно заданої концентрації. Інші зразки мірного посуду представлені на рис. 1.32.

Після проведення дослідів посуд ретельно миють і залишають висихати повернутим догори дном на сушильній дошці. Якщо необхідно швидко висушити посуд, його ставлять в сушильну шафу (рис. 1.34). Мірний посуд миють відразу ж після використання, але сушити в сушильній шафі при високій температурі не рекомендується через гістерезис скла.

1.7.4. Фільтрування

Послідовність приготування фільтрів представлена на рис. 1.33. Розмір фільтра такий, щоб верхній край його не доходив до краю лійки на 3-5 мм. При фільтруванні лійку закріплюють на кільці штативу. Вливають рідину в лійку по скляній палочці. Лійку встановлюють так, щоб її кінець доторкався до стінок посудини для збору фільтрату (рис. 1.35).

При необхідності відфільтрувати гарячий розчин (наприклад, при перекристалізації солі), застосовують спеціальну лійку для гарячого фільтрування з електричним чи водяним нагріванням (рис. 1.36).

Для прискорення фільтрування застосовують фільтрування під вакуумом (рис. 1.37). У випадку важкорозчинної солі кристали останньої можуть бути промиті на лійці Бюхнера дистильованою водою для видалення їх з поверхні маточного розчину. З цією метою застосовують промивалку (рис. 1.38, 1.39). В промивалку наливають води більш як наполовину. Промивалку застосовують також для сполоскування хімічного посуду, розведення розчину та ін.

Після закінчення фільтрування і промивання осаду колбу від’єднують від насоса, лійку виймають з колби, перевертають і легкими ударами по стінках вибивають осад на фільтрувальний папір чи в підготовлений посуд.

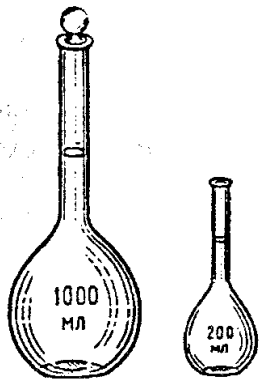


Рис. 1.31. Мірні колби

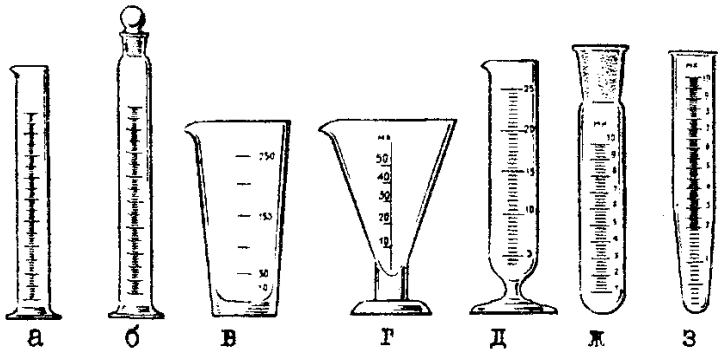


Рис. 1.32. Мірний посуд: мірні циліндри (а, б); мензурки (в, г); градуйовані пробірки (д, ж, з)

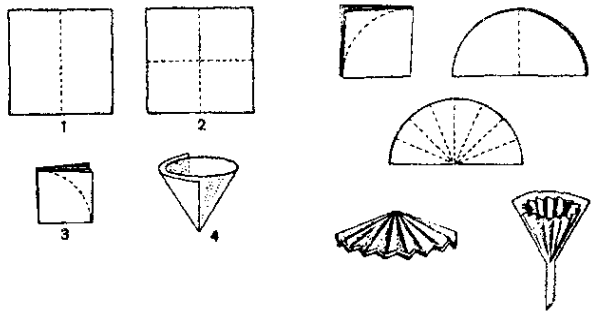


Рис. 1.33. Приготування фільтрів

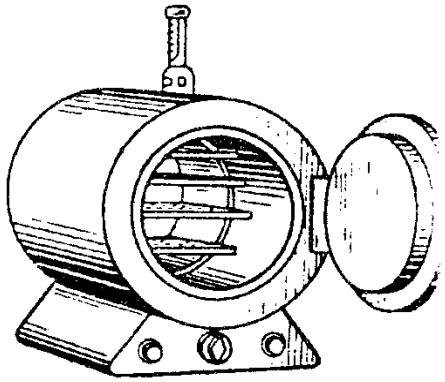


Рис. 1.34. Електрична сушильна шафа

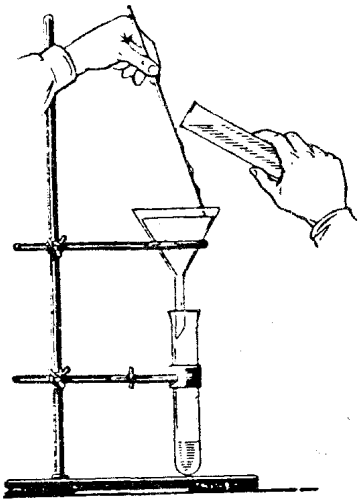


Рис. 1.35. Фільтрування

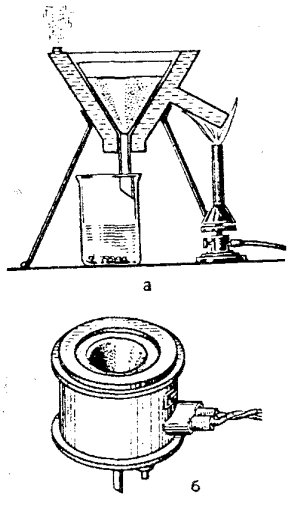


Рис. 1.36. Лійки для гарячого фільтрування: а – з водяним; б – з електричним нагріванням

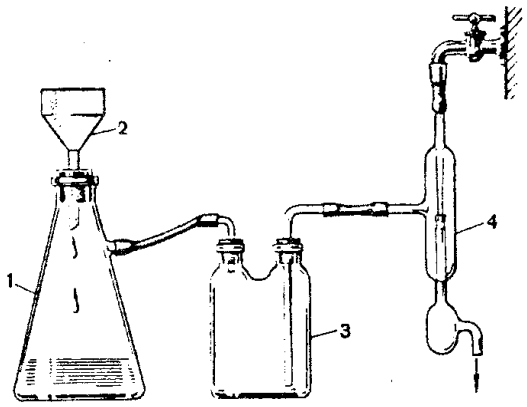


Рис. 1.37. Фільтрування під вакуумом:
1 – колба Бунзена; 2 – лійка Бюхнера;
3 – запобіжна склянка;
4 – водоструминний насос

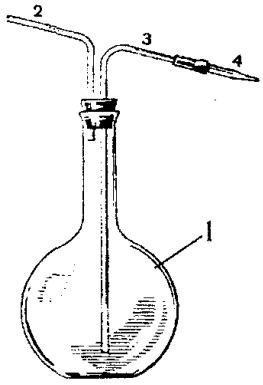


Рис. 1.38. Промивалка:
1 – плоскодонна колба;
2 – трубка, зігнута під тупим кутом; 3 – трубка, зігнута під гострим кутом; 4 – трубка з відтягнутим кінцем

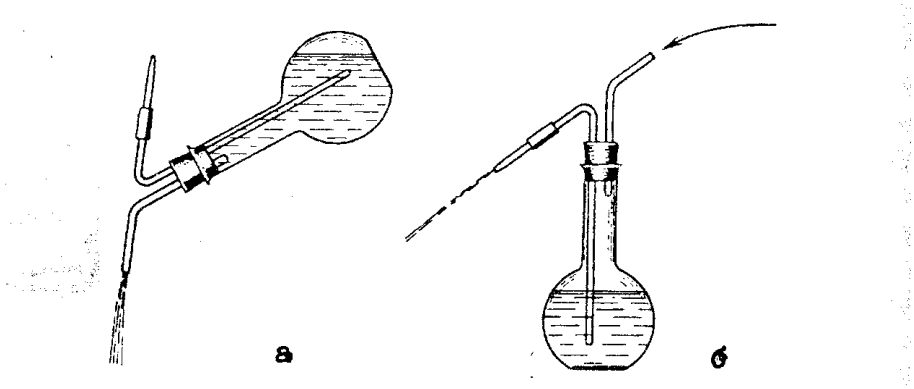


Рис. 1.39. Використання промивалок для отримання струменя води:
а – широкого; б – вузького

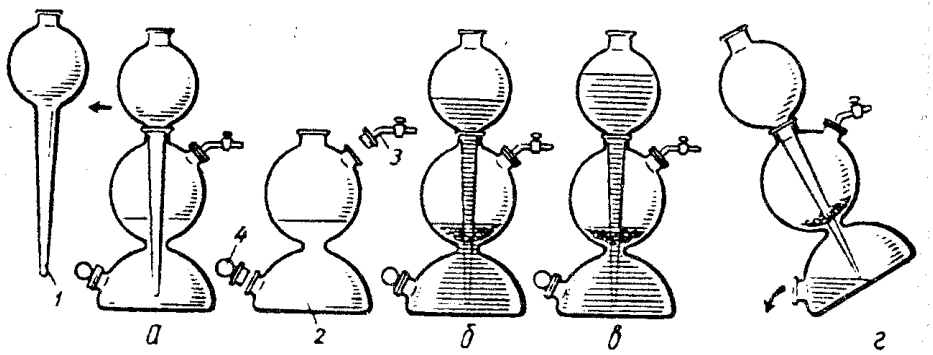


Рис. 1.40. Аппарат для отримання газів (аппарат Кіппа):
а – будова: 1 – лійка, 2 – основа, 3 – кран, 4 – пробка;
б, в – апарат, підготовлений до роботи;
г – розрядка апарату

1.7.5. Загальні прийоми роботи з газами.

Один з найбільш поширених приладів автоматичної дії для одержання газів – апарат Кіппа (рис. 1.40). В шкільних умовах апарат призначений для одержання водню чи вуглекислого газу. Ці гази епізодично використовують в достатньо значних кількостях в різних класах протягом навчального року. Інші гази в шкільних умовах в апараті Кіппа отримувати не потрібно.

При зарядці апарату Кіппа в середню частину приладу (знаходиться в зібраному стані) через тубус засипають тверду речовину (мармур для одержання CO_2, цинк для одержання H_2). Потім тубус закривають пробкою з газовідвідною трубкою і при відкритому крані заливають розчин кислоти в лійку до тих пір, поки рівень її в реакторі підніметься вище поверхні твердої речовини на 1–1,5 см закривають кран. Якщо прилад герметичний, то під тиском утвореного газу рідина швидко витісняється з реактора в лійку. Для видалення з порожнини реактора в суміші з отриманим газом знову відкривають кран, а після входу кислоти в реактор закривають і так повторюють 4-5 разів. Цю операцію обов'язково проводити при одержанні водню.

Важливо, щоб тривалість експериментів одержання газів була мінімальною, а техніка безпеки – максимальною. Бажано в ході дослідження забезпечити необхідний потік отриманого газу. З цією метою можна використати краплинні лійки (рис. 1.14 б), а ще краще звичайні пластикові шприци (рис. 1.41). Останні дуже зручні в користуванні, мають достатню хімічну стійкість; значно зменшується маса приладу для добування газів. На рис. 1.42 зображено відповідні прилади для збирання газів. Найпоширеніший варіант демонстрування властивостей – отриманий газ відразу направляють в іншу пробірку, наприклад з розчином речовиною-реагентом (рис. 1.41). Це можливо під час добування, наприклад, вуглекислого газу, але коли отримуємо токсичні гази, то постає проблема знешкодження їх надлишку. На рис. 1.43 зображено деякі варіанти приладів для нейтралізації газових залишків.

На уроці вчителеві зручно, коли добування та всі демонстрації властивостей газу відбуваються на одному приладі без проведення додаткових операцій. На рис. 1.44 зображено деякі можливі варіанти таких приладів. Ящо газ малорозчинний у воді, то можна застосовувати прилад 1.44 а; якщо газ добре розчинний у воді (наприклад, HCl), – прилад 1.44 б.

Для останнього випадку наведено і можливий варіант нейтралізації надлишку газу. При потребі демонстрації горіння газу на повітрі можна рекомендувати прилад 1.44 в. На рис. 1.44 г наведено можливу схему приладу для добування, демонстрації властивостей хлору та нейтралізації його залишків.

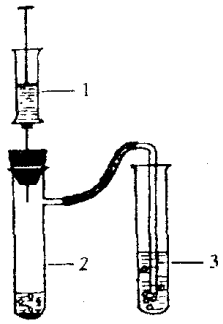


Рис. 1.41. Прилад для добування газів та демонстрації їх властивостей:
1 – пластиковий шприц; 2 – пробірка з газовідвідною трубкою; 3 – пробірка для демонстрування властивостей добутого газу.

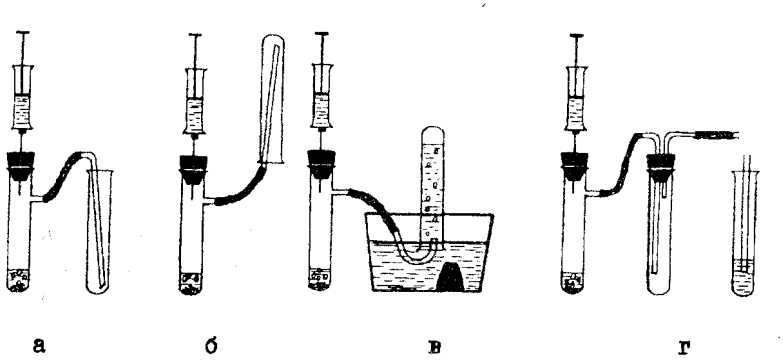


Рис. 1.42. Прилади для збирання газів:
а – витисненням повітря (газ важчий за повітря); б – витисненням повітря (газ легший за повітря); в – збирання газу над водою (газ нерозчинний або рисорозчинний у воді); г – збирання токсичних газів

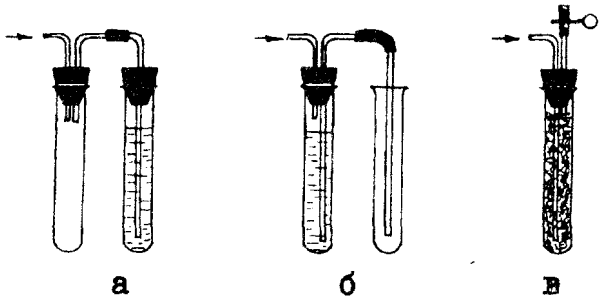


Рис. 1.43. Прилади для нейтралізації залишків газуватих речовин:
а, б – поглинання речовинами, в – поглинання адсорбентом

В табл. 1.1 наведено гази, які можна отримати в цих приладах, відповідні речовини та речовини реагенти для демонстрації хімічних властивостей кожного газу; в табл. 1.2 – можливі схеми нейтралізації газових залишків та перелік необхідних речовин. Можна проводити і очищення добутих газів від домішок, а потім – їх спалювання чи збирання залежно від поставленої мети.

Наприклад, під час добування етилену (див. табл.1.1) можуть відганятися і спирт, а також діетиловий етер, який частково утворюється. Взаємодія концентрованої сульфатної кислоти та спирту призводить також до часткового окиснення спирту кислотою і в результаті утворюється CO_2 та SO_2. Для очищення добутого етилену від парів спирту та етеру гази пропускають через концентровану H_2SO_4, а для очищення від CO_2 та SO_2 – через розчин лугу.

Слід зазначити, що особливо обережними треба бути під час робіт з горючими газами. При змішуванні з повітрям вони утворюють вибухові суміші. Перед збиранням таких газів чи їх запалюванням необхідно дослідити їх на чистоту: зібрати газ у пробірку, закрити пальцем отвір пробірки, піднести до полум'я, відкрити отвір і внести в полум'я. Якщо загоряння газу відбувається спокійно, без вибуху, то можна продовжувати роботу – збирати чи демонструвати горіння.

Для зберігання газів використовують газометри (рис. 1.45-1.47). В газометрі зберігають гази, малорозчинні у воді та інактивні до неї. До таких газів відносять, наприклад, кисень, азот.

У в а г а! Не можна зберігати в газометрі такі гази, як водень, ацетилен, метан, оксид карбону (II), так як вони вибухонебезпечні.

Очищають та осушують гази за допомогою речовин, які з ними не реагують, але взаємодіють з домішками. Наприклад, для осушування газів їх пропускають через хлоркальцієві трубки (рис. 1.48), склянки Тищенко та ін. (рис. 1.49). Різноманітні промивні та поглинальні склянки (рис. 1.49) застосовують для очищення добутих газів від домішок. Поглинальні склянки застосовують для захисту повітря кабінету хімії від токсичних газів. Установки для одержання таких газів, як хлороводень, хлор, оксид сульфуру (IV), амоніак, закінчуються поглинальними склянками, заповненими для вловлювання хлору, хлороводню та оксиду сульфуру (IV) розчином лугу, а амоніаку – водою.

Таблиця 1.1

Можливі варіанти добування та демонстрації властивостей деяких газуватих речовин

Формула речовини	Добування			Демонстрація властивостей				
	Схема (рис.)	Вихідні речовини		Схема (рис.)	Реагенти			
		1	2		3	4	5	6
O_2	42 а, 42 в	Розв. H_2O_2	MnO_2					
H_2	42 б, 42 в	Розв. HCl Розв. H_2SO_4 Розчин NaOH	Zn, Fe Zn, Fe Al					—
Cl_2	42 а, 42 г, 44 а, 44 г	Конц. HCl	Крист.: $KMnO_4$, MnO_2, PbO_2, $K_2Cl_2O_7$	44 а, 44 г	Розчин фіолетового чорнила, квітка	Розчин KBr	Розчин Kl + крохмаль	—

HCl	42 а, 42 г, 44 б	Конц. H_2SO_4	Крист. NaCl	44 б	H_2O+ лакмус	Розчин NaOH + фенол-фталеїн	Розчин $AgNO_3$	–
H_2C	42 а, 42 г	Розв. HCl	FeS	44 а, 44 в	H_2O+ лакмус	Бромна (іодна) вода	Розчин $CuSO_4$	Розчин $Pb(CH_3COO)_2$
SO_2	42 а, 42 г, 44 а	Розв. HCl Конц. H_2SO_4	Крист.: Na_2SO_3, $NaHSO_3$, Cu	44 а	H_2O+ квітка[1]	Бромна (іодна) вода	Розчин $KMnO_4$ + H_2SO_4 р-н $K_2Cr_2O_7$ + H_2SO_4	Вапняна вода
N_2	42 в, 42 г	Нас. Розчин $NaNO_2$	Нас. Розчин $(NH_4)_2SO_4$ або NH_4Cl					
NO	42 в, 42 г	Розв. HNO_3	Cu					
NO_2	42 г	Конц. HNO_3	Cu					
CO_2	42 а, 42 в	Розв. HCl	Мармур $CaCO_3$	41	Вапняна вода			
C_2H_4	42 в, 44 а, 44 в	C_2H_5OH + конц. H_2SO_4 (1:3)	Пісок	44 а, 44 в	Конц. H_2SO_4[2]	Розчин лугу[2]	Бромна (іодна) вода	Розчин $KMnSO_4$ + H_2SO_4
C_2H_2	42 в, 44 а	H_2O нас. Розчин NaCL Розв. HCl	CaC_2	44 а, 44 в	$K_2Cr_2O_7$+ H_2SO_4	Розчин лугу[2]	Бромна (іодна) вода	Розчин $KMnSO_4$ + H_2SO_4

[1] Для зняття захисного воскового шару квітку попередньо опустити в органічний розчинник.

[2] Очищення добутих газів від домішок.

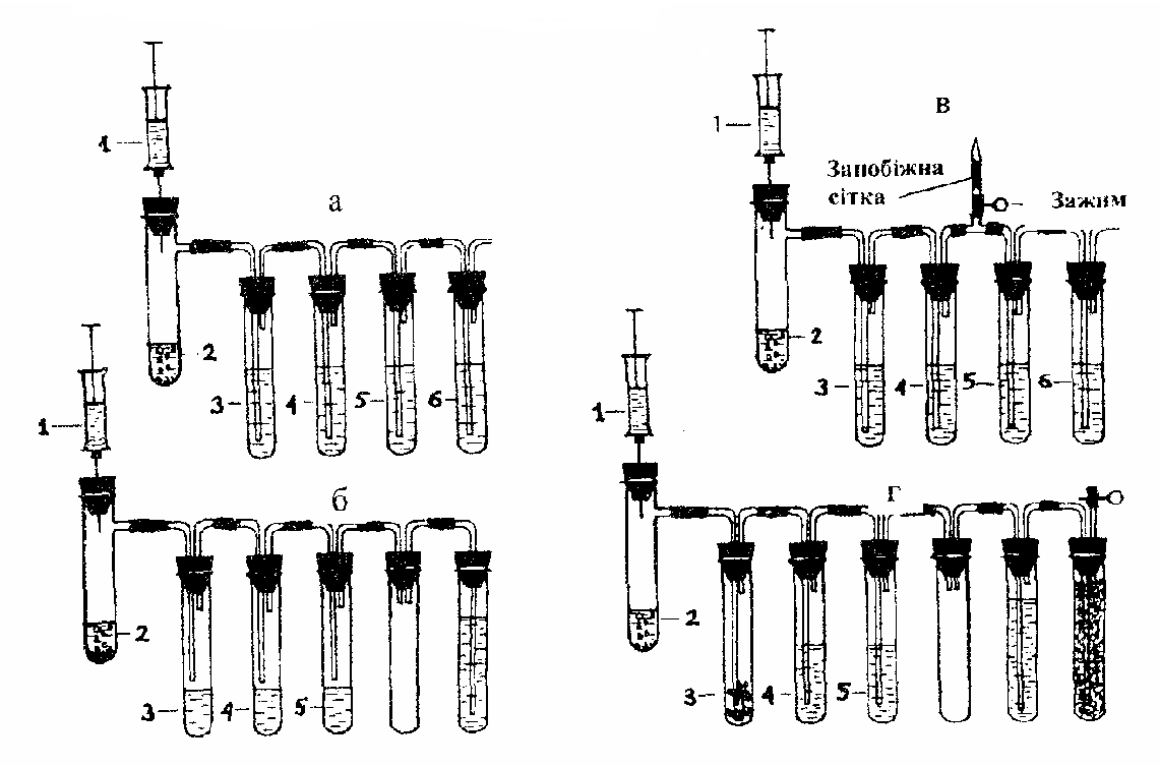
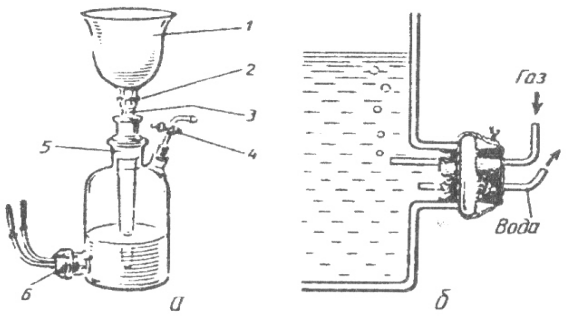


Рис. 1.44. Прилади для добування та демонстрування властивостей газів: а – газ малорозчинний у воді; б – газ добре розчинний у воді; в – газ малорозчинний у воді з демонстрацією горіння на повітрі (запобіжна сітка – мідна для H_2, H_2S, C_2H_4, сталева – для C_2H_2); г – газ – хлор.
У випадку б та в наведено можливі схеми нейтралізації залишків газуватих речовин. 1, 2 – вихідні речовини; 3-6 – речовини-реагенти.

	Рис. 1.45. Газометр Г-5: а - будова газометра: 1 – лійка; 2 кран лійки; 3 – сполучення лійки з стеблом; 4 – газовий кран, сполучений з тубусом за допомогою гумової пробки; 5 – сполучення стебла лійки з посудиною; 6 – пробка в нижньому тубусі; б – схема монтажу пробки в нижньому тубусі.

Таблиця 1.2

Можливі варіанти нейтралізації залишків деяких газуватих речовин

Формула речовини	Схема (рис.)	Речовини для нейтралізації		
		43 а	43 б	43 в
Cl_2	43а, 43б, 43а+в, 43б+в	Розчин лугу або розчин $Na_2S_2O_3$	Розчин лугу або розчин $Na_2S_2O_3$	Активоване вугілля
HCl	43а	H_2O або розчин лугу		
H_2S	43а, 43б, 43а+в, 43б+в	Розчин лугу	Розчин лугу	Активоване вугілля або силікагель
SO_2	43а, 43б, 43а+в, 43б+в	Розчин лугу	Розчин лугу	Активоване вугілля або силікагель
C_2H_4	43а	Розчин $KMnO_4$+ H_2SO_4		
C_2H_2	43а	Розчин $KMnO_4$+ H_2SO_4		
NH_3	43а	H_2O або розчин кислоти		

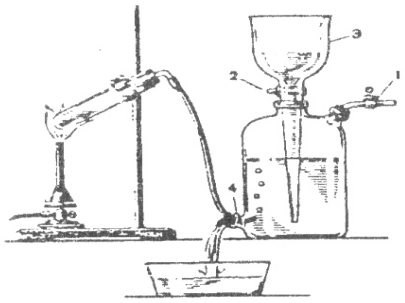


Рис. 1.46. Заповнення газом газометра: 1 -, 2 – крани; 3 – лійка, 4 – тубус

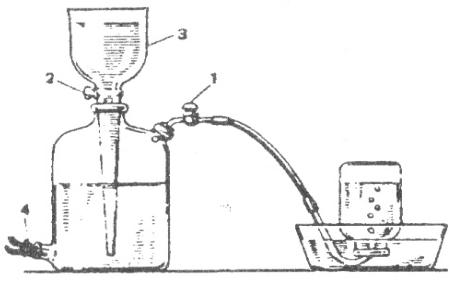


Рис.1.47. Заповнення посудини газом з газометра

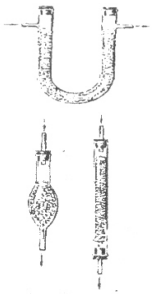


Рис. 1.48. Хлоркальцієві трубки

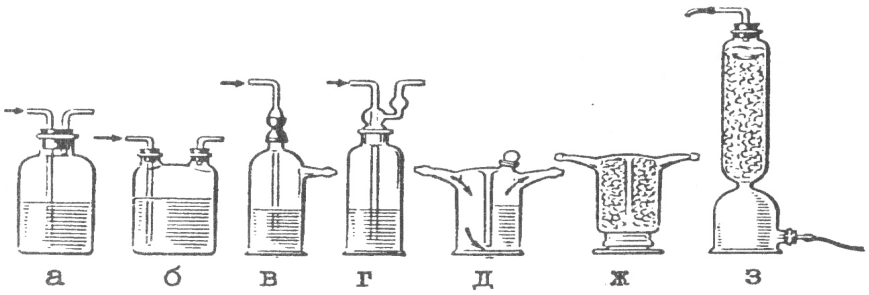


Рис. 1.49. Промивні та поглинальні склянки:
а – саморобна промивна склянка; б – двогорла склянка; в – склянка з газовідвідною трубкою; г – склянка Дрекселя; д – склянка Тищенко; ж – склянка Тищенко для сухих речовин;
з – колонка для осушування газів.

1.8. Основні застережні заходи під час роботи в кабінеті хімії

1. Працюйте в кабінеті хімії обов'язково в халаті.

2. Будьте максимально обережні при виконанні будь-яких практичних робіт, пам'ятаючи, що неохайність, неуважність, недостатня обізнаність із властивостями речовин, з якими проводиться робота, може спричинити нещасний випадок.

3. Виконуйте тільки ті хімічні досліди, які погоджено з вчителем, під його наглядом або наглядом лаборанта.

4. Уважно читайте етикетку на посудині з тією речовиною, яку берете для досліду. Відкриваючи пробку, не кладіть її на лабораторний стіл боком, а поставте догори.

5. Реактиви для дослідів беріть тільки в тих кількостях, які зазначені в інструкції.

6. Якщо в інструкції не сказано, яку масу чи об'єм речовини треба взяти, то суху речовину беріть в такій кількості, щоб вона закрила лище дно пробірки, а розчин не більше 1/6 її об'єму.

7. Надлишок узятого реактиву ні в якому разі не зливайте назад у посудину, де він зберігався.

8. При наливанні рідин беріть посудину з реактивом так, щоб етикетка спрямовувалась у бік долоні, знімайте краплю з шийки посудини, бо рідина стікатиме по склу, псуватиме етикетку, може обпалити руку.

9. Посудину, з якої взяли реактив, відразу закрийте пробкою і поставте на місце.

10. При нагріванні розчинів у пробірці користуйтесь тримачем. Уважно стежте за тим, щоб отвір пробірки був спрямований у бік від облич працюючих, бо рідина через перегрівання може викинутися з пробірки.

11. При нагріванні рідин стежте, щоб не перегрівалися стінки посудини над рідиною (особливо, коли рідини мало), бо при попаданні на перегріте скло крапель рідини посудина може тріснути.

12. Не нагрівайте плоскодонних колб та іншої плоскодонної посуди на відкритому вогні: необхідно підставляти розсікач полум'я з азбестовою сіткою.

13. Щоб уникнути перегрівання, ніколи не нагрівайте пробірку лише знизу, а прогрівайте всю пробірку, весь її вміст.

14. Не заглядайте в пробірку (стакан і т.п.), в якій нагрівається рідина, і не нахиляйтеся над посудиною, в яку наливається будь-яка рідина (особливо їдка), бо непомітні бризки можуть попасти в очі.

15. Ніякі речовини не пробуйте на смак.

16. Нюхайте будь-які речовини з обережністю, не нахиляйтеся над посудиною і не вдихайте повними грудьми, а спрямовуйте до себе пару чи газ рухами руки.

17. Гарячі предмети ставте на керамічну плитку або спеціальну підставку.

18. Відпрацьовані реактиви зливайте у раковину (після нейтралізації), а цінні реактиви – у спеціальні посудини.

19. Після закінчення роботи приберіть своє робоче місце, виключіть воду, електронагрівальні прилади і обов'язково ретельно вимийте руки.

20. Не кладіть їжу на лабораторні столи і ніколи не вживайте її в кабінеті.

1.9. Правила надання першої медичної допомоги

1. У випадку опіку (полум'я пальника або гарячі предмети), обпалене місце змочити концентрованим розчином калій перманганату, або злегка протерти кристаликами калій перманганату так, щоб шкіра побуріла. При сильних опіках слід звертатись до лікаря.

2. При отруєнні сірководнем, хлором, парами брому, оксидами нітрогену, оксидом карбону(II), негайно вивести потерпілого на свіже повітря і терміново викликати лікаря.

3. Якщо на обличчя чи шкіру попадають краплини кислоти, необхідно негайно змити їх водою, потім промити ушкоджене місце розведеним розчином питної соди. Луг змивають водою тривалий час, поки ушкоджене місце шкіри не перестане бути ковзким. Потім промити його 2%-вим розчином оцтової кислоти.

2. ОРІЄНТОВНІ СХЕМИ ДЕЯКИХ УРОКІВ

2.1. Явища фізичні і хімічні

Мета уроку: вивчити принципову відмінність між фізичними та хімічними явищами, ознайомити учнів з ознаками хімічних реакцій, максимально активізувати власний життєвий досвід учнів та вміння спостерігати, коментувати демонстраційні досліди і робити з них правильні висновки та узагальнення.

Обладнання та реактиви: штатив з тримачем, штатив для пробірок, 5-6 пробірок, спиртівка, сірники, стальна ложечка, пінцет, фарфорова ступка, товкачик, крист.бертолетова сіль, питна сода, розчини – лугу, фенолфталеїну, купруму(II) сульфату, ацетатної кислоти, мідна дротинка або платівка, магнієва стрічка або порошок, крист.цукор, сірка, шліфувальний папір, шпатель.

Можливі завдання:

1. Наведіть приклади явищ (змін) у навколишньому світі: …

2. Чи можна наведені приклади якось класифікувати? …це і є предметом розгляду на уроці.

3. Шматочок сірки обережно нагрівайте в стальній ложечці. Спостереження: …Явище: …

Цю ж сірку продовжуйте нагрівати сильніше:

Спостереження: …Явище: …

4. Продувайте повітря, яке видихаєте, через вапняну воду (Пригадайте – цей дослід Ви проводили на уроках біології).

Спостереження: …Явище: …

5. Подрібніть цукор на порошок.

Спостереження: …Явище: …

Розчиніть цукор у невеликій кількості води.

Спостереження: …Явище: …

Випарте обережно воду із добутого розчину до утворення кристалів цукру.

Спостереження: …Явище: …

Далі продовжуйте нагрівання добутих кристалів цукру.

Спостереження: …Явище: …

6. Продемонструйте згорання магнію, скіпки, сірника. Якщо порошок магнію не загорається, то спробуйте змішати (до уроку!) його з порошком бертолетової солі (не більше ¼ об’єму взятого металу). Горіння магнію спостерігайте через захисні темні окуляри.

У в а г а! Суміш готуйте безпопередньо перед даним уроком. Бертолетову сіль не розтирайте при подрібненні, а тільки натискайте товкачиком. Змішування проводіть не розтиранням в ступці, а струшуванням в стакані чи розмішуванням шпателем, скляною паличкою і т.п. на листку чистого паперу. В центр суміші вставте магнієву стрічку і проведіть підпалювання за допомогою довгої скіпки.

Спостереження: …Явище: …

7. Зачистіть мідну дротинку або платівку і внесіть в полум’я спиртівки. Спостереження: …Явище: …

Знову зачистіть поверхню шліфувальним папером.

Спостереження: …Явище: …

Внесіть знову мідну дротинку або платівку в полум’я спиртівки.

Спостереження: …Явище: …

8. Під час обговорення усіх проблемних дослідів головну увагу звертають – на характер зміни речовини, тобто, чи утворились нові речовини. Після цього розглянуте явище відносять до фізичного чи до хімічного.

Необхідно зупинитись на величезному значенні хімічних реакцій у житті людей. За допомогою хімічних реакцій добувають різні матеріали, з яких виготовляють різноманітні предмети, що використовуються людиною. В самому організмі неперервно мають місце різноманітні хімічні реакції.

Необхідно провести визначення предмета хімія. Хімія – наука про речовини, їх властивості і перетворення.

На підставі розглянутих хімічних реакцій є можливість зробити узагальнення про те, за якими ознаками можна судити, що хімічна реакція відбулася. Важливо, щоб учні самі назвали ці ознаки, аналізуючи кожен з проведених дослідів.

9. Можна провести додаткові демонстрації для збільшення числа ознак хімічних реакцій:

– до розчину лугу добавте кілька краплин розчину фенолфталеїну.

Спостереження: …Явище: … Ознака: …

– до розчину ацетатної кислоти добавляйте шпателем питну соду.

Спостереження: …Явище: … Ознака: ….

10. Які умови перебігу реакцій? ….

Розглядаючи всі проведені реакції, учні повинні прийти до висновку, що першою умовою багатьох хімічних перетворень є безпосереднє зіткнення речовин. У деяких випадках цієї умови недостатньо, тому реагуючі речовини підігрівають. Приклади: … Таким чином, ми взнали умови виникнення реакцій, але ще треба знати, за яких умов вона буде протікати (перебігати). Чому скіпка після запалювання продовжує горіти сама до повного згорання, а цукор, щоб домогтись його повного розкладу, треба весь час нагрівати? …

Дослідження різних реакцій показали, що в деяких випадках виділяється велика кількість тепла і його достатньо для подальшого перебігу реакцій. У багатьох випадках реакція, почавшись, триває за рахунок тепла, що виділяється при цій реакції, не потребуючи додаткової кількості енергії ззовні. Інші реакції, наприклад, розклад цукру, потребують додаткової затрати енергії для її продовження. Під час таких реакцій тепло не виділяється, а вбирається (або його виділяється мало). Вводять поняття про екзо- та ендотермічні реакції.

11. Серед наведених явищ зазначте фізичні та хімічні:

горіння вугілля; бродіння виноградного соку; прокатування металу; гниття деревини; плавлення парафіну; розтирання цукру на порошок; замерзання води; розкладання малахіту; розкладання цукру при нагріванні; горіння спирту;

розмелювання пшениці на борошно; випікання хліба з борошна; утворення сніжинок; тужавіння цементу; добування солі з морської води; добування водню і кисню з води електролізом; випаровування води; перегонка води; скисання молока; утворення хмар.

12. Запишіть ознаки таких хімічних реакцій:

а) пропускання вуглекислого газу у вапняну воду: … б) почорніння срібної ложки: … в) дія оцту на соду: … г) скисання молока: … д) протухання курячого яйця: … ж) термічний розклад цукру: … з) іржавіння заліза: … к) гниття риби: … л) горіння магнію: … м) горіння свічки: …

13. Пригадайте і на основі власного досвіду заповніть пропуски:

Хімічна реакція:	Умови виникнення:	Умови перебігу:
а) горіння деревини, вугілля	…	…
б) іржавіння заліза	…	…
в) скисання молока	…	…
г) бродіння виноградного соку	…	…
д) …	…	…

Проведіть узагальнення:

а) умови виникнення хімічних реакцій: …

б) умови перебігу хімічних реакцій: …

2.2. Кисень: добування, властивості

Мета уроку: ознайомити учнів з методами добування кисню в лабораторії та промисловості, з фізичними та хімічними властивостями кисню; звернути увагу на умови способів добування кисню, особливості перебігу хімічних реакцій в кисні та на повітрі; розвивати в учнів спостережливість та вміння робити правильні висновки з проведених дослідів.

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, спиртівка, штатив для пробірок, 5-6 сухих пробірок, дві пробірки з газовідвідними трубками, пластиковий шприц, сірники, хімічний стакан або велика пробірка (з пробкою) для збирання кисню, кристалізатор з водою, вата (скловата), скіпка, пінцет, шпатель, ганчірка, стальна ложечка з пробкою, лінійка; крист.перманганат калію, оксид мангану (IV), пероксид водню (3%), вуглинка, сірка, фосфор (червоний), вапняна вода, магній, стальний тонкий дріт (балалаєчна струна), мідна дротина або платівка, алюмінієва пудра.

Можливі завдання:

1. Різні варіанти завдань для повторення попередньо вивченого матеріалу “Оксиген як хімічний елемент. Кисень як проста речовина. Оксиген у природі. Фізіологічна дія кисню”.

2. Добування та збирання кисню.

а) Нарисуйте схематично прилад для добування та збирання кисню в залежності від обраного методу (рис. 1.42 а, 1.42 в, 2.1, 2.2).

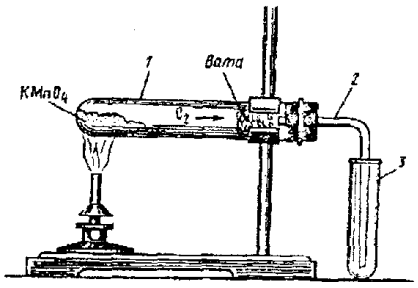


Рис. 2.1. Добування кисню з перманганату калію і збирання його витісненням повітря:
1 – пробірка-реактор з перманганатом калію і шматочном вати; 2 – газовідвідна трубка; 3 – пробірка-збирач.

б) Складіть прилад і перевірте його на герметичність.

в) Насипте шпателем або ложечкою в суху пробірку крист.перманганату калію (біля отвору поставте шматок вати) або оксид мангану (IV) (в залежності від обраного методу добування).

г) Закрийте пробірку корком з газовідвідною трубкою і закріпіть в тримачі штатива.

д) Проведіть експеримент по добуванню кисню і зберіть кисень способом витіснення повітря (на якій властивості кисню базується цей спосіб? …) згідно рис. 2.1. (рис. 1.42а) або способом витіснення води згідно рис. 2.2 (рис. 1.42 в).

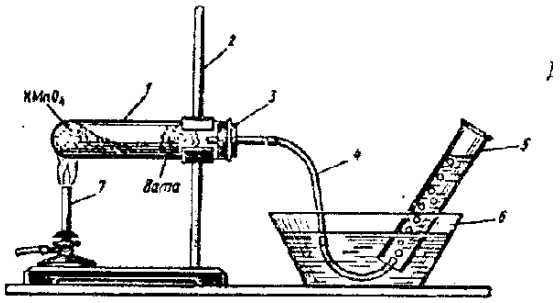


Рис. 2.2 Прилад для добування кисню і збирання його методом витіснення води:
1 – пробірка-реактор з перманганатом калію і шматочком вати; 2 – штатив; 3 – гумова пробка; 4 – газовідвідна трубка; 5 – циліндр (або пробірка) для збирання кисню; 6 – кристалізатор з водою; 7 – пальник.

В другому випадку налийте в кристалізатор води і опустіть в нього кінець газовідвідної трубки. Наповніть циліндр або велику пробірку для збирання кисню водою і закрийте корком, переверніть і опустіть в кристалізатор з водою; вийміть під водою пробку і залиште на дні кристалізатора. Після витіснення води з циліндра закрийте отвір пробкою (На якій властивості базується такий спосіб збирання газу? …).

У в а г а! Вийміть кінець газовідвідної трубки з води після закінчення досліду, не припиняючи нагрівання. Якщо цього не зробити, вода затягнеться в гарячу пробірку і вона може тріснути.

Залишок K_2MnO_4 та MnO_2 при добуванні кисню з $KMnO_4$ можна використати для добування хлору.

3. Хімічні властивості кисню.

У в а г а! Для спалювання можна використати великі пробірки або склянки з широким горлом. Стальні ложечки для спалювання вставте в гумовий корок. Зразки для спалювання необхідно встановлювати в посудині на такій висоті, щоб згораюча речовина знаходилась нижче середини посудини. В іншому випадку може загорітись корок або тріснe шийка посудини.

а) Згорання вугілля.

Помістіть в стальну ложечку (3) вуглинку (або таблетку активованого вугілля) і розжарте її в полум'ї спиртівки. Спостереження: … Внесіть розжарену вуглинку (почала тліти) в пробірку з киснем (2). Спостереження: … Пояснення: … Після згорання, охолодження пробірки (в іншому випадку вона тріснe) пластиковим шприцом (1) ополосність склянку вапняною водою. Спостереження: … Пояснення: …

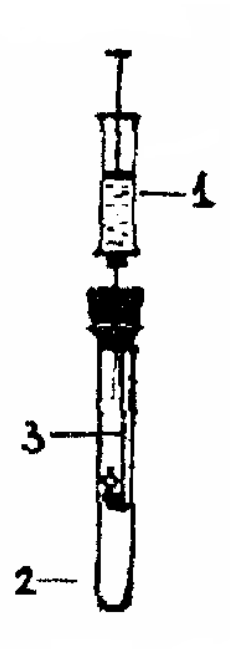


Рис. 2.3.

У в а г а! Посудина з киснем частково наповнена вапняною водою до проведення згорання.

б) Згорання сірки.

Помістіть в ложечку для спалювання шматочок сірки. Нагрійте в полум'ї до самозаймання. Спостереження: … (Зверніть увагу на полум'я сірки, тримайте ложечку на темному фоні). Опустіть ложечку з палаючою сіркою в пробірку з киснем, не закривайте пробку щільно. Спостереження: … Сполосніть пробірку водою після припинення горіння і добавте кілька краплин індикатора. Спостереження: …

Крім SO_2 утворюється певна кількість SO_3 (оксиди феруму каталізують процес окислення SO_2 та SO_3), тому в посудині може появитись туман, що складається з найдрібніших краплин сірчаної кислоти.

в) Згорання фосфору.

Для досліду можна використовувати тільки сухий червоний фосфор.

У в а г а! Якщо фосфор достатньо вологий, – його необхідно добре промити на фільтрі водою (змити з поверхні фосфорну кислоту, що поступово утворюється при тривалому зберіганні), висушити фільтрувальним папером (розсипати тонким шаром на папері) або нагріванням в фарфоровій чашці на водяній бані. Для швидкого висушування після промивання водою можна промити фосфор на фільтрі спиртом.

У в а г а! Опіки від палаючого фосфору дуже хворобливі. Травмоване місце промочують розчином $AgNO_3$ (1:10), можна навіть залишити на деякий час на ранці ватку, змочену розчином нітрату аргентуму (I). Замість ляпісу можна промити рану розчином перманганату калію (1:10).

Помістіть в ложечку для спалювання фосфор, запаліть на повітрі нагріванням в полум'ї спиртівки і опустіть в колбу з киснем (або велику пробірку). Пробку спочатку вставте злегка, а по мірі закінчення горіння закрийте щільно. Спостереження: … Пояснення: … Дайте посудині охолонути, а потім вприсніть воду з пластикового шприца (у воду можна попередньо добавити кілька краплин індикатору). Спостереження: … Пояснення: …

У в а г а! Ложку після спалювання залиште в концентрованому розчині перманганату калію. Аналогічно можна зробити, якщо треба раніше припинити реакцію горіння фосфору.

г) Згорання заліза.

Візьміть тонку сталеву дротинку (балалаєчну струну), скручену спіраллю. На кінці дротинки закріпіть сірник, запаліть його і відразу внесіть в посудину з киснем (на дно посудини заздалегідь насипте тонкий шар піску). Спостереження: … (Для спалювання можна використати також тонку голку).

д) Взаємодія кисню з міддю (або алюмінієм).

Внесіть в полум'я спиртівки мідну платівку або дротинку (тримайте в пінцеті). Спостереження: … Пояснення: …

Злегка сипте зі шпателя в полум'я спиртівки алюмінієву пудру. Спостереження: … Пояснення: …

ж) Згорання свічки.

Запаліть свічку на повітрі. Спостереження: …

Шматочок свічки довжиною 2-3 см приплавте до ложечки для спалювання. Запаліть свічку і опустіть в пробірку, заповнену киснем. Пробірку не закривайте пробкою. Спостереження: … (порівняйте з горінням на повітрі). Пояснення: … Коли свічка згасне, вийміть її з пробірки, а пробірку закрийте пробкою з пластиковим шприцом (1). Для доказу наявності в пробірці продуктів згорання свічки (води та вуглекислого газу) необхідно звернути увагу учнів на "запітніння" стінок пробірки, а потім долийте туда за допомогою пластикового шприцу вапняної води і збовтайте пробірку. Спостереження: … Пояснення: …

4. Різні завдання для закріплення вивченого матеріалу.

Приклад: у деяких старих посібниках для встановлення вмісту кисню в повітрі пропонується такий дослід. У посудину з водою на підставці ставлять запалену свічку, а потім накривають її стаканом чи циліндром. Свічка згасає, а вода поступово заповнює частину стакана. Гіпотеза посібника – при горінні свічка зв'язує кисень повітря, в результаті чого утворюється розрідження і вода заповнює частину стакана, що відповідає об'ємній частці кисню в повітрі.

Чому неправильна гіпотеза призводить до частково правильного висновку?

2.3. Водень: добування, властивості

Мета уроку: ознайомити учнів з методами добування водню; вивчити фізичні та хімічні властивості водню; виховувати в учнів спостережливість та вміння робити правильні висновки з проведених дослідів; звертати увагу на техніку безпеки при роботі з вибухонебезпечними газами; використовувати на уроці необхідні прийоми порівняння та узагальнення вивченого матеріалу.

Обладнання та реактиви: два лабораторні штативи з тримачами, пробірка з газовідвідною трубкою, пластиковий шприц, спиртівка, сірники, 4 сухі пробірки, 2 пробки для пробірок, штатив для пробірок, фарфорова чашка, лійка (діаметром до 5 см) або алонж, вата, хімічний стакан (150-200 мл), рушник, ганчірка, стальна або пластикова банка; цинк, хлоридна (1:1) або сульфатна (1:5) кислота, оксид купруму (II), мідна сітка, гліцерин, мило або шампунь.

Можливі завдання:

1. Різні варіанти завдань для контролю знань з попередньої теми “Гідроген як хімічний елемент. Водень як проста речовина. Гідроген в природі”.

2. Будова та принцип роботи апарату Кіппа.

3. Проведіть добування та демонстрування властивостей водню:

Зберіть прилад для добування (перевірте на герметичність) та збирання водню (рис. 42б). Насипте в суху пробірку 1,5–2 г цинку, добавляйте в пробірку краплинами за допомогою пластикового шприца хлоридна кислоту (або сульфатну). Спостереження … Пояснення …

У в а г а! Намагайтесь не нюхати і не вдихати в значних кількостях водень, так як цинк, практично, завжди містить домішки арсену та стибію. Частково домішки сполук арсену містить і технічна сульфатна кислота. Тому для очищення водню від арсину AsH_3 необхідно пропускати утворений газ через промивну склянку з розчином перманганату калію, а для осушення – з конц. H_2SO_4.

Зберіть водень у пробірку, перевернуту догори дном (Чому збираємо водень таким способом? …).

У в а г а! Досліди з воднем можуть представляти велику небезпеку, а тому необхідно завжди дослідити чистоту водню при кожному запалюванні.

Збирайте водень протягом 20–30 секунд в пробірку, потім закрийте її пальцем і, тримаючи в похилому або горизонтальному положенні, піднесіть до полум’я пальника (спиртівки) або свічки. Суміш водню з повітрям згорає з вибухом та свистом, а чистий водень – загорається з легким звуком “пп-а” (“п-пах”). Спостереження: … Пояснення: …

Після перевірки водню на чистоту підпаліть його. Як правило, водень необхідно запалювати не скіпкою або горілкою, а полум’ям, яке залишається в пробірці після дослідження чистоти водню: досить відразу після спокійного спалаху піднести пробірку у вертикальному положенні (догори дном) до отвору газовідвідної трубки приладу і запалити водень біля її кінця.

У в а г а! Обов’язково вставте в скляну частину газовідвідної трубки приладу згорнуту в циліндр мідну сітку або досить щільну “ковбаску” з тонкої мідної дротини довжиною кілька сантиметрів.

Поставте над полум’ям водню хімічний стакан.

Спостереження: … Пояснення …

Температура полум’я водню до 2000^0C; у ньому скло плавиться і навіть трохи випаровується. Полум’я безбарвне, але в наших дослідах (Спостереження: …) має жовтувате забарвлення, яке надають йому частинки скла. У цьому легко переконатися, замінивши скляну трубку залізною.

Можна провести збирання водню способом витіснення води (рис. 1.42в) Чому водень можна збирати таким способом? … Аналогічно проведіть перевірку на чистоту.

Продемонструйте легкість водню, переливаючи його з однієї пробірки в іншу (з повітрям, пробірка повинна мати менший об’єм від вихідної). Результат дослідку перевірте запаленою скіпкою. Спостереження: … Перевірте, чи залишився водень у вихідній пробірці. Спостереження: ... Послідовність переливання представлена на рис. 2.4.

Легкість водню можна показати також за допомогою утворення мильних бульбашок, наповнених воднем (рис. 2.5). Приготуйте у фарфоровій чашці концентрований розчин мила (туалетне мило, шампунь або крем для гоління), добавте 3–4 краплини гліцерину і добре вспініть. Для наповнення і випускання бульбашок використайте алонж або лійку (діаметр до 5 см). Між алонжем (лійкою) і приладом для одержання водню необхідно поставити перехідну склянку трубку, заповнену (не дуже щільно) гігроскопічною ватою для поглинання краплин кислоти, які захоплюються газовим потоком. Можна вставити також ватку в самий алонж або в трубку лійки біля розширення. Перед демонстрацією досліду пустіть з приладу не дуже сильний потік газу, а потім, затиснувши гумову трубку пальцями, опустіть кінець алонжа (лійки) в чашку з мильним розчином. При підніманні алонжа (лійки) в отворі повинна залишитися тонка плівка. Тримайте алонж (лійку – вертикально) похило, пустіть потік газу і, коли бульбашка досягне діаметру 4–5 см, струсніть його з алонжу досить різким бічним рухом по дотичній до бульбашки: він відірветься і швидко підніметься до стелі.

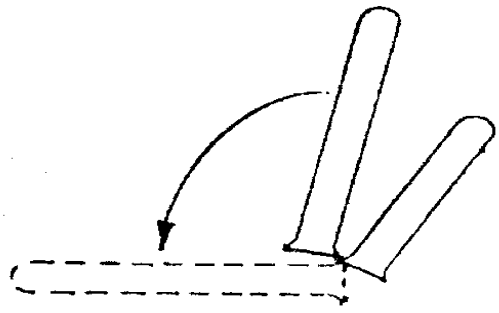


Рис. 2.4. Переливання водню

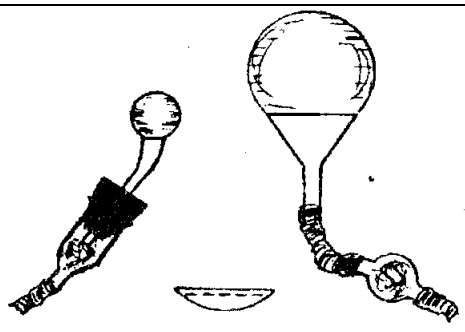


Рис.2.5. Наповнення мильних бульбашок воднем

Основна мета цього досліду – показати легкість водню і ілюстрація можливості використання в повітроплаванні. Підпаліть бульбашки скіпкою (Спостереження: …) і покажіть вибухонебезпечність водню та необхідність заміни його в повітряних кулях іншими сумішами.

Продемонструйте вибухонебезпечність "гримучого газу". Визначте об'єм пластикової банки (або пляшки з широким горлом) і заповніть її (над водою) киснем на 1/3 об'єму, а 2/3 аналогічно заповніть воднем. Не виймаючи пляшку з води, закрийте її пробкою. В такому стані гримучу суміш можна зберігати тривалий час, якщо вона знаходиться догори дном, а в шийці залишити трохи води, яка перешкоджає проникненню через пробку. Для демонстрації вибуху повертають пляшку отвором від себе і, тримаючи паралельно демонстраційному столу, виймають пробку і підносять до палаючої свічки.

Для демонстрації вибуху суміші водню і повітря використайте залізну банку. У дні банки з-під консервів заздалегідь пробийте цвяхом маленький отвір і закрийте його сірником. Заповніть банку воднем. Поставте банку на підставку штатива, вийміть сірник і піднесіть до отвору запалену скіпку (Не забудьте, як завжди попередньо перевірити водень на чистоту!). Струминка водню, що виходить з отвору, загорається майже невидимим полум'ям. Спочатку водень горить спокійно, потім чується гудіння і, нарешті, лунає оглушливий вибух. Банка летить до стелі (щоб вона не летіла далеко, можна її прив'язувати до штативу чи столу). Пояснення: … Спочатку горить чистий водень, але знизу до банки входить повітря. При цьому в банці чується спочатку гудіння, яке дедалі посилюється і закінчується вибухом.

Продемонструйте відновні властивості водню: насипте в суху пробірку до 1г купруму (II) оксиду і закріпіть її в штативі (рис. 2.6). Чому пробірка з купуруму (II) оксидом закріплена у штативі, так, щоб її отвір був трохи нахилений вниз? … Помістіть газовідвідну трубку від апарату Кіппа (рис. 2.6) або від приладу (рис. 1.41) в пробірку з оксидом купуруму (II) і пропускайте водень (після перевірки на чистоту!) протягом однієї хвилини без нагрівання пробірки.

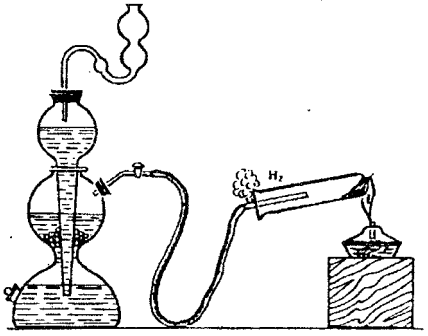


Рис. 2.6. Взаємодія купрум(II) оксиду з воднем

У в а г а! – не наближайте полум'я спиртівки до отвору пробірки: водень спалахне і погасити його важко (якщо це станеться, то затисніть на кілька секунд гумову трубку). Потім нагрівайте пробірку слабким полум'ям спиртівки в тому місці, де міститься порошок оксиду купруму. Поставте під отвором пробірки порцелянову чашку.

Спостереження: … Пояснення: … Припиніть нагрівання, як тільки помітите легке розжарювання або зовнішні зміни з порошком в пробірці. Чому нагрівання необхідне тільки для початку реакції? … ($CuO+H_2=Cu+H_2O+Q$). Після закінчення реакції знову прогрійте пробірку (не припиняйте потік водню), щоб видалити зі стінок воду, і залиште отриману мідь для охолодження в струмені водню. (Чому? …). В іншому випадку в гарячу пробірку поступить повітря і мідь окиснисться.

4. На закінчення уроку порівняйте фізичні властивості водню та кисню, а також способи їх збирання. Прийдіть з учнями до висновку, що спосіб збирання газів визначається їх фізичними властивостями (густина за повітрям, мала розчинність у воді).

5. Різні варіанти інших завдань для закріплення вивченого на уроці.

2.4. Хлороводнева кислота

Мета уроку: ознайомити учнів з властивостями хлороводневої (хлоридної) кислоти, згідно яких її відносять до кислот; закріпити вміння учнів по запису рівнянь хімічних реакцій та виявленню ознак реакцій при їх демонструванні.

Обладнання та реактиви: прилади для добування хлоридної кислоти та демонстрації її властивостей (рис. 1.42 г, 1.44 б), хімічний стакан (200-250 мл), дві скляні палички, градуйована пробірка, штатив для пробірок; 6-8 пробірок, спиртівка, азбестова сітка, штатив з кільцем і тримачем (зажимом), сірники, розчини – лакмусу, аргентуму (I) нітрату аргентуму (I), плюмбуму нітрату, натрію гідрооксиду, натрій карбонату, натрій хлориду, концентрована сульфатна кислота, дистильована вода, цинк, магній, магнію оксид (або купруму (II) оксид), колба, кристалічний натрій хлориду.

Можливі завдання:

1. Різні варіанти завдань для повторення загальних властивостей кислот і т.д.
2. Згадайте харчові продукти, які мають кислий смак: … (яблука, щавель, кисле молоко …).
3. Яка перша допомога при попаданні кислоти на шкіру? … (швидко змити водою, а потім промити 3–5%-вим розчином соди).
4. Як правильно згідно правил техніки безпеки проводити приготування водних розчинів кислот? ... (кислоту добавляти до води при перемішуванні).
5. Добування хлороводню.

Зберіть прилад (рис. 1.42 г). Звичайний метод одержання HCl – дія концентрованої сульфатної кислоти на кристалічний натрій хлорид. Але якщо взяти кислоту густиною 1,84, то реакція проходить досить бурхливо, кислота через високу в'язкість сильно піниться, а піна піднімається до верху посудини, в якій проходить реакція, і попадає в газовідвідну трубку. Для уникнення цього краще брати не концентровану, а розбавлену кислоту: 3 об'єми концентрованої кислоти (густина 1,84) на 2 об'єми води. Така кислота за звичайної температури з кухонною сіллю практично не реагує. Виділення хлороводню починається при нагріванні. Регулюванням нагрівання можна регулювати і потік газу.

У в а г а! При розведенні: доливайте кислоту у воду, а не навпаки; лийте кислоту невеликими порціями, струшуючи посудину і охолоджуйте водою під краном; розбавляйте кислоту в колбі, а не в товстостінних посудинах, які від нагрівання можуть тріснути.

Замість натрій хлориду можна використати амоній хлорид, так як реакція між ним та концентрованою сульфатною кислотою проходить спокійно за звичайної температури без утворення великої піни. Якщо використовуєте натрій хлорид, то для прикладу можна використати колбу (або пробірку) з тонкостінного скла, щоб можна було нагрівати. Під плоскодонну колбу обов'язково підставляють сітку. На 30–35 г солі (одна повна столова ложка) використовують 40–50 мл кислоти (3:2). Якщо колба круглодонна – то нагрівання можна проводити спиртівкою на відкритому вогні.

Через кілька хвилин припиніть нагрівання. Дайте можливість воді заповнити пробірку з зібраним хлороводнем (Пояснення: …).

6. Дослідіть властивості хлоридної кислоти.

Добуту соляну кислоту розлийте в 5 пробірок:

а) в першу пробірку добавте 1–2 гранули цинку.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

б) у другу посудину всипте трохи магній оксиду, вміст перемішайте.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

в) у третю добавте 2–3 краплини розчину лакмусу і доливайте краплинами розчин натрій гідрооксиду до повної нейтралізації кислоти.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

г) проведіть взаємодію хлоридної кислоти з сіллю – натрій карбонатом:

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

д) проведіть якісну реакцію на хлоридної кислоту та її солі. аргентум(I) нітрату

(або аналогічно плюмбум нітрату).

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

До розчину хлориду натрію добавте кілька краплин розчину аргентум(I) нітрату.

Спостереження:…Пояснення:..Рівняння реакції:…Висновки: ..

7. Проведіть добування хлороводню та дослідіть властивості соляної кислоти за допомогою приладу (рис. 1.44 б).

2.5. Луги: добування і властивості

Мета уроку: вивчити методи добування, фізичні та хімічні властивості лугів; ознайомити учнів з реакцією нейтралізації, як видом реакцій обміну; розвиток вміння спостерігати і робити правильні висновки; використати на уроці життєвий досвід учнів про луги (гашене вапно) і звертати увагу на техніку безпеки при роботі з лугами.

Обладнання та реактиви: штатив для пробірок, 10-12 пробірок, спиртівка, сірники, розчин індикаторів (лакмус, метилоранж, фенолфталеїн), розчини

натрій (або калій) гідроксиду, купрум(II) хлориду, соляної (хлоридної) кислоти, пробіркотримач.

Можливі завдання:

1. Різні варіанти завдань для контролю знань з попередньої теми “Основи, їх склад, назви, класифікація. Фізичні властивості основ”.

2. Особливий акцент: Яка перша допомога при попаданні розчину лугу на шкіру? … Висновок: про необхідність акуратного поводження з розчинами лугів.

3. Дослідіть забарвлення індикаторів у лужному середовищі. Спостереження: …

4. Проведіть реакцію нейтралізації:

а) лугу.

У пробірку з розчином кислоти добавте 2–3 краплі фенолфталеїну, а потім краплями – розчин лугу.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

б) нерозчинної у воді основи.

Спочатку добудьте купрум(II) гідроксид. Для цього до розчину солі, наприклад, $CuCl_2$, добавте розчин лугу.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

До добутого осаду прилийте краплинами розчин кислоти при збовтуванні вмісту пробірки.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

5. Проведіть термічний розклад купрум(II) гідроксиду. Для цього добудьте купрум(II) гідроксид, а потім обережно нагрівайте пробірку з ним в полум’ї спиртівки.

Спостереження: … Пояснення: … Рівняння реакції: …

6. Різні варіанти завдань на Ваш вибір для закріплення вивченого на уроці. Зробіть узагальнюючий висновок.

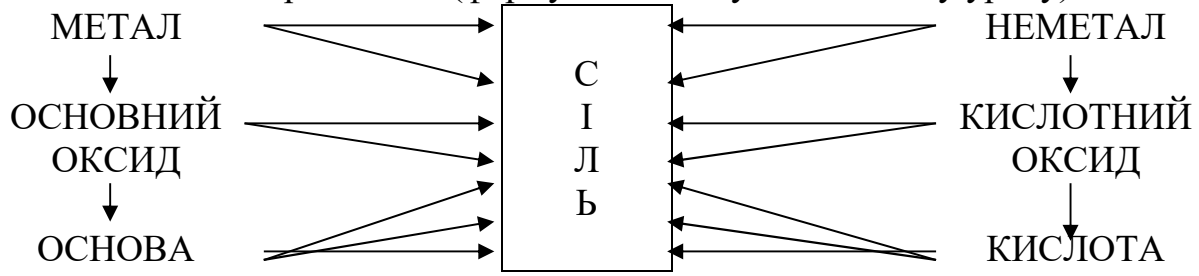
2.6. ГЕНЕТИЧНИЙ ЗВ’ЯЗОК МІЖ ОСНОВНИМИ КЛАСАМИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Мета уроку: узагальнення та систематизація знань учнів, встановлення генетичного зв’язку між класами неорганічних сполук.

Обладнання: на столах учнів опорні схеми-конспекти, де представлені властивості та добування оксидів, основ, кислот, солей.

Можливі завдання:

1. Основна опорна схема (формується поступово по ходу уроку):



2. Запишіть хімічні формули таких речовин:
а) хлор(IV) оксид… ; б) хлорид магнію … ;
в) натрій гідрогенкарбонат … ; г) кальцій ортофосфат … ;
д) калій сульфіт … ; ж) хром(III) сульфат … ; з) алюміній нітрат … ; к) ферум(III) гідроксид … ; л) цинк гідроксид-хлорид … ; м) барій гідрогенсульфід … .

3. З наведених нижче елементів складіть всі можливі формули таких складних речовин:

1. Оксиди: … 2. Кислоти: … 3. Основи: … 4. Солі: …. Елементи: а) K; б) S; в) O; г) P; д) H; ж) C; з) Al; к) Fe; л) Cl; м) Ca.

4. Напишіть приклади таких реакцій:

а) кислота + сіль: …; б) сіль + сіль: … ; в) основа + кислота: …; г)сіль + основа: …; д) метал + кислота: …; ж) метал + сіль: …; з) амфотерний оксид + луг: … ; к) амфотерний гідроксид + луг: …; л) амфотерний оксид + основний оксид: … .

5. Допишіть рівняння реакцій, що практично відбуваються:

а) $Fe + SO_3 \rightarrow$ … ; б) $Fe_2O_3 + SO_3 \rightarrow$ … ; в) $Fe + H_2SO_4 \rightarrow$ … ;

г) $FeO + SO_3 \rightarrow$ … ; д) $Fe(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow$ … ;

ж) $FeO + SO_2 \rightarrow$ …; з) $MgSO_4 + Fe \rightarrow$ … ; к) $CuSO_4 + Fe \rightarrow$… ;

л) $K_2SO_4 + FeCl_2 \rightarrow$ …;

6. Укажіть рівняння реакцій (завд. 5), під час яких утворюється ферум(II) сульфат: … .

7. Укажіть рівняння реакцій, під час яких утворюється кальцій гідроксид:

а) $CaCO_3 + HNO_3 \rightarrow$ …; б) $CaO + H_2O \rightarrow$ …;

в) $CaCl_2 + NaOH \rightarrow$ …; г) $CaCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow$ … ;

д) $Ca + H_2O \rightarrow$ … ; ж) $Ca + HCl \rightarrow$ …. .

8. Запропонуйте практичний спосіб розпізнавання гідроксидів магнію та алюмінію (однакові за зовнішнім виглядом білі аморфні осади): … .

а)нагрівання; б) розчинення у воді; в) розчинення у кислоті;

г) розчинення у лузі. Поясніть свій вибір.

9. З якими з неведених речовин (а-м) реагуватимуть:

1. Натрій гідроскид: … 2. Сульфатна кислота (розвед.): …

3. Цинк оксид: … 4. Фосфор(V) оксид: …

а) Cu; б) H_3PO_4; в) Zn; г) H_2O; д) CO_2; ж)$CuCl_2$; з)$Pb(NO_3)_2$;

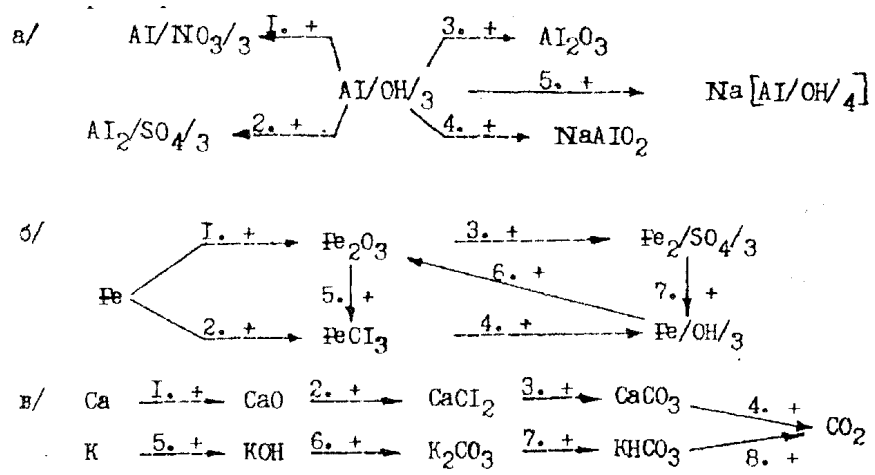
к) CaO; л) SO_2; м) KOH.

10. З розчином калій гідроксиду реагуватимуть такі оксиди та гідроксиди:

а) Al_2O_3; б) $Mg(OH)_2$; в) $Al(OH)_3$; г) $Ca(OH)_2$; д) BeO;

ж) MgO; з) Al_2O_3; к) $Mg(OH)_2$; л) $Cr(OH)_3$; м) $Ba(OH)_2$.

11. Допишіть речовини, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



12. Відновіть схеми таких реакцій:

а/ … + … → K_2SiO_3 + …;	ж/ $CuCl_2$ + … → … + AgCl
б/ … + … → $PbCO_3\downarrow$ + …;	з/ K_2CO_3 + … → … + $BaCO_3$
в/ … + … → K_3PO_4 + …;	к/ $CuCl_2$ + … → … + $ZnCl_2$
г/ … + … → Fe S;	л/ KOH + … → … + $KAlO_2$
д/ … + … → $Na[Al(OH)_4]$;	м/ HCl + … → … + $CuCl_2$

13. Установіть закономірність заповнення кожного ряду і допишіть пропущену формулу:

а/ Na – Na_2O – Na OH, Mg - … - $Mg(OH)_2$;
б/ S – SO_2 – H_2SO_3; … - … - H_3PO_4;
в/ CaO – $Ca(OH)_2$, Na_2O – NaOH, Fe_2O_3 - … ;
г/ Na_2O – Na_3PO_4, CaO – $Ca_3(PO_4)_3$, Al_2O_3 - … ;
д/ HNO_3 – N_2O_5 , H_2CO_3 – CO_2 , H_3PO_4 - …;
ж/ ZnO – Na_2ZnO_2 , BeO – $CaBeO_2$, … - $KAlO_2$, Fe_2O_3 - … ;
з/ $K[Al(OH)_4]$ – $Al(OH)_3$, $K_2[Zn(OH)_4]$ - … ; … - $Cr(OH)_3$;
к/ $ZnCl_2$ – ZnO – K_2ZnO_2, $BeCl_2$ - … - K_2BeO_2;
л/ Na_2O – ZnO – SO_3, CaO - … - P_2O_5; … - Al_2O_3 - … ;
м/ H_2SO_4 – $NaHSO_4$ – Na_2SO_4, … - … - K_2SO_3.

Запропонуйте свої варіанти рядів на встановлення закономірностей.

14. Запропонуйте речовини для реалізації таких перетворень:

Проста речовина … →□ Оксид … → Гідроксид …
→ Сіль …

Проста речовина … →□Оксид … → Гідроксид …

2.7. Швидкість хімічних реакцій

Мета уроку: ознайомити учнів з поняттям “швидкість хімічних реакцій”, використавши міжпредметний зв’язок з фізикою, математикою, власний досвід учнів; дослідити експериментально вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій; розвивати в учнів вміння спостерігати, робити правильні висновки та необхідні узагальнення.

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, два пластикові шприци, 2 пробірки з пробками і газовідвідними трубками, 2 стакани, штатив для пробірок, 10-12 пробірок, спиртівка, сірники, ганчірка, пробіркотримач, шпатель (лопаточка), хлоридна кислота (1 М), ацетатна кислота (1 М), хлоридна кислота (0,1 М), цинк, олово, мармур (шматочки і порошок), залізний цвях і залізні ошурки, гідроген пероксид (3%), манган(IV) оксид.

Можливі завдання:

1. Контроль знань учнів з попереднього матеріалу “Екзо- та ендотермічні реакції”.

2. Згадайте з курсу фізики, що таке швидкість? …

3. Наведіть приклади з Вашого життєвого досвіду хімічних реакцій, які суттєво різняться часом перебігу: …

4. Формулювання поняття швидкості хімічних реакцій з відповідними графічними ілюстраціями та записом формул.

5. Дослідіть експериментально залежність швидкості хімічних реакцій від різних чинників за допомогою приладів, зображених на рис. 2.7.

а) Вплив природи реагуючих речовин на швидкість реакції.

Взаємодія хлоридної кислоти з різними металами: в одну пробірку опустіть гранулу цинку, в другу – таку ж за розміром гранулу олова. Одночасно шприцами добавте по 1 мл соляної кислоти (1 М). Порівняйте інтенсивність виділення водню.

Спостереження: … Рівняння реакції: …

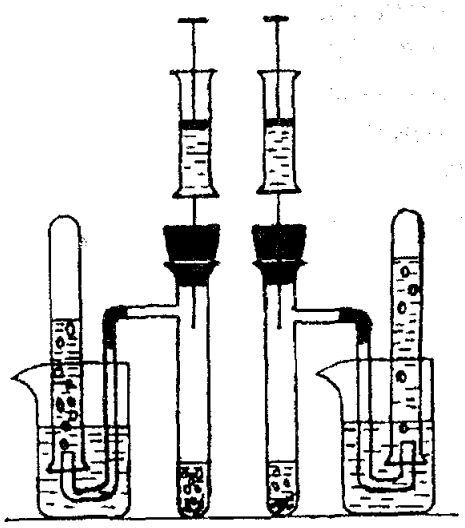


Рис. 2.7.

Взаємодія цинку з різними кислотами: в кожну пробірку опустіть по гранулі однакової маси і добавте по 1 мл кислот однакової концентрації – в одну хлоридну (1 М), в другу – ацетатна кислоту (1М). Спостереження: … Рівняння реакції: … Висновки: …

б) Вплив концентрації реагуючих речовин на швидкість хімічних реакцій.

В кожну пробірку опустіть по дві гранули цинку. В першу добавте 1 мл хлоридна кислоти (0,1 М), а в другу 1 мл хлоридна кислоти (0,01 М).

Спостереження: … Пояснення: … Висновки: …

в) Вплив стану реагуючих речовин на швидкість хімічних реакцій (вплив ступеня подрібненості).

Візьміть два маленькі шматочки крейди приблизно однакового розміру. Один подрібніть і засипте в пробірку, а друггий – цілий в іншу пробірку. В обидві пробірки додайте одночасно по 1 мл хлоридної кислоти (0,1 М).

Спостереження:…Пояснення:…Рівняння реакції:Висновки: …

В одну пробірку всипте трохи порошку заліза, а в другу – стільки ж (можна попередньо зважити на терезах) залізних ошурків або залізний цв'ях. В обидві пробірки одночасно додайте по 1 мл хлоридної кислоти (0,1 М).

Спостереження:... Пояснення:…Рівняння реакції:..Висновки: …

г) Залежність швидкості реакції від температури.

В кожну пробірку опустіть по одній гранулі цинку і добавте по 1 мл хлоридної кислоти (0,1 М або 0,01 М). Одну пробірку підігрійте в полум'ї спиртівки або занурте в гарячу воду. Аналогічно можна провести дослід, але замість цинку використайте мармур.

Спостереження: … Пояснення: … Висновки: …

д) Вплив каталізатора на швидкість реакції.

В одну пробірку помістіть скляну лопаточку мангану (IV) оксиду, а потім в обидві добавте по 1 мл гідроген пероксиду H_2O_2 (3%-ний розчин).

Спостереження:…Пояснення:…Рівняння реакції:…Висновки: …

6. Закріплення, узагальнення вивченого на уроці, конкретизація іншими прикладами.

2.8. Періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д.І.Менделєєва з точки зору будови атома

Мета уроку (семінарського заняття): повторення, систематизація та узагальнення знань учнів про періодичний закон, періодичну систему хімічних елементів Д.І.Меделєєва з точки зору будови атома; розвиток вміння учнів проводити операції порівнювання, виділення спільних та відмінних ознак, пояснення зміни властивостей елементів виходячи з будови їх атомів.

Обладнання: таблиця хімічних елементів, моделі атомів, орбіталей.

Можливі завдання:

1. Запис на дошці (або в усній формі) будови атомів та їх електронних конфігурацій елементів другого та третього періодів. Бажано, щоб всі електронні конфігурації залишались на дошці, – це полегшить учням зробити узагальнюючий підсумок. Але це вже останній крок уроку, а до цього бажано направити заняття на висвітлення трьох основних питань (див. узагальнюючу опорну схему теми):

а) Яку інформацію дає місцезнаходження хімічного елемента в періодичній системі Д.І.Менделєєва?

б) Яку інформацію дає електронна конфігурація атома?

в) Як впливає будова атома на властивості хімічного елемента?

Узагальнюючий підсумок – про причину періодичності з точки зору будови атома.

Така основна схема змісту уроку. Форма роботи на уроці учнів можлива колективна, індивідуальна, дуже ефективна групова (4-6 учнів).

Інші можливі варіанти завдань для повторення та узагальнення вивченого матеріалу:

2. Напишіть назви та символи хімічних елементів, атоми яких мають такі електронні конфігурації:

а) $Is^2\ 2s^2\ 2p^5$ …; б) [Ar] $4s^2$ …; в) $Is^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ …;
г) [Ne] $3s^2\ 3p^4$ …; д) [Ar] $4s^2\ 3d^2$ …; ж) [Ne] $3s^2\ 3p^5$ … .

3. Порівняйте хімічні елементи з точки зору будови атома (число енергетичних рівнів, радіус атома, число електронів на зовнішньому енергетичному рівні):

	Подібність	Відмінність
а) Na і K	…	…
б) S і Cl	…	…

4. Визначте хімічні елементи та напишіть їх назви:

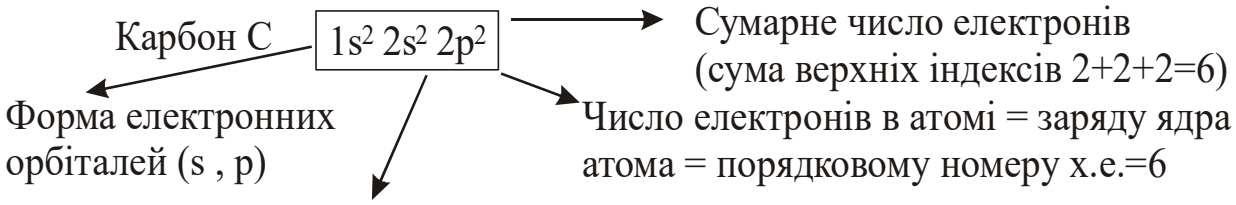
а) перший енергетичний рівень заповнений, а на другому є три електрони: ……; б) заповнені два енергетичні рівні, а на третьому стільки електронів, як у атома літію: ……..;

Можливий варіант узагальнюючої опорної схеми
“Періодичний закон, періодична система хімічних елементів Д.І.Менделєєва з точки зору будови атома”

Яку інформацію дає місцезнаходження хімічного елемента $^{A}_{Z}E$ в періодичній системі Д.І.Менделєєва?

Порядковий номер х.е = заряд ядра (число протонів) = число електронів в атомі (= 15)

Яку інформацію дає електронна конфігурація атома?



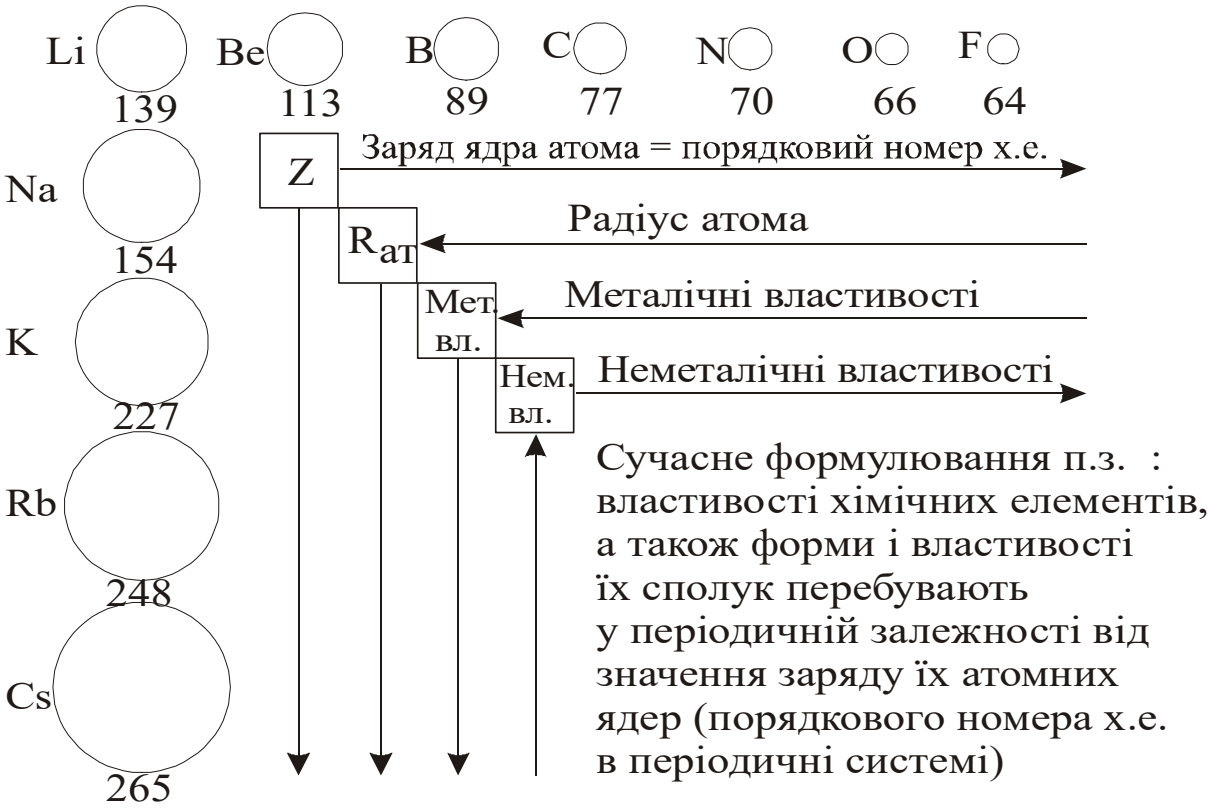
П Е Р І О Д

$R_{ат,пм}$

Г р у п а

в) заповнені два енергетичні рівні, а на третьому стільки електронів, яка можлива максимальна кількість на першому енергетичному рівні: .....; г) заповнені два енергетичні рівні, а до завершення третього рівня не вистачає двох електронів: .....; д) атом елемента має на 6 електронів більше, ніж атом Кальцію: .....

5. Заповніть таблицю самостійно, не користуючись періодичною системою хімічних елементів Д.І.Менделєєва



Положення хім.елемента в період.системі			Число $\bar{e}$ на зовн. енерг.рівні	Число енергет. рівнів	Формула вищого оксиду
	період	група (гол. підгрупа)			
а)	I	II	…	…	…
б)	…	…	4	2	…
в)	2	…	5	…	…
г)	…	…	…	3	E_2O_7
д)	4	….	…	…	E_2O
ж)	…	…	…	3	E_2O_3
з)	…	IV	…	4	…

6. Напишіть випущені слова (збільшується, зменшується, послаблюється, посилюється) відповідно до змісту:

В періоді заряд атомних ядер хімічних елементів із збільшенням порядкового номера ....., число електронів на зовнішньому енергетичному рівні ..... Тому в періоді притягання електронів зовнішнього енергетичного рівня до ядра ....., радіус атома відповідно ....., здатність атомів віддавати електрони ....., а приєднувати електрони – ..... Отже, металічні властивості хімічних елементів з ростом Z ....., а неметалічні – .....

7. Напишіть випущені слова (головна підгрупа, група, період) відповідно до змісту:

а) в ..... атомні радіуси зростають із збільшенням заряду атомних ядер; б) в ..... атомні радіуси зменшуються із збільшенням заряду атомних ядер; в ..... число енергетичних рівнів не змінюється для всіх хімічних елементів дан... .....; г) в ..... найвища валентність не змінюється, як правило, для всіх хімічних елементів дан... .....; д) в ..... неметалічні властивості посилюються, а металічні послаблюються із збільшенням заряду атомних ядер; ж) в ..... металічні властивості посилюються, а неметалічні послаблюються із збільшенням заряду атомних ядер.

8. Визначте відповідність, які величини чисельно рівні між собою:

Будова атома	Місце хім.елемента в пер.системі
1. Заряд ядра	а) порядковий номер хім.елемента;
2. Число протонів в ядрі	б) номер періоду;
3. Число електронів в атомі	в) номер групи (головна підгрупа);
4. Число енергетичних рівнів	
5. Число електронів на зовнішньому енергетичному рівні	

1. ..…..... 2. ……..... 3. ……..... 4. ……..... 5. …….....

9. Поясніть з точки зору будови атома на прикладі конкретних хімічних елементів (в дужках), що означає:

а) порядковий номер хімічного елемента (Mg): .....…….....;
б) номер періоду (Al, K, F): .....……..;
в) номер групи (Al, C, Ca): .....……...;
г) головна підгрупа (P, N, K, Na): .....…….;
д) побічна підгрупа (Cr, Mn, Fe): .....……....;
ж) періодичний закон (елементи 2 та 3 періоду, завд. 18) .....…….....

10. Серед наведених хімічних елементів визначте:

1. s-елементи ..... 2. p-елементи ..... 3. d-елементи .....

а) Ne; б) Al; в) Cl; г) Mn; д) H;
ж) Na; з) Cr; к) Fe; л) Kr; м) N.

11. Які пари хімічних елементів найбільше подібні за будовою атома, а отже, і за хімічними властивостями: .....

а) Ca, Zn; б) Ca, Ba; в) P, Si; г) Cl, F; д) Al, Mg;
з) S, Cl; к) Al, Si; л) C, Si; л) C, N; м) P, N.

12. Назвіть ряди хімічних елементів, для яких в порядку запису проходить зростання атомних радіусів: .....

а) K, Na, Li; г) F, Cl, Br, I; з) Ba, Sr, Ca, Mg;
б) P, S, O, F; д) C, N, O, F; к) C, B, Be;
в) N, P, Si, Al; ж) I, Br, Cl, F; л) Ca, Sr, Ba.

13. Напишіть символи хімічних елементів за їх порядковими номерами і визначте ряди елементів з однаковою кількістю електронів на зовнішньому енергетичному рівні: .....

а) 6 ..., 7 ..., 14 ..., г) 1 ..., 3 ..., 11 ...;
б) 4 ..., 12 ..., 20 ...; д) 19 ..., 12 ..., 13 ...;
в) 11 ..., 12 ..., 4 ...; ж) 16 ..., 9 ..., 17 ...

Розмістіть хімічні елементи в кожному ряді в порядку зростання їх атомних радіусів:

а) ... ...; б) ... ...; в) ... ...;
г) ... ...; д) ... ...; ж) ... ...

14. Напишіть ряди хімічних елементів, для яких посилюються

1. металічні властивості ..... 2. неметалічні властивості .....

а) Te, Se, S; б) B, Be, Li; в) P, S, Cl;
г) Na, K, Rb; д) C, N, O; ж) Br, Cl, F;
з) N, C, B; к) B, Be, Mg; л) Ca, Mg, Al.

15. Напишіть в кожному рядку хімічні елементи в порядку посилення їх металічних властивостей:

а) Na, Rb, Li, Cs, K : .....…….....
б) Si, Mg, Al, Na : .....…….
в) Rb, Ca, K, Mg, Be : .....…….
г) Ca, Ba, Sr, Mg, Al: .....……
д) C, Ca, K, Si, Al : .....…….
ж) Se, Te, O, Po, : .....…….

16. Напишіть в кожному рядку хімічні елементи в порядку посилення їх неметалічних властивостей:

а) Be, O, N, C, F : .....

б) P, N, As, Bi, Sb : .....

в) S, Se, Te, O, Po : .....

г) Ga, As, Se, Cl, Br: .....

д) Al, Ca, Cl, P, F : .....

ж) Sn, Se, Ge, Cl : .....

17. Напишіть в кожному рядку речовини в порядку посилення їх основних властивостей:

а) Li_2O, K_2O, Na_2O, Rb_2O, Cs_2O : .....

б) $Be(OH)_2$, LiOH, KOH, NaOH : .....

в) $Mg(OH)_2$, NaOH, $Al(OH)_3$: .....

г) CO_2, Al_2O_3, B_2O_3, MgO : .....

д) $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Mg(OH)_2$, KOH : .....

ж) K_2O, Al_2O_3, MgO, CaO, B_2O_3 : .....

з) RbOH, $Al(OH)_3$, NaOH, H_3BO_3 : .....

к) KOH, RbOH, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$: .....

л) CaO, Fe_2O_3, FeO, K_2O : .....

м) ... , ... , ... , ... : .....

18. Напишіть в кожному рядку речовини в порядку посилення їх кислотних властивостей:

а) SiO_2, Al_2O_3, SO_3, P_2O_5, Cl_2O_7: .....

б) B_2O_3, BeO, CO_2, N_2O_5 : .....

в) As_2O_5, P_2O_5, N_2O_5 : .....

г) CrO, CrO_3, Cr_2O_3 : .....

д) $Al(OH)_3$, $HClO_4$, H_3PO_4 : .....

ж) H_2SiO_3, $HClO_4$, H_2SO_4, H_3PO_4 : .....

з) Sb_2O_3, N_2O_3, As_2O_3, N_2O_3, P_2O_3 : .....

к) CO_2, SnO_2, PbO_2, SiO_2, GeO_2 : .....

л) HNO_3, $B(OH)_3$, $Al(OH)_3$, H_2CO_3 : .....

м) ... , ... , ... , ... : .....

19. Порівняйте задані величини і поставте відповідний знак (=, >, <):

а) маса 2 моль Гідрогену ... маса 1 моль Оксигену;

б) маса 1 моль протонів ... маса 1 моль електронів;

в) число електронів 1 моль O ... число протонів 1 моль O;

г) число електронів 1 моль S ... сума протонів та електронів 1 моль Оксигену;

д) число p-електронів атома Магнію ... число p-електронів атома Оксигену;

ж) радіус атома ... радіус атомного ядра;

з) число S-електронів Na ... число S-електронів He;

к) число протонів ^{35}Cl ... число протонів ^{37}Cl

л) число енергетичних рівнів ... число енергетичних рівнів

атома Алюмінію ... атома Кальцію;

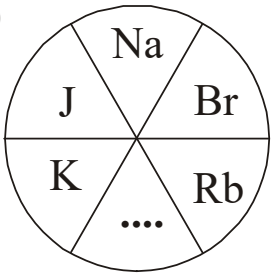
м) число р-електронів Cl ... число р-електронів F

20. Визначте 4-ий «зайвий» елемент, тобто «білу ворону» («БВ»):

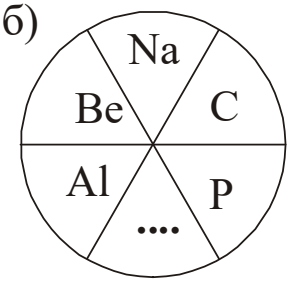
	Хімічні елементи	Спільна ознака	«БВ»
а)	Na, Be, Li, K :	…….	……
б)	Al, Be, B, Li :	…….	……
в)	F, Cl, O, Br :	…….	……
г)	B, Li, C, N :	…….	……
д)	Be, Li, Mg, Al:	…….	……
ж)	Ti, V, Ca, Sc :	…….	……
з)	N, Si, Mn, Cl :	…….	……
к)	He, O, Ne, Ar :	…….	……
л)	..., ..., ...,	…….	……
м)	..., ..., ...,	…….	……

21. Визначте на місці пропусків та напишіть невідомі хімічні елементи, речовини або числа. Поясніть Ваш вибір.

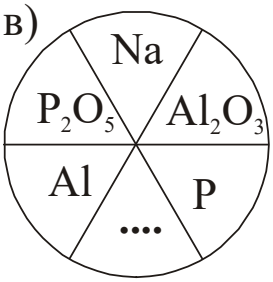
а)



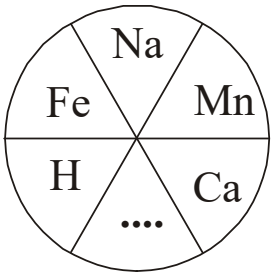
б)



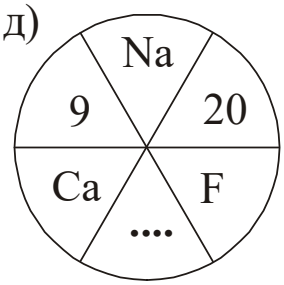
в)



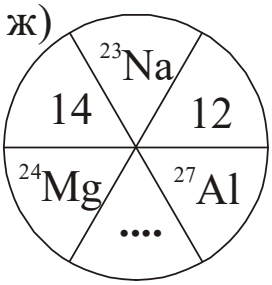
г)



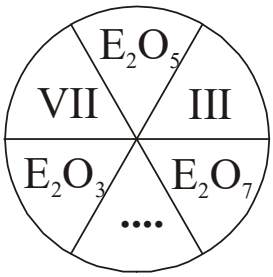
д)



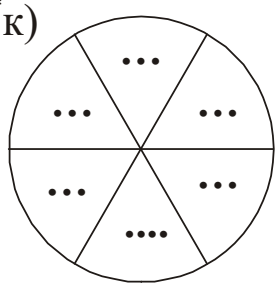
ж)



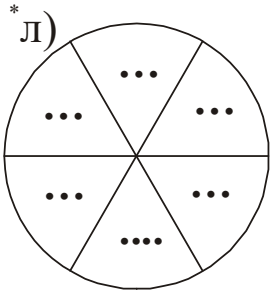
з)



*к)



*л)



Пояснення: а) .....

б) ..... в) .....

г) ..... д) .....

ж) ..... з) .....

к) ..... л) .....

22. Визначте та напишіть закономірність заповнення кожного ряду.

Спробуйте доповнити його своїми прикладами:

а) H, He, Li, Be, B, C, N, ...
б) H, Li, B, N, F, Na, ...
в) H, B, Mg, S, Na, Cl .....
г) Ca, K, Al, He, H, C, Li, Rb, ...
д) B, Ne, P, Ca, Mn, ...
ж) H, Be, F, S, Mn, ...
з) EO_2, EH_4, CO_2, CH_4, ..., ..., N_2O_5, ..., EO_3, ..., ..., ……
к) Ca, CaO, $Ca(OH)_2$, ..., ..., $H_3(PO)_4$, ..., K_2O, ..., ..., ……
л) .....
м) .....

23. Багатоваріантне завдання.

Виконайте відповідно до Вашого варіанту та Вашої групи в періодичній системі хімічних елементів Д.І.Менделєєва (колонка 1) завдання в колонці 2.

	Колонка 1						Колонка 2
	Групи елементів						
ВАРІАНТИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	В. 1–7. Напишіть будову атома (p, n, e) хім. елемента Вашої групи 2 періоду. В. 8–14. Напишіть електронну конфігурацію атома х.е. Вашої групи 3 періоду. В. 15–21. Напишіть формулу та вкажіть тип вищого оксиду, його гідрату для х.е. Вашої групи 3 періоду.
	1	2	3	4	5	6	7	
	8	9	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	
	22	23	24	25	26	27	28	
	29	30	31	32	33	34	35	

В. 22–28. Порівняйте радіус атома х.е. Вашої групи 3 періоду з сусідніми х.е. по періоду та групі (гол.підгр.).

В. 29–35. Порівняйте металічні та неметалічні властивості х.е. Вашої групи 3 періоду з сусідніми х.е. по періоду та групі (головній підгрупі).

2.9. ЕЛЕКТРОЛІТИ І НЕЕЛЕКТРОЛІТИ. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ

Мета уроку: поглибити поняття електролітів та неелектролітів, частково відомі учням з курсу фізики, встановити зв'язок між видом хімічного зв'язку в речовинах і електричною провідністю речовин. Учні повинні засвоїти нові поняття: «електролітична дисоціація», «іонізація», «гідратація», отримати уяву про дисоціацію іонних та полярних ковалентних сполук, зрозуміти роль води при дисоціації, засвоїти особливості руху йонів в розчині при наявності та

відсутності електричного поля, навчитись складати схеми дисоціації хлориду натрію та хлороводню з врахуванням гідратації протону.

Обладнання та реактиви: прилад для дослідження електричної провідності речовин, мідна платівка, дист.вода, кристалічні – хлорид натрію, натрій гідроксид, цукор, натрій сульфат (або інша сіль), спирт, безводна ацетатна кислота або крист. лимонна кислота, хлоридна кислота, водопровідна та дощова вода; 5–7 хімічних стаканів (150–200 мл), 5–7 палочок для розмішування розчинів, шпатель. модель кристалічної гратки натрій хлориду, модель молекули води та хлороводню; крист. питна сода.

Можливі завдання:

1. Змішайте кристалічні лимонну кислоту та питну соду в стакані. Спостереження: ... ? Добавляйте до утвореної суміші дист. воду.

Спостереження: ... ? Пояснення: ...

2. Вкажіть речовини (матеріали), які проводять електричний струм:

а) залізо; б) деревина; в) мідь; г) алюміній; д) скло;

ж) порцеляна; з) гума; к) пластмаси; л) вода; м) золото

Перелік прикладів можете продовжити, або запропонувати учням.

3. Пригадайте уроки фізики і поясніть, чому метали проводять електричний струм: ... ?

4. За допомогою приладу по визначенню електропровідності (рис. 2.8) дослідіть спільно з учителем такі речовини:

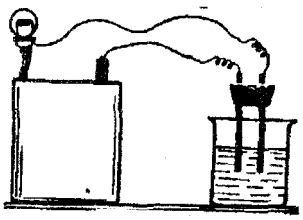


Рис. 2.8

Електро-провід-ність	NaCl		NaOH		H_2O			Цукор	
	роз-чин	крис-тал	роз-чин	крис-тал.	роз-плав	во-да	лід	роз-чин	кри-стал
(+, –)									

Заповніть таблицю, зробіть висновок про роль води в електролітичній дисоціації речовин.

5. Дослідіть за допомогою приладу по визначенню електропровідності спільно з учителем залежність електропровідності від природи речовини (типу хімічного зв'язку):

Досліджувана система	Електропро-відність (+, –)	Досліджувана система – електроліт. або неелектроліт
а) NaCl (розчин)	…	…
б) NaOH (розчин)	…	…
в) Цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$ (розчин)	…	…
г) Спирт C_2H_5OH (розчин)	…	…

д) HCl (розчин)	…	…
ж) Na_2SO_4 (розчин)	…	…
з) повітря ($N_2 + O_2$)	…	…
к) H_2O (дистильована)	…	…
л) водопровідна вода	…	…
м) дощова вода	…	…

Напишіть типи хімічних зв'язків, які характерні для речовин-електролітів: ... та речовин-неелектролітів:…

6. Схема та механізм електролітичної дисоціації сполук.

а) з йонним типом хімічного зв'язку (в розчині): ...
б) з ковалентним полярним типом хімічного зв'язку (в розчині): ...
Подібніть між а) та б): ...
Відмінність між а) та б): ...
в) з іонним типом хімічного зв'язку (в розплаві): ...
Подібність між а) та в): ...
Відмінність між а) та в): ...
7. Порівняйте властивості атомів та йонів.

7.1.	Na (проста речовина)	Na^+ (йон)
а) колір	...	...
б) відношення до води	...	...
в) відношення до Cl_2	...	...
г) відношення до катоду	...	...
д) електронна конфігурація атома та йона	...	...

7.2.	Cl_2 (проста речовина)	Cl^- (Іон)
а) Колір	...	...
б) відношення до H_2	...	...
в) відношення до Na	...	...
г) відношення до аноду	...	...
д) електронна конфігурація атома та йона	...	...

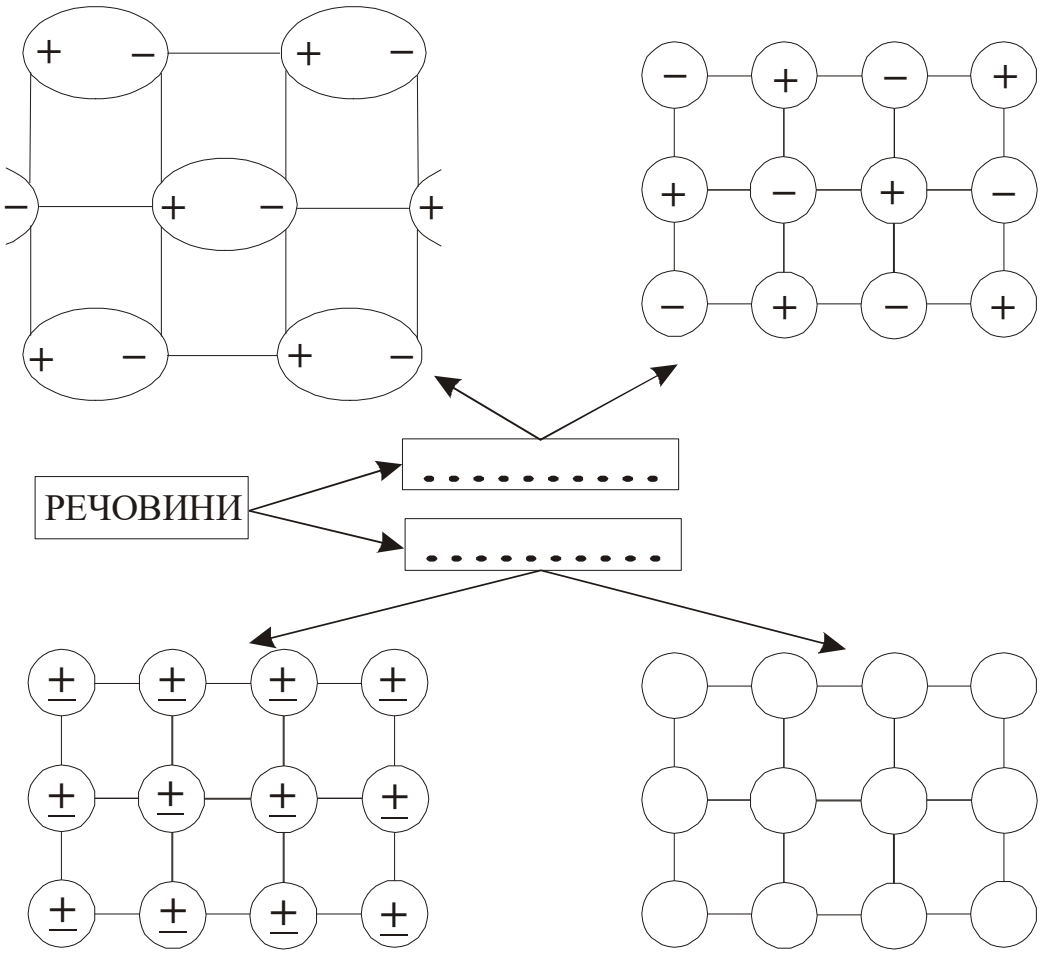
8.Поясніть, чому дистильована вода не проводить електричний струм, а водопровідна (річкова) проводить: ... ?

Якщо важко відповісти, нанесіть кілька краплин дистильованої та водопровідної води на окремі скельця і випарте в полум'ї спиртівки. Спостереження: ... ? Пояснення: ... ?

Зробіть висновок про причину небезпеки для людини та природи застосування електричного струму на водоймищах для ловлі риби: ... ?

9. Узагальність накопичені знання, доповніть схему необхідними написами і зробіть висновок про залежність між будовою речовин (тип хімічного зв'язку, тип кристалічної гратки) та властивостями, тобто, здатністю бути чи не бути електролітами:

. . . . . кристалічна гратка . . . . . .
. . . . . хімічний зв'язок . . . . . .



. . . . . кристалічна гратка . . . . . .
. . . . . хімічний зв'язок . . . . . .

10. Відомості про історію становлення теорії електролітичної дисоціації.

2.10. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

Мета уроку: на основі повторення понять ступеня електролітичної дисоціації, сильних і слабких електролітів, а також класифікації солей за складом ознайомити учнів з гідролізом солей в водних розчинах: розвиток вміння аналізувати вплив складу речовин (солей) на їх властивості (гідроліз); навчити учнів записувати рівняння гідролізу в молекулярній, повній та скороченій йонній формі.

Обладнання та реактиви: штатив з пробірками, розчин індикаторів – фенолфталеїну, метилоранжу, лакмусу, дист. вода, розчини – хлоридної кислоти, натрій хлориду, натрій нітрату, калій сульфату, калій карбонату, натрій сульфіту, алюміній хлориду, цинку сульфату.

Можливі завдання:

1. Назвіть приклади сильних та слабких електролітів: ...

2. Вкажіть йони, які не можуть одночасно перебувати у водному розчині в значних кількостях:

а) Na^+ та CO_3^{2-}; б) Ba^{2+} та SO_4^{2-}; в) Ag^+ та NO_3^-;

г) Ba^{2+} та Cl^-; д) NO_3^- та H^+; ж) CO_3^{2-} та H^+;

з) Al^{3+} та PO_4^{3-}; к) H^+ та OH^-; л) OH^- та K^+

Пояснення: ... Перелік прикладів можна продовжити за допомогою учнів: ...

3. Напишіть молекулярні рівняння за такими скороченими йонними рівняннями:

а) $H^+ + OH^- = H_2O$; б) $2H^+ + S^{2-} = H_2S$;

в) $Pb^{2+} + 2Cl^- = PbCl_2$; г) $Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3$;

д) $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$; ж) $2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2$

4. Дослідіть характер середовища водних розчинів солей.

а) попередньо згадайте забарвлення індикаторів в різних середовищах: ...?

До розчину HCl добавте 1–2 краплини розчину індикатору.

Спостереження: ... Пояснення: ...

До розчину NaOH добавте 1–2 краплини розчину індикатору.

Спостереження: ... Пояснення: ...

До дистильованої води добавте 1–2 краплини розчину індикатору.

Спостереження: ... Пояснення: ...

б) аналогічні досліди проводимо з розчинами солей:

$NaCl$, $NaNO_3$, K_2SO_4, K_2CO_3, Na_2SO_3, $AlCl_3$, $ZnSO_4$ та ін.

Спостереження: ...

Пояснення: ...

Рівняння реакцій гідролізу: ...

5. Узагальнюючі висновки, вправи на закріплення вивченого матеріалу.

2.11. АЛЮМІНІЙ

Мета уроку: на основі положення Алюмінію в періодичній системі хімічних елементів, будови його атома, типу кристалічної гратки учні повинні максимально самостійно під керівництвом учителя скласти уяву про характер цього елемента. його фізичні та деякі хімічні властивості; звернути увагу на

деякі особливі властивості алюмінію (наприклад, відновлення металів з оксидів, пасивація в деяких кислотах та ін.); обгрунтувати області використання алюмінію виходячи з його властивостей.

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, спиртівки, сірники, ганчірка, штатив для пробірок, 6–8 пробірок, шпатель, пробіркотримач, зразки мінералів – корунд, боксити, польовий шпат та ін., колекція «Алюміній», алюміній (гранули. порошок, дротина), розчини хлоридної кислоти, лугу, купрум(II) хлориду, хлоридної кислоти, нітратної кислоти, концентровані H_2SO_4 та HNO_3.

Можливі завдання:

1. Повторення та контроль знань з теми «Кальцій, оксид і гідроксид кальцію: добування, властивості». Можна зазначити при повторенні амфотерність сполук берилію.

2. Різні завдання на повну та грунтовну характеристику Алюмінію виходячи з будови атома, положення в періодичній системі (заряд ядра: ...; число протонів: ...; число електронів: ...; число нейтронів: ...; електронна конфігурація: ...; число енергетичних рівнів: ...; максирисьний ступінь окиснення: ... і т.д.)

Зміна властивостей: Na→Mg→Al→Si→P→S→Cl в періоді: ...; B→Al→Ga→In→Tl в групі (головна підгрупа)

Висновок: ... (про амфотерність сполук Алюмінію).

3. Знаходження в природі (розгляд зразків мінералів, пояснення чому алюмінію нема в природі у вільному стані).

4. Фізичні властивості (максимально активізуйте життєвий досвід учнів, їх знання з природознавства, фізики, праці).

5. Хімічні властивості (демонстраційні досліди):

а) згорання алюмінію – взаємодія з киснем.

За допомогою шпателя злегка сипте порошок алюмінію в полум’я спиртівки. Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

Алюмінієву платівку або дротину промийте розчином хлоридної кислоти а потім опустіть на кілька секунд (4–5) в розчин нітрату плюмбуму; вийміть, промийте водою, витріть фільтрувальним папером і поставте на сухий папір. Спостереження: ... (утворюється пухкий шар Al_2O_3)

Висновок: ... (якщо порушити оксидну плівку, алюміній дуже швидко окиснюється).

б) взаємодія з іншими простими речовинами (запис рівнянь реакцій, підбір коефіцієнтів методом електронного балансу).

в) Взаємодія з кислотами:

Налийте в три пробірки по 1–1,5 мл розведених кислот – HCl, H_2SO_4, HNO_3 і опустіть в кожну алюмінієву дротину.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ... (При необхідності злегка прогрійте розчин).

Дослідіть взаємодію алюмінію з концентрованими кислотами – HCl, H_2SO_4, HNO_3. Спостереження: ... Рівняння реакцій: ...

Висновок (в яких умовах проходить розчинення чи пасивація алюмінію): ...

Алюмінієву дротинку опустіть в пробірку з розчином HCl на кілька секунд. Спостереження: ... Вийміть дротинку, сполосніть дистильованою водою і опустіть на 2–3 хв в конц. HNO_3 (14 М). Вийміть дротинку, знову сполосніть дистильованою водою і опустіть в розчин хлоридної кислоти. Спостереження: ...

Висновок: ... (концентрована нітратна кислота пасивує алюміній).

г) Розчинення алюмінію в лугах.

Налийте в пробірку 1–2 мл розчину лугу і опустіть алюмінієву дротину (або гранулу). Злегка нагрійте пробірку в полум'ї спиртівки (пробірку тримайте пробіркотримачем чи закріпіть в штативі).

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

д) Взаємодія з солями.

Налийте в пробірку 1–2 мл розчину купрум(II) сульфату і опустіть на кілька хвилин алюмінієву дротинку (це можна зробити на початку всіх демонстрацій чи на початку уроку). Вийміть дротинку з розчину.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

ж) інші властивості (наприклад, алюмотермія – відновлення металів з їх оксидів).

6. Застосування алюмінію (необхідно узагальнити цей матеріал, так як окремі області використання алюмінію подавалися паралельно з його властивостями; властивості застосування).

7. Найрізноманітні завдання для закріплення знань в традиційній та нетрадиційній формі.

2.12. ОКСИД І ГІДРОКСИД АЛЮМІНІЮ, ЇХ АМФОТЕРНІСТЬ

Мета уроку: ознайомити учнів з властивостями сполук алюмінію: оксиду, гідроксиду; особливості гідролізу солей алюмінію; повторити та закріпити поняття амфотерності, виходячи з закономірностей зміни властивостей елементів та їх сполук в залежності від положення в періодичній системі.

Обладнання та реактиви: штатив для пробірок, 6–8 пробірок, шпатель, розчини соляної (або сірчаної) кислоти, лугу, індикаторів (лакмусу або метилоранж), натрій (або калій) карбонату, алюміній хлориду (або сульфату).

Можливі завдання:

1. Різні варіанти для повторення та закріплення попередньої теми.

2. Добування гідроксиду алюмінію та демонстрація його амфотерних властивостей.

До розчину солі алюміній (хлориду або сульфату) добавляйте краплинами розчин лугу.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

Розділіть отриманий осад на дві пробірки, або проведіть аналогічний дослід в іншій пробірці.

Добавляйте краплинами кислоту (HCl або H_2SO_4) до першої пробірки при збовтуванні її вмісту.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

Висновок (які властивості в даній реакції проявляє $Al(OH)_3$?): ...

Добавляйте до другої пробірки при збовтуванні розчин лугу.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

Висновок (які властивості в даній реакції проявляє $Al(OH)_3$?): ...

Узагальнюючий висновок: ...

Узагальнення про амфотерність на прикладі інших речовин.

3. Пояснення амфотерності, виходячи з закономірностей зміни властивостей елементів та їх сполук в залежності від положення в періодичній системі.

Приклад: $Na_2O \rightarrow MgO \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow SO_3 \rightarrow Cl_2O_7$ аналогічно розглянути гідрати оксидів.

4. Гідроліз солей алюмінію.

Налийте в дві пробірки по 1–2 мл розчину солі алюмінію. В одну добавте кілька краплин розчину індикатору.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції гідролізу: ...

До другої пробірки з розчином солі алюміній (хлориду або сульфату) добавляйте краплинами розчин карбонату натрію.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції повного гідролізу: ... Чому гідроліз в даному випадку проходить необоротно?

Зверніть увагу на таблицю розчинності і наведіть приклади інших сполук, що зазнають повного гідролізу: ...

Напишіть відповідні рівняння реакцій повного гідролізу: ...

5. Різні варіанти завдань для закріплення вивченого на уроці.

2.13 СУЛЬФАТНА КИСЛОТА

Даний урок розглянемо на прикладі застосування робочих зошитів з хімії на друкованій основі. Основна задача таких зошитів – допомогти вчителю та учню як на етапі вивчення та закріплення навчального матеріалу, так і на етапі контролю знань; сприяти поєднанню колективної форми організації навчального процесу з індивідуальними особливостями учнів; розвивати елементи самостійної роботи на уроках та вдома тощо. Усі пропуски в зошиті заповнюються учнями самостійно чи під керівництвом учителя. Особливо корисні такі зошити молодим вчителям, поскільки структура кожної теми представлена не фрагментарно, а цілісно, а отже, вчитель отримує певний сценарій-алгоритм ходу ведення уроку, в який, безумовно, він може вносити різноманітні зміни.

Мета уроку: вивчити властивості сульфатної кислоти, особливості концентрованої кислоти: провести необхідні демонстрації та учнівські досліди, звертати увагу на техніку безпеки при роботі з кислотою; розвивати в учнів вміння спостерігати та робити правильні висновки; використовувати для узагальнення попередні знання (реакції йонного обміну та умови їх проходження, загальні властивості кислот та ін.).

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, штатив для пробірок, 6–8 пробірок, спиртівка, сірники, ганчірка, пробіркотримач, залізний цв'ях,

розведена та концентрована сульфатна кислота, магній, цинк, залізо, купрум(II) оксид, мідь, скіпка, цукор, розчини лугу, натрій карбонату, барій хлориду, калій перманганату або дихромату, індикаторів.

Можливі завдання по ходу уроку:

1. Повторення та контроль знань з попередньо вивченої теми згідно діючої навчальної програми.

2. Напишіть графічну формулу молекули сульфатної (сірчаної) кислоти: ...

3. Зазначте хімічні властивості H_2SO_4 (розв.).

Згадайте загальні властивості кислот – вони характерні і для розведеної сульфатної кислоти H_2SO_4. Визначте за продуктами реакцій вихідні речовини і доповніть схему властивостей сульфатної кислоти. Дані реакції можна здійснити і практично, але будьте обережні і пам'ятайте, що H_2SO_4 хоча і розведена, але лишається кислотою:

а) електролітична дисоціація: ...

б) взаємодія з .....: $H_2SO_4 + ... = FeSO_4 + H_2$

в) взаємодія з …..: $H_2SO_4 + ... = CuSO_4 + H_2O$

(Ваш приклад): …….

г) взаємодія з ……....: $H_2SO_4 + 2\ ... = Na_2SO_4 + 2H_2O$

д) взаємодія з .....: $H_2SO_4 + ... = Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$

$H_2SO_4 + ... = BaSO_4 + 2HCl$

Проведіть необхідні досліди та запишіть результати спостережень.

Напишіть відповідні скорочені іонні рівняння реакцій б–д: ...

Висновок: *H_2SO_4 (розв.) має загальні властивості кислот, які згідно теорії електролітичної дисоціації обумовлені наявністю йонів ……..*

4. Доведіть експериментально якісний склад розчину сульфатної кислоти (тобто, що він містить йони H^+ та SO_4^{2-}): ……..

5. Принесіть на урок хімії звичайну кухонну сіль і визначте експериментально чи містить вона домішки сульфатів.

6. Заповніть пропуски для характеристики концентрованої H_2SO_4:

6.1. Фізичні властивості: *агрегатний стан*: ….....; *колір*: ….....; *густина* ……..г/см^3; *відношення до парів води*: …….

Урівноважте на терезах кислоту та воду; залиште їх на 10-15 хв. Спостереження:…….

Розчинність у воді: ……

Налийте в пробірку 2–3 мл води і добавте краплями H_2SO_4 (конц.) при обережному збовтуванні вмісту пробірки.

Спостереження: ...

Висновок: *при розведенні концентрованої H_2SO_4 необхідно ……..*

6.2. Особливі хімічні властивості H_2SO_4 (конц.) - окисник:

а) H_2SO_4 - речовина, що зв'язує воду.

Обережно піпеткою поставте по одній краплині кислоти на цукор, скіпку, шматочок тканини.

Спостереження: ……. Пояснення*: до складу цукру, деревини, тканини входить Гідроген, Оксиген та ... . H_2SO_4(конц.) зв'язала такі елементи …….. у вигляді сполуки, і залишився ……. виділила з них... (воду) і залишився ...*

Висновок: для чого H_2SO_4 (*конц.)* застосовують в ексикаторах ? ...

б) взаємодія з металами.

Зберіть прилад. Налийте в пробірку до 1 мл конц. H_2SO_4 і опустіть мідну дротинку або шматочки міді. Нагрівайте вміст пробірки (пробірка закріплена в штативі чи пробіркотримачі) після перевірки приладу на герметичність.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ... Електронний баланс: ...

Для доказу утворення сульфур(IV) оксиду пропускайте газ в розчин калій перманганату або дихромату.

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

Припиніть нагрівання, дайте охолонути розчину, відлийте кілька краплин в іншу пробірку і добавте кілька краплин лугу.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

Перевірте чи розчиняється в H_2SO_4 (конц.) залізний цв'ях: ...

Чи можна перевозити в стальних цистернах H_2SO_4 (розв.) ? ...

Чи можна перевозити в сталевих цистернах H_2SO_4 (конц.) ? ...

7. Повторення та закріплення вивченого на уроці.

Виконання завдань робочого зошита проходить на етапі вивчення, закріплення, або це форма домашнього завдання, або вибіркове заповнення на різних етапах уроку, - ці всі моменти визначає вчитель, а тому число можливих методичних варіацій навіть в рамках одного вихідного алгоритму за змістом досить багато. Використання робочих зошитів дає змогу оперативно поєднувати словесні методи навчання з проведенням по ходу уроку демонстрацій чи лабораторних дослідів учнів; більш продуктивно вдається розв'язувати проблему колективного характеру навчання та враховування індивідуальних особливостей учнів.

2.14. ВИРОБНИЦТВО СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Мета уроку: ознайомити учнів з основними науково-технічними принципами виробництва сульфатної кислоти, вияснити умови, що дозволяють впливати на хід перебігу реакцій; повторити та використати матеріал про фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій, на стан хімічної рівноваги; висвітлити питання охорони праці та довкілля при даному виробництві.

Обладнання: таблиця або макет-модель «Виробництво сульфатної кислоти»

Можливі завдання:

1. Встановіть зв'язок між властивостями речовини (сульфатної кислоти) та її застосуванням.

В ході обговорення даного питання стає всім зрозуміла необхідність виробництва сульфатної кислоти в великих масштабах.

2. Вибір сировини.

Називаємо різні мінерали ... Але з якої сировини найбільш доцільно виробляти сульфатну кислоту? Згадуємо мінерали. які є в СНД, на Україні, в нашій області... Сірка досить перспективна, але поклади її в нашій державі незначні. В СНД, та Україні є поклади сульфідних руд, які при випалюванні утворюють ... (SO_2 та твердий залишок). Рівняння реакції: ... Тривалий час використовували тільки твердий залишок для одержання кольорових металів, а відхідні гази викидали в атмосферу. Пояснити згубний вплив SO_2, утворення кислотних дощів. Зараз – комплексне використання сировини, SO_2 застосовують для подальшої переробки в сірчанокислотних цехах.

Тепер найдешевшу кислоту виробляють з сірководню, а найдорожчу – з природної сірки. Сірководень отримують при очищенні природного газу. Формуємо поступово в учнів перші уявлення про комплексне використання сировини, про кооперування й комбінування виробництв.

3. Хімічні реакції, що лежать в основі виробництва, та їх фізико-хімічна характеристика.

Схема перетворення сульфурвмісної сировини:

Сульфурвмісна сировина → □SO_2 →□ SO_3 → □H_2SO_4

Враховуючи, що випалювання колчедану – це перша виробнича реакція, що вивчається в курсі хімії, необхідно пояснити учням, як її треба характеризувати: оборотна (необоротна), екзотермічна (ендотермічна), каталітична (некаталітична), гомогенна (гетерогенна). Поступово перехід до нового для учнів питання – оптимальні умови проведення реакції. При цьому важливо використати їх знання про закономірності перебігу хімічних реакцій.

Потім розглядаємо. як перша стадія виробництва сульфатної кислоти відбувається у виробничих умовах – випалювання в киплячому шарі колчедану (піч КШ). Недолік печей КШ – утворення колчеданнового недогарку, що далі важко переробляється через великий вміст домішок. Наприклад, використання недогарка для доменного процесу без попереднього вилучення цинку неможливе, бо цинк починає сублімуватися і руйнувати вогнетривку футеровку печей. Крім цинку, недогарок містить мідь, свинець, кобальт, кадмій, срібло, золото, германій. Приходимо до висновку про необхідність комплексного використання сировини (на одну тонну сульфатної кислоти, що виробляється, утворюється до 0,6 т недогарка). Нові розробки вчених дали можливість впровадити печі-котли з двома киплячими шарами, в яких колчедан випалюється більш інтенсивніше, а недогарок, що утворюється придатний для безпосередньої гідрометалургічної переробки.

Зазначаємо, що підвищення продуктивності печі і найповнішого використання сировини досягають: а) безперервністю виробничого процесу; б) оптимальною температурою в печі; в) збільшенням поверхні стикання реагуючих речовин; г) заміною повітряного дуття кисневим; д) корисним застосуванням надлишкової теплоти реакції. Підкреслюємо, що названі закономірності спільні для багатьох хімічних виробництв, особливо таких, в основі яких лежать практично необоротні реакції, що відбуваються з

виділенням значної кількості теплоти і швидкість яких значно збільшується з підвищенням температури.

Наступний етап – окиснення сульфур(IV) оксиду Аналогічно даємо фізико-хімічну характеристику реакції. Мотивація необхідності очищення випалювального газу від каталітичних отрут (циклони, електрофільтри).

Друга стадія виробництва – окиснення сульфур(IV) оксиду; аналогічно даємо фізико-хімічну характеристику реакції. Акцент – реакцію окиснення сульфур(IV) оксиду слід починати при найвищій температурі, при якій каталізатор ще досить стійкий (близько 600°С, якщо використовують ванадієві каталізатори), і поступово знижувати в ході реакції (до 400–250°С). У таких умовах процес іде з максимальною швидкістю і високим виходом продукту. Узагальнюємо: таким чином а) каталізатор стає активним лише після нагрівання його до певної температури (температура «запалювання» каталізатора); б) активність його виявляється тільки протягом певного часу (платиновий 10–15 років; ванадієвий – до 5 років); в) не можна підвищувати температуру в контактному апараті вище певної граничної для конкретного каталізатора (змінюється структура поверхні, пористість та ін., що істотно знижує його активність).

Недоліки контактного окиснення сульфур(IV) оксиду – висока температура запалювання каталізатора, можливість втрати його активності внаслідок отруєння домішками, низька механічна міцність при високих температурах. Тому поряд з поличковими (чотиришаровими) контактними апаратами застосовують контактні апарати з киплячим шаром каталізатора. В останньому випадку відпадає потреба в теплообмінниках.

Третя стадія виробництва – абсорбція сульфур(VI) оксиду; даємо фізико-хімічну характеристику реакції. Встановлюємо оптимальні умови застосування концентрованої (98,3%) сульфатної кислоти дає змогу уникнути сірчанокислотного туману; так як реакція гетерогенна, то за допомогою протитечійного руху газу і рідини досягають повноти вбирання сульфур(VI) оксиду та максимальної концентрації отриманої кислоти.

4. Охорона праці і довкілля.

Розповідаємо про заходи, спрямовані на охорону праці (своєчасний ремонт вентиляції, неухильне додержання технологічного режиму, широке використання засобів індивідуального захисту). Зазначаємо, що у виробничих умовах можуть бути втрати якоїсь кількості сульфур(IV) оксиду, сульфур(VI) оксиду і викидання їх в атмосферу. При цьому часто утворюються кислотні тумани, зумовлені перетворенням оксидів в кислоти, сульфати й сульфіти амонію. Цей туман у сухому повітрі стійкий протягом 2–4 тижнів. Він токсичний для всього живого.

Для нейтралізації SO_2 відхідні гази пропускають через башту з насадкою, що зрошується розчинами лугу, соди за принципом протитечії; для вловлювання SO_3 – через електрофільтри.

Повторення та узагальнення: інтерпритуємо наукові принципи, використання яких дає змогу підвищити продуктивність апаратів

сірчанокислотного виробництва й повноту використання сировини: а) безперервність виробничого процесу; б) оптимальна температура; в) наявність каталізатора; г) теплообмін; д) збільшення поверхні стикання реагуючих речовин; ж) протитечія.

2.15. АМОНІАК (АМІАК).

Мета уроку: пояснити учням особливості електронної будови молекули амоніаку, показати взаємозв'язок будови молекули та її властивосткей; познайомити учнів з лабораторним методом добування амоніаку і продемонструвати його деякі властивості; розвиток вміння учнів спостерігати та пояснювати результати дослідів.

Обладнання та реактиви: прилад для добування та збирання амоніаку (пробірка з пробкою та газовідвідною трубкою, суха пробірка з пробкою та газовідвідною трубкою, кристалізатор, стакан), лабораторний штатив, спиртівка, сірники, ганчірка, вата, штатив для пробірок, скляна паличка, 4–5 пробірок, розчин фенолфталеїну, хлоридної кислоти ,суміш порошків амоній хлориду та кальцій гідроксиду.

Можливі завдання:

1. Повторення:

Чим відрізняється за будовою атоми Карбону, Нітрогену, Оксигену? ...

Чим відрізняється за будовою молекули N_2 та O_2? ...

Що спільне в будові молекул N_2 та O_2? ...

Як впливає будова молекули азоту на реакційну здатність? ...

2. Будова молекули.

Бесіда – Яка електронна конфігурація атома Нітрогену? Скільки електронів витрачає атом Нітрогену на утворення зв'язків з атомами Гідрогену в молекулі амоніака? Чи відрізняється і як дані атоми за електронегативністю? Тип хімічного зв'язку в молекулі амоніаку. Електронна формула, графічна, перекривання орбіталей. Яка валентність та ступінь окиснення атома Нітрогену та атома Гідрогену в молекулі амоніаку?

3. Добування амоніаку.

Демонстраційний дослід: змішайте на папері скляною паличкою приблизно однакові наважки гашеного вапна та хлориду амонію і засипте в пробірку. Складіть прилад (рис. 22.9а) і обережно нагрівайте до появи специфічного запаху.

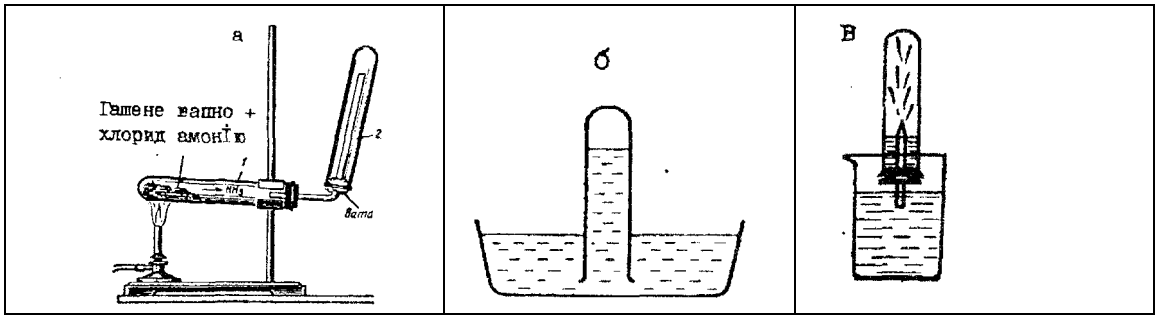


Рис. 2.9. Добування та збирання аміаку (а) та демонстрація його розчинності у воді (б, в).

Увага! Згадайте правила нагрівання!

Чому пробірка з вихідними речовинами розміщена отвором донизу? ...

Чому пробірка для збирання аміаку розміщена догори дном? ...

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

Звертайте увагу на фізичні властивості амоніаку і записуйте відповідні спостереження в п. 4. Зніміть пробірку з зібраним амоніаком (припиніть нагрівання, на отвір газовідвідної трубки поставте шматок вологої ватки), закрийте отвір пальцем або пробкою з трубкою і помістіть її в стакан з водою, в яку попередньо додайте кілька краплин фенолфталеїну (рис. 2.9б, в). Спостереження: ...

Отриманий розчин залиште для дослідів п. 5.

4. Фізичні властивості амоніаку.

Бесіда на основі спостережень учнів в процесі добування амоніаку.

Амоніак легко зріджується. Пояснення: ...

В одному об'ємі води розчиняється до ... об'ємів NH_3. Пояснення:

Пояснення утворення «фонтану» (рис. 2.9в): ...

Згадайте. яка речовина давала аналогічний ефект при розчиненні у воді ... Розчин аміаку у воді називають ... (де вживають такий розчин в домашніх умовах? ...).

Амоніак легший за повітря в ... раз

5. Хімічні властивості аміаку (використайте для дослідів аміак. отриманий згідно п. 3):

а) взаємодія з водою: ... Спостереження: ...

Пояснення реакції середовища розчину: ...

Нагрійте розчин амоніаку у воді. Спостереження: ...

Пояснення: Із підвищенням температури розчинність газів у воді ...,

а тому ...

б) взаємодія з кислотами. До отриманого розчину амоніаку з фенолфталеїном добавляйте краплинами розчин хлоридної кислоти.

Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

Або інший варіант: скляну паличку, змочену концентрованою хлоридною кислотою піднесіть до іншої палички, змоченої розчином аміаку (або до газовідвідної трубки при добуванні аміаку). Спостереження: ...

Або інший варіант: поставте на рисенький тигель з кількома краплинами конц. розчину аміаку хімічний стакан. змочений кількома краплинами концентрованої соляної кислоти. Спостереження: ... Пояснення: ...

в) інші реакції ...

6. Фізіологічна дія аміаку. Стисла розповідь, навести дані ГДК. Перша допомога при отруєнні аміаком.

При втраті свідомості перша допомога – піднести до носа потерпілого ватку, змочену нашатирним спиртом. Чому? ...

7. Різні варіанти завдань для повторення та закріплення. Приклади деяких цікавих завдань:

Безбарвний газ X з різким задушливим запахом, добре розчинний у воді. Розчин X в ампулках можете знайти у Ваших домашніх аптечках. У легких випадках отруєння газом X відзначають подразнення слизових оболонок носоглотки, очей. При цьому з'являється кашель, захриплість голосу, сльозотеча. У важких випадках виникає набряк голосової щілини, що в свою чергу призводить до миттєвої смерті. Визначте X. Для чого X застосовують в домашніх аптечках?

Речовина X одна із алотропних модифікацій хімічного елемента Y. Об'ємна частка X в повітрі більша, ніж 10^{-8} % викликає сильне подразнення дихальних шляхів, а потім отруєння людини. Дія X на живі організми аналогічна дії радіоактивних променів. Завдяки окисним властивостям X використовують для дезінфекції питної води і повітря. В природних концентраціях, які характерні для морського узбережжя, X має цілющу дію – стимулює дихання, покращує та нормалізує сон та артеріальний тиск. Визначте X та Y.

2.16. ПРОМИСЛОВИЙ СИНТЕЗ АМОНІАКУ

Мета уроку: ознайомити учнів з основними науково-технічними принципами виробництва амоніаку, вияснити умови. що дозволяють впливати на хід перебігу реакції синтезу амоніаку, зрозуміти значення циркуляції газів.

Обладнання: таблиця або макет-модель «Виробництво амоніаку».

Можливі завдання:

1. Наукові основи процесу синтезу амоніаку.

Бесіда – роль Нітрогену в житті рослин і тварин (біогенний елемент).

Запаси зв'язаного Нітрогену в природі обмежені, можливі два шляхи розв'язання проблеми: фіксація атмосферного азоту при взаємодії його з киснем і синтез амоніаку з азоту й водню. Повторюємо властивості й застосовування аміаку, звертаємо увагу на здатність легко зріджуватись при охолодженні.

Даємо фізико-хімічну характеристику реакції синтезу аміаку. Порівнюємо з реакцією окиснення сульфур(IV) оксиду при виробництві сульфатної кислоти.

Висновок: ... (фізико-хімічна характеристика процесу синтезу аміаку та сама, що й окиснення киснем сульфур(IV) оксиду.

Бесіда – як змістити рівновагу оборотної екзотермічної реакції в бік виробництва продукту? Поступово приходимо до висновку, що застосовувати надвисокий тиск недоцільно, бо зростають затрати на спецобладнання і реакція однаково не доходить до кінця. Зазначаємо, що було вирішено застосовувати невеликий тиск – 30 МПа, який дає змогу змістити рівновагу в бік утворення аміаку. Але при цьому вихід аміаку виявився незначним – 15–20%. Так постає питання використання принципу циркуляції. На сучасних заводах він дає змогу довести вихід аміаку до 98%.

Узагальнюючий підсумок про те, що для промислового синтезу аміаку треба: а) мати суміш азоту й водню в об'ємному співвідношенні 1:3; б) створити високий тиск і високу температуру; в) застосувати каталізатор.

2. Промисловий синтез аміаку.

В ході бесіди виявляємо, що процес складається з трьох стадій: 1) стиснення газів; 2) синтезу аміаку; 3) відокремлення аміаку від азоту й водню, що не прореагували.

Далі поступово розглядаємо технологічну схему синтезу аміаку. При цьому ознайомлюємо учнів з будовою і роботою типових апаратів: 1) старанно очищена від домішок суміш азоту й водню (1:3) подається для стиснення в компресор; 2) пояснення будови колони синтезу, розширення уявлення про принцип теплообміну, з'ясовуємо склад промислового каталізатора синтезу аміаку; 3) розглядаємо будову й роботу холодильника та сепаратора, суть принципу циркуляції (азотоводнева суміш стискується циркуляційним насосом до 30 МПа й повертається в колону синтезу, минаючи компресор).

Розглядаючи синтез аміаку, учні пересвідчуються, що це один із найдосконаліших технологічних процесів хімічної промисловості, що керування таким процесом потребує найстараннішого й безперервного контролю та регулювання.

Подальше вдосконалення виробництва: успіхи в галузі теорії каталізу дали можливість замість залізного каталізатора, який швидко втрачає свою активність, застосовувати промотований каталізатор (з добавками оксидів алюмінію, калію, кальцію, силіцію), що дало змогу збільшити строк його експлуатації. Вдалося значно вдосконалити процес очищення газової суміші. Тепер для очищення від карбон (II) оксиду застосовують низькотемпературні каталізатори; від карбон (IV) оксиду – гарячий розчин поташу та ін. В учнів розвивається уявлення про взаємозв'язок науки і виробництва. Цей процес взаємний: досягнення виробництва грунтуються на успіхах науки, а наука розвивається під впливом потреб виробництва.

2.17. ОКСИДИ КАРБОНУ І СИЛІЦІЮ

Мета уроку: ознайомити учнів з карбон(II) оксидом як несолетвірним оксидом, який володіє відновними властивостями, показати значення цього оксиду як палива, відмітити його токсичність; розглянути в порівнянні будову та властивості карбон(IV) оксидів та силіцію(IV), показати вплив будови речовини на її властивості; максирисьно активізувати і використовувати на уроці життєвий досвід учнів, їх знання з хімії, фізики, географії, біології.

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, штатив для пробірок, 4–5 пробірок, стакан (150–200 мл), пробка з газовідвідною трубкою, пластиковий шприц, стальна ложечка, сірники, скіпка, мармур, соляна кислота (1 М), вапняна вода, розчин лакмусу або метилоранжу, магній, спиртівка.

Можливі завдання:

1. Контроль знань з попередньої теми згідно навчальної програми.

2. Будова молекули CO (графічна формула, ступінь окиснення елементів, валентність елементів, тип хімічного зв'язку в молекулі).

3. Добування (записати, що таке «водяний газ», «генераторний газ» карбону(II) оксиду).

4. Хімічні властивості CO (взаємодія з киснем, відновлення металів з їх оксидів, інші реакції).

5. Фізіологічна дія CO (токсичність CO, перша допомога при отруєнні).

6. Чадний газ може утворюватись в котлах при спалюванні вугілля, нафти, газу. Як можна запобігти його утворенню? ...

7. Які фактори впливають на стан рівноваги і сприяють утворенню CO згідно реакції:

C (тв.)+ CO_2 (газ) → 2 CO (газ) – Q

8. Знаходження в природі CO_2 та SiO_2 (при можливості згадайте мінерали Вашого регіону).

2.10. Добування CO_2.

а) в лабораторії застосовують апарат ... (Кіппа). Згадайте принцип роботи . Можна добувати і окремо в пробірці (рис. 1.42а, рис. 2.11). Помістіть в неї кілька шматочків мармуру і добавте краплинами хлоридну кислоту.

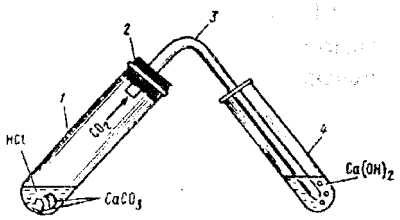


Рис. 2.11

Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

б) в промисловості.

10. Вплив будови речовини на властивості (порівняння CO_2 та SiO_2): тип кристалічної гратки, температури плавлення, агрегатний стан за звичайних умов та ін.

11. Хімічні властивості.

а) Взаємодія CO_2 з водою. Пропускайте CO_2 у воду і перевірте реакцію середовища індикатором. Спостереження: ...

Рівняння реакції: ... Електролітична дисоціація: ...

Нагрівайте утворений розчин кислоти. Спостереження: ... Пояснення: ...

б) зберіть CO_2 і перевірте чи підтримує горіння.

Спостереження: ... Висновок: ... (можна застосовувати для гасіння пожеж).

в) взаємодія з основними оксидами (бесіда – згадуємо властивості кислотних оксидів, запис рівнянь реакцій)

г) взаємодія з лугами. Пропускайте отриманий CO_2 через вапняну воду.

Спостереження: ... Пояснення: ... рівняння реакції: ...

Продовжуйте пропускати CO_2 до нових змін. Спостереження: ... Пояснення: ... Рівняння реакції: ...

для SiO_2 – запис рівняння реакції.

д) інші реакції (взаємодія з магнієм). Стальну ложечку з порошком магнію внесіть в полум'я спиртівки до загоряння, а потім в стакан з вуглекислим газом. Спостереження: ... Рівняння реакції: ...

12. Фізіологічна дія CO_2 та SiO_2 (високодисперсного –силікоз).

13. Застосування оксидів карбону(II) I (IV), силіцію(IV).

14. Згадайте, як зміна температури впливає на розчинність газів у воді: ... та поясніть: а) яким чином світовий океан сприяє переносу CO_2 від північного та південного полюсів до екватору?

б) які б процеси проходили в природі при відсутності такого переносу?

15. Чи можна в апараті Кіппа для добування CO_2 замінити:

а) хлоридну кислоту на сульфатну? б) мармур на соду?

16. Яким способом можна «переливати» вуглекислий газ?

17. Уявіть собі, що в класі чи лабораторії загорілись магнієві ощурки. В приміщенні є ящик з піском, вода, вуглекислотний вогнегасник. Що Ви використаєте?

18. Наповніть вдома стакан вуглекислим газом (наприклад. сода + ацетатна кислота), а потім обережно опустіть в нього мильну бульбашку. Спостереження: ... Пояснення: ...

19. Пропускайте повітря, що видихаєте у вапняну воду.

Спостереження: ... Пояснення: ...

2.18. ВИЗНАЧЕННЯ КАРБОНУ, ГІДРОГЕНУ І ХЛОРУ В ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИНАХ

Мета уроку: виробити в учнів практичні вміння з якісного визначення Карбону, Гідрогену та Хлору в органічних речовинах; звертати увагу на техніку безпеки проведення хімічного експерименту.

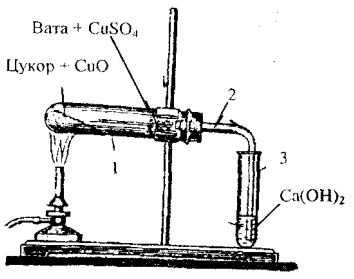
Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, спиртівка, сірники, ганчірка, пробірка з газовідвідною трубкою, штатив для пробірок, 2–3 пробірки, вата, безводний купрум(II) сульфат, вапняна вода, мідна дротина, хлорвмісна органічна речовина, купрум(II) оксид, цукор (або парафін, або крохмаль).

Можливі завдання:

1. Які елементи найбільш часто входять до складу органічних речовин? (елементи-органогени).

2. Визначення Карбону та Гідрогену в органічних речовинах.

Зберіть прилад згідно рис. 2.12. Приготуйте суміш добре розтертого цукру і порошку купруму (II) оксиду, взятого в надлишку. Помістить в пробірку (I) дану суміш шаром товщиною 0,5 см. Біля отвору поставте шматочок вати з нанесеним на неї



безводним купруму (II) сульфатом. Рис. 2.12

Вставте в пробірку пробку з газовідвідною трубкою (2), кінець якої опустіть в другу пробірку (3) з вапняною водою (0,5–1 мл). Прилад закріпіть в штативі, як вказано на рисунку (Чому? ...), і нагрівайте суміш в пробірці (1). Спостереження: ... Пояснення: ...

Коли інтенсивність виділення вуглекислого газу почне спадати, вийміть з вапняної води кінець газовідвідної трубки і після цього припиніть нагрівання. Дайте приладу охолонути, розберіть його і розгляньте результати реакції (Чи пройшли зміни з цукром, купрум (II) сульфатом, купрум(II) оксидом, вапняною водою? ...)

Пояснення: ... Рівняння реакцій: ... Висновки: ...

3. Визначення Хлору в органічних речовинах (проба Бейльштейна). Пожарте в полум'ї спиртівки мідну дротину до тих пір, поки вона не перестане забарвлювати полум'я; після охолодження дротини внесіть її в досліджувану речовину, а потім швидко знову в полум'я.

Спостереження: ... Пояснення: ... Висновки: ...

2.19. АЛКЕНИ

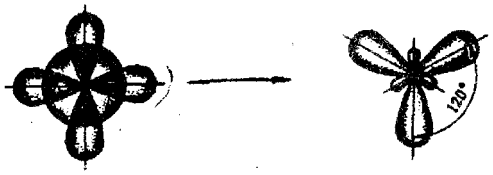
Мета уроку: ознайомити учнів з будовою молекул, властивостями, методами добування та застосуванням етиленових вуглеводнів (етилену).

Обладнання та реактиви: лабораторний штатив, прилад (рис. 1.41 або рис. 1.44в), етанол, конц. HSO спиртівка, сірники, йодна вода, розчин калій перманганату, моделі молекул, пластилін.

Можливі завдання: 1. Опорний конспект.

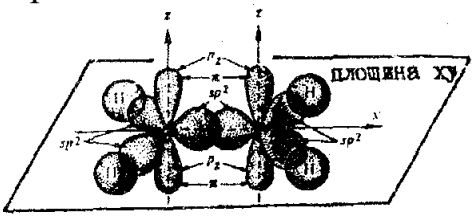
Будова молекули

Атом Карбону –



sp^2-гібридизація

(s + p + p) орбіталі → Три sp^2–орбіталі



<u>Добування</u> <u>Хімічні властивості</u>

2. Загальна формула алкенів.

3. Номенклатура алкенів (приклади). Правила побудови назв (приклади).

4. Ізомерія етиленових вуглеводнів залежить від … (приклади).

5. Будова молекул алкенів (на прикладі етилену). Електронна, графічна формула молекули, тип гібридизації атома Карбону. Утворення σ-зв'язків в молекулі C_2H_4. Утворення π-зв'язку в молекулі C_2H_4. Валентний кут, довжина зв'язку. Геометрична будова молекули. Виготовте з пластиліну модель молекули етилену.

6. Фізичні властивості алкенів.

7. Демонстрація добування та хімічних властивостей етилену. Зберть прилад згідно рис. 1.41 або рис. 1.44 в. Приготуйте суміш етилового спирту з конц. H_2SO_4 (1 об.спирту + 3 об.кислоти). Налийте в пробірку 4-5 мл суміші. Для рівномірного кипіння попередньо добавте трохи річного піску (пісок промитий розв. HCl, водою, висушений). Обережно нагрівайте реакційну суміш, а при виділенні газу зменшіть інтенсивність нагрівання. Спостереження: … Рівняння реакції: … При можливості (наявності обладнання) можна очистити етилен від парів води та етеру при пропусканні його через конц. H_2SO_4 та від CO_2 і SO_2 при пропусканні через розчин лугу.

Підпаліть газ, що виділяється. Спостереження: … Рівняння реакції: … Внесіть в полум'я фарфорову пластину. Спостереження: … Пояснення: …

Пропустіть отриманий етилен через розчин йодної (або бромної) води, а потім через розчин перманганату калію.

Спостереження: … Пояснення: …Рівняння реакції: …

Інші хімічні властивості (розповідь, запис рівнянь реакцій).

Інші методи добування етиленових вуглеводів (розповідь, запис рівнянь реакцій).

8. Різноманітні завдання для закріплення вивченого матеріалу. Визначте четверту "зайву" речовину – "білу ворону".

а) CH_4, C_2H_4, C_3H_8, C_5H_{12}; б) метан, натрію хлорид, етилен, етан;

в) цукор, кухонна сіль, крохмаль, метан;

г) амоніак, сірка, етилен, хлороводень; д) NH_3, C_2H_4, HCl, NaCl;

ж) метан, білий фосфор, карбон(II) оксид, пропілен.

2.20. ПРОМИСЛОВИЙ СИНТЕЗ ЕТАНОЛУ

Мета уроку: ознайомити учнів з основними науково-технічними принципами виробництва етанолу; повторити і закріпити вміння учнів давати фізико-хімічну характеристику хімічної реакції, порівняти з синтезом амоніаку в промисловості; зробити акцент про негативний вплив спирту на організм.

Обладнання та реактиви: таблиця або модель-макет "Промисловий синтез етанолу", яєчний білок, етанол, пробірки, штатив для пробірок.

Можливі завдання:

1. Початок уроку – бесіда-повторення будови молекули спирту, залежність властивостей від будови й на цій основі розглядаємо застосування етанолу.

2. Коротка історична довідка про розвиток способів добування спирту. Зробити акцент на проблемі заміни харчової сировини нехарчовою в сучасній хімічній промисловості. Наприклад, у зв'язку з збільшенням попиту на спирт, особливо для потреб промисловості синтетичного каучуку, цей спосіб став

невигідним (мається на увазі добування з харчової сировини – зерна й картоплі). Зазначаємо, в яких двох напрямках було розв'язано проблему заміни харчової сировини: спирт почали виробляти з відходів деревообробної промисловості й синтетичним способом.

3. Сучасний найдосконаліший спосіб добування етанолу – гідратація етилену водяною парою. Записуємо рівняння реакції:

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + Q$$

Даємо фізико-хімічну характеристику реакції, і виходячи з рівняння, обговорюємо оптимальні умови. З'ясовуємо, що процес вигідно проводити при невисоких температурах і підвищеному тискові. Називаємо оптимальні умови добування етанолу: температура 280-300^{0}С, тиск 7-8 МПа і каталізатор – ортофосфатна кислота, осаджена на твердому носії. Зазначаємо, що при виробництві 1 т спирту гідратацією етилену економиться 4-6 т зерна або 12 т картоплі.

Недоліки – фосфатна кислота поступово випаровується й активність каталізатора зменшується. Тривають пошуки нових каталізаторів (наприклад: вольфрам(VI) оксид – нелеткий в умовах синтезу етанолу).

Другий недолік: на фосфатнокислотному каталізаторі не вдається цілком виключити побічні реакції, які утруднюють добування цільового продукту. Можна запропонувати учням записати можливі побічні реакції: полімеризації етилену, утворення диетилового етеру, етаналю (дегідрування етанолу).

За один прохід через реактор ступінь перетворення етилену в етанол дорівнює приблизно 4,5%. Пригадуємо з учнями вивчене раніше виробництво аміаку й за аналогією встановлюємо організацію виробництва, будову та принцип роботи типових апаратів. Розповідь про хід технологічного процесу.

4. Негативний вплив спирту на організм. Бесіда з учнями. Демонстраційний дослід: до 2-3 мл яєчного білка в пробірці краплинами добавляємо етиловий спирт. Спостереження: … Пояснення: … Висновки:.

5. Різноманітні завдання для закріплення вивченого на уроці.

2.21. Фенол

Мета уроку: ознайомити учнів з особливостями будови, а відповідно і властивостями фенолу; показати взаємний вплив атомів в молекулі фенолу (порівняти з бензеном та одноатомними спиртами); вказати на необхідність охорони довкілля від промислових відходів, що містять фенол.

Обладнання та реактиви: штатив для пробірок, 3-4 пробірки, спиртівка, сірники, ганчірка, пробіркотримач, шпатель (або лопаточка), скляна паличка, яєчний білок, фенол (кристалічний), розчин ферум(III) хлориду, дистильована вода.

Можливі завдання:

1. Контроль знань учнів з попередньої теми згідно діючої навчальної програми.

2. Будова молекули фенолу (бесіда – покажіть розподіл електронної густини, порівняйте будову з бензоном, спиртами)

3. Фізичні властивості фенолу.

Розповідь, демонстрація кристалічного фенолу.

Помістіть в пробірку кілька кристаликів фенолу і добавте 2-3 мл дистильованої води, збовтайте вміст пробірки. Спостереження: … Злегка прогрійте вміст пробірки (якщо фенол повністю не розчинився) в полум'ї спиртівки. Спостереження: …

Згадайте розчинність у воді бензолу: … Фенол на відміну від бензолу розчинний у воді тому, що … (спробуйте пояснювати разом з учнями класу).

4. Хімічні властивості фенолу.

а) Вплив ОН-групи на властивості бензольного кільця (порівнюємо разом з класом Фенол з бензолом; згадайте паралельно толуол)

– взаємодія бензолу з бромом (згадуємо з класом);

– взаємодія фенолу з бромом (Ваша розповідь).

–взаємодія бензолу з нітратною кислотою (згадуємо з класом);

– взаємодія фенолу з нітратною кислотою (Ваша розповідь).

Висновок: … (про вплив ОН-групи на бензольне кільце).

б) Вплив бензольного кільця на властивості ОН-групи (порівнюємо з одноатомними спиртами)

– етанол + луг → (згадуємо з класом)

фенол + луг → (Ваша розповідь)

Висновок: … (про вплив бензольного кільця на властивості ОН-групи).

Узагальнюючий висновок (про вплив будови молекули на її властивості): … (формулюємо разом з класом, можна повторити п.2).

в) Інші властивості (запишіть рівняння реакції, яке показує, що фенол проявляє слабші кислотні властивості порівняно з карбонатною кислотою)

5. Якісне визначення фенолу.

До 0,5 – 1 мл водного розчину фенолу добавте кілька краплин розчину ферум(III) хлориду.

Спостереження: … Рівняння реакції: … (не для запам'ятовування)

6. Добування фенолу.

Напишіть рівняння реакцій:

а) бензол → хлорбензол → фенол

б) бензол → ізопропілбензол (кумол) → фенол

7. Фізіологічна дія фенолу.

Ваша розповідь про необхідність охорони довкілля від промислових відходів, що містять фенол.

Демонстрація досліду: до 3–4 мл яєчного білка добавте кілька краплин фенолу. Спостереження: … Пояснення: … Висновок: …

8. Застосування фенолу (Ваша розповідь).

9. Закріплення вивченого на уроці за допомогою різноманітних завдань.

Поясніть аномально високі температури кипіння спиртів та фенолів у порівнянні з вуглеводнями, що мають приблизно таку ж молекулярну масу.

Чому етанол практично не реагує з лугами, а фенол легко розчиняється в лугах з утворенням фенолятів?

Розмістіть сполуки в порядку посилення їх кислотних властивостей: а) H_2CO_3; б) H_2O; в) C_2H_5OH; г) H_2SO_4; д) C_6H_5OH;

Чому називають фенол карболовою кислотою?

2.22. Білки

Мета уроку: ознайомити учнів з найважливішими біополімерами – білками, їх складом, будовою, властивостями; максимально активізувати життєвий досвід учнів та їх знання з хімії, біології при вивченні даної теми.

Обладнання та реактиви: штатив для пробірок, 14-16 пробірок, спиртівка, сірники, ганчірка, індикаторний папір, шерстяна нитка, куряче перо, яєчний білок, грудочка сиру, молоко, конц. H_2SO_4, конц.розчин NaOH (40%), розчини плюмбум ацетату, плюмбум нітрату, купрум(II) сульфату, аргентум(I), нітрату, оцетатної кислоти, хлоридної кислоти, конц. HNO_3, фенол, питна сода.

Можливі завдання:

1. Склад білків.

Білки містять такі елементи: завжди …., ……, ….., майже завжди ….., досить часто ….., а також ……

Визначимо деякі елементи в складі білків.

а) Визначення Карбону: спаліть шерстяну нитку, куряче перо або нанесіть на них краплину концентрованої сульфатної кислоти.

Спостереження: … Пояснення: … .

б) Визначення Нітрогену: помістіть шматочок звареного яйця (або грудочку сиру) в пробірку, добавте 2-3 мл кон. розчину NaOH (40%); повільно кип’ятіть вміст пробірки, а до отвору піднесіть індикаторний папір. Спостереження: … Пояснення: …

в) Визначення Сульфуру: отриманий в попередньому досліді розчин розбавте вдвічі-втричі і добавте кілька краплин розчину $Pb(CH_3COO)_2$. Спостереження: … Пояснення: …

2. Будова молекул (первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура).

3. Фізичні властивості.

Розчинність у воді: глобулярні білки – … (приклади …). Фібрилярні – … (приклади …).

4. Хімічні властивості

а) Гідроліз (запис гідролізу ди- або трипептида)

б) Денатурація білків.

Денатурація під впливом механічної дії: взбивайте вдома яєчний білок енергійно протягом 2-3 хвилин. Спостереження: … Пояснення: …

Денатурація білків при нагріванні: нагрівайте яєчний білок (або зваріть яйце, або скип’ятіть молоко, або напишіть інші домашні приклади). Спостереження: … Пояснення: …

Денатурація під впливом хімічних речовин: візьміть дев’ять пронумерованих пробірок, добавте в кожну 4-5 краплин яєчного білка. В пробірки № 1-3 добавте по 1-2 краплини розчину відповідно $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $AgNO_3$. Спостереження: …

Висновок (перша допомога при отруєнні йонами важких металів): … В пробірки № 4-9 добавте по 1-2 краплини відповідно етанолу, формаліну, фенолу, ацетатної кислоти, хлоридної кислоти, лугу. Спостереження: ... Висновок: … (про вплив забруднення навколишнього середовища деякими речовинами на живі організми).

в) Амфотерність білків.

5. Якісне визначення білків (кольорові реакції).

а) Біуретова реакція: до 0,5-1 мл розчину яєчного білка добавте 1-2 мл розчину NaOH (10%) та кілька краплин розчину $CuSO_4$ (1%). Спостереження: … Пояснення: …

б) Ксантопротеїнова реакція:

До 0,5 мл розчину яєчного білка добавте кілька краплин концентрованого розчину нітратної кислоти. При необхідності злегка нагрівайте розчин. Спостереження: … Пояснення: жовте забарвлення з'являється в тому випадку, якщо в складі білків є амінокислоти з бензольними кільцями (тирозин та триптофан) тому, що …

6. Проведіть вдома експеримент по виділенню білка казеїну з молока: розбавте 25 мл молока в 2-3 рази, добавляйте до розчину краплинами домашній оцет при перемішуванні. Спостереження: … Згадайте скисання молока. Утворюється (яка?) … кислота, що призводить до осадження білкових макромолекул.

Отриманий осад (він містить також жири і вуглеводи) профільтруйте, а потім розчиніть в 5 %-вому розчині питної соди $NaHCO_3$. Знову відфільтруйте отриману суміш; казеїн перейде у фільтрат. Принесіть фільтрат на урок, проведіть якісні реакції на білок. Спостереження: …

7. Значення і застосування білків (бесіда з використанням міжпредметних зв'язків).

8. Різноманітні завдання для закріплення вивченого матеріалу. Згадайте властивості білків та поясніть:

Чому рекомендують посуд з-під молока промивати спочатку холодною, а потім гарячою водою? Чому демонстраційні препарати, виготовлені з тварин, зберігають у формаліні? Чому слабкий розчин фенолу («карболки») використовують для дезинфекції приміщень? Чому при отруєнні сполуками важких металів рекомендують вживати сирі курячі яйця та пити багато молока?

Як довести експериментально, що до складу пшениці входить білок?

3. МОДЕЛЮВАННЯ УРОКІВ З ХІМІЇ

Мета такої дяльності - виробити в студентів уміння вільного користування програмою шкільного курсу хімії, так як це є основний навчально-методичний документ учителя; здатність використовувати в конкретних практичних ситуаціях знання, отримані в лекційному курсі МНХ. Це одна з форм самостійної роботи студентів, поскільки кожну тему студент розробляє з використанням навчально-методичних посібників з хімії для загальноосвітніх середніх шкіл.

3.1. Перелік завдань для розробки моделі уроку з хімії

Використовуючи діючі навчальні програми, підручники та посібники з хімії для середніх загальноосвітніх шкіл, відберіть необхідний навчальний матеріал для проведення уроку (тема уроку, клас), складіть модель ходу уроку та підготуйте письмові відповіді на такі завдання:

1. Проаналізуйте запропоновану Вами загальну модель уроку і:

а) визначте мету, тип і структуру (етапи) уроку, загальні та опорні знання для даного уроку;

б) дайте оцінку розподілу часу на кожен етап уроку згідно Вашого плану;

в) визначте ведучий та допоміжні методи навчання, основні форми діяльності (фронтальна, групова, індивідуальна) вчителя і учнів **на кожному етапі** уроку.

2. Визначте перелік необхідного обладнання, реактивів та інших засобів навчання для проведення даного уроку.

3. Розробіть та проаналізуйте завдання для закріплення або перевірки знань і умінь учнів з даної теми (або попередньої згідно навчальної програми) на уроці чи для домашнього виконання таких рівнів складності:

а) 1-го рівня (репродуктивний рівень знань і умінь);

б) 2-го рівня (уміти застосовувати інформацію для порівняння, пояснення раніше вивчених фактів, явищ; ілюструвати їх прикладами, наведеними в підручнику або аналогічними; застосування знань і умінь в аналогічних ситуаціях).

в) 3-го рівня (уміти застосовувати отримані знання для узагальнення фактів, встановлення причинно-наслідкових зв’язків між ними, пояснення і передбачення нових фактів; уміти наводити свої приклади; творче застосування знань і умінь).

3.2. Перелік тем уроків з хімії для їх моделювання

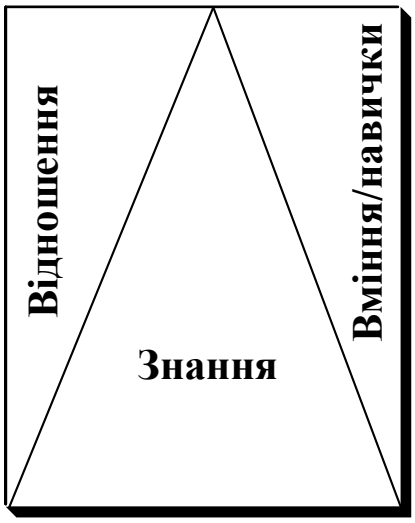
1. Явища фізичні і хімічні.
2. Очищення забрудненої кухонної солі від механічних забруднень.
3. Кисень: добування, властивості.
4. Водень: добування, властивості.
5. Хімічні властивості води.
6. Поняття про амфотерні гідроксиди та оксиди.

7. Луги: добування, властивості.
8. Хлороводнева кислота.
9. Генетичний зв’язок між основними класами неорганічних сполук.
10. Загальне уявлення про швидкість хімічних реакцій.
11. Періодична система та періодичний закон Д.І.Менделєєва з точки зору будови атома.
12. Ковалентний зв’язок.
13. Йонний зв’язок.
14. Поняття про розчин, процес розчинення, його фізико-хімічний зміст.
15. Розчини кислот, лугів, солей у воді. Електроліти і неелектроліти.
16. Гідроліз солей.
17. Реакції обміну між розчинами електролітів. Йонні рівняння.
18. Реакції обміну між розчинами електролітів (практичне заняття).
19. Натрій і калій.
20. Кальцій та його сполуки.
21. Алюміній.
22. Оксид і гідроксид алюмінію, іх амфотерність.
23. Сульфатна кислота.
24. Виробництво сульфатної кислоти.
25. Амоніак (аміак).
26. Промисловий синтез амоніаку (аміаку).
27. Оксиди карбону і силіцію.
28. Визначення Карбону, Гідрогену, Хлору в органічних речовинах.
29. Етилен: добування, властивості, або ацетилен.
30. Полімери.
31. Хімічні властивості бензену (бензолу).
32. Насичені одноатомні спирти.
33. Гліцерол (гліцерин).
34. Фенол.
35. Хімічні властивості карбонових кислот.
36. Властивості ацетатної кислоти (практичне заняття).
37. Естери.
38. Білки.

4. МЕТОДИКА АКТИВНОГО ТА ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ

4.1. Діяльності викладача при застосуванні методик активного та інтерактивного навчання

Використання активних та інтерактивних методів навчання забезпечує залучення суб'єктів навчального процесу (учнів, студентів, курсантів і т.п.) до постановки запитань, складання різноманітних навчальних завдань, формулювання та дослідження проблем аж до пошуку шляхів їх вирішення. На рисунку представлені різні методи навчання в залежності від поставленої мети.



Практичні завдання
Рольові ігри
Вирішення проблем
Тренувальні вправи
Аналіз конкретних випадків
Аналіз навчальних випадків
Моделюючі ігри
Дискусії
Відеоперегляди
Демонстрації
Виклад/лекція
Завдання на читання текстів

Рис.4.1. Області результатів навчання та вибір методів навчання.

Інтерактивне навчання – означає засвоєння досвіду учнем (стихійно чи спеціально організовано) завдяки навчально-пізнавальним взаємодіям та його попереднього досвіду.

При традиційному навчанні викладач виконує роль посередника-фільтра, який через себе пропускає навчальну інформацію. При інтерактивному навчанні кожен з учнів стає джерелом інформації через певний наявний досвід і завдяки прямій взаємодії між собою передає його далі. Таким чином, «інтерактивне навчання» означає певний порядок навчально-пізнавальної взаємодії між суб'єктом навчального процесу і навчальним середовищем. Реалізація методів інтерактивного навчання можлива за наявністю проблеми та роботи над нею в навчальних групах, прийняття узгодженого рішення за результатами групової діяльності.

Викладач не дає готових знань, але спрямовує всіх на їх самостійний пошук. Порівняно з традиційним в інтерактивному навчанні змінюється і взаємодія з викладачем: його активність переходить в активність учасників; викладач повинен створити умови для такого переходу. За умов правильної організації навчального процесу під час інтерактивного навчання створюються умови для максимальної відвертості у взаємовідносинах між членами групи та окремими групами.

Основні види активності учасників при інтерактивному навчанні: фізична (зміна робочих місць, запис, рисування, розмова, вислуховування тощо), соціальна (виступ у ролі "експертів", "спікерів", "учнів"; обмін думками, запитаннями, репліками тощо), пізнавальна (виступи на основі власного досвіду чи групового обговорення; пошук та формулювання проблеми, пошук шляхів її вирішення; внесення доповнень та уточнень тощо).

Основні ролі та відповідні задачі викладача при інтерактивному навчанні:

Лектор-експерт – викладає новий матеріал, відповідає на запитання аудиторії.

Організатор – спрямовує взаємодію учасників, розподіляє групу на підгрупи, координує виконання завдань, готує міні-презентації тощо.

Консультант – звертається до професіонального досвіду учасників, спрямовує самостійно збирати нові дані, шукати розв'язки вже поставлених задач, ставить нові задачі тощо.

Основні етапи діяльності викладача:

1. Мотивація та загальний інструктаж.

Викладач повідомляє тему і мету інтерактивної вправи, знайомить з основними поняттями, характеристиками і т.п., що в ній використовується. Потім дає загальну характеристику правил, послідовність виконання завдань; запитує чи все зрозуміло суб'єктам навчальної діяльності. Викладач також пояснює необхідність роботи в групах як потужного інтелектуального середовища та значення такої виду діяльності для всіх учасників (спілкування, обмін думками, аргументація позицій, взаємонавчання, взаємоповага, відповідальність за прийняття рішення тощо).

2. Підготовка до проведення заняття.

Викладач розподіляє учасників на групи (при необхідності і ролі усередині групи) представляє сценарій, зупиняється на навчальних (ігрових) задачах, правилах, ролях, ігрових процедурах, правилах обліку балів, приблизному типу розв'язків в ході виконання навчального завдання. Після розподілу ролей між учасниками при необхідності проводиться моделювання завдання чи гри ("прогін") у скороченому варіанті.

3. Виконання завдання.

Викладач виступає як ведучий, організатор, помічник: організовує хід самого заняття (гри), по його ходу фіксує наслідки навчальних (ігрових) дій (слідкує за підрахунком балів, характером рішень тощо), надає необхідні консультації, вносить корективи і т.п.

4. Представлення групами чи окремими учасниками результатів виконання завдання.

При виступі учасників від кожної групи всі уважно слухають, якщо це визначено правилами можна задавати запитання відразу або після вислуховування позицій всіх груп.

5. Обговорення результатів виконання завдання.

Викладач проводить обговорення виконання завдання (гри), в ході якого дає детальну характеристику основних етапів, труднощів та ідей по їх подоланню, які виникали тощо.

4.2. Групова навчальна діяльність

Орієнтовні правила для діяльності в групі (вони можуть бути змінені чи доповнені):

Виступи повинні проходити організовано, кожен з учасників має право висловлювати свою думку, але говорити тільки по тематиці завдання, тільки по черзі чи тільки з дозволу голови (ведучого); повторні виступи можливі тільки через певний час.

Кожне висловлювання, позиція повинні бути уважно розглянуті.

Всі слухають уважно доповідача; його не можна переривати і ніхто не має сміятись під час виступу, за винятком жартів доповідача.

Кожне висловлювання має бути аргументовано фактами, логікою мислення тощо.

Неприпустимі суперечки між учасниками, – критикуємо ідеї, погляди, а не людей, що їх висловили.

Необхідно залучати до роботи всіх членів групи, але не можна примушувати брати участь у виконанні завдання.

Учасник групи не повинен змінювати власну позицію за результатами голосування при прийнятті спільного рішення, за винятком, якщо його переконають аргументи інших учасників.

Робота в групах

Інтерактивне завдання, як правило, триває до 60 % заняття. Інтерактивне навчання передбачає застосування ідей дослідницького методу. Найбільш загальні дослідницькі процедури при роботі в кожній групі можна представити у такій наступності:

- виявлення проблеми;
- постановка (формулювання) проблеми;
- вияснення незрозумілих питань;
- формулювання гіпотези;
- планування і розробка навчальних дій;
- збір даних (накопичення фактів, спостереження, доведення);
- аналіз та синтез зібраних даних;
- співставлення одержаних даних з існуючою проблемою та аналіз стану її вирішення;
- підготовка та написання повідомлення
- виступ з підготовленим повідомленням;
- переосмислення результатів у ході відповіді на запитання;
- перевірка гіпотез;
- побудова узагальнень;
- побудова висновків, заключень.

Основне навчальне навантаження при інтерактивних підходах має місце в групах. Щоб робота в групах була більш ефективна, необхідно розподілити учасників на певні ролі (перелік ролей може змінюватись):

спікер, голова або керівник групи – зачитує завдання та пояснює його всім учасникам, слідкує за дотриманням правил роботи в групі, спрямовує групу на вирішення поставленої проблеми, приймає остаточне рішення та висновок при виникненні любих ситуацій, доводить думку групи всім іншим учасникам аудиторії, якщо в групі немає доповідача;

секретар – проводить запис всіх результатів діяльності групи;

доповідач – доповідає остаточну думку групи всім іншим учасникам аудиторії;

експерт – слідкує за часом, аналізує відповіді, проводить пошук додаткової інформації з метою перевірки прийнятих рішень чи пошуку альтернативних тощо.

Можливі **способи залучення учнів до активної діяльності в групах** наступні:

«Взаємообмін завданнями»: зміна ролей у групі за вказівкою викладача, учасники групи обмінюються навчальними знаннями, вміннями. Така форма позитивна при закріпленні навчального матеріалу.

«Броунівський рух»: учні, які добре засвоїли навчальний матеріал виступають у ролі вчителя шляхом хаотичного спілкування з різними учнями класу.

«Змішані групи»: вихідні групи (наприклад, по 5 учнів)одержують завдання детально опанувати певні частини навчального матеріалу (наприклад, будова певної речовини, методи одержання, фізичні та хімічні властивості тощо), щоб вони могли її доводити для інших. Це може бути форма домашнього завдання. Далі формуються нові “змішані групи”, у кожній з яких є представник вихідної групи. Проходить взаємонавчання, далі вони переходять у свої вихідні групи і закріплюють вивчене.

«Діалог Ривіна»: методика Ривіна передбачає читання чи вивчення тексту абзацами (частина тексту до 12 лінійок, яка має закінчену думку і зміст можна передати одним реченням до 10 слів). Дана методика вчить виділяти головне у тексті. Викладач націлює учнів на пошук у тексті нових понять, слів тощо; вияснення їх значень, взаємозв’язків між поняттями; пошук ключових понять чи поняття; пояснення чому обране поняття є головним у даній частині тексту; пошук прикладів на застосування даного поняття; підготовка серії запитань для членів даної групи чи інших груп та відповідей на них за матеріалами вихідного тексту; виявити своє ставлення до навчальної інформації тексту тощо.

«Діалог Сократа»: один з найбільш важливих методів навчання, який дає змогу учасникам групи самостійно формулювати проблему та пропонувати шляхи її вирішення. Метод Сократа передбачає застосування аналогії як способу виявлення суперечностей у висловлюваннях учасників дискусії.

Учасники вчаться аргументовано висловлювати свою позицію з використанням різноманітного фактичного матеріалу.

«Коло ідей»: метод швидкого збору ідей, поглядів чи пропозицій на поставлену проблему. Застосовують, коли всі учасники працюють над єдиним завданням. Це може бути підготовчим етапом для різних видів діяльності – дискусії, мозкового штурму тощо.

«мозковий штурм»: метод колективного обговорення проблеми та пошуку шляхів її вирішення, що здійснюється через вільне та достатньо швидке вираження позицій усіх учасників групи (аналогічні телепередачі «Рейн-ринг», «Що? Де? Коли?» та ін.). На першому етапі всі ідеї в групі фіксує секретар, на другому – учасники обговорюють висловлені ідеї та приходять до єдиного висновку, який представляє спікер чи голова групи.

«Снігова куля»: даний метод застосовують при обговоренні питання в парах, далі в квартетах, октетах тощо. Такий підхід дає можливість врахувати різні погляди та ідеї. Кожна група обов'язково приходить до певного узгодженого рішення (консенсусу), яке пропонується в більшій групі при входженні до неї. Остаточно формується єдине спільне рішення від усієї аудиторії.

«Мікрофон»: даний метод дає можливість почергово кожному учаснику групи чи аудиторії сказати щось швидко на певне запитання чи висловити власну думку, побажання тощо. Право має говорити тільки той, у кого в руках є символічний мікрофон.

Навчальні ігри – ігрове моделювання навчального процесу, яке можна застосовувати від початкової до вищої школи, а також для систем підвищення кваліфікації.

Дидактичні можливості навчальних ігор:

- учасники оволодівають досвідом діяльності, яка подібна до реальної;
- учасники самі вирішують важкі задачі, а не є пасивними спостерігачами;
- створюються потенціальні більш високі можливості переносу знань та досвіду діяльності із навчальної ситуації в реальну;
- має місце значна економія навчального часу, але часова підготовка викладача до такого виду занять суттєво зростає;
- висока мотивація навчальної діяльності;
- відповідальність кожного учасника за прийняття рішення;
- безпечність проведення для учасників на відміну від реальних ситуацій;
- популяризація досвіду навчальних ігор, оскільки значна частина викладачів їх не застосовує;
- зростає активність учасників, яка стає стає для них нормою в реальних ситуаціях;
- зростає число учасників, які після ігор починають більше користуватися засобами пошуку навчальної інформації (бібліотека, інтернет тощо).

Необхідно мати на увазі, що при проведенні навчальних ігор можливе значне пожвавлення, висока рухливість учасників, що не завжди подобається іншим викладачам, адміністрації навчального закладу

Деякі вимоги до викладача при проведенні навчальних ігор:

- багатогранна підготовка до занять;
- детальний аналіз результатів діяльності групи, оскільки важливим навчаючим моментом є не тільки одержані знання та вміння, але й сам хід процесу ігрової діяльності;
- вміле керівництво від організації дискусії до її логічного завершення;
- не допускати зміщення дискусії в непродуктивне русло;
- не піддаватися аудиторії витрачати багато часу на несуттєві питання, які можуть виникати по ходу дискусії;
- готовність до різноманітних запитань, на які можливі самі різноманітні відповіді (на відміну під час лекційного викладу запитання можуть трактуватись здебільшого однозначно, а сам лектор може їх регулювати);
- готовність до пасивної аудиторії, оскільки традиційне навчання не сприяє формуванню навчальної активності.

Основні етапи навчального процесу при застосуванні дидактичної гри аналогічні як і при інтерактивних вправах, оскільки гра є одним з видів інтерактивного навчання.

Дискусія – метод навчання, який ґрунтується на обміні думками з певної проблеми.

Основні етапи (у ході різних форм дискусії вони можуть змінюватись):

1. Викладач сам чи з аудиторією проводить пошук і визначення проблеми чи утруднення, яке можна вирішувати груповими методами (шляхом вироблення загального підходу, досягнення консенсусу).

2. Розподіл учнів на групи, формулювання проблеми в ході групового аналізу і обговорення.

3. Аналіз проблеми з метою виявлення зв’язаних з нею фактів і обставин.

4. Спроби знайти вирішення проблеми (обговорення, збір даних, залучення інших джерел інформації і т.п. У ході вирішення проблеми група може мати поточні висновки, поступово рухаючись вперед).

5. Формулювання висновків, їх обговорення і перевірка – аж до досягнення кінцевого розв’язку.

З метою розвитку творчого мислення бажано будувати навчальну дискусію так, щоб учні мали змогу самі приймати рішення та аналізувати виникаючі у них різні ідеї та підходи.

Оскільки різкий перехід від традиційного до більш активного навчання зробити важко, доцільна наступна послідовність входження у дискусійний хід ведення навчальних занять:

– дискусія аудиторії з викладачем, який перебуває у ролі ведучого;
– дискусія з учнем, який перебуває у ролі ведучого;
– дискусія без ведучого (самовиникаюча).

Форми дискусії:

«Дерево рішень»: найбільш поширений варіант проведення обговорення, коли неможливо дати простої й однозначної відповіді на поставлене завдання, чи коли необхідно вказати позитивні та негативні сторони (переваги та недоліки) досліджуваного об'єкта (явища, події, вченого тощо);

«Круглий стіл»: бесіда, в якій приймає участь незначна група учасників (як правило біля п'яти), під час якої проходить обмін думками як між ними, так і з «аудиторією» (інша частина класу, групи, курсу);

«Засідання експертної групи»: (4-6 учасників з визначеним головою групи), на якому спочатку обговорюється намічена проблема всіма учасниками групи, а потім ними викладаються свої позиції для усього класу. Кожен учасник виступає лаконічно і обґрунтовано.

«Форум»: аналогічно до «засідання експертної групи», яке доповнюється обміном думками з аудиторією;

«Симпозіум»: учасники групи виступають з повідомленнями, що сформовані на базі їх власних поглядів, після чого відповідають на запитання аудиторії;

«Займи позицію»: застосовують для оперативного виявлення кількох (двох-трьох) позицій бачення проблеми чи її вирішення, які згодом в групах необхідно аргументувати. Викладач пропонує дискусійне питання і просить кожного висловити свою позицію (наприклад, "так", "ні", "не знаю, або і так і ні"). Голосувати можна руками, ногами (переходом в протилежні кінці кімнати. Далі формуються групи і пропонується учням висловити аргументи на користь своєї позиції. Після обговорення позицій окремих груп цікаво повторити голосування, оскільки досить часто частина учасників змінюють свою позицію. Доцільно їм надати слово, обговорити які аргументи були найбільш вагомі.

Для аргументації своєї позиції у випадку спірних питань можна використовувати **метод «Прес».** Порядок навчання цьому методу включає такі чотири етапи:

Позиція	**Я вважаю, що ...** (висловлюється власна думка, пояснення позиції, точки зору)
ОБҐРУНТУВАННЯ	**... тому, що ...** (пояснення причини виникнення цієї думки чи відповідні докази)
ПРИКЛАД	**Наприклад ...** (наведення фактів, що ілюструють власну позицію)
ВИСНОВКИ	**Таким чином ... Отже ...** (узагальнення власної думки, висновок про те, що вихідна позиція є правильною)

«Дебати»: обговорення, яке побудоване на основі попередньо фіксованих виступів учасників–представників двох протилежних за поглядами команд (груп). Окремий варіант «британські дебати»: після виступів протилежних груп, кожен з учасників обох команд почергово має право вийти окремо до трибуни для постановки запитань чи коментарів. Ще один окремий варіант «ток-шоу»:

дискусія у стилі телевізійного ток-шоу. Група 2-5 чоловік веде дискусію у присутності всієї аудиторії. Члени аудиторії мають право на висловлювання після завершення дискусії. Члени групи мають бути достатньо компетентні, добре підготовлені до аргументації своїх думок і мати досить полярні позиції вирішення проблеми, що обговорюється. Ведучий (викладач, учень, студент) оголошує тему дискусії, визначає тривалість виступів та інші правила, представляє та розміщує учасників групи за столом, надає почергово слово всім учасникам групи, слідкує за ходом дискусії, щоб вона відбувалась в рамках визначеного регламенту за часом та тематикою. Після завершення дискусії ведучий запрошує глядачів до обговорення, – вони можуть задати запитання чи висловити власну думку. Інший варіант – «вільні дебати»: у великих аудиторіях (кілька десятків учасників) дає змогу залучити більшість глядачів до обговорення проблеми. Якщо аудиторія не підготовлена до такого виду діяльності, можна створити кілька груп, які мають ініціювати дискусію в аудиторії;

«Судова справа»: обговорення, яке імітує судовий розгляд;

«Акваріум»: застосовують коли можливі протилежні підходи, конфлікти. Проходить обговорення в групі. Потім з кожної групи 1-3 представники (вибирає вчитель чи група) сідають посередині приміщення (умовний «акваріум») і почергово з кожної групи представники висловлюють думку групи з аргументами. Ніхто не має права коментувати виступи ні в «акваріумі» ні поза ним. Після завершення виступів в акваріумі можливе проведення критичного аналізу прийнятих рішень чи виступів усім класом. Можливе також наступне застосування даної методики з метою вироблення прийомів групової роботи: почергово кожна група знаходиться в акваріумі, обговорює проблему, приходить до прийняття рішення, а решта є глядачами; після завершення роботи всіх груп проходить обговорення, щоб виявити переваги та недоліки способів діяльності в окремих групах.

Метод проектів – поєднання урочної та позаурочної діяльності з метою активізації навчально-пізнавальної роботи учнів та розвитком їх як особистості. Можливі види проектів: дослідницькі, інформаційні, творчі, ігрові, організаційні тощо. Метод проектів може завершитись проведенням навчальних конференцій.

Основні етапи підготовки та проведення навчальної конференції:

1. Визначення тематики.

Цей етап дає змогу критично аналізувати стан вивчених предметів, проблеми в науках та їх ролі в нашому житті. Учнів може зацікавити окремий факт, подія, речовина, явище, вчений тощо. Головне на цьому етапі – пошук спільних інтересів, щоб конференція не була формальна, а зацікавила основну частину класу чи класів.

2. Визначення завдань, конкретних учнів.

Найкраще, коли клас самостійно розподілиться на невеличкі групи 3-5 учнів. Безумовно, роль вчителя і на цьому етапі не пасивна. Бажано, щоб не утворились групи, які сформовані тільки з слабких учнів. Ідеально, якщо тематики окремих повідомлень від груп будуть запропоновані учнями, але реально, вчителю треба бути готовим до керівництва і на цьому етапі.

3. Збір та систематизація даних.

Це етап пошуку, консультацій. Для кожної майбутньої доповіді вчитель складає орієнтовний план, в який згодом можуть бути внесені певні корективи, можлива корекція і самої назви доповіді. Вчитель спільно з учнями підбирають відповідну літературу. Позитивно, що учні працють з різними джерелами інформації: підручники, довідники, енциклопедії, наукова та науково-популярна література (монографії, статті та інші видання). Вони використовують раніше набуті знання робити певні виписки, які сформовані в них при написанні рефератів. Але спектр літератури значно ширший, а тому реалізується поєднання індивідуальної та групової форми роботи, коли зібрані дані аналізуються в групі самостійно чи разом з вчителем. Важливо не забувати до кожної виписки зазначити відповідне посилання на літературу, це вже привчає до дослідницьких форм збору інформації та її наступного аналізу.

Цікаво, що цей етап, а він найбільш тривалий (2-3 місяці), виділяє в кожній групі лідера, який організовує діяльність мікроколективу. Періодично вчитель оголошує на якому етапі пошуку знаходиться кожна група. Аналіз виписок згідно зазначеного плану дасть змогу відібрати найбільш головне, відсіяти другорядне чи внести певні корективи в структуру майбутнього реферату та доповіді, підготувати перелік використаної літератури та оформити її згідно існуючих вимог.

4. Підготовка реферату та відповідної доповіді.

Це етап оформлення зібраних даних. Позитивно, якщо в зміст реферату учні включать своє відношення до тематики, своє бачення вирішення деяких проблем тощо. Тобто, скажуть своє “Я” в аспекті кожної теми. Доповідь повинна концентрувати зібрані дані не формально в кількісному розумінні, а більше звертати увагу на поєднанні систематизованого матеріалу з його значенням та роллю в нашому житті. Необхідно пам’ятати, що доповідь – це не репродукція реферату, а висвітлення основних його положень.

5. Конференція.

Оскільки тематика конференції поліпредметна, то фактично це одна з форм інтегрованих уроків. Таким чином, організаційний варіант проведення конференції - на уроках хімії, біології чи інших предметів, вчителі яких зацікавлені в комплексному розгляді зібраних даних.

Всі учні, які задіяні в підготовці до конференції готуються: один-два учні з кожної групи до самої доповіді, всі інші до відповіді на можливі питання, при необхідності готують також засоби наочності – схеми, таблиці, кодопроекції

тощо. Бажана тривалість кожної доповіді – не більше 5-8 хвилин. Особливо важливо ініціювати обговорення доповіді. Не обов'язково відповідати повинні члени групи, яка доповідає. Якщо вони не мають гіпотези чи можливого варіанту відповіді, то відповідати можуть любі учасники конференції. Бажано пам'ятати про необхідність працювати на понятійному рівні, який доступний учням молодших класів. В іншому випадку їм щось стане не зрозуміло і, автоматично, не цікаво. Узагальнюючий висновок проводить вчитель спільно з учнями. Бажано відзначити кращі доповіді, кращі запитання, кращі відповіді. За активну участь в підготовці та проведенні конференції кожен учасник оцінюється відразу з кількох предметів. Можливо виникнуть в учнів цікаві запитання чи навіть пропозиції, що дадуть ґрунт для підбору тематики майбутньої конференції.

Акумульована інформація учасниками та глядачами конференції не зникає безслідно: це потужний резерв роботи на уроці, це різні варіанти міжпредметних зв'язків, це розвиток вміння аналізувати, систематизувати та узагальнювати. Для всіх учасників така форма діяльності має значний виховний ефект – учні вчаться не тільки працювати систематично, проходить взаємовплив в групах і створення робочих активних відносин, формування відповідальності за доручену ділянку роботи, розуміння необхідності довести роботу до завершальної стадії, захистити представлені результати.

Семінар – форма організації навчального заняття, що передбачає обговорення результатів самостійної роботи учнів чи студентів над різними джерелами інформації. Можлива схема класичного семінару наступна:

Доповідач стисло представляє основну інформацію з даного питання. **Співдоповідач** підсилює основну доповідь деякими фактами, аргументами тощо. Можлива спільна доповідь, наприклад, доповідач представляє тезу, а співдоповідач – факти тощо. **Опонент** вивчає дане питання, але з критичним аналізом, результати якого представляє після основної доповіді. **Експерт** (сильний учень чи студент) – порівнює позиції доповідача та опонента, вказує сильні та слабкі сторони обох. **Асистенти** готують допоміжні матеріали для проведення семінару чи проводять збір деяких даних. Можна попередньо до семінару створити групу доповідача та опонента для організації всієї роботи. **Провокатор** – готує запитання для обох сторін і має на меті спровокувати дискусію в аудиторії. На кожну роль обирається кілька учасників. Оскільки тривалість семінару досить значна доцільно проводити його цілу пару (два уроки).

5. МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ДЕЯКИХ ЗАВДАНЬ З ХІМІЇ

5.1. Методика розв'язування та складання задач з теми "Обчислення за хімічними формулами речовин"

Хімічні формули – це і об'єкт вивчення в шкільному курсі хімії, так і засіб здобуття подальшої інформації при виконанні чи складанні різноманітних завдань. Розглянемо деякі можливі підходи на цьому шляху при використанні розрахункових задач. Задача складається з таких основних частин:

1. Предметна область. Це клас фіксованих (названих, позначених) об'єктів (предметів), про які йде мова в задачі.
2. Відношення, які зв'язують об'єкти предметної області.
3. Вимоги задачі. Це вказівка про мету розв'язування задачі, це те, що потрібно встановити в результаті розв'язування задачі.
4. Оператор задачі – сукупність тих дій (операцій), які необхідно провести над умовою задачі, щоб виконати її вимогу.

Поскільки перша і друга частина утворюють умову, то можна зазначити, що задача складається з: 1) умови; 2) вимоги; 3) оператора задачі. Перші розрахункові задачі з використанням формул хімічних речовин, як правило, полягають у пошуку відповідної математичної формули, яка ілюструє відношення об'єктів предметної області. Тобто, змістовна цінність таких задач не є високою, але вони є важливими з кількох причин: по-перше, сприяють закріпленню початкових хімічних понять, зв'язку між ними, формуванню вмінь та їх свідомому використанню, а останнє стає умовою виконання наступних завдань більш насичених за предметною областю та операторами; по-друге, це форма і засіб реалізації міжпредметних зв'язків (особливо з фізикою та математикою); по-третє, за умови комплексної роботи з такими завданнями (аналіз, переформулювання, конструювання обернених та аналогічних задач, формулювання питань, пошук надлишкових чи недостатніх даних тощо) вони стають потужним фактором розвитку учнів, а не "арифметичною хімією", що зводиться до сліпого використання хімічних та математичних формул.

Поскільки розгляду хімічних формул передують символи хімічних елементів і останні автоматично стають опорними поняттями в наступних темах, для початку проведемо відповідну актуалізацію наших знань. Одне з перших нових понять, пов'язаних з розрахунками, яке виникає в шкільному курсі хімії, - це поняття ***відносної атомної маси хімічного елемента***. Опорні формули для розв'язування перших розрахункових задач:

$$A_r(E) = \frac{m_0(E)}{\frac{1}{12} m_0(^{12}C)} = \frac{m_0(E)}{\frac{1}{12} \cdot 19{,}93 \cdot 10^{-27}\,кг} = \frac{m_0(E)}{1{,}66 \cdot 10^{-27}\,кг} = \frac{m_0(E)}{1 а.о.м.}, \qquad (1)$$

де $m_0(E)$ і $m_0(^{12}C)$ – відповідно маси атомів елемента Е та нукліда Карбону-12.

Приклад 1 (інформація підручника [Буринська Н.М. Хімія 8 клас, с.36] - в нашому випадку це буде ***вихідна задача***).

Маса атома Флуору рівна $3{,}15481\cdot10^{-23}$ г. Визначте відносну атомну масу Флуору, якщо а.о.м. $= 1{,}66057\cdot10^{-24}$ г.

Даний приклад розв'язаний в підручнику:

$$A_r(F) = \frac{m_0(F)}{\text{а.о.м.}} = \frac{3{,}15481\cdot10^{-23}\,\text{г}}{1{,}66057\cdot10^{-24}\,\text{г}} \approx 18{,}9984(\text{а.о.м.}) \approx 19.$$

Доповнимо умову задачі питанням: "Що додатково ми можемо розрахувати на основі даної інформації?"; це ж питання можемо поставити на основі аналізу проведеного розв'язку задачі. Приходимо до висновку, що можна також знайти масу атома Карбону (в подальших темах можна уточнити – масу атома Карбону-12): $m_0(C) = 12\cdot\text{а.о.м.} = 12\cdot1{,}66057\cdot10^{-24}\,\text{г} = 19{,}92684\cdot10^{-24}\,\text{г} \approx 19{,}93\cdot10^{-24}\,\text{г}$

Після розв'язку проводимо аналіз вихідної задачі і приходимо до варіантів можливих обернених задач до вихідної, які пропонуємо скласти учням. Тобто, невідомими величинами можуть стати почергово маса атома Флуору, атомна одиниця маси, маса атома Карбону (приклади 2-4).

Приклад 2. Визначте масу атома Флуору*, якщо відносна атомна маса Флуору $A_r(F)=19$, а 1 а.о.м.$=1{,}66\cdot10^{-23}$ г.

(*В подальших темах після вивчення будови атома можна провести відповідне уточнення і називати, наприклад, нукліду Флуору-19 чи ^{19}F, проте зараз це взагалі маса атома елемента Флуору).

Приклад 3. Визначте величину атомної одиниці маси, якщо відносна атомна маса Флуору $A_r(F)=19$, а маса атома Флуору $m_0(F)=3{,}15481\cdot10^{-23}$ г.

Приклад 4. Визначте масу атома Карбону, якщо відносна атомна маса Флуору $A_r(O)=19$, а маса атома Флуору $m_0(F)=3{,}15481\cdot10^{-23}$ г.

Поскільки за стартові (початкові) відомості, як правило, приймається в більшості завдань інформація про A_r, M_r чи відповідні молярні маси, то, фактично, - це і є напрям прямої (вихідної задачі) – обчислення маси структурних одиниць речовини – атома, молекули, йона та ін. Частіше зазначені дані і не приводяться в умові задачі, а є її *латентною* (прихованою) частиною, а учні мають змогу користуватись таблицею хімічних елементів чи молярних мас речовин. Подібні розрахунки корисні і пізнавальні для учнів, так як засвідчують про надзвичайно малі маси атомів хімічних елементів, молекул речовин, що спричиняє незручності при проведенні розрахунків, а звідси ***практичну доцільність і зручність використання відповідних відносних мас.***

Вивчення наступного поняття ***"відносна молекулярна маса"*** розширює спектр можливих завдань, деякі з яких представлені в пр. 5 та 6. Зміст завдань визначається вимогами до знань та вмінь учнів до чинної програми з хімії, проблема в конструюванні завдань обумовлена розділенням існуючого змісту на фрагменти елементів знань. Проте такий процес не повинен бути механічним розкроюванням програми; це швидше нагадує мозаїку, окремі фрагменти якої складають єдину цілісну картину. Тому пр.5 і 6 спрямовані на такий комплексний підхід. Завдання, ***позначені зірочкою (*),*** учні складають

самостійно, або під керівництвом вчителя аналогічно до попередніх чи розробляють свій авторський варіант.

Приклад 5. Визначте невідомі параметри і заповніть пропуски в таблиці. Складіть аналогічну та обернену задачу для **кожної вихідної** задачі

Варіант	Хім. символ чи хім. формула	Що означає даний запис ?	Маса, а.о.м.	Хар-ка задачі(вих., ан., оберн.)
1.	5 N	5 атомів Нітрогену	5x14=?	вихідна
2.	?	5 атомів Нітрогену	?	обернена
3.	?	?	5x14=70	обернена
4.	3 Ca	?	?	Аналогічна до вих.№1 або нова вихідна задача
5. *				
6.	2 O_2	?	?	Вихідна
7. *				
8.	?	10 атомів Калію	?	Вихідна
9. *				
10.	?	4 атоми ?	4x12 = 48	Вихідна
11.*				
12.	?	4 молекули ?	?….x?…= 8	Вихідна
13.*				
14.	2 SO_x (?…..)	2 молекули ?	2x64 = 128	Вихідна
15.*				
16.	SX_3 (?…..)	?	32+?..… = 80	Вихідна
17.*				
18.*				Вихідна

Приклад 6. Визначте невідомі параметри і заповніть пропуски в таблиці.

№ п/п	Хімічна формула	M_r	Склад молекули	Відношення мас елементів	Склад молекул (сумарний)
1	$3H_2O$	18	2 атоми Гідрогену(H) 1 атом Оксигену(O)	2 : 16 = 1 : 8	6 атомів H, 3 атоми O
2	$5H_2O$	…	…	…	…
3	$4CO_2$	…	…	…	…
4	3…..	…	1 атом Сульфуру, 2 атоми Оксигену	…	…
5	……..	80	1 атом …, 3 атоми …	32 : 48 = 2 : 3	5 атомів …, 15 атомів …,
6	3……	…	2 атоми Гідрогену, 1 атом Сульфуру, 4 атоми Оксигену	…	… атомів H, … атомів S, … атомів O
7	2……	…	…	…	4 атоми H, 2 атоми S
8	$2P_xO_y$	142	…	62 : ..=.. : ..	…
9*	…….				

Наступні завдання формують вміння аналізувати якісний та кількісний склад речовини, використовувати масові співвідношення елементів в речовині. Представлені прямі та обернені завдання в (пр. 5 і 6) не вичерпують всі можливі варіанти, проте дають змогу учневі чітко розмежувати поняття “коефіцієнт” та “індекс”. Таблична форма вдало показує взаємозв’язок прямих та обернених завдань, а тому її бажано використовувати поряд з традиційними текстовими формами завдань; аналогічний прийом при вивченні будови речовини див.приклади 7, 8:

Приклад 7. Заповніть пропуски в таблиці для характеристики будови атомів хімічних елементів. Складіть аналогічні та обернені завдання.

Варіант	Назва елемента	Хімічний символ	Масове число нукліда	Число			Електронна конфігурація атома
				протонів	нейтронів	електронів	
1	Карбон	…	12	…	…	…	…
2	…	N	…	2	2	…	…
3	…	…	40	20	…	…	…
4	Оксиген	…	…	…	8	…	…
5	…	…	35	…	…	…	$[Ne]3s^23p^5$
6	…	…	…	…	12	…	$1s^22s^22p^63s^2$

Приклад 8. Заповніть пропуски в таблиці для характеристики будови йонів. Складіть аналогічні та обернені завдання.

Варіант	Назва йона	Хімічна формула	Масове число нукліда	Число			Електронна конфігурація йона
				протонів	нейтронів	електронів	
1	флуорид-	F^-	…	9	10	…	…
2	літій-йон	…	7	…	…	…	$1s^2$
3	…	Mg^{2+}	…	…	12	…	…
4	…	…	…	13	14	…	$1s^22s^22p^6$
5	…	O^{2-}	16	…	…	…	…
6	…	…	…	16	16	18	…

Величину кількості речовини можна розраховувати в залежності від вихідних даних за формулами (2-5):

$$\nu = \frac{m}{M}(\text{моль})\ (2);\quad \nu = \frac{V}{V_m}(\text{моль})\ \ (3);\quad \nu = \frac{N}{N_A}(\text{моль})\ (4);\quad \nu = \frac{Q}{Q_m}(\text{моль})\ \ (5),$$

де m, M, V, V_m, N, N_A, Q, Q_m – відповідно маса, молярна маса, об’єм, молярний об’єм, число частинок (атоми, молекули, йони, протони та ін.), число Авогадро, теплота утворення (або згорання), молярна теплота утворення (або згорання) речовини. Таким чином, значення кількості речовини, є перехідним мостиком для розрахунку інших параметрів (рис.5.1). Кожна пряма лінія включає взаємопов’язані відповідною формулою (2-5) поняття. Якщо невідома і відомі величини знаходяться на прямій лінії, - задача одноходова; якщо ні, - двоходова, а звідси зрозуміла роль і необхідність знаходження ν.

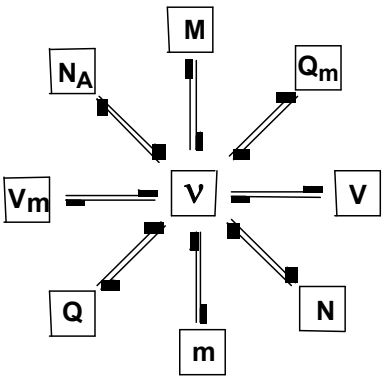


Рис.5.1. Схеми деяких обчислень з використанням поняття “кількості речовини”.

При необхідності таким перехідним мостиком може стати інший параметр, наприклад, маса речовини (рис.2). Зазначені найбільш поширені шляхи не є остаточними (можливі додаткові переходи-взаємозв’язки, деякі з них зазначені нижче), конструювання їх на основі вивчених залежностей також може стати як одним із завдань для взаємозв’язку понять, так і умовою для формування свідомих алгоритмічних підходів при розв’язуванні задач.

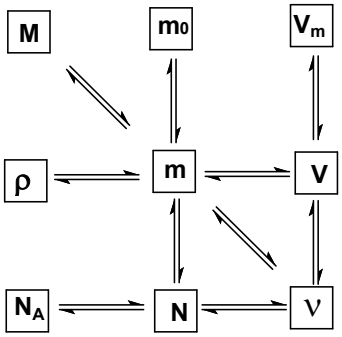


Рис.5.2. Схеми деяких розрахунків з використанням поняття “маса речовини”.

Встановимо математичний зв’язок між опорними поняттями молярна маса елемента та його відносна атомна маса (аналогічно молярна маса речовини та її відносна молекулярна маса), поскільки ці початкові поняття в курсі хімії формуються поступово і необхідно встановити між ними взаємозв’язок. Це може бути форма інформації чи навіть завдання, наприклад, у такому формулюванні:

Приклад 9. Покажіть, що для даного елемента чисельне значення молярної маси, вираженої в г/моль, рівне його відносній атомній масі, тобто, $\left|M(E)\right| = \left|A_r(E)\right|$.

Розв’язування:

$$M(E) = \frac{m(E)}{\nu(E)} = \frac{m_0(E)\cdot N}{N/N_A} = m_0(E)\cdot N_A = A_r(E)\cdot\frac{1}{12}m_0(^{12}C)\cdot N_A =$$

$$= A_r(E)\cdot\frac{1}{12}M(^{12}C) = A_r(E)\cdot 1\ (\text{г/моль}) \quad \Rightarrow \quad \left|M(E)\right| = \left|A_r(E)\right|$$

Аналогічним способом показуємо, що для даної речовини чисельне значення молярної маси, вираженої в г/моль, рівне її відносній молекулярній масі.

Розрахунок маси атома (аналогічно маси молекули) можна провести за формулами (1) та (6):

$$m_0(E) = \frac{M(E)}{N_A}. \qquad (6)$$

Проілюструємо це наступними прикладами 10 та 11.

Приклад 10. Визначте масу молекули води, якщо відомі такі величини: відносна молекулярна маса води $M_r(H_2O)=18$, маса атома Карбону-12 $m_0(^{12}C)=19{,}93\cdot10^{-27}$ кг.

Розв'язування: згідно умови використовуємо опорну формулу (1):

$$m_0(H_2O) = M_r(H_2O)\cdot\frac{1}{12}m_0(^{12}C) = 18\cdot\frac{1}{12}\cdot19{,}93\cdot10^{-27}\text{ кг} \approx 29{,}9\cdot10^{-27}\text{ кг}$$

Проте можлива інша форма формулювання такої задачі з використанням інших вихідних даних.

Приклад 11. Визначте масу молекули води, якщо відомі такі величини: $M(H_2O)=18$ г/моль; $N_A=6{,}02\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$.

Розв'язування:

$$m_0(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{N_A} = \frac{18\text{ г/моль}}{6{,}02\cdot10^{23}\text{ моль}^{-1}} \approx 29{,}9\cdot10^{-27}\text{ кг}.$$

В обох випадках вихідні дані орієнтують учня на пошук необхідних опорної формули чи поняття.

Якщо представити умову: "Визначте масу молекули води". Учень автоматично вийде чи повинен вийти на варіант розв'язку прикладу 9, поскільки до латентної умови ввійдуть і $M(H_2O)=18$ г/моль, і $N_A=6{,}02\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$, а ці параметри є такими, що достатньо часто використовуються в практиці розрахунків. Можливий вихід при розв'язку і на варіант прикладу 8, але при цьому необхідно спочатку визначити масу атома Карбону. Складність завдання при його останньому формулюванні зросте, поскільки ускладниться етап попереднього аналізу умови і встановлення можливого напрямку розв'язку.

Закріпленню знань сприяє виконання та складання завдань, направлених не тільки на використання окремих формул, але і на перехід від однієї до іншої формули. Для початку це знову максимальне використання підручника.

Приклад 12 [Буринська Н.М., 8 клас; С. 60]. Яке число молекул містить вуглекислий газ CO_2 кількістю речовини 4 моль?

Розв'язування: $N(CO_2) = 6\cdot10^{23}\text{моль}^{-1}\cdot4\text{ моль} = 24\cdot10^{23}$ молекул.

На основі вихідної задачі можемо разом з класом провести додаткові розрахунки і визначити також: масу вуглекислого газу, число атомів Карбону та їх масу, число атомів Оксигену та їх масу, а перелік обернених задач при такому підході значно розшириться. До даної задачі можна повернутись також після вивчення поняття "молярний об'єм" і доповнити проведені розрахунки.

Приклад 13. Який об'єм займає за н.у. вуглекислий газ CO_2 кількістю речовини 4 моль?

Розв'язування: $V(CO_2) = V_m \cdot \nu = 22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 4 \text{ моль} = 89,6 \text{ л}.$

Тому досить ефективна на цьому етапі таблична форма аналізу і відповідне переформулювання учнями умови задачі.

Для початку це аналіз на основі однієї речовини (схема 1, додаток 3). В залежності від умови задачі за результатами аналізу її хімічної формули формується нижня частина такої схеми. В подальшому зазначену схему можна використовувати як один з варіантів підзадачі при виконанні більш складних задач, наприклад, встановлення формули невідомої речовини. Таким чином, учень приходить до висновку, що аналіз та розв'язування задачі – це пошук взаємозв'язку між відомими та невідомими параметрами. Шлях пошуку, наприклад, у нашому випадку при використанні відомої хімічної формули за схемою 1 (додаток 3) та при необхідності за опорними схемами рис.5.1-5.2 (спосіб 1). Проте можливий інший підхід (спосіб 2), який будується на основі першого способу і разом з ним стає основою алгоритмічних дій:

m (C) ← N (C)← ν(C)	← **ν(CO_2)** →	N(CO_2) → m (CO_2) і т.д.
Вимога завдання та шлях розв'язку	умова завдання	вимога завдання та шлях розв'язку

Якщо для розв'язування можна використовувати різні способи, то для конструювання таких елементарних задач – досить зручно перший. Наприклад, відносно нижньої частини (схема 1) вводимо любий коефіцієнт-множник, бажано цілочисленний для полегшення розрахунків і формулюємо умову нових завдань. Табличну форму бажано також використовувати для урізноманітнення форм представлення умови задачі поряд з традиційною – текстовою, а після кількох кроків вона стає основою для складання завдань (приклад 14).

Приклад 14. Визначте невідомі параметри і заповніть пропуски в представленій таблиці. Зазначте у кожному варіанті, чи є з представлених величин надлишкові дані, або чи їх не вистачає для проведення обчислень.

N п/п	ХФР	m, г	M, г/моль	ν, моль	N, 10^{23} молекул	V, л н.у.	ρ, г/л н.у.	m_0, 10^{-23} г
1	H_2O	36	?	2	?	?	0,804	3,0
2	CO_2	?	44	?	0,6	?	?	?
3	H_2	4	?	2	?	?	?	?
4	O_2	?	?	?	?	2,24	?	?

Або "сформулюйте умову задачі згідно представленої таблиці"

	ХФР	M, г/моль	m, г	ν, моль	N (число атомів чи молекул)
1	H_2O	18	36	2	$6 \bullet 10^{23}$ молекул H_2O
2	H_2O	…	90	…	…
3	Ca	…	…	5	… атомів Ca
4	CO_2	…	…	…	$60 \bullet 10^{23}$ молекул O_2
5	…	…	5,6	0,1	… атомів …
6	XO_2	…	4,4	0,1	… молекул …
7	XO_2	…	320	…	$30 \bullet 10^{23}$ молекул …

В таблиці представлені тільки кілька варіантів прямих, але зрозуміло, що число аналогічних і обернених завдань практично необмежене. Таблична форма представлення таких стандартних розрахункових задач досить ефективна для формування вміння розв'язувати, ставити питання і складати завдання, розвивати спостереження, логіку мислення. Можливо частина клітинок залишається пустою після проведення розрахунків, так як не всі поняття ще вивчені, але це є і резерв для майбутніх повторень, це і резерв для домашніх завдань, індивідуалізації роботи тощо. Зазначені перші кроки стають основою для подальшого розвитку при поступовому ускладненні завдань (порівняння величин, комбіновані завдання тощо). Наприклад, порівняти, яка речовина містить більше частинок, займає більший об'єм, має більшу масу тощо при відомих певних параметрах. Зазначені та інші операції сприяє реалізувати таблична форма шляхом розрахунків чи логічних міркувань з відповідним аналізом необхідних опорних хімічних чи математичних формул.

Який же **перелік завдань може виконати учень на основі відомої хімічної формули**? Нами на основі відомостей з численних джерел інформації систематизовані основні напрямки такої діяльності та доповнені необхідними опорними знаннями і можливими варіантами обернених завдань.

***1. Назва речовини**:* наприклад, H_2O - вода, гідроген оксид.

Поскільки назва речовини може бути як тривіальна, так і міжнародна (остання формується згідно правил номенклатури IUPAC), то відповідно виникає серія синонімічних назв. Однозначний висновок про назву речовини за відомою ХФР ускладнюється, якщо даній формулі відповідає кілька ізомерів (наприклад, C_4H_{10} - бутан, ізобутан) чи алотропних модифікацій (например, С – графит, алмаз).

Обернене завдання: відтворення ХФР за її назвою. Використання тривіальних назв речовин дає змогу урізноманітити традиційні конструкції завдань. Наприклад, напишіть в кожному випадку можливі хімічні формули індивідуальних речовин чи в складі сумішей: вода, важка вода, вапняна вода, хлорна вода, бромна вода, сірководнева вода, тверда вода, окиснена вода, мінеральна вода, морська вода, кип'ячена вода і т.п.

2. Визначення якісного складу речовини: наприклад, до складу H_2O входять хімічні елементи Гідроген та Оксиген.

Можлива і більш детальна інформація про ізотопи хімічного елемента (наприклад, H_2O, D_2O).

Обернене завдання: складання ХФР за відомими хімічними елементами (символи чи їх назви); число варіантів зростає, якщо використати ізотопи елементів. Наприклад, складання ХФР води, які містять ізотопи ^1H, ^2H, ^{16}O.

3. Місце даної речовини (чи групи речовин) в системі класифікацій речовин (прості і складні, органічні і неорганічні, електроліти і неелектроліти тощо): наприклад, H_2O - складна речовина, неорганічна речовина, оксид тощо.

Це надзвичайно важлива інформація, використання якої дає змогу конструювати різноманітні завдання, які сприяють формуванню знань і розвитку вмінь проводити логічні операції аналізу та синтезу, порівняння, узагальнення, пошуку суттєвих і загальних ознак речовин, їх класифікацію і систематизацію та ін.

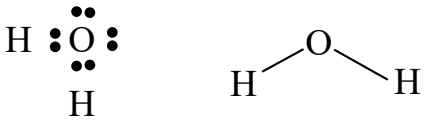
Обернене завдання: пошук ХФ окремої речовини чи групи речовин за відомими суттєвими чи загальними ознаками.

Наприклад, вкажіть формулу складної неорганічної речовини, яка за звичайних умов перебуває в рідкому стані:

А) H_2O; Б) H_2; В) H_2S; Г) CH_2O; Д) CH_3OH. Відповідь: А.

4. Серія завдань, що базуються на теорії будови речовини:

- ***визначення можливого типу хімічного зв'язку в даній речовині на основі аналізу будови атомів складових хімічних елементів***: наприклад, в молекулі H_2O між атомом Гідрогену та Оксигену існує ковалентний полярний хімічний зв'язок;
- ***визначення числа та природи електронів, які приймають участь в утворенні хімічного зв'язку***: наприклад, сумарне число електронів, які приймають участь в утворенні хімічного зв'язку в молекулі H_2O, рівне 4; з них по 1 *s*-електрону атома Гідрогену і 2 sp^3-електрони атома Оксигену*;*
- ***складання електронної, структурної, стереохімічно формули речовини*:** наприклад, електронна і структурна формули молекули води



Обернене завдання: пошук ХФВ, якщо відомі параметри будови даної речовини чи групи речовин - тип хімічного зв'язку, тип кристалічної гратки, структурна чи інша формула речовини і т.п.

5. Визначення валентності і ступенів окиснення ХЕ у сполуці A_XB_Y, например, валентність елементів - $\overset{I}{H_2}\overset{II}{O}$, ступінь окиснення - $\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$.

При складанні завдань бажано пам'ятати, по-перше, завдання для визначення валентності, як правило, пропонують для речовин молекулярної будови. По-друге, в більшості випадків для неорганічних сполук електропозитивну складову в формулах ставлять на перше місце. Проте, в формулах бінарних сполук неметалів у відповідності з встановленою практикою на перше місце ставиться та складова, яка розміщена раніше в наступному ряді: Rn, Xe, Kr, B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F.

Обернене завдання: встановлення ХФР за відомою валентністю чи ступенем окиснення складових хімічних елементів; складання ХФР* за відомими валентностями чи ступенями окиснення невідомих ХЕ.

(*Однозначно встановити невідомий ХЕ за валентністю чи ступенем окиснення неможливо, поскільки одне й те ж саме значення можуть мати кілька елементів, а тому в текст завдання необхідно вводити додаткову інформацію для однозначної відповіді. Без вказаного доповнення такі конструкції можуть бути основою для задач на складання загальних формул чи на перехід від загальних до конкретних, що призведе в останньому випадку до поліваріантних відповідей).

Як правило, такі завдання формулюють для речовин молекулярної природи. Деколи у перелік даних необхідно включати відомості про структурну формулу речовини.

6. Обчислення відн. молекулярної (M_r) та молярної маси (M) речовини.

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, індекси, відносні атомні маси ХЕ $A_r(E)$ чи їх молярні маси M(E), $|M|=|M_r|$, $M_r(A_xB_y)=xA_r(A)+yA_r(B)$.

Приклад: $M_r(H_2O)=2A_r(H)+A_r(O)=2+16=18$; $M(H_2O)=18$ г/моль.

Обернені завдання: знаходження індексів у формулі речовини за відомими A_r і M_r; знаходження відносної атомної маси елемента A_r, якщо відома відносна молекулярна маса речовини M_r, A_r іншого елемента та всі індекси у формулі.

7 (факультативно). ***Знаходження молярної маси еквівалента речовини*** $M(f_{екв}A_xB_y)$ ***за умови відомої хімічної реакції її утворення.***

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, індекс, закон еквівалентів. Наприклад, для сполуки $\overset{+y}{A}_x\overset{-x}{B}_y$ згідно закону еквівалентів можна записати:

$$\frac{x\cdot M(A)}{M(A_xB_y)}=\frac{x\cdot M(A)}{M(A_xB_y)}\cdot\frac{xy}{xy}=\frac{x\cdot M(A)/xy}{M(A_xB_y)/xy}=\frac{M(A)/y}{M(A_xB_y)/xy}=\frac{M\left(\frac{1}{y}A\right)}{M\left(\frac{1}{xy}A_xB_y\right)}$$

де - $\frac{1}{y}$, $\frac{1}{xy}$ - відповідні фактори еквівалентності для елемента та сполуки.

Звідки $M(\frac{1}{xy}A_xB_y)=M(\frac{1}{y}A)+(\frac{1}{x}B)$, або в загальному виді $M(f_{екв}A_xB_y)=M(f_{екв}A)+M(f_{екв}B)$.

Приклад: $4Al+3O_2=2Al_2O_3$

$$Al_2O_3 \Rightarrow M(1/6\,Al_2O_3)=\frac{M(Al_2O_3)}{6}=\frac{102}{6}=17\ (г/моль),\ \text{або}$$

$$M(1/6\,Al_2O_3)=M(1/3\,Al)+M(1/2\,O)=\frac{27}{3}+\frac{16}{2}=9+8=17\ (г/моль)$$

Обернені завдання: знаходження молярної маси еквівалента елемента за відомими значеннями молярних мас еквівалентів речовини та іншого елемента; знаходження маси речовини за відомими значеннями молярних мас еквівалентів елемента та речовини і масою елемента; знаходження маси елемента за відомими значеннями молярних мас еквівалентів елементів та маси одного з них та ін.

8. Визначення кількісного складу речовини (число атомів елементів із складу цієї речовини чи їх відношення).

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, індекс.

Приклад: Речовина - H_2O:

$N(H) = 2, N(O) = 1;\ N(H) : N(O) = 2 : 1;\ \nu(H) : \nu(O) = 2 : 1.$

Обернені завдання: знайти формулу речовини за відомим числом атомів хімічного елемента (ХЕ) в складі молекули чи кількістю речовини ХЕ в складі одного моля речовини; знайти формулу речовини за відомими відношенням атомів ХЕ чи кількістю речовини ХЕ та молярною масою речовини.

9. Знаходження масових співвідношень між елементами речовини.

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, індекс, відносні атомні маси ХЕ, або молярні маси ХЕ, або маси атомів ХЕ.

Приклад: $H_2O \Rightarrow m(H) : m(O) = 2 : 16 = 1 : 8.$

Обернене завдання: знаходження найпростішої формули речовини за відомим відношенням мас ХЕ $m(A) : m(B)$.

10. Знаходження масової частки елемента (w) в речовині.

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, індекс, відносні атомні маси ХЕ, відносна молекулярна маса речовини, молярні маси ХЕ, молярна маса речовини, маси ХЕ, маса речовини, масова частка елемента в речовині:

$$w(A) = \frac{x \cdot A_r(A)}{M_r(A_xB_y)}; w(B) = \frac{y \cdot A_r(B)}{M_r(A_xB_y)}$$

Приклад: $H_2O \Rightarrow w(H) = \frac{2 \cdot A_r(H)}{M_r(H_2O)} = \frac{2 \cdot 1}{18} \approx 0{,}1111; w(O) = \frac{1 \cdot A_r(O)}{M_r(H_2O)} = \frac{1 \cdot 16}{18} \approx 0{,}8889,$

або $w(O) = 1 - w(H) \approx 0{,}8889.$

Обернені завдання: знаходження формули речовини за відомими A_r ХЕ, масовими частками ХЕ та M_r; знаходження невідомого хімічного елемента (A_r ХЕ) за відомими масовими частками ХЕ, індексами та M_r; знаходження M_r за відомими параметрами для окремого ХЕ (A_r, масова частка та індекс) та ін.

11. Знаходження відносної густини речовини (як правило, для речовини в газуватому стані).

Опорні поняття та відомості: хімічна формула, відносна густина газу $D = \frac{M_1}{M_2}$, молярні чи відносні молекулярні маси речовин M_1, M_2.

Приклад: $D(H_2) = \frac{M(CO_2)}{M(H_2)} = \frac{44}{2} = 22.$

Обернені завдання: знаходження молярної маси невідомої речовини за відомою відносною густиною та молярною масою іншої речовини; знаходження молярної масу газу, відносно якого визначено D.

12. Обчислення маси структурної одиниці речовини (атом, молекула, йон). Наприклад, маса молекули води рівна

$$m_0(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{N_A} = \frac{18\,г/моль}{6{,}02\cdot10^{23}\ моль^{-1}} \approx 29{,}9\cdot10^{-27}\ кг\,.$$

Обернене завдання: обчислення молярної маси і встановлення можливої ХФР за відомою масою структурної одиниці даної речовини.

13. Обчислення густини речовини в газуватому чи конденсованому стані за відомим відповідним молярним об'ємом

Наприклад, густина води в рідкому стані

$$\rho_p(H_2O) = \frac{M(H_2O)}{V_m} = \frac{18\,г/моль}{18\,мл/моль} = 1\,г/мл\,.$$

Обернене завдання: обчислення молярної маси і встановлення можливої ХФР за відомою густиною і молярним об'ємом (у випадку газоподібних речовин, якщо умови відмінні від норрисьних, застосовуємо рівняння Клапейрона-Менделєєва); обчислення молярного об'єму речовини за відомими значеннями її густини і молярної маси

14. Знаходження маси речовини.

Опорні поняття та відомості (в залежності від підзавдання 14.1-14.6): хімічна формула, індекс, коефіцієнт, відносні атомні маси ХЕ чи їх молярні маси, відносна молекулярна та молярна маса речовини, $M_r(A_xB_y)=xA_r(A)+yA_r(B)$, $|M|=|M_r|$, кількість речовини, або маса молекули та число молекул чи інших часток тощо, формули зв'язку шуканої маси з відомими параметрами згідно умови завдання:

$$m(A_xB_y) = N(A_xB_y)\cdot m_0(A_xB_y) = \nu(A_xB_y)\cdot M(A_xB_y) = \frac{N(A_xB_y)}{N_A}\cdot M(A_xB_y) =$$

$$= \frac{V(A_xB_y)}{V_m}\cdot M(A_xB_y) = \frac{Q(A_xB_y)}{Q_m}\cdot M(A_xB_y) = \frac{m(A)}{w(A)} = \frac{m(B)}{w(B)}$$

Можливі підзавдання:

- 14.1. Знаходження маси речовини, якщо відома кількість речовини.
- 14.2. Знаходження маси речовини, якщо відоме число її структурних одиниць ***N*** (атомів, молекул, йонів та ін.). Зрозуміло, якщо число структурних одиниць рівне одиниці, то це буде маса відповідної структурної одиниці, виражена в а.о.м., грамах тощо.
- 14.3. Знаходження маси речовини, якщо відома маса або кількість речовини, або число структурних одиниць одного елемента зі складу цієї речовини.
- 14.4. Знаходження маси газуватої речовини, якщо відомий її об'єм. Якщо це об'єм одиничний, то отримуємо значення густини речовини.
- 14.5. Знаходження маси речовини, якщо відома молярна чи питома теплота утворення (згорання) речовини та відповідна теплота для невідомої маси.
- 14.6. Знаходження маси речовини за відомими значеннями її густини та об'єму (в даному випадку знання хімічної формули стає надлишковою інформацією).

Обернені завдання (в залежності від підзавдання 14.1-14.6):

- знаходження кількості речовини (або наступний крок – число любих структурних одиниць речовини) за відомими масою і молярною масою речовини;
- знаходження кількості речовини (або наступний крок – число любих структурних одиниць речовини) за відомими параметрами, що дають змогу обчислити масу речовини (густина і об'єм) та її молярну масу (наприклад, відносна густина);
- знаходження молярної маси речовини за відомою масою і кількістю речовини або параметрами, що дають змогу їх розрахувати;
- знаходження маси елемента в речовині за відомою масою речовини та масовою часткою елемента або параметрами, які дають змогу обчислити його масову частку;
- знаходження числа молекул речовини за відомою M_r (чи формулою речовини) та масою речовини в а.о.м.;
- знаходження M чи M_r речовини за відомими масовою часткою та M чи A_r елемента, що входить до складу речовини;
- знаходження молярного об'єму речовини в газуватому чи конденсованому стані за відомим значенням густини чи параметрами, що дають змогу її розрахувати та ряд інших.

Даний перелік згодом можна продовжити, так як учень на основі знання ХФР може проводити цілий спектр розрахунків з використанням відомостей про будову речовини (ступінь окиснення елементів для речовин немолекулярної природи; число протонів, електронів та нейтронів в молекулі чи молі речовини; число електронів в молекулі, які приймають участь в утворенні хімічного зв'язку; заряд йонів та ін).

5.2. Методика розв'язування та складання задач з теми "Обчислення за рівнянням хімічної реакції"

Розглянемо основні опорні поняття, які можна виявити при аналізі рівняння хімічної реакції і використати в практичній діяльності для проведення різноманітних розрахунків, в т.ч. складання завдань.

Оскільки для хімічних реакцій дефектом маси Δm можна знехтувати, то всі розрахунки на основі рівняння хімічної реакції базуються на законі збереження маси речовини М. В.Ломоносова, який в даному випадку для реакції

$$aA + bB = cC + dD + Q_p, \qquad (1)$$

де A, B – вихідні речовини; C, D – продукти реакції; a, b, c, d – відповідні стехіометричні коефіцієнти; Q_p - тепловий ефект реакції, можна представити в такій формі

$$m(A) + m(B) = m(C) + m(D), \qquad (2)$$

де m(A), m(B), m(C), m(D) – відповідні маси речовин A, B, C, D. Якщо стехіометричні коефіцієнти виражають число структурних одиниць речовини, то рівняння (2) можна представити у формі

$$a \cdot m_0(A) + b \cdot m_0(B) = c \cdot m_0(C) + d \cdot m_0(D), \quad (3)$$

де $m_0(A), m_0(B), m_0(C), m_0(D)$ - маси структурних одиниць речовин A, B, C та D відповідно. Вихідне рівняння (1) та відповідні вирази закону збереження маси речовини (2), (3) мають всі властивості алгебраїчного рівняння з точки зору проведення математичних перетворень. Домножимо рівняння (3) на число Авогадро N_A:

$$a \cdot m_0(A) \cdot N_A + b \cdot m_0(B) \cdot N_A = c \cdot m_0(C) \cdot N_A + d \cdot m_0(D) \cdot N_A \quad (4)$$

Поскільки у випадку речовини A: $m_0(A) \cdot N_A = M(A)$, для інших речовин – аналогічно, то отримуємо наступне рівняння

$$a \cdot M(A) + b \cdot M(B) = c \cdot M(C) + d \cdot M(D) \quad (5)$$

Отже, стехіометричні коефіцієнти в рівнянні хімічної реакції можуть означати як число структурних одиниць речовини, так і кількість речовини.

Якщо в рівнянні (1) домножити всі стехіометричні коефіцієнти на деяке позитивне число k, то подальший аналіз дає змогу отримати інформацію, яку можна використати для складання серії аналогічних завдань:

$$ka \cdot M(A) + kb \cdot M(B) = kc \cdot M(C) + kd \cdot M(D) \quad (6)$$

Величина k може означати число структурних одиниць або кількість речовини, наприклад, $\nu(A) = k$ моль. В такому випадку:

$$k \cdot M(A) + kb/a \cdot M(B) = kc/a \cdot M(C) + kd/a \cdot M(D) \quad (7)$$

Відповідні маси на прикладі двох речовин A і B для кожного випадку рівні

$$m_1(A) = a \cdot M(A);\ m_1(B) = b \cdot M(B);$$

$$m_2(A) = ka \cdot M(A);\ m_2(B) = kb \cdot M(B);$$

$$m_3(A) = k \cdot M(A);\ m_3(B) = kb/a \cdot M(B).$$

Відношення одержаних мас речовин:

$$\frac{m_1(A)}{m_1(B)} = \frac{m_2(A)}{m_2(B)} = \frac{m_3(A)}{m_3(B)} = \frac{a \cdot M(A)}{b \cdot M(B)} \quad (8)$$

Аналогічне відношення отримаємо іншим шляхом:

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{a \cdot m_0(A)}{b \cdot m_0(B)} = \frac{a \cdot m_0(A) \cdot N_A}{b \cdot m_0(B) \cdot N_A} = \frac{a \cdot M(A)}{b \cdot M(B)} \quad (9)$$

Відношення мас також можемо представляти з використанням відносних молекулярних мас речовин:

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{a \cdot m_0(A)}{b \cdot m_0(B)} = \frac{a \cdot \dfrac{m_0(A)}{1/12\, m_0(^{12}C)}}{b \cdot \dfrac{m_0(B)}{1/12\, m_0(^{12}C)}} = \frac{a \cdot M_r(A)}{b \cdot M_r(B)} \qquad (10)$$

Незначна видозміна отриманого рівняння призводить до закону еквівалентних відношень Ріхтера:

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{a \cdot M(A)}{b \cdot M(B)} = \frac{M(A)/b}{M(B)/a} = \frac{M(f_{екв}A)}{M(f_{екв}B)} \qquad (11)$$

Представимо розрахункові можливості рівняння хімічної реакції через відношення стехіометричних коефіцієнтів (знову на прикладі двох речовин):

$$a : b = \nu(A) : \nu(B) = \frac{\nu(A)}{N_A} : \frac{\nu(B)}{N_A} = N(A) : N(B)\,, \qquad (12)$$

$$a : b = \nu(A) : \nu(B) = [\nu(A) \cdot V_m] : [\nu(B) \cdot V_m] = V(A) : V(B)\,, \qquad (13)$$

$$a : b = \nu(A) : \nu(B) = \left[\frac{p \cdot V(A)}{RT}\right] : \left[\frac{p \cdot V(B)}{RT}\right] = V(A) : V(B) \qquad (14)$$

$$a : b = \nu(A) : \nu(B) = \left[p(A) \cdot \frac{V}{RT}\right] : \left[p(V) \cdot \frac{V}{RT}\right] = p(A) : p(B)\,, \qquad (15)$$

$$a : b = \nu(A) : \nu(B) = \frac{\nu(A)}{V} : \frac{\nu(B)}{V} = C(A) : C(B)\,, \qquad (16)$$

де N, V, p, C - відповідно число структурних одиниць, значення об’єму, парціального тиску та молярні концентрації речовин, що вступили в реакцію. Аналогічні відношення можна записати для всіх стехіометричних коефіцієнтів. Співвідношення (12) – може слугувати ілюстрацією закону постійних відношень Пруста (закону сталості складу) при умові одержання дальтонідів. Співвідношення (13) – ілюстрація закону об’ємних відношень Гей-Люссака та наслідку з закону Авогадро про молярний об’єм. Ідентичний до (13) результат (14) отримуємо з використанням рівняння Клапейрона-Менделєєва, що дає змогу зазначити справедливість співвідношень (13), (14) при умові використання об’ємів речовин за однакових умов (температура, тиск). Співвідношення (13), (14), (15), (16) – ілюстрації моделі ідеального газу на прикладі хімічних реакцій (газуваті реагенти чи продукти реакції): (13), (14) - об’єми для газів в умові задачі приведені за однакових температури та тиску; (15) - парціальні тиски для газів в умові задачі приведені за однакових температури та об’єму; (16) - концентрації для газів в умові задачі приведені за однакового об’єму. Таким чином, при формулюванні завдань для проведення розрахунків на основі рівняння хімічної реакції у випадку газуватих речовин необхідно в залежності від шуканих чи відомих фізичних величин вказувати відповідні умови (тиск, температура, об’єм). Співвідношення (16) від тиску не залежить, а тому може бути використане і для конденсованих

систем, наприклад, рідких розчинів.

Отримані рівняння (12)-(16) дають змогу проводити як взаємні розрахунки представлених фізичних величин, так і обернені – знаходження стехіометричних коефіцієнтів, а останні можуть слугувати кроком при необхідності подальшого знаходження складу речовин:

$$N(A) : N(B) = V(A) : V(B) = p(A) : p(B) = C(A) : C(B) = \nu(A) : \nu(B) = a : b \qquad (17)$$

Взаємозв'язок фізичних величин для однієї речовини (на прикладі речовини А):

$$\frac{m_1(A)}{m_2(A)} = \frac{\nu_1(A)}{\nu_2(A)} = \frac{N_1(A)}{N_2(A)} = \frac{V_1(A)}{V_2(A)} = \frac{p_1(A)}{p_2(A)} = \frac{C_1(A)}{C_2(A)} = \frac{Q_1}{Q_2} \qquad (18)$$

де Q_1, Q_2 – теплові ефекти реакції, що відповідають $m_1(A), m_2(A)$, або $\nu_1(A), \nu_2(A)$ і т. д. Відповідно на прикладі речовин А і В отримуємо:

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{a \cdot M(A)}{b \cdot M(B)} = \frac{N(A) \cdot M(A)}{N(B) \cdot M(B)} = \frac{V(A) \cdot M(A)}{V(B) \cdot M(B)} = \frac{p(A) \cdot M(A)}{p(B) \cdot M(B)} = \frac{C(A) \cdot M(A)}{C(B) \cdot M(B)} \qquad (19)$$

Зазначені рівняння дають змогу проводити розрахунки наступних фізичних величин: маси, кількості речовини, структурних одиниць, об'ємів, парціальних тисків, концентрацій, теплових ефектів. При цьому ретельний вихідний аналіз рівняння хімічної реакції завжди дає інформацію необхідну для подальших обчислень, що можна ілюструвати на прикладі рівняння (1), якщо всі речовини газуваті:

Кількість речовини згідно умови завдання і рівняння реакції:				
до реакції	$\nu(A)$	$\nu(B)$	0	0
результат реакції	$\nu(A)\cdot a/a$	$\nu(A)\cdot b/a$	$\nu(A)\cdot c/a$	$\nu(A)\cdot d/a$
після реакції	0	$\nu(B)-\nu(A)\cdot b/a$	$0+\nu(A)\cdot c/a$	$0+\nu(A)\cdot d/a$
	aA	$+ \quad bB$	$= \quad cC$	$+ \quad dD \quad + Q_p$
Згідно рівняння реакції	$M(A)$	$M(B)$	$M(C)$	$M(D)$
M (молярна маса), г/моль	a	b	c	d
ν (кількість речовини), моль	$a\cdot M(A)$	$b\cdot M(B)$	$c\cdot M(C)$	$d\cdot M(D)$
m (маса), г	$a\cdot V_m$	$b\cdot V_m$	$c\cdot V_m$	$d\cdot V_m$
V (об'єм, н. у.), л				

При цьому прийнята загальна форма завдання, згідно якого повністю реагує речовина **А** і для такої умови представлені всі наступні розрахунки на прикладі кількості речовини реагентів та продуктів реакції (результат реакції, після реакції). При цьому не обов'язково приводити згідно рівняння реакції всі можливі фізичні величини, а достатньо тільки ті, які необхідні для виконання завдання. В більшості випадків – це кількість речовини, що дає можливість провести інші розрахунки.

Розглянемо деякі напрямки **складання завдань, обов'язковою складовою яких є проведення розрахунків на основі рівняння хімічної реакції.**

1. Підбір стехіометричних коефіцієнтів у схемі реакції на основі закону збереження маси речовини.

Це перші розрахункові тренувальні завдання після введення поняття «рівняння хімічної реакції». Таким чином, проводиться закріплення знань та вмінь використовувати наступні поняття: індекс, коефіцієнт, хімічний елемент, хімічна речовина, символ, формула, атом, молекула, формульна одиниця тощо; формування свідомого використання закону збереження маси речовин.

Приклад 1. На підставі закону збереження маси речовин підберіть стехіометричні коефіцієнти в схемі реакції: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.

Або таке формулювання: підберіть стехіометричні коефіцієнти в схемі реакції. В останньому випадку до латентної умови входить інформація про підбір стехіометричних коефіцієнтів на основі закону збереження маси речовин.

Обернені завдання: встановлення у рівнянні чи схемі реакції хімічних формул речовин (ХФР).

Приклад 2. Заповніть пропуски ХФР у рівняннях (а, б, в, г, д) та схемі (е) хімічних реакцій: а) $... + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$; б) $... + 2... = CO_2 + 2H_2O$;

в) $CH_x + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$; г) $XH_4 + 2O_2 = XO_2 + 2H_2O$;

д) $... + ... = CO_2 + 2H_2O$; е) $... + ... \rightarrow CO_2 + H_2O$.

Відповідь: а) CH_4; б) CH_4, O_2; в) 4; г) C, Si; д) CH_3OH, O_3; е) вуглеводні та інші органічні речовини складу $C_xH_yO_z$, вуглець, фулерени, карбон(II) оксид.

В даному пр. 2 предметом пошуку може бути вся ХФР (а, б, д, е) чи складова частина ХФР - індекс (в), хімічний елемент (г). У випадку (г, е) завдання буде поліваріантне за відповіддю. Приклад 2е базується не на розрахунках, а виключно на знанні властивостей речовин, проте він включений в загальну схему, щоб продемонструвати і як можливий комплект завдань, так і нерозривну єдність якісних та розрахункових завдань.

2. Обчислення масових співвідношень між реагуючими речовинами та продуктами реакції.

Виконання таких завдань на основі рівняння хімічної реакції проводимо згідно рівнянь (9), (10), (11). Це операції аналогічні, які використовуємо при вивченні хімічних формул.

Обернені завдання: на основі відомих масових співвідношень між речовинами встановлення стехіометричних коефіцієнтів у рівнянні хімічної реакції; встановлення ХФР (індекси, хімічні елементи).

Приклад 3. Визначте алкан, при згоранні якого в атмосфері кисню маса вуглекислого газу в 2,75 разів більша маси алкану.

Розв’язування: загальна формула алканів та рівняння реакції в даному випадку стають латентною частиною умови завдання. Необхідно також знати властивості речовин, вміння проводити підбір коефіцієнтів:

Згідно умови m г 2,75m г

$$C_nH_{2n+2} + (1{,}5n + 0{,}5)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$$

Згідно рівняння реакції		
M (молярна маса)	(14n+2) г/моль	44 г/моль
ν (кількість речовини)	1 моль	n моль
m (маса)	(14n+2) г	44n г

Згідно отриманого рівняння реакції та відповідного аналізу складаємо математичне рівняння: $44n/(14n+2) = 2{,}75$, звідки n=1. Невідомий алкан – метан CH_4.

3. Обчислення співвідношень структурних одиниць, об'ємів, парціальних тисків, концентрацій між реагуючими речовинами та продуктами реакції.

В залежності від агрегатного стану речовин використовуємо рівняння (12)-(16), напр., речовини газуваті - (12)-(16), реакції в розчинах - (12), (16).
Обернені завдання: на основі відомого співвідношення (структурних одиниць, об'ємів, парціальних тисків, концентрацій) між речовинами встановлення стехіометричних коефіцієнтів у рівнянні хімічної реакції та інших співвідношень.

4. Обчислення невідомих значень фізичних величин речовини за відомою однією з фізичних величин (маса, кількість речовини, об'єм, число структурних одиниць, парціальний тиск, концентрація), що характеризують реагуючі речовини чи продукти реакції, або безпосередньо саму реакцію в цілому (тепловий ефект реакції, вихідні та кінцеві тиск, молярна маса суміші тощо).

Перелік варіацій завдань надзвичайно широкий (див. додаток 3). Необхідно зазначити, що люба модель об'єкта має певні недоліки. РХР, як модель реальної хімічної взаємодії також їх не уникає. Наприклад, використання поняття «число структурних одиниць речовини», коли такі числа одиничні, коректно за умови, якщо реакція є елементарна.

Приклад 4. Визначте (конкретизацію невідомої фізичної величини якісно і кількісно проводимо з учнями), наприклад, об'єм кисню за н. у., необхідний для спалювання метану масою 1,6 г.

Розв'язування: аналіз рівняння реакції та умови завдання

Згідно умови 1,6 г x л

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

Згідно рівняння реакції		
M (молярна маса)	16 г/моль	32 г/моль
ν (кількість речовини)	1 моль	2 моль
m (маса)	16 г	64 г
V (об'єм, н. у.)	22,4 л	44,8 л

Подальший розв'язок можна і бажано проводити різними шляхами, але в кожному випадку з ретельним аналізом інформації, яку отримуємо згідно рівняння реакції і умови завдання. (Відповідь: 4,48 л).

Відомі та невідомі фізичні величини можемо колективно чи індивідуально змінювати якісно чи кількісно (приклад 5).

Приклад 5 (видозміна умови прикладу 4 і одночасне використання підручника [Буринська Н.М., 8 клас, с. 104]). Термохімічне рівняння реакції

згорання метану наступне:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}.$$

Визначте теплоту, що виділиться при спалюванні метану масою 1,6 г.

Розв'язування: аналіз рівняння реакції та умови завдання

Згідно умови 1,6 г x кДж

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}$$

Згідно рівняння реакції

M (молярна маса)	16 г/моль
ν (кількість речовини)	1 моль
m (маса)	16 г

Відповідь: 89 кДж.

Позитивний мотиваційний ефект до виконання та складання завдань справляє на учнів те, що на основі видозмінених вихідних даних, вони отримують однакову відповідь.

Приклад 6. Визначте вихідну кількість речовини (або об'єм за н.у., або масу) метану, якщо при його згоранні

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}$$

а) утворився вуглекислий газ масою 4,4 г;

б) витратили кисень об'ємом 4,48 л (н. у.);

в) утворився вуглекислий газ кількістю речовини 0,1 моль;

г) число молекул утвореного вуглекислого газу рівне $0{,}1N_A$;

д) утворилась вода масою 3,6 г;

е) виділилась теплота рівна 89 кДж. (Відповідь: 0,1 моль).

Обернені завдання: пошук відомих фізичних величин вихідного завдання; встановлення ХФР на основі відомих значень екстенсивних (об'єм, кількість речовини тощо) та деяких інтенсивних (молярна маса, молярна маса еквівалента, густина, відносна густина тощо) фізичних величин реагентів чи продуктів реакції. Сама хімічна реакція може бути явна чи латентна частина умови завдання. Як правило, в таких обернених завданнях в процесі розв'язку ми рухаємось до встановлення молярної маси речовини чи складових її елементів. Використовуючи (11) ми можемо встановлювати молярну масу еквівалента речовини чи складових елементів, тобто, також проводити ідентифікацію ХФР.

Приклад 7. Для повного згорання вуглеводню масою 1,6 г витратили 4,48 л (н. у.) кисню. Визначте невідому речовину.

Розв'язування: рівняння реакції з результатами аналізу та обчислень

Згідно умови та рівняння реакції: 1,6 г; 4,48 л; $1{,}6/(12x+y)$ моль; 0,2 моль

$$C_xH_y + (x + 0{,}25y)\,O_2 = xCO_2 + 0{,}5yH_2O$$

Згідно рівняння реакції

M (молярна маса)	(12x+y) г/моль	32 г/моль
ν (кількість речовини)	1 моль	(x+0,25y) моль

1. Кількість речовини кисню: $\nu(O_2) = V/V_m = 4{,}48/22{,}4 = 0{,}2$ (моль).
2. Кількість речовини вуглеводню: $\nu(C_xH_y) = m/M = 1{,}6/(12x + y)$ (моль).

3. Кількість речовини вуглеводню згідно рівняння реакції та отриманих даних: $\nu(C_xH_y) = \nu(O_2)/(x + 0,25y) = 0,2/(x + 0,25y)$ (моль).
4. Остаточне рівняння: $\nu(C_xH_y) = 1,6/(12x + y) = 0,2/(x + 0,25y)$.

В результаті розв'язування: $x : y = 1 : 4 \Rightarrow$ CH_4 - метан.

Представлений пр.7 є одним із багатьох можливих варіантів формулювання умови оберненої задачі на встановлення ХФР згідно схеми 2 (додаток 3) після проведення найпростіших розрахунків згідно схеми 3 (додаток 3). В рамках загального підходу при проведенні розрахунків за рівнянням хімічної реакції можна виділити згідно чинної програми з хімії кілька найбільш поширених елементарних підзадач, які виникають при незначних ускладненнях (відгалуженнях) від основного шляху розв'язку.

4.1. Одна з реагуючих речовин в надлишку.

Виникає підзадача встановлення цієї речовини і проведення подальших розрахунків фізичних величин згідно п.4 за речовиною, що реагує повністю.

Приклад 8. Визначте склад кінцевої суміші в об'ємних частках та молярну масу суміші після завершення взаємодії метану масою 1,6 г та кисню об'ємом 8,96 л (н.у.) за умови, що всі речовини перебувають в газуватому стані.

Розв'язування: рівняння реакції з результатами аналізу та обчислень

Кількість речовини згідно умови завдання і рівняння реакції:				
до реакції	0,1 моль	0,4 моль	0 моль	0 моль
результат реакції	0,1 моль	0,1·2/1=0,2 моль	0,1·1/1=0,1 моль	0,1·2/1=0,2 моль
після реакції	0 моль	0,4−0,2=0,2 моль	0,1 моль	0,2 моль
	$CH_4 +$	$2O_2$ =	$CO_2 +$	$2H_2O$
Згідно рівняння реакції ν (кількість речовини)	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль

Об'ємні частки речовин в суміші після завершення реакції:

$\varphi(O_2) = \chi(O_2) = \nu(O_2)/\nu(\text{суміші}) = 0,2/0,5 = 0,4$; аналогічно

$\varphi(CO_2) = \chi(CO_2) = 0,1/0,5 = 0,2;$ $\varphi(H_2O) = \chi(H_2O) = 0,2/0,5 = 0,4.$

$M(\text{суміш}) = \chi(O_2) \cdot M(O_2) + \chi(CO_2) \cdot M(CO_2) + \chi(H_2O) \cdot M(H_2O) = 14,4$ (г/моль).

Аналіз рівняння реакції також вказує, що молярна маса суміші в даному випадку до і після взаємодії не змінюється, так як не змінюється кількість речовини в ній.

Обернені завдання: встановлення речовини, що є в надлишку чи недостачі за відомими фізичними величинами продуктів реакції та вихідних речовин; всі обернені завдання згідно п.4.

Приклад 9. Після взаємодії метану і кисню утворилась газова суміш, що містить кисень кількістю речовини 0,2 моль, а її молярна маса рівна 14,4 г/моль. Визначте масу метану.

Розв'язування: рівняння реакції з результатами аналізу та обчислень

Кількість речовини згідно умови завдання і рівняння реакції:				
до реакції	x моль	(2x+0,2) моль	0 моль	0 моль
результат реакції	x моль	x·2/1=2x моль	x·1/1=x моль	x·2/1=2x моль
після реакції	0 моль	0,2 моль	x моль	2x моль
	CH_4 +	$2O_2$ =	CO_2 +	$2H_2O$
Згідно рівняння реакції *ν* (кількість речовини)	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль

$$M(\text{суміш}) = \chi(O_2)\cdot M(O_2) + \chi(CO_2)\cdot M(CO_2) + \chi(H_2O)\cdot M(H_2O) =$$

$$= \frac{0,2}{0,2+3x}\cdot 32 + \frac{x}{0,2+3x}\cdot 44 + \frac{2x}{0,2+3x}\cdot 18 = 14,4 \Rightarrow x = 0,1\,(\text{моль})$$

$$m(CH_4) = \nu(CH_4)\cdot M(CH_4) = 0,1\cdot 16 = 1,6\,(\text{г})$$

4.2. Речовина-реагент входить до складу суміші.

Тобто, в реагуючій системі містяться домішки (інші речовини), які в даній реакції є інертними. Виникає підзадача встановлення значення фізичної величини, що характеризує вміст домішки чи речовини-реагента (маса, об'єм тощо). Вміст речовини-реагента може бути представлений також її часткою (масова, об'ємна, молярна) в суміші з іншими домішками, концентрацією у розчині, молярною масою суміші та ін.

Приклад 10 (видозміна умови прикладу 4). Визначте об'єм повітря (н. у.) необхідний для спалювання метану масою 1,6 г. Об'ємну частку кисню в повітрі прийміть рівною 0,2. (Відповідь: 22,4 л).

Обернені завдання: встановлення частки чи концентрації речовини-реагента в суміші; встановлення фізичних величин вихідної суміші (маса, об'єм, молярна маса тощо); всі обернені завдання згідно п.4.

4.3. Втрати в ході перебігу реакції.

Виникає підзадача встановлення величини цих втрат чи практичного виходу. Вихід реакції можна визначати за допомогою різних фізичних величин (маса, кількість речовини, число структурних одиниць, об'єм, парціальний тиск, концентрація, тепловий ефект):

$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}} = \frac{\nu_{\text{практ.}}}{\nu_{\text{теор.}}} = \frac{N_{\text{практ.}}}{N_{\text{теор.}}} = \frac{V_{\text{практ.}}}{V_{\text{теор.}}} = \frac{p_{\text{практ.}}}{p_{\text{теор.}}} = \frac{C_{\text{практ.}}}{C_{\text{теор.}}} = \frac{Q_{\text{практ.}}}{Q_{\text{теор.}}} \qquad (20)$$

Приклад 11 (видозміна умови прикладу 4). Термохімічне рівняння реакції згорання метану наступне: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890$ кДж .

Визначте теплоту, яку можна отримати при згоранні метану масою 1,6 г, якщо вихід реакції 80 %. (Відповідь: 71,2 кДж).

Обернені завдання: розрахунок параметрів вихідних речовини за відомими продуктами реакції та їх виходами; встановлення виходу реакції за відомими параметрами вихідних речовин та продуктів реакції; всі обернені завдання згідно п.4.

5. Розрахунок теплового ефекту реакції.

Аналіз на прикладі кількох рівнянь реакцій із зазначеними тепловими ефектами дає змогу вивести наслідок із закону Гесса.

$$Q_р = \sum Q_{утв}(\text{прод. реакції}) - \sum Q_{утв}(\text{реагенти}), \text{ або}$$

$$Q_р = [cQ_{утв}(C) + dQ_{утв}(D)] - [aQ_{утв}(A) + bQ_{утв}(B)] \quad , \qquad (21)$$

де $Q_{утв}(A), Q_{утв}(B), Q_{утв}(C), Q_{утв}(D)$ - відповідні теплоти утворення речовин A, B, C, D.

6. Розрахунок швидкості реакції. Якщо реакція (1) є елементарна, то закон діючих мас в кінетиці хімічних реакцій записується в формі

$$V = kC_A^a C_B^b \qquad \textbf{(22)}$$

де C_A, C_B – молярні концентрації речовин A і B, k – константа швидкості хімічної реакції.

7. Розрахунок константи рівноваги. Якщо реакція (1) є оборотна: $aA + bB \Leftrightarrow cC + dD$, то можливий розрахунок константи рівноваги $K_р$:

$$K_р = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} \qquad \textbf{(23)}$$

де [A], [B], [C], [D] - відповідні рівноважні концентрації речовин.

Таким чином, кожне рівняння хімічної реакції з підручника, конспекту, збірника задач та ін. джерел інформації може стати потужним джерелом як для проведення різноманітних розрахунків, так і для всіляких задачних конструкцій. Однак, ніколи не треба абсолютизувати умову задачі, - це динамічна система, яка змінюється в ході рішення, в якій ретельно шукаємо недостатні чи надлишкові дані, формулюємо додаткові питання тощо. Важливо в кожному випадку детально аналізувати в навчальному колективі всі логічні етапи завершеної чи майбутньої задачі, які стають усвідомленим алгоритмом наступних самостійних дій у кожного учня. Безперечно, що можливі інші комбіновані завдання, що включають окремі підзавдання, наприклад, комбінація п.4.1+4.3 та ін.

5.3 Методика розв'язування та складання задач з теми "Встановлення формули речовини"

В 5.1 нами були представлені основні шляхи пошуку інформації на основі відомої хімічної формули речовини (ХФР). Не менш цікавою і пізнавально важливою є обернена задача, що полягає у встановленні невідомої речовини і відповідно ХФР на основі різноманітних інформаційних даних. Зрозуміло, що чим більший перелік можливих варіацій таких завдань за змістом, формою, складністю та ін., тим більш повний спектр знань і умінь учнів буде знаходитись в постійному оновленні та розвитку.

Встановлення ХФР базується, як правило, на таких трьох китах:

- інформація тільки про хімічні елементи (будова атома, знаходження та колообіг в природі, роль і значення в живій та неживій природі, історичні та ін. відомості), що входять до складу речовини;
- інформація тільки про речовину (будова, властивості, застосування, добування, відомості історичні, екологічні та ін.);

- інформація як про речовину, так і складові елементи.

Інформація може бути як цифрова для проведення розрахунків, так і якісна. Проте можлива і латентна (прихована) інформація, яка розкривається на основі аналізу представлених даних та подальшого їх використання. В більшості випадків така інформація комбінована, поскільки містить якісні і кількісні характеристики. Наприклад, назва речовини може включати як якісні параметри (назви хімічних елементів, катіонів, аніонів, функціональних груп тощо), так і кількісні – валентність елементів, число атомів Карбону в головному ланцюгу та ін. Тому поділ задач на якісні та розрахункові в таких випадках досить умовний і краще їх об'єднувати поняттям теоретичні завдання. Навіть звичайні АБВГДЕйки, якщо уважно їх аналізувати, містять комбіновану інформацію. В рамках зазначеного підходу однозначно можна виділити тільки завдання теоретичні та експериментальні за формою їх розв'язування. Останні базуються на проведенні якісного чи кількісного аналізів, результати яких дають змогу однозначно встановити невідомі речовини, або довести їх склад. Якісний аналіз включає не тільки проведення хімічних перетворень, але й результати спостережень (фізичні властивості речовин, моделі молекул чи кристалічних граток тощо). Можливі також і завдання, що включають проведення певного експерименту і теоретичне розв'язування. Поскільки наслідки любого експерименту аналізуються на теоретичному рівні, можливо, більш доцільно називати такі завдання експериментально-теоретичні. Тому наш наступний розгляд будемо направляти на інформацію, яка дає змогу проводити складання завдань з метою встановлення ХФР. В кожному випадку ми повинні також знати, яку ХФР будемо встановлювати. Поскільки ХФР може бути найпростіша (емпірична), істинна (молекулярна), структурна, електронна, стереохімічна, то зрозуміло, що і задачні сюжети повинні бути напрямлені на їх знаходження. Або іншими словами, якщо представимо деяку бінарну сполуку в загальному виді A_xB_y, де **A** і **B** – хімічні елементи, **x** і **y** – відповідно їх індекси, то предметом нашого пошуку може бути люба із зазначених позицій, в т.ч. і формула речовини (структурна, електронна, стреохімічна), яка ілюструє її будову. Спробуємо сконцентрувати основні схеми для складання завдань при встановленні ХФР, що віддзеркалюють переходи $\text{ХФР} \Leftrightarrow$ інформація про речовину (рис. 5.3). Такі переходи в залежності від пос- становки завдання деколи містять елементи вгадування. На такий вид діяльності в школі здебільшого накладено табу, проте інтуіція, яка завжди паралельно слідує з вгадуванням, неодмінний супутник любого дослідження.

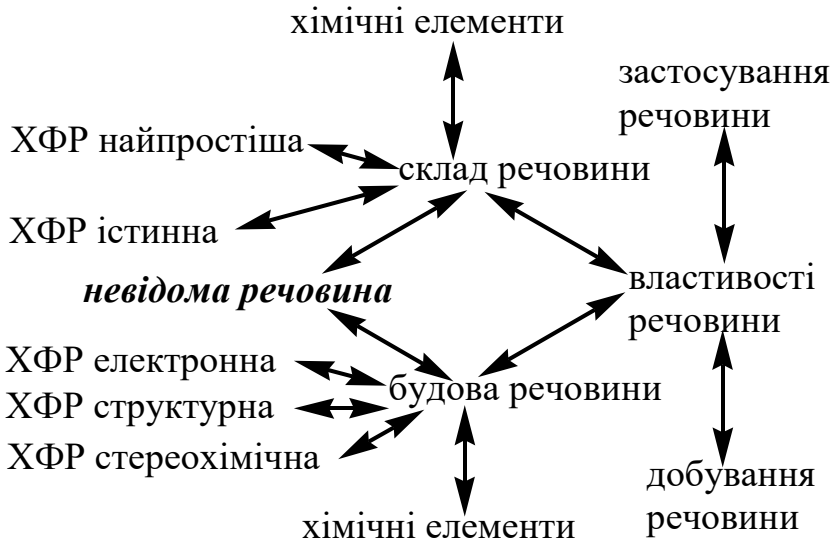


Рис. 5.3. Основні схеми для складання завдань при встановленні ХФР.

1. Встановлення ХФР за її назвою.

Опорні поняття та відомості[*]: тривіальні та систематичні назви, правила номенклатури неорганічних та органічних речовин. ([*]В подальшому розгляді конкретизація опорних понять та відомостей опущена, оскільки в залежності від змісту завдання, такий перелік може мати різну насиченість).

Такі завдання найбільш поширені в дидактичній літературі, оскільки знання прямих і обернених завдань назва ⇔ формула складають фундамент хімічної мови.

2. Встановлення ХФР за відомою молярною чи відносною молекулярною масою речовини.

Молярна чи відносна молекулярна маса M_r речовини можуть бути відомі, або відомі параметри, що дають змогу їх визначити. Якщо завдання на встановлення, наприклад, M_r конкретних речовин мають єдину відповідь, то обернені до них завдання (приклад 1) можуть мати кілька варіантів відповіді.

Приклад 1. Визначте ХФР, якщо у кожному випадку M_r=28: а) C_xH_y; б) C_xA_y; в) X. (Відповідь: а) C_2H_4; б) CO; C_2H_4; C_2D_2; в) CO; C_2H_4; C_2D_2; N_2; B_2H_6).

Видозмінимо зміст завдання і введемо в перелік невідомих частково чи повністю тільки символи елементів (приклад 2).

Приклад 2. Визначте невідомі елементи і запишіть ХФР, якщо у кожному випадку M_r=28: а) C_2X_4; б) CX; в) X_2; г) X_2Y_6; д) C_2X_2.
(Відповідь: а) C_2H_4; б) CO; в) N_2; г) B_2H_6; д) C_2D_2).

В подальших прикладах акцент на варіації змісту вихідних завдань ми зараз опускаємо, але в реальних умовах навчання це необхідно проводити разом з учнями, оскільки встановлюються і закріплюються опорні поняття, що сприяє ефективному виконанню аналогічних та обернених завдань. Поступове збільшення числа невідомих параметрів (індекси, хімічні елементи) призводить до збільшення ймовірних відповідей. Такий прийом залишається невикористаним резервом в більшості сучасних дидактичних посібників.

3. Встановлення ХФР за відомою валентністю чи ступенем окиснення складових хімічних елементів.

Однозначно встановити невідомий елемент за валентністю чи ступенем окиснення неможливо, поскільки одне й те саме значення можуть мати кілька елементів, а тому в завдання необхідно вводити додаткову інформацію для однозначності відповіді. Без зазначеного доповнення такі конструкції можуть бути основою для завдань на встановлення загальних формул або на перехід від загальних до конкретних (приклад 3), що призведе в останньому випадку до поліваріантних відповідей.

Приклад 3. Напишіть формули оксидів елементів, які мають загальну формулу EO_2.

Хід аналізу: оксид → валентність Оксигену(II) → валентність E(IV) → можливі елементи → C, Si, Ge та ін. В даному прикладі 3 валентність елемента входить до складу латентної (прихованої) умови. Подальший аналіз розв'язків дає можливість сформулювати варіанти обернених завдань (приклади 4, 5):

Приклад 4. Запишіть загальну формулу оксиду для таких речовин CO_2, SiO_2, GeO_2 .

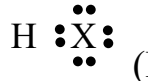
Приклад 5. Запишіть загальну формулу оксиду, якщо валентність елемента дорівнює чотири.

Незначне ускладнення прикладу 5 (перехід від загального до конкретного, перехід від оксидів до сполук Оксигену) може призвести до збільшення варіативності відповіді, що ілюструє наступний приклад 6.

Приклад 6. Напишіть формули сполук Оксигену, які мають таку загальну формулу EO_2. (Можливі відповіді: оксиди (SO_2), пероксиди (BaO_2), надпероксиди (KO_2)).

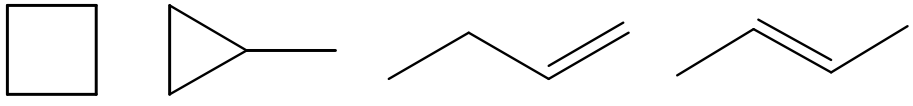
4. Встановлення ХФР за відомими іншими її формулами (стуктурні, електронні, стереохімічні).

Приклад 7. Визначте ХФР, що мають електронну формулу



(Відповідь: HF, HCl, HBr, HI).

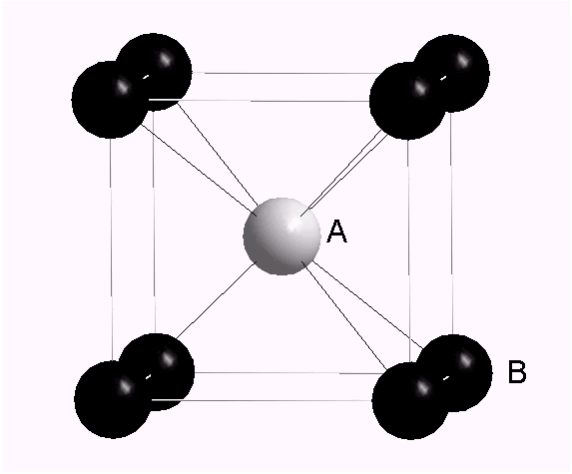
Приклад 8. Визначте формули та запишіть назви вуглеводнів, що мають такі структурні формули:



1 2 3 4

(Відповідь: C_4H_8 – циклобутан (1), метилциклопропан (2), 1-бутен (3), 2-бутен (4)).

Приклад 9. На рисюнку наведено елементарну комірку кристалічної гратки сполуки, що складається з елементів **A** і **B**. Визначте склад цієї речовини.



В ході розв'язку таких завдань, які, на жаль, дуже рідко використовуються, проходить широке використання міжпредметних зв'язків (фізика, стереометрія), розвиток просторової уяви. Вчителю необхідно зауважити учням, що атоми, розміщені на гранях, ребрах або у вершинах елементарної комірки, належать одночасно декільком коміркам, тобто форрисьно одній комірці належить певна частка атома. В даному випадку атом елемента **А** належить повністю одній комірці. У вершинах комірки містяться 8 атомів **В,** а оскільки кожен з них належить одночасно 8 сусіднім коміркам, то в одній комірці міститься $8 \cdot {}^{1}\!/_{8} = 8$ атомів **В**. Таким чином, формула сполуки **АВ**.

Бажані в користуванні також взаємопов'язані конструкції завдань, поскільки предметом пошуку може виявитись люба з формул речовини від найпростішої до стереохімічної. Інший приклад реалізації завдань даної групи може бути напрямлений на встановлення структурної формули речовини за відомою істинною. Якщо у випадку неорганічних речовин молекулярної будови такі відповіді майже завжди однозначні, то при розгляді органічних речовин, внаслідок можливої ізомерії, виникає кілька відповідей. Це добрі тренувальні завдання, але при необхідності виділити у відповіді тільки окрему структурну формулу в умову завдання необхідно вносити додаткову інформацію, що ілюструє наступний приклад 10.

Приклад 10. Алкан містить в своєму складі 5 атомів Карбону. Визначте структурну формулу, якщо при його радикальному монохлоруванні утворюються: а) тільки первинний хлоралкан; б) первинний та вторинний хлоралкан. (Відповідь: а) 2,2-диметилпропан; б) *н*-пентан).

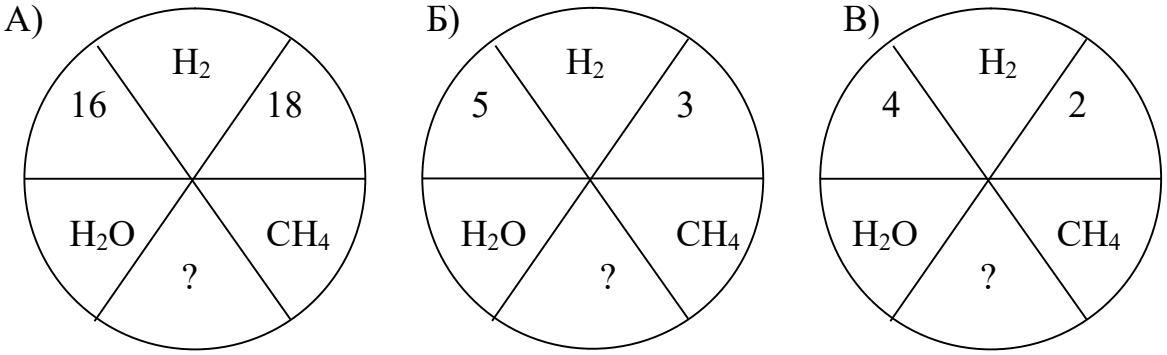
Завдання на встановлення структурної формули за властивостями речовини можуть існувати як окремо, так і доповнювати розрахункові задачі. Цей прийом вдало використовується в олімпіадних завданнях різних рівнів (див. літературу).

5. Встановлення ХФР за комбінованими відомостями про елементи та речовини.

Це широке коло завдань, направлених на конкретизацію понять чи їх встановлення; на порівняння окремих речовин, їх груп та класів; пошук різних класифікаційних ознак, закономірностей; знання властивостей речовин, їх

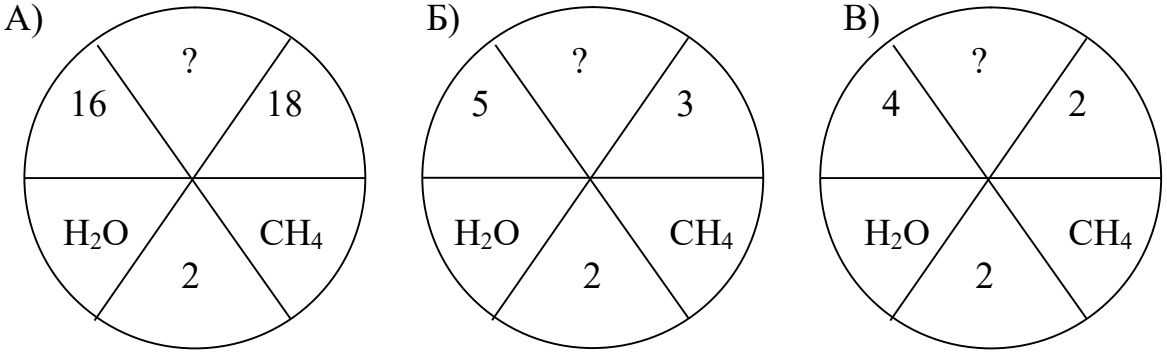
застосування та добування; використання історичних, екологічних та інших цікавих відомостей про речовини та елементи. Завдання цього виду широко використовують як в навчальному процесі, так і позакласних заходах поскільки їх зміст максимально сприятливий для реалізації різноманітних конструкційних схем (рис. 5.3). Для них характерні як текстові, так і інші форми представлення завдань, а тому і ми видозмінимо традиційну текстову форму**.**

Приклад 11. Визначте і вкажіть на місці знаків питання невідомі об'єкти (числа та ін.) відповідно до закономірності у кожному колі:



Відповідь: А) 2 (M_r водню); Б) 2 (число атомів в молекулі); В) 2 (число атомів Гідрогену в молекулі).

Приклад 12. Визначте і вкажіть на місці знаків питання невідомі хімічні формули відповідно до закономірності у кожному колі:



Дане завдання обернене до пр. 11 і деякі відповіді стають поліваріантні:

А) H_2 (ХФР $\Leftrightarrow$ M_r); Б) H_2, N_2 та ін. (ХФР $\Leftrightarrow$ число атомів в молекулі);

В) H_2, H_2S, C_2H_2 та ін. (ХФР $\Leftrightarrow$ число атомів Гідрогену в молекулі).

Приклад 13. Визначте закономірність розміщення ХФР і напишіть пропущені формули: Si, SiO_2, H_2SiO_3, P, …, H_3PO_4, …, SO_3, … . (Відповідь: закономірність – неметал, кислотний оксид з максимальним ступенем окиснення неметалу, гідрат оксиду або відповідна кислота. Таким чином пропущені ХФР – фосфор(V) оксиду P_2O_5, сірки S, сульфатної кислоти H_2SO_4).

Приклад 14. У кожному випадку дві речовини мають спільну ознаку, а третя – ні. Визначте спільну ознаку та речовину – "білу ворону".

Варіант	**Речовини**	**Спільна ознака**	**"Біла ворона"**
1	**H_2, O_2, H_2O**	**Прості речовини**	**H_2O**
2	**H_2, O_2, H_2O**	**Оксигенвмісні речовини**	**H_2**
3	**H_2, O_2, H_2O**	**Гази**	**H_2O**

4	**H_2, O_2, H_2O**	**Два атоми в молекулі**	**H_2O**

Приклад 15. Формули хімічних речовин представлені в даному ряді послідовно згідно відповідних символів та індексів. Визначте формули цих речовин та назвіть їх Ca H 2 S O 3

Приклад 16. З представлених хімічних символів та індексів спробуйте написати хімічні формули речовин, що складаються з !, 2, 3 та 4 хімічних елементів: H ,S, Ca, O, 2, 3.

Так звані завдання-теореми не є традиційні в рамках вивчення шкільної хімії і відповідно представлені незначною кількістю публікацій, наприклад, [5-7], хоча, на наш погляд, така форма завдань є досить цікавою і вчить учня доводити, аргументувати свою відповідь. Склад речовини можна як встановлювати, так і доводити реальність існування конкретної речовини. Наступний приклад являє собою складене завдання з історичним змістом, що включає необхідність доведення:

Приклад 17. Доведіть справедливість правила, яке встановив французький хімік Жерар Шарль Фредерік (1816-1856), і згідно якого *сума атомів Гідрогену і Нітрогену в органічних сполуках завжди складає парне число*.

Можливе розв'язування: розглянемо на прикладі алкану C_xH_{2x+2}, в якому ***y*** атомів Гідрогену –H замінено на ***y*** аміногруп $–NH_2$: $C_xH_{2x+2-y}(NH_2)_y$

$N(H) + N(N) = 2x + 2 - y + y + 2y = 2x + 2 + 2y = 2(x + 1 + y)$. Отже, отримувана сума є парним числом, поскільки добуток двох чисел, одне з яких є 2, а інше – натуральне число (x + 1 + y), завжди є парним числом. Аналогічне доведення на прикладі нітросполук, амінокислот пропонуємо провести самостійно як читачеві, так і учням.

Наступні завдання з історичним (пр.14) та екологічним (пр.15) змістом.

Приклад 18. Визначте невідому речовину **X** за такими підказками:

1.Німецький хімік і лікар Іоганн Іоахим Бехер (06.05.1635-10.1682) отримав речовину **X** при дії сірчаної кислоти на винний спирт. Вчений зазначав, що речовина **X** подібна до болотного газу, але на відміну від нього горить кіптявим полум′ям і має слабкочасниковий запах.

2.В 1795 р. голандські хіміки Бонд і Ловеренбург, повторили досліди Бехера, отририси газ **X** і встановили, що він складається з Карбону та Гідрогену.

3.Голандські хіміки Бонд і Ловенберг встановили, що речовина X здатна сполучатися з хлором, утворюючи маслянисту речовину. За цією властивістю вчені назвали газ X "олефіновим", тобто "маслородним" газом. Сполука "маслородного газу" з хлором отримала назву "масло голандських хіміків". Відповідь : X – етилен.

Приклад 19. Речовина ***X*** одна з алотропних модифікацій хімічного елемента ***Y*** . Об'ємна частка ***X*** в повітрі, більша ніж 10^{-8} % викликає сильне подразнення дихальних шляхів, а потім отруєння людини. Дія ***X*** на живі організми аналогічна дії радіоактивних променів. Завдяки окисним

властивостям ***X*** використовують для дезинфекції питної води і повітря. В природних концентраціях, які характерні для морського узбережжя, ***X*** має цілющу дію – стимулює дихання, покращує та нормалізує сон і артеріальний тиск. Визначте невідомі ***X*** та ***Y***

Відповідь: ***X*** – озон, ***Y*** – Оксиген.

6. Встановлення ХФР через масові співвідношення хімічних елементів.

Якщо формула невідомої речовини A_xB_y, то справедливе відношення

$$m(A) : m(B) = xA_r(A) : yA_r(B). \quad (1)$$

Незначна математична трансформація вихідного рівняння (1) виводить нас на інший шлях встановлення складу речовини, який використаємо в способі 7:

$$x : y = \frac{m(A)}{A_r(A)} : \frac{m(B)}{A_r(B)}. \quad (2)$$

Приклад 20. Визначте ХФР H_xO_y через масові співвідношення складових її елементів $m(H) : m(O) = 1:16$. (Відповідь: H_2O_2).

Можливий хід розв'язування:

$$m(H) : m(O) = 1:16 = 2:32 = (2 \cdot 1) : (2 \cdot 16) = xA_r(H) : yA_r(O) = 2A_r(H) : 2A_r(O).$$

Це типовий приклад, але видозміна завдання (до невідомих величин попадають не тільки коефіцієнти, але й один з елементів) створить умови для творчості при розв'язуванні:

Приклад 21. Визначте ХФР $H_xБ_y$ через масові співвідношення складових її елементів $m(H) : m(Б) = 1:16$. (Відповідь: H_2O_2; H_2S).

Можливий хід розв'язування: спосіб 1 див. приклад 14; спосіб 2:

$$m(H) : m(Б) = 1:16 = 2:32 = (2 \cdot 1) : (1 \cdot 32) = xA_r(H) : yA_r(Б) = 2A_r(H) : A_r(S).$$

В даному випадку вже отримуємо дві відповіді. Якщо перейти на сполуки, що містять три елементи, то можливі варіації конструкцій завдань від простих до складних ще більше зростають.

7. Встановлення ХФР за відомими масовими частками складових хімічних елементів

Слід зазначити, що в шкільному курсі хімії це один з найбільш поширених способів, а тому на ньому зупинимось більш детальніше.

На прикладі сполуки A_xB_y масові частки елементів рівні:

$$w(A) = \frac{x \cdot A_r(A)}{M_r(A_xB_y)} = \frac{x \cdot A_r(A)}{x \cdot A_r(A) + yA_r(B)}, \quad (3)$$

$$\text{аналогічно } w(B) = \frac{y \cdot A_r(B)}{M_r(A_xB_y)} = \frac{y \cdot A_r(B)}{x \cdot A_r(A) + yA_r(B)} \quad (4).$$

Пропонований в різних посібниках алгоритмічний варіант встановлення складу речовини за відомими масовими частками елементів можна логічно вивести. Це може бути пояснення вчителя, або завдання для учнів. В наступних задачах це вже буде фактично як підзадача, що усвідомлена учнем і стала не тільки опорним знанням, але і вмінням.

Приклад 22. Покажіть, що для встановлення складу речовини A_xB_y, справедливе таке рівняння:

$$x : y = \frac{w(A)}{A_r(A)} : \frac{w(B)}{A_r(B)} = \nu(A) : \nu(B) \qquad (5).$$

Розв'язування: З рівнянь (3), (4) знаходимо $x = \frac{w(A) \cdot M_r(A_xB_y)}{A_r(A)}$, аналогічно $y = \frac{w(B) \cdot M_r(A_xB_y)}{A_r(B)}$. Знаходження індексів, таким чином, можливе за відомими масовими частками елементів та відносною молекулярною масою, або іншими параметрами, які дають змогу розрахувати w(A), w(B) і $M_r(A_xB_y)$. Звідси також інший, найбільш поширений, варіант встановлення складу речовини через співвідношення індексів:

$$x : y = \frac{w(A) \cdot M_r(A_xB_y)}{A_r(A)} : \frac{w(B) \cdot M_r(A_xB_y)}{A_r(B)} = \frac{w(A)}{A_r(A)} : \frac{w(B)}{A_r(B)}.$$

Використаємо інше опорне поняття "кількість речовини" і продовжимо перетворення отриманого рівняння. Тоді можемо трансформувати відношення для встановлення складу речовини в іншій формі:

$$x : y = \frac{w(A)}{A_r(A)} : \frac{w(B)}{A_r(B)} = \frac{m(A)}{A_r(A) \cdot m(A_xB_y)} : \frac{m(B)}{A_r(B) \cdot m(A_xB_y)} =$$

$$= \frac{m(A)}{A_r(A)} : \frac{m(B)}{A_r(B)} = \frac{m(A)}{M(A)} : \frac{m(B)}{M(B)} = \nu(A) : \nu(B)$$

На завершальне відношення можна вийти і наступним чином:

$$x : y = N(A) : N(B) = \frac{N(A)}{N_A} : \frac{N(B)}{N_A} = \nu(A) : \nu(B).$$

Отже, традиційний шлях з розв'язування більшості таких задач на встановлення складу речовини зводиться до підзадач на знаходження відношення стехіометричних індексів та молярної маси речовини. Проте можна рухатись і від підзадачі на знаходження молярної маси речовини через відомі масові частки елементів: $x \Leftarrow M \Rightarrow y$.

При конструюванні таких завдань бажано використати результати, що отримані при виконанні тренувальних завдань, метою яких є встановлення масових часток елементів в речовині чи інших відомостей на основі відомої хімічної формули. Проте, якщо вихідна задача матиме єдину відповідь, то складена на її основі обернена - одну і більше. Для прикладу розглянемо задачу, яка є досить повчальна і приводиться в різних редакціях в деяких задачниках [9].

Приклад 23. Доведіть, що існують сполуки (загальної формули EH_x), які містять 12,5 % Гідрогену за масою.

Розв'язування: формула сполуки EH_x – де **x** – число атомів Гідрогену.

$W(H) = \frac{x}{A_r(E) + x} = 0{,}125$, звідки A_r=7x. Підбором цілочисельних значень індекса **x** отримаємо дані, які свідчать про три можливі відповіді:

x	1	2	3	4
A_r	7	14	21	28
E	Li	N	-	Si
EH_x	LiH	N_2H_4	-	SiH_4

Проведемо розв'язування іншим способом з використанням масових співвідношеннь елементів. Для початку переформулюємо умову: приймемо масу речовини 100 г, тоді маса невідомого елемента рівна 100 г - 12,5 г = 87,5 г. Наступний розв'язок: $m(E) : m(H) = 87{,}5 : 12{,}5 = 7 : 1 = 14 : 2 = 21 : 3 = 28 : 4.$

Звідки випливають три відповіді: $7 : 1 = A_r(Li) : A_r(H);$ $\Rightarrow$ LiH; $14 : 2 = 28 : 4 = 2A_r(N) : 4A_r(H); \Rightarrow N_2H_4;$ $28 : 4 = A_r(Si) : 4A_r(H); \Rightarrow SiH_4.$

Інший спосіб розв'язування з використанням закону еквівалентів (можна реалізувати на факультативних заняттях):

$\frac{m(E)}{m(H)} = \frac{M_E(E)}{M_E(H)};$ $M_E(E) = \frac{m(E)}{m(H)} \cdot M_E(H) = \frac{87{,}5}{12{,}5} \cdot 1 = 7;$ $M(E) = M_E(H) \cdot n = 7n,$ а далі див. отриману вище таблицю.

При виконанні завдань на встановлення складу речовини особливу увагу необхідно звертати на правильність округлення отримуваних результатів, а при конструюванні доцільно використовувати відносні атомні маси хімічних елементів з точністю до десятих. При такому підході кінцеві результати будуть більш коректні.

Можлива конструкція завдання, що містить інформацію про масові частки елемента чи елементів, проте її недостатньо для встановлення складу речовини. В такому випадку необхідно вводити в зміст завдання явну чи латентну умову, яка використовується в подальшому розв'язуванні (приклад 18.)

Приклад 24. Кислота містить 1,25 % Гідрогену, а також Фосфор(V) та Оксиген. Визначте формулу кислоти.

Розв'язування: позначимо формулу кислоти $H_xP_yO_z$; масові частки Фосфору та Оксигену відповідно w(P) = y_1; w(O) = z_1, або $y_1 + z_1 = 100 - 1{,}25 = 98{,}75$.

Якщо приймемо масу речовини за 100 г, то кількість Гідрогену, Фосфору та Оксигену відповідно рівні: 1,25/1=1,25; $y_1/31$; $z_1/16$ (моль). Виходячи з принципу електронейтральності речовини (латентна частина умови завдання), можемо скласти рівняння: $(+1) \cdot 1{,}25 + (+5) \cdot z_1/31 + (-2) \cdot y_1/16 = 0$. Рішення обох рівнянь призводить до встановлення масових часток Фосфору (60,00 %) та Оксигену (38,75 %), а подальше розв'язування стає вже традиційне і отримуємо формулу HPO_3.

Аналіз дидактичної літератури свідчить, що у зміст завдань на встановлення ХФР включають в більшості випадків, як правило, інформацію про масові частки ХЕ та молярну масу невідомої речовини, або параметри, які

дають змогу їх встановити, наприклад, продукти згорання, відносна густина тощо. Пропонована схема додатку 1 на прикладі невідомої речовини $\mathbf{C_xO_y}$ вказує перелік традиційно використовуваних та інших параметрів, які можуть бути включені в зміст завдань (один із варіантів пр.25) і, таким чином, урізноманітити навчально-пошукову діяльність учнів та вчителя при їх складанні.

Приклад 25. До складу молекули речовини входить Карбон та Оксиген. Маса Карбону в молекулі речовини рівна $2 \cdot 10^{-23}$ г, що складає 27,27 % маси молекули. Визначте невідому речовину. (Відповідь: вуглекислий газ CO_2).

В даному випадку предметом пошуку при встановленні ХФР стали невідомі індекси елементів Карбону та Оксигену, аналогічну таблицю можна скласти для встановлення невідомих хімічних елементів при відомих індексах.

8. Встановлення ХФР на основі рівнянь хімічних реакцій.

Спектр завдань надзвичайно широкий і вони традиційно поширені в дидактичній літературі. Безперечний шедевр змісту, це одна з олімпіадних задач Чуранова С.С. про знаходження речовини, після згорання якої залишився тільки мокрий пісок (відповідь: силан SiH_4).

Розглянемо деякі варіанти якісних завдань (див. табл.) на встановлення ХФР на основі хімічних перетворень:

№	Відомі параметри	Завдання
1	Вихідні речовини (назви чи ХФР)	Запис РХР, умови перебігу, назви продуктів реакції
2	Вихідні, проміжні і кінцеві речовини (назви чи ХФР)	Запис РХР, умови перебігу, назви речовин
3	Вихідні, кінцеві речовини (назви чи ХФР)	Запис РХР, умови перебігу, встановлення проміжних речовин, назви речовин
4	Вихідні, кінцеві і деякі проміжні речовини (назви чи ХФР)	Запис РХР, умови перебігу, встановлення невідомих проміжних речовин, назви речовин
5	Вихідні речовини, реагенти (назви чи ХФР), умови перебігу реакцій	Запис РХР, встановлення проміжних і кінцевих речовин, назви речовин
6	Кінцеві речовини, реагенти (назви чи ХФР), умови перебігу реакцій	Запис РХР, встановлення вихідних і проміжних речовин, назви речовин
7	Деякі або одна з проміжних речовин, реагенти (назви чи ХФР), умови перебігу реакцій	Запис РХР, встановлення вихідних і кінцевих речовин, назви речовин
	і т.д.	і т.д.

Для конкретного прикладу використаємо таку вихідну інформацію: $NH_4NO_2 \xrightarrow{t^0} N_2 + H_2O$; $NH_3 + O_2 \xrightarrow{t^0,\ кат.Pt} NO + H_2O$ $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$; $NO + O_2 \rightarrow NO_2$; $NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$

Приклад 26 (вихідне завдання). Напишіть у кожному випадку можливі продукти реакції при взаємодії таких речовин:

А) $NH_3 + O_2 \rightarrow$; Б) $NH_3 + O_2 \xrightarrow{t^0, кат.Pt}$; В) $NO + O_2 \rightarrow$; Г) $NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow$.

Одне з обернених завдань до (пр. 26) можливе наступне (пр. 27).

Приклад 27. Зазначте умови реакції у кожному випадку:

А) $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ Б) $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$

Якщо ряд хімічних реакцій зв'язані ланцюжком послідовних перетворень, то виникає можливість конструювання наступних завдань (пр. 24, 25).

Приклад 28. Визначте невідомі речовини в наступних перетвореннях та підберіть відповідні коефіцієнти:

А) $NH_3 + O_2 \xrightarrow{t^0, кат.Pt} A + H_2O$; Б) $A + O_2 \rightarrow Б$; В) $Б + O_2 + H_2O \rightarrow B$.

Поскільки позначення підзавдань та речовин збігаються, доцільно останні позначати, наприклад, пронумерованими цифрами:

А) $NH_3 + O_2 \xrightarrow{t^0, кат.Pt} №1 + H_2O$; Б) $№1 + O_2 \rightarrow №2$; В) $№2 + O_2 + H_2O \rightarrow №3$.

Завдання можна представити в полегшеному варіанті, якщо в схему внести відповідні стехіометричні коефіцієнти, або - ускладнити, видозмінивши у формі послідовної схеми перетворень (пр. 26).

Приклад 29. Визначте невідомі речовини в наступних перетвореннях, запишіть відповідні рівняння реакцій:

$$NH_3 \xrightarrow[t^0, кат.Pt]{+O_2} A \xrightarrow{+O_2} Б \xrightarrow{+O_2+H_2O} B$$

Такі форми завдань (пр. 26) досить поширені на етапі узагальнення й систематизації вивченого матеріалу в школі, на вступних іспитах з хімії до вищих навчальних закладів. Можна запропонувати серію обернених завдань з практично ідентичним формулюванням до (пр. 26):

Приклад 30. $A \xrightarrow[t, кат.Pt]{+O_2} Б \xrightarrow{+O_2} B \xrightarrow{+O_2+H_2O} HNO_3$

Приклад 31. $NH_3 \xrightarrow[умови?]{+?} NO \xrightarrow{+?} NO_2 \xrightarrow{+?} HNO_3$

Приклад 32. $\overset{-3}{N} \rightarrow \overset{+2}{N} \rightarrow \overset{+4}{N} \rightarrow \overset{+5}{N}$

Предметом пошуку може бути вся ХФР чи окремі невідомі елементи. Більшість завдань по встановленню ХФР на основі рівнянь хімічних реакцій можна розглядати як обернені до вихідних задач при проведенні найпростіших розрахунків і тоді ж їх складати. Аналогічний прийом бажано використовувати і при складанні експериментальних завдань після проведення відповідних дослідів.

Для конкретного прикладу розглянемо ще один варіант такої реалізації, який базується на пропонованих завданнях державної підсумкової атестації для 11 (12)-х класів загальноосвітніх навчальних закладів [Завдання державної підсумкової атестації для 11 (12)-х класів загальноосвітніх навчальних закладів // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України, 2001.- № 3-4.- С. 5-58]. Проаналізуємо в стилі критичного мислення одну з задач [Задача № 14, с.52] для шкіл (класів) хіміко-біологічного профілю, що пропонується в якості

прикладу завдань до білетів з хімії **(дана частина рукопису підготовлена спільно з вчителем-методистом **Староста К.Є.**)*:

Приклад 33. У результаті спалювання газуватого вуглеводню масою 2,8 г утворилися карбону (IV) оксид масою 8,8 г і водяна пара масою 3,6 г. Відносна густина речовини за воднем становить 28. Визначити молекулярну формулу вуглеводню. (Відповідь: C_4H_8).

Розв'язування: перший спосіб.

Міркуємо так: поскільки це вуглеводень (умова задачі), то можлива формула C_xH_y, і для її остаточного встановлення необхідно визначити індекси, тобто $\boldsymbol{x}$ та $\boldsymbol{y}$. Їх можемо знайти, якщо б ми знали масові частки Карбону та Гідрогену, а щоб знайти останні потрібно знати їх масу (маса вуглеводню відома з умови задачі) та молярну масу речовини (відома густина за воднем). Таким чином, основні кроки розв'язку включають знаходження величин:
$m(C) \rightarrow w(C) \rightarrow m(H) \rightarrow w(H) \rightarrow \boldsymbol{x}, \boldsymbol{y} \rightarrow$ формула речовини, або конкретно:

1) Відносна молекулярна маса вуглеводню C_xH_y:
$$M_r(C_xH_y) = M_r(H_2) \cdot D(H_2) = 2 \cdot 28 = 56.$$
2) Знаходимо кількість речовини карбон(IV) оксиду:
$$\nu(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{2{,}8\,\text{г}}{44\,\text{г}/\text{моль}} = 0{,}2\,\text{моль}.$$
3) Поскільки $\nu(CO_2) = \nu(C)$, $\nu(C) = 0{,}2$ моль.
4) Маса Карбону $m(C) = \nu(C) \cdot M(C) = 0{,}2\ \text{моль} \cdot 12\ \text{г}/\text{моль} = 2{,}4\ \text{г}$.
5) Масова частка Карбону $w(C) = \frac{m(C)}{m(C_xH_y)} = \frac{2{,}4}{2{,}8} \approx 0{,}857$.
6) Знаходимо масову частку Гідрогену:
$w(H) = 1 - w(C) = 1 - 0{,}857 = 0{,}143$. Таким чином, при такому розв'язуванні до надлишкових даних в умові задачі попадає маса води.
7) Знаходимо індекси у формулі невідомої речовини:
$$x = \frac{w(C) \cdot M_r(C_xH_y)}{A_r(C)} = \frac{0{,}857 \cdot 56}{12} = 4;\ y = \frac{w(H) \cdot M_r(C_xH_y)}{A_r(H)} = \frac{0{,}143 \cdot 56}{1} = 8$$

Отже, молекулярна формула речовини C_4H_8.

Другий спосіб.

Знову виключимо з даних умови масу води, але оберемо трохи інший напрям розв'язку. Визначимо відношення кількостей речовини елементів Карбону та Гідрогену, що дасть змогу встановити найпростішу формулу речовини, а знаючи її відносну молекулярну масу, - знайдемо істинну формулу.
1)-4) див. перший спосіб.
5) Знаходимо масу Гідрогену в речовині:
$m(H) = m(C_xH_y) - m(C) = 2{,}8\ \text{г} - 2{,}4\ \text{г} = 0{,}4\ \text{г}$.
6) Кількість Гідрогену: $\nu(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{0{,}4\,\text{г}}{1\,\text{г}/\text{моль}} = 0{,}4\,\text{моль}$.

7) Відношення кількостей речовини елементів Карбону та Гідрогену:
$\nu(C):\nu(H)=0{,}2:0{,}4=1:2$. Отже, найпростіша формула речовини C_xH_{2x}.

8) Використовуємо отриману найпростішу формулу та знайдене значення M_r:
$M_r(C_xH_{2x})=xA_r(C)+2xA_r(H)$

$56=12x+2x$. Звідки $x=4;\quad 2x=8$

Отже, молекулярна формула речовини C_4H_8.

Третій спосіб.

Якщо ми виключимо з переліку даних величин масу вихідного вуглеводню, то шлях даного розв'язку трохи видозміниться.

1)-3) див. перший спосіб.

4) Кількість речовини H_2O: $\nu(H_2O)=\dfrac{m(H_2O)}{M(H_2O)}=\dfrac{3{,}6\text{ г}}{18\text{ г/моль}}=0{,}2\text{ моль}$.

5) Кількість речовини Гідрогену: $\nu(H)=2\nu(H_2O)=0{,}4$ моль.

Далі див. 7) та 8) другий спосіб.

Четвертий спосіб.

1) див. перший спосіб.

2) Використаємо інформацію про згорання вуглеводню і запишемо відповідне рівняння реакції:

$$\underset{56\text{ г}}{\overset{2{,}8\text{ г}}{C_xH_y}}+(x+0{,}25y)O_2\rightarrow x\underset{44x\text{ г}}{\overset{8{,}8\text{ г}}{CO_2}}+0{,}5y\underset{9y\text{ г}}{\overset{3{,}6\text{ г}}{H_2O}}$$

Згідно даного рівняння реакції: $x=\dfrac{56\cdot 8{,}8}{2{,}8\cdot 44}=4;\quad y=\dfrac{56\cdot 3{,}6}{2{,}8\cdot 9}=8$.

До ідентичної відповіді можемо прийти з використанням розрахунків кількості речовини вихідного вуглеводню та утворених продуктів реакції:

$$\underset{1\text{ моль}}{\overset{0{,}05\text{ моль}}{\underset{56\text{ г}}{\overset{2{,}8\text{ г}}{C_xH_y}}}}+(x+0{,}25y)O_2\rightarrow \underset{x\text{ моль}}{\overset{0{,}2\text{ моль}}{\underset{44x\text{ г}}{\overset{8{,}8\text{ г}}{xCO_2}}}}+\underset{0{,}5y\text{ моль}}{\overset{0{,}2\text{ моль}}{\underset{9y\text{ г}}{\overset{3{,}6\text{ г}}{0{,}5yH_2O}}}}$$

$$x=\frac{1\cdot 0{,}2}{0{,}05}=4;\quad y=\frac{1\cdot 0{,}2}{0{,}05\cdot 0{,}5}=8.$$

В даному випадку ми використали всі дані згідно умови задачі. Проте можна було знайти тільки один з індексів, а інший знаходити за допомогою відомої відносної молекулярної маси. Таким чином, до надлишкових умов може потрапити інформація про масу води чи масу вуглекислого газу.

П'ятий спосіб.

Використовуючи схему реакції згорання вуглеводню: $C_xH_y\rightarrow x\underset{44x\text{ г}}{\overset{8{,}8\text{ г}}{CO_2}}+0{,}5y\underset{9y\text{ г}}{\overset{3{,}6\text{ г}}{H_2O}}$,

можемо записати таке рівняння: $44x\cdot 3{,}6=8{,}8\cdot 9y$, що дає змогу знайти відношення індексів: $x:y=\dfrac{8{,}8\cdot 9}{44\cdot 3{,}6}=0{,}5=1:2$, а далі завершення задачі одним із розглянутих способів. Надлишкова інформація – маса вихідного вуглеводню.

Шостий спосіб.

Якщо виключимо всю дану нам інформацію, за виключенням відомостей про відносну густину речовини за воднем та приналежності її до вуглеводнів, то задача також матиме єдиний розв'язок.

1) див. перший спосіб.

2) Виходячи з формули вуглеводню C_xH_y, і використовуючи знайдене значення M_r, отримаємо: $M_r(C_xH_{2x}) = xA_r(C) + yA_r(H)$, або $56 = 12x + y$. Максирисьне число атомів Гідрогену у випадку алканів було б рівне 2x+2, а тому можемо записати таку систему:

$$\begin{cases} 56 = 12x + y \\ y \le 2x + 2 \end{cases}$$

Розв'язуючи нерівність $56 - 12x \le 2x + 2$, отримуємо $x \ge 3{,}85$, а поскільки індекси можуть набувати тільки позитивні і цілочисленні значення, то x=4 (при $x \ge 5$ права частина рівняння в записаній системі більше від лівої, що не може бути). Тоді $y = 56 - 12x = 56 - 12 \cdot 4 = 8$. Молекулярна формула речовини C_4H_8.

При аналізі задачі можна поставити таке питання: "Чи можна сформулювати умову задачі, щоб чисельні дані не виявились надлишковими?". В процесі обговорення учні приходять до висновку, що необхідно зняти інформацію, що дана речовина є вуглеводнем. В такому формулюванні "*У результаті спалювання речовини масою 2,8 г утворилися тільки…"* і т. д. за попереднім текстом всі дані виявляться необхідними для розв'язку. Доповнення "*тільки*" при такій конструкції досить принципове, поскільки обмежує число хімічних елементів, що можуть входити до складу вихідної речовини. Таким чином, ми провели не тільки розв'язок, але й пошук оптирисьних способів розв'язування, конструктивно-критичний аналіз з наступною коректурою тексту. Перелік можливих аналогічних задач, які можемо скласти на знаходження невідомої формули дуже широкий і це також реальні завдання для учнів. Узагальнюючий аналіз розв'язаної задачі (приклад 7) можна завершити постановкою до учнів наступних питань:

За допомогою яких даних задачі можна встановити відносну молекулярну масу речовини?

За допомогою яких даних задачі можна встановити молекулярну формулу речовини?

За допомогою яких даних задачі можна встановити структурну формулу речовини?

Останнє питання лишається відкрите – таких даних нема. Уточнюємо питання:

Які відомості дають змогу запропонувати можливі структурні формули речовини? Відповідь: знайдена молекулярна формула речовини - C_4H_8. В ході наступного обговорення відповіді приходимо до висновку про наявність серії ізомерів: циклоалкани - циклобутан, метилциклопропан; алкени - 1-бутен, цис-2-бутен, транс-2-бутен, 2-метилпропен.

Нами не ставиться мета вимагати від авторів задач чи задачників формулювати зміст задач без надлишкових даних. Скоріше навпаки, конструкція

завдань може передбачати, або ні, як недостатні, так і надлишкові дані, але при любій конструкції автору і вчителю бажано направляти учнів не тільки на розв'язування представленого завдання, а і на його осмислений аналіз. Використання такого комплексного підходу, що базується не тільки в розв'язуванні, але і ретельному аналізі наслідків розв'язку, використаних даних, пошуку оптирисьного змісту за формою та інформаційною насиченістю сприяє всебічному розвитку учня, вчить критично мислити. В цих умовах виконання завдань з хімії стає не самоціллю, а засобом формування творчо мислячої людини.

5.4 Методика розв'язування та складання задач з теми "Суміші"

Основні опорні поняття та рівняння при складанні та розв'язуванні завдань на дану тематику:

- масова частка речовини **A** в суміші (**A+B**):

$$w(A) = \frac{m(A)}{m(c)} = \frac{m(A)}{m(A) + m(B)}, \quad (1)$$

- об'ємна частка речовини **A** в суміші:

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V(c)} = \frac{V(A)}{V(A) + V(B)}, \quad (2)$$

- молярна частка речовини **A** в суміші: $\chi(A) = \frac{\nu(A)}{\nu(c)} = \frac{\nu(A)}{\nu(A) + \nu(B)}$ (3)

У випадку газової суміші об'ємна частка речовини рівна її молярній частці

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V(c)} = \frac{\nu(A) \cdot V_m}{\nu(c) \cdot V_m} = \frac{\nu(A)}{\nu(c)} = \chi(A) \quad (4)$$

Реальна ситуація, коли речовина, наприклад, $\mathbf{A_xB_y}$ містить домішки. В такому випадку склад суміші можна задати через масову частку будь-якого елемента цієї речовини. Наприклад, масова частка елемента **A** в суміші:

$$w_c(A) = \frac{m(A)}{m(A_xB_y) + m(дом)} = \frac{m(A)}{m(c)} = \frac{w_p(A) \cdot m(A_xB_y)}{m(c)} = w_p(A) \cdot w(A_xB_y) \quad (5)$$

де $m(A_xB_y)$, m(A), m(дом) і m(c) - маси речовини $\mathbf{A_xB_y}$, елемента **A,** домішки та суміші відповідно; $w_c(A)$, $w_p(A)$, $w(A_xB_y)$ – масові частки елемента **A** в суміші та речовині, масова частка $\mathbf{A_xB_y}$ в суміші відповідно.

Деякі способи обчислення молярної маси суміші:

$$M(c) = \sum_{i=1}^{n} \chi_i M_i = \frac{m(c)}{\nu(c)} = \frac{\rho(c) \cdot V(c)}{\nu(c)} = \rho(c) \cdot V_m \quad (6)$$

Можна запропонувати й інші розрахункові формули, але не варто, бо вони є похідними від вже нам знайомих (1-6) і можуть стати основою завдань для використання вивчених понять.

Поскільки найбільш елементарні задачі пов'язані з застосуванням формул (1-4), то тренувальні завдання корисно конструювати в табличній формі (див. табл. 1). Це дає змогу комбінувати завдання за логічним стилем розв'язку

(вихідні, аналогічні, обернені), так і за змістом та інформаційною насиченістю використовуваних параметрів (M_c, V, ρ, ν, m, V_m, w, φ, χ), що характеризують суміш та її компоненти. Таким чином, отримуємо багатоваріантне завдання на основі серії вихідних (див. далі таблицю на основі деяких розглянутих прикладів). Задавати інформацію про склад суміші можна як в безрозмірних (w, φ, χ), так і в певних одиницях вимірювання (V, ν, m), або ж параметрах, що характеризують суміш в цілому (молярна маса M_c, густина ρ_c, відносна густина D). Зрозуміло, що залежно від вихідної інформації виникають різні серії підзадач. Подальшу деталізацію проведемо на прикладі суміші газів. Для початку розглянемо перехід від інформації про компоненти до знаходження параметрів суміші (склад, молярна маса та ін.). Перейдемо до складання та аналізу конкретних прикладів.

Приклад 1. Змішали гази CO (825 л) та CO_2 (175 л). Визначте склад утвореної суміші в об'ємних та масових частках, молярну масу утвореної суміші.

Аналіз задачі: фактично в структурі задачі представлені окремі підзадачі, тобто вона є комбінована. Якщо встановлення складу суміші в об'ємних частках (φ) можна провести відразу, то наступні шукані величини (w, M_c) - тільки шляхом кількох перетворень. В тексті завдання не зазначені умови (тиск, температура), для яких представлені об'єми компонентів суміші, поскільки для любих умов масові та об'ємні співвідношення компонентів в газовій суміші є сталими. В ході переформулювання умови і наступного рішення можна прийняти конкретні н.у. (V_m=22,4 л/моль), або використовувати молярний об'єм V_m в загальному виді. Для полегшення сприйняття задачі та її аналізу можна запропонувати наступну схему, в якій результати переформулювання та розв'язування виділені курсивом. У характеристиці вихідної та кінцевої систем записуємо дані умови та встановлюємо параметри, що характеризують окремі речовини і утворену суміш відповідно. Таким чином, аналіз задачі, її переформулювання поступово переходять в безпосереднє розв'язування:

Кінцева система		Вихідна система		
		V, л	ν, моль	m, г
w(CO) - ?	CO	825	*825/22,4*	*28· 825/22,4*
φ(CO) - ?	CO_2	175	*175/22,4*	*44· 175/22,4*
M(c) - ?	Сума:	*1000*	*44,64*	*1375*

1. $\varphi(CO) = \dfrac{825}{825+175} = 0{,}825;\ \varphi(CO_2) = 1 - 0{,}825 = 0{,}175.$
2. $m(CO) = 28 \cdot 825/22{,}4 \approx 1031$ (г).
3. $m(CO_2) = 44 \cdot 175/22{,}4 \approx 344$ (г).
4. $m(c) = m(CO) + m(CO_2) = 1031 + 344 = 1375$ (г).
5. $w(CO) = 1031/1375 = 0{,}750;\quad w(CO_2) = 1 - 0{,}750 = 0{,}250.$

6. $M(c) = m(c)/\nu(c) = 1375/44{,}64 = 30{,}8$ (г/моль).

Виділення окремих етапів при розв'язуванні чітко вказує на структуру задачі, що містить окремі підзадачі, а також полегшує її поточний та завершальний аналіз. При бажанні легко знайти також в пр. 1 кількості та масові частки елементів в аналізованій суміші та ряд іншої інформації.

Предметом пошуку при складанні варіантів обернених задач може бути знаходження вихідного об'єму чи маси одного з компонентів, встановлення хімічних формул одного чи обох компонентів та ін.

Приклад 2. В результаті змішування CO (825 л) з певним об'ємом CO_2 отририси газову суміш з масовою часткою CO_2 рівною 0,250 (н. у.). Визначте вихідний об'єм CO_2.

В даному і наступних прикладах опускаємо деталізацію окремих етапів і приводимо тільки схему аналізу та розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		V, л	ν, моль	m, г
$w(CO_2) = 0{,}250$	CO	825	*825/22,4*	*28· 825/22,4*
	CO_2	*x*	*x/22,4*	*44· x/22,4*
	Сума:			*1031 + 1,96x*

Завершальне рівняння: $w(CO_2) = \dfrac{m(CO_2)}{m(CO) + m(CO_2)} = \dfrac{1{,}96x}{1031 + 1{,}96x} = 0{,}250$.

В результаті розв'язування отримуємо: x = 175 л.

Зазначена схема в обох прикладах є не тільки інформаційною, але й допоміжною. Учень чітко бачить шукані параметри, взаємозв'язок між ними та умовою задачі, що полегшує наступне розв'язування. В подальшому дана схема сприяє складанню вчителем спільно з учнями можливих аналогічних та обернених задач до вихідної, а отже, більш глибокому розумінню опорних понять, які представлені в змісті задачі. Позитивний ефект для розуміння, наступного аналізу і розв'язування задачі дає самостійне формулювання учнем умови задачі за пропонованою схемою.

Проілюструємо взаємозв'язок між способами представлення складу суміші і одночасно складаємо наступну обернену задачу до пр. 1.

Приклад 3. В газовій суміші CO і CO_2 об'ємна частка карбон(II) оксиду рівна 0,825. Визначте масову частку CO в такій суміші.

Якщо ж умову задачі доповнити завданням: запропонуйте можливі об'єми чи маси вихідних компонентів, значення яких би задовільняли умові, то задача стане поліваріантна за відповіддю.

Перший спосіб розв'язування: переформулюємо умову задачі і приймемо об'єм вихідної суміші за 1000 л. Тоді, $V(CO) = 825$ л; $V(CO_2) = 175$ л. Подальший розв'язок див. пр. 1. Відповідь w(CO) = 0,750.

Другий спосіб розв'язування: переформулюємо умову задачі і приймемо кількість вихідної суміші $\nu(c) = 1$ моль. Поскільки молярна частка рівна об'ємній (латентна частина умови), то $\nu(CO) = 0{,}825$ моль; $\nu(CO_2) = 0{,}175$ моль. Подальший розв'язок аналогічно пр. 1. Таке переформулювання має істотну перевагу тому, що для суміші газів при $\nu = 1$ моль чисельне значення кількості речовини рівне молярній та об'ємній частці.

Третій спосіб розв'язування: переформулюємо умову задачі і приймемо кількість речовини вихідної суміші рівну **ν** моль. В такому випадку
$\nu(CO) = \chi(CO) \cdot \nu(c) = \varphi(CO) \cdot \nu(c)$ (моль), аналогічно –
$\nu(CO_2) = \chi(CO_2) \cdot \nu(c) = \varphi(CO_2) \cdot \nu(c)$ (моль).
Проведемо розв'язування в загальному виді до завершального етапу:

$$w(CO) = \frac{m(CO)}{m(CO) + m(CO_2)} = \frac{\nu(CO) \cdot M(CO)}{\nu(CO) \cdot M(CO) + \nu(CO_2) \cdot M(CO_2)} = \\ = \frac{\varphi(CO) \cdot \nu(c) \cdot M(CO)}{\varphi(CO) \cdot \nu(c) \cdot M(CO) + \varphi(CO_2) \cdot \nu(c) \cdot M(CO_2)} = \frac{\varphi(CO) \cdot M(CO)}{\varphi(CO) \cdot M(CO) + \varphi(CO_2) \cdot M(CO_2)}. \quad (7)$$

Аналіз отриманих результатів (7) свідчить, що переформулювання даної умови на конкретну кількість речовини суміші не впливає на остаточний результат.

Приклад 4. В суміші CO і CO_2 масова частка карбон(II) оксиду рівна 0,750. Визначте об'ємну частку CO в такій суміші.

В даному випадку переформулювання умови доцільно проводити з прийняттям маси суміші рівною 1 г. У цьому випадку масова частка компонента рівна чисельному значенню його маси. Проте можливе розв'язування і в загальному виді:

$$\varphi(CO) = \chi(CO) = \frac{\nu(CO)}{\nu(CO) + \nu(CO_2)} = \frac{m(CO)/M(CO)}{m(CO)/M(CO) + m(CO_2)/M(CO_2)} = \\ = \frac{w(CO)/M(CO)}{w(CO)/M(CO) + w(CO_2)/M(CO_2)} \quad (8)$$

Отримана формула (8) вказує, що при переформулюванні умови можемо приймати любу масу суміші і це не впливає на остаточний результат.

Досить поширені завдання на встановлення молярної маси суміші. В пр. 1 були задані конкретні величини (об'єми) вихідних компонентів. Для знаходження молярної маси суміші розглянемо завдання, які більш важко сприймаються учнями, - коли склад суміші задано в об'ємних чи масових частках.

Приклад 5. Визначте молярну масу суміші CO і CO_2, якщо об'ємна частка CO_2 в цій суміші рівна 0,175.

Розв'язування: проведемо переформулювання умови і перейдемо до конкретних одиниць. Якщо приймемо об'єм суміші 1000 л, то отримаємо умову пр. 1, якщо ж приймемо кількість речовини суміші рівну 1 моль, то схема результатів аналізу та розв'язку буде наступна:

Кінцева система		Вихідна система		
		ν, моль	M, г/моль	m, г
ν(с) = 1 моль;	CO	*0,825*	*28*	*0,825· 28*
$\varphi(CO_2)$=0,175;				
M(с) - ?	CO_2	*0,175*	*44*	*0,175· 44*
	Сума:	*1*		*23,1 + 7,7=30,8*

$$M(c) = m(c)/\nu(c) = 30{,}8/1 = 30{,}8\,(\text{г/моль}).$$

До аналогічної відповіді прийдемо, якщо приймемо масу суміші рівну 1 г. Схема результатів наступного аналізу та розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		ν, моль	M, г/моль	m, г
m(с) = 1 г;	CO	*y*	*28*	*28y*
$\varphi(CO_2)$=0,175;				
M(с) - ?	CO_2	*x*	*44*	*44x*
	Сума:	*x + y*		*28y + 44x = 1*

Отримуємо систему рівнянь:
$$\begin{cases} 28y + 44x = 1 \\ 0{,}175 = \dfrac{x}{x + y} \end{cases}$$

Можливе також розв'язування в загальному виді:

$$M(c) = \frac{m(c)}{\nu(c)} = \frac{m(CO) + m(CO_2)}{\nu(c)} = \frac{\nu(CO)\cdot M(CO) + \nu(CO_2)\cdot M(CO_2)}{\nu(c)} =$$

$$= \frac{\varphi(CO)\cdot\nu(c)\cdot M(CO) + \varphi(CO_2)\cdot\nu(c)\cdot M(CO_2)}{\nu(c)} = \varphi(CO)\cdot M(CO) + \varphi(CO_2)\cdot M(CO_2)$$

Таким чином, пропонуємо учням різні шляхи міркувань, що в подальшому узагальненні випливає в один із способів обчислення молярної маси суміші згідно (6).

Аналогічний хід розв'язку можемо використати при внесенні в зміст завдання інформації про масові частки компонентів (приклад 6).

Приклад 6. Визначте молярну масу суміші CO і CO_2, якщо масова частка CO_2 в цій суміші рівна 0,250.

На етапі переформулювання можемо прийняти масу вихідної суміші рівну, наприклад, 1 грам (спосіб 1), або кількість речовини суміші рівну 1 моль (спосіб 2), або – проводимо розв'язування в загальному виді, приймаючи масу суміші рівну m(с) г (спосіб 3). В останньому випадку також є можливість використання допоміжних схем:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	M, г/моль	ν, моль
m(c); $w(CO_2)$; M(c) - ?	CO	*m(c)· w(CO)*	*28*	*m(c)· w(CO)/28*
	CO_2	*m(c)· w(CO_2)*	*44*	*m(c)· w(CO_2)/44*
	Сума:	m(c)		*ν(c)*

Остаточна розрахункова формула:

$$M(c) = \frac{m(c)}{\nu(c)} = \frac{m(CO) + m(CO_2)}{\nu(CO) + \nu(CO_2)} = \frac{m(c)\cdot w(CO) + m(c)\cdot w(CO_2)}{m(c)\cdot w(CO)/M(CO) + m(c)\cdot w(CO_2)/M(CO_2)} =$$

$$= \frac{w(CO) + w(CO_2)}{w(CO)/M(CO) + w(CO_2)/M(CO_2)} = \frac{1}{[1 - w(CO)]/M(CO) + w(CO_2)/M(CO_2)}$$

З кінцевого виразу стає зрозуміло, що можемо приймати любі конкретні дані, так як це не впливає на остаточну відповідь. Проте необхідно зазначити, що переходити до способу 3 бажано після засвоєння перших двох, поскільки, як правило, вони формують схему логічних конкретних кроків, які узагальнює третій спосіб.

На основі відомостей про молярну масу суміші M(c) можна визначати як кількісний, так і якісний склад суміші.

Приклад 7. Молярна маса газової суміші CO і CO_2 рівна 30,8 г/моль. Визначте склад суміші в об'ємних та масових частках.

Схема результатів наступного аналізу та розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		ν, моль	M, г/моль	m, г
M(c)=30,8 г/моль; *ν(c) = 1 моль;* *m(c) = 30,8 г*	CO	*x*	*28*	*28x*
	CO_2	*1-x*	*44*	*44(1-x)*
	Сума:	*1*		*28x+44(1-x)=30,8*

Завершальне рівняння: $28x + 44(1 - x) = 30{,}8$. В результаті розв'язування: $x = \chi(CO) = \varphi(CO) = 0{,}825$. Знаходження масової частки є елементарною підзадачею, яка вже аналізувалась вище.

Аналіз розв'язування прикладів 3 і 4 та формул (6), (7), (8) свідчить, що можлива конструкція завдання на встановлення хімічної формули речовини (ХФР), яка входить до складу суміші, а точніше встановлення її молярної маси на основі відомостей про склад суміші та речовини за такими відомими параметрами чи їх комбінаціями:

масова і об'ємна частки речовини, молярна маса одної з речовин в суміші, молярна маса суміші, сума або різниця молярних мас речовин тощо.

Приклад 8. Об'ємна частка CO в його суміші з невідомим газом **X** рівна 0,825. Визначте **X**, якщо молярна маса даної суміші 30,8 г/моль.

Такі завдання достатньо типові і розв'язування проводимо за допомогою різних переформулювань або за формулою (6).

Проаналізуємо наступне завдання (пр. 9), конструкція якого практично не використовується в збірниках шкільного курсу хімії.

Приклад 9. Об'ємна та масова частки карбон(IV) оксиду в суміші з невідомим газом відповідно рівні 0,175 та 0,250. Визначте невідомий газ.

Перший спосіб розв'язування: скористаємось отриманими формулами (7), або (8) і отримаємо M(X)= 28 г/моль. Можливі відповіді: CO; C_2H_4; C_2D_2; N_2; B_2H_6. При бажанні мати кілька варіантів відповіді зміст можна залишити без змін, в іншому випадку, - необхідна додаткова інформація про окремі речовини суміші (наприклад, обидві речовини суміші оксигеновмісні, або містять однаковий якісний склад тощо).

Другий спосіб розв'язування: переформулюємо умову задачі і приймемо, наприклад, вихідну суміш об'ємом 1000 л за н.у. Схема аналізу та розв'язку аналогічна прикладу 1:

Кінцева система		Вихідна система		
		V, л	ν, моль	m, г
V(c) = *1000 л*; w(CO_2) = 0,250; φ(CO_2) = 0,175	X	*825*	*825/22,4*	*x · 825/22,4*
	CO_2	*175*	*175/22,4*	*44 · 175/22,4*
	Сума:	*1000*	*44,64*	*36,83x + 343,75*

Отримуємо рівняння: $0{,}250 = \dfrac{343{,}75}{36{,}83x + 343{,}75}$. Звідки x=28.

Третій спосіб розв'язування: більш раціонально при переформулюванні умови прийняти кількість речовини суміші рівну 1 моль, або масу суміші рівну 1 г. В першому випадку отримаємо рівняння:

$$0{,}250 = \frac{44 \cdot 0{,}175}{44 \cdot 0{,}175 + 0{,}825x}$$, а в другому $$0{,}175 = \frac{0{,}25/44}{0{,}25/44 + 0{,}75/x}$$

В процесі подальшого аналізу приходимо до висновку, що можлива конструкція завдання і на встановлення ХФР обох компонентів:

Приклад 10. Визначте невідомі гази **A** і **B** за такими відомостями:

- сума їх молярних мас рівна 72 г/моль;
- в суміші **A** і **B** об'ємна та масова частка речовини **A** відповідно рівні $\varphi(A) = 0{,}175;\ w(A) = 0{,}250$.

Перший спосіб розв'язування: приймаємо кількість речовини суміші рівну 1 моль. Схема аналізу та розв'язування:

Кінцева система		Вихідна система		
		ν, моль	M, г/моль	m, г
ν(с) = 1 моль; w(A) = 0,250; φ(A) = 0,175	B	*0,825*	*y*	*0,825y*
	A	*0,175*	*x*	*0,175x*
	Сума:	*1*		*0,175x + 0,825y*

Отримаємо остаточну систему рівнянь: $\begin{cases} 0{,}250 = \dfrac{0{,}175x}{0{,}175x + 0{,}825y} \\ x + y = 72 \end{cases}$

Другий спосіб розв'язування: приймаємо масу суміші рівною 1 г. Схема аналізу та розв'язування:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	M, г/моль	ν, моль
m(с) = 1 г; w(A) = 0,250; φ(A) = 0,175	B	*0,750*	*y*	*0,750/y*
	A	*0,250*	*x*	*0,250/x*
	Сума:	*1*		*0,750/y + 0,250/x*

Отримаємо систему рівнянь: $\begin{cases} 0{,}175 = \dfrac{0{,}750/y}{0{,}750/y + 0{,}250/x} \\ x + y = 72 \end{cases}$; $x = 44;\ y = 28.$

Якщо ми використаємо поняття "масова частка елемента в речовині", "масова частка елемента в суміші", то зможемо, таким чином, з інших вихідних даних встановити кількісний склад та молярну масу суміші. Але для початку складаємо задачу, якщо вихідна суміш містить такі кількості речовини:
$\nu(CO) = \nu(C) = 0{,}825$ моль; $\nu(CO_2) = \nu(C) = 0{,}175$ моль;
$\nu_c(C) = 0{,}825 + 0{,}175 = 1{,}000$ моль; $m_c(C) = 1 \cdot 12 = 12$ г. Масова частка Карбону в суміші рівна 12/30,8=0,39. Сформулюємо з цих даних можливе завдання:

Приклад 11. Масова частка Карбону в суміші CO і CO_2 рівна 39,0 %. Визначте молярну масу суміші та її склад в об'ємних і масових частках.

Переформулюємо відому інформацію задачі для себе в такій редакції: суміш CO і CO_2 масою 100 г містить 39 г Карбону. На основі аналізу та використання зазначених опорних та інших відомостей складаємо наступну схему:

Кінцева система		Вихідна система			
		m, г	M, г/моль	w_p(C)	m(C), г
m(c) = 100 г; w_c(C) = 0,39; w(CO) - ? φ(CO) – ? M(c) - ?	CO	*y*	*28*	*12/28=0,43*	*0,43y*
	CO_2	*x*	*44*	*12/44=0,27*	*0,27x*
	Сума: *x+y=100*				*0,43y + 0,27x =39*

Отримаємо систему рівнянь: $\begin{cases} 0{,}43y + 0{,}27x = 39 \\ x + y = 100 \end{cases}$

Можливі завдання, які не потребують проведення розрахунків (хоча при необхідності їх можна проводити), а тільки логічного мислення.

- Визначте, яка речовина CO чи CO_2 в їх суміші має більшу масову частку, якщо об’ємні частки компонентів однакові.
- Визначте, яка речовина CO чи CO_2 в їх суміші має більшу об’ємну частку, якщо масові частки компонентів однакові.
- Визначте, які можливі значення може набувати молярна маса суміші CO і CO_2.
- Чи залежить молярна маса суміші азоту і карбон(II) оксиду від зміни її складу?

Нами проаналізовані варіанти конструкцій деяких завдань на прикладі однієї конкретної газової суміші. Як зазначено вище, можливі аналогічні завдання, коли компонентами суміші є ізотопи, або речовини, що їх містять; суміші речовин та домішок і т.п. Проте навіть наша вихідна задача може мати ще значну кількість похідних від неї. Аналіз складених завдань – їх конструкцій, змісту, шляхів переформулювання умови, напрямку розв’язку і т.п. тільки сприятиме свідомому використанню поняття “суміші” для проведення різноманітних розрахунків.

5.5 Методика розв’язування та складання задач з теми “Розчини”

З розрахункових задач шкільного курсу хімії тема “Розчини” входить до переліку найбільш важливих як з точки зору їх практичного значення, так і популярних за чисельними публікаціями в навчально-методичній літературі. Особливість таких задач відносно інших – більша насиченість математикою. Традиційні підходи базуються в пошуку шляхів, способів, прийомів розв’язання таких розрахункових задач, як правило, виходять на насичення за рівнем сформованих вмінь та навичок в учнів. Тому спробуємо зробити наступний крок в методиці навчання при розв’язуванні задач, зробити його разом з учнем по складанню завдань на прикладі цієї теми, що сприяє кращому розумінню нових понять та взаємозв’язків між ними.

Основні опорні поняття та рівняння при складанні та розв’язуванні завдань на дану тематику (на прикладі водного розчину речовини **А**):

- масова частка – відношення маси речовини до маси розчину:

$$w(A) = m(A)/m(\text{розчину}) = m(A)/\big(m(A) + m(H_2O)\big)$$

- молярна концентрація – відношення кількості речовини до об'єму розчину:

$$C(A) = \nu(A)/V(\text{розчину})$$

- розчинність або коефіцієнт розчинності (k_s) – маса речовини, що насичує за даних умов розчинник масою 100 г. Для газів розчинність здебільшого представляють по відношенню до розчинника об'ємом 1 л.
- масова концентрація – відношення маси речовини до об'єму розчину:

$$\rho(A) = m(A)/V(\text{розчину})$$

- молярна концентрація еквівалента – відношення кількості речовини еквівалента до об'єму розчину:

$$C(f_{екв}A) = \nu(f_{екв}A)/V(\text{розчину})$$

- об'ємна частка речовини – відношення об'єму речовини до об'єму розчину:

$$\varphi(A) = V(A)/V(\text{розчину})$$

- молярна частка речовини – відношення кількості речовини до суми кількостей речовин усіх компонентів розчину (в нашому випадку **A** і вода):

$$\chi(A) = \nu(A)/\nu(\text{розчину}) = \nu(A)/\big(\nu(A) + \nu(H_2O)\big)$$

Основні розрахункові формули в рамках чинної програми[14] – перші дві, на яких зосередимо нашу увагу, і поскільки поняття «насичений розчин» також існує в програмі, розглянемо деякі приклади з використанням коефіцієнта розчинності. Основну частину задач будемо аналізувати на прикладі традиційних задач на так зване "змішування".

Задачі з використанням поняття
«масова частка розчиненої речовини»

Приклад 1 (Вихідна задача). Визначте масову частку речовини **A** у розчині, одержаному в результаті її розчинення у воді, якщо їх маси рівні 40 і 160 г відповідно.

Для полегшення сприйняття задачі та її аналізу можна запропонувати наступну схему, в якій *результати переформулювання та розв'язування виділені курсивом*. У характеристиці вихідної та кінцевої систем записуємо дані умови та встановлюємо фізичні величини, що їх характеризують. Таким чином, аналіз задачі, її переформулювання поступово переходять в безпосереднє розв'язування:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A) - ?	Речовина A	40	*1*	*40*
	H_2O	160	*0*	*0*
	Сума:	*200*		*40*

Відповідь: $w(A) = 0,2$.

Наступний крок, – ***не захоплюємось новими задачами***, а продовжуємо вивчати з різних сторін нашу вихідну, що призводить до появи обернених задач (один з відомих параметрів стає невідомим). Цей пошук, як усі наступні етапи проводимо спільно з учнями і складаємо відповідні схеми. Позитивний ефект розуміння змісту та структури задачі дає формулювання умови задачі іншим учнем за складеною схемою. Дві такі обернені задачі і форми відповідних схем:

Приклад 2. Схема умови та наступного розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A)=0,2	Речовина А	*x*	*1*	*x*
	H_2O	160	*0*	*0*
	Сума:	*160 + x*		*x*

Відповідь: $m(A) = 40$ г.

Приклад 3. Схема умови та наступного розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A)=0,2	Речовина А	40	*1*	*40*
	H_2O	*x*	*0*	*0*
	Сума:	*40 + x*		*40*

Відповідь: $m(H_2O) = 160$ г.

Наступний крок - аналогічні задачі (в даному посібнику ми опускаємо, але не при роботі з учнями) та поступове ускладнення змісту задачі: змішування розчинника і розчину **А** (приклад 4), розчину **А** з речовиною **А** (приклад 5), двох розчинів **А** (приклад 6). Зміст прикладів 4-6 та обернених завдань можна запропонувати сформулювати учням. Умова та етапи розв'язування прикладів 4-6 представлені наступними схемами:

Приклад 4. Схема умови та наступного розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A) - ?	Розчин А	200	0,2	*0,2·200*
	H_2O	800	*0*	*0*
	Сума:	*1000*		*40*

Відповідь: $w(A) = 0,04$.

Приклад 5. Схема умови та наступного розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A) - ?	Речовина A	50	*1*	*50*
	Розчин A	200	0,2	*0,2·200*
	Сума:	*250*		*50 + 40*

Відповідь: $w(A) = 0,36$.

Приклад 6. Схема умови та наступного розв'язку:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A) - ?	$Розчин_1$ A	200	0,2	*0,2·200*
	$Розчин_2$ A	800	0,05	*0,05·800*
	Сума:	*1000*		*40 + 40*

Відповідь: $w(A) = 0,08$.

В рамках такого моделювання перейдемо в загальну форму завдання, тобто коли відсутні конкретні фізичні величини:

Приклад 7. В яких масових співвідношеннях необхідно змішати два розчини речовини A з масами розчинів та масовими частками A відповідно рівними m_1, w_1, m_2, w_2, щоб у кінцевому розчині масова частка речовини A стала рівна w.

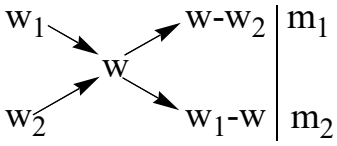
Схема умови та наступного розв'язку при $w_1 > w_2$:

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A) - ?	$Розчин_1$ A	m_1	w_1	$m_1 \cdot w_1$
	$Розчин_2$ A	m_2	w_2	$m_2 \cdot w_2$
	Сума:	$m_1 + m_2$		$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2$

Складаємо рівняння: $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2)w$ і розв'язуємо його:

$$m_1 \cdot w_1 - m_1 \cdot w = m_2 w - m_2 w_2;$$
$$m_1(w_1 - w) = m_2(w - w_2);$$
$$\frac{w_1 - w}{w - w_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Останнє рівняння і є основою славнозвісного “правила хреста” чи “правила розведення”, яке, на жаль, деколи без належного пояснення догматично вводиться на уроках чи факультативних заняттях:



Звертаємо увагу, що ***окремі задачі стають підзадачею в рамках більш складних.*** Чи можлива інша конструкція? Так, аналіз структури вихідної задачі (приклад 1) дає можливість запропонувати найпростіший варіант однієї з них, коли невідомо, що добавляли до води – речовину **А** чи її розчин.

Приклад 8. До води масою 160 г добавили речовину **А** або її розчин невідомої концентрації. Визначте відповідні маси в кожному випадку, якщо масова частка **А** в утвореному розчині рівна 20 %.

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w(A)	m(A), г
w(A)=0,2	Речовина А, або розчин А	*x*	*y*	*xy*
	H_2O	160	*0*	*0*
	Сума: *160 + x*			*xy*

Остаточна система рівнянь:

$\begin{cases} 0,2 = \dfrac{xy}{160 + x} \\ 0 < y \le 1 \end{cases}$. В результаті розв’язування отримуємо $40 \le x < 160$.

Завдання з використанням поняття
«молярна концентрація розчиненої речовини»

Приклад 9. Змішали розчин речовини А об’ємом 0,4 л [C(A)=0,6 моль/л] та воду об’ємом 0,8 л. Визначте молярну концентрацію речовини А в одержаному розчині.

Кінцева система		Вихідна система		
		V, л	C(A), моль/л	ν(A), моль
C(A) - ?	Розчин А	0,40	0,6	*0,6·0,40*
	H_2O	0,80	*0*	*0*
	Сума:	*1,20*		*0,24*

Відповідь: $C(A) = 0,2$ моль/л. Необхідно зауважити, що при розв'язуванні таких задач в більшості випадків приймаємо густини вихідних та кінцевого розчину однаковими, тобто, в ході змішування кінцевий об'єм розчину завжди рівний сумі вихідних об'ємів.

Аналогічно прикладам 2-8 можемо проводити моделювання задач з використанням поняття «молярна концентрація розчиненої речовини».

Задачі з використанням поняття «коефіцієнта розчинності» і «масова частка розчиненої речовини»

Приклад 10. Визначте масову частку $CuSO_4$ у насиченому розчині при 30 ^{0}C, якщо коефіцієнт розчинності (k_s) купрум(II) сульфату у воді при 30 ^{0}C рівний 25 г/100 мл.

Є різні підходи до розв'язування задач з використанням поняття «коефіцієнт розчинності». Якщо ж використаємо знайоме вже нам поняття «масова частка», хід розв'язку може мати наступний вид:

1. Маса розчину: $m(р-ну\ CuSO_4) = m(CuSO_4) + m(H_2O) = 25 + 100 = 125$ (г).
2. Масова частка купрум(II) сульфату:

$w(CuSO_4) = m(CuSO_4)/m(р-ну\ CuSO_4) = 25/125 = 0,2$.

Для оберненої задачі напрошується знаходження коефіцієнта розчинності за відомою масовою часткою, проте давайте складемо трохи іншу (приклад 11).

Приклад 11. На рис.1 представлений графік залежності коефіцієнту розчинності $CuSO_4$ у воді від температури. Визначте при якій температурі проводили розчинення, якщо масова частка насиченого розчину купрум(II) сульфату рівна 20 %.

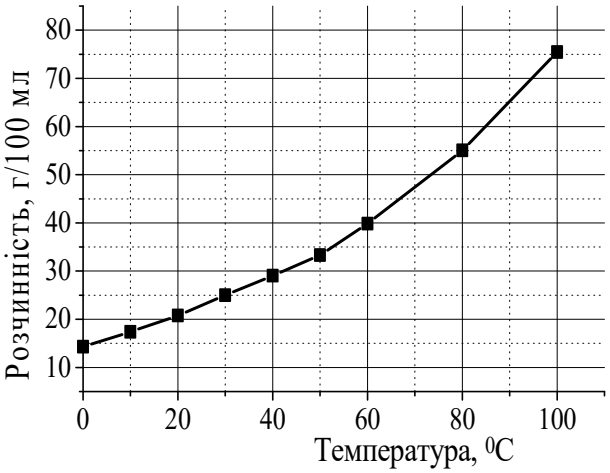


Рис. 1. Залежність розчинності $CuSO_4$ у воді від температури.

В даному випадку необхідно не тільки здійснити перехід w→ k_s, але й провести роботу з графіком для встановлення переходу k_s→температура.

Приклад 12. Коефіцієнт розчинності купрум(II) сульфату у воді при 30^0C рівний 25 г/100 мл. Визначте масу води, яку необхідно додати до купрум(II) сульфату масою 40 г, щоб отримати при вказаній температурі насичений розчин. (Відповідь: 160 г).

Якщо перейти від коефіцієнта розчинності до масової частки, то ми виділимо окрему підзадачу (приклад 10) і наступний розв'язок вже елементарний. Таким чином, проводимо часткове переформулювання умови – зміна однієї інформації на іншу і попадаємо в знайомі стереотипи завдань (приклади 1-8). Аналогічно виникають обернені завдання (приклади 13,14).

Приклад 13. Коефіцієнт розчинності купрум(II) сульфату у воді при 30^0C рівний 25 г/100 мл. Визначте масу солі, яку необхідно додати до води масою 160 г, щоб отримати при вказаній температурі насичений розчин $CuSO_4$. (Відповідь: 40 г).

Приклад 14. При 30 ^{0}C насичений розчин купрум(II) сульфату отририси шляхом розчинення безводної солі масою 40 г у воді масою 160 г. Визначте коефіцієнт розчинності та масову частку $CuSO_4$. (Відповідь: k_s=25 г/100 мл; w=0,2).

Незначні ускладнення в учнів виникають при розв'язуванні задач на розчинення у воді кристалогідратів. Проведемо модифікацію прикладу 1, - речовиною **А** буде кристалогідрат:

Приклад 15. У воді масою 160 г розчинили мідний купорос масою 40 г. Визначте масову частку купрум(II) сульфату в одержаному розчині.

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w($CuSO_4$)	m($CuSO_4$), г
w($CuSO_4$) - ?	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	40	*160/250=0,64*	*0,64·40=25,6*
	H_2O	160	*0*	*0*
	Сума:	*200*		*25,6*

Відповідь: w($CuSO_4$)=0,128.

Аналогічна модифікація прикладу 5:

Приклад 16. У розчині купрум(II) сульфату масою 200 г [w($CuSO_4$)=0,2] розчинили мідний купорос масою 50 г. Визначте масову частку купрум(II) сульфату в одержаному розчині.

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w($CuSO_4$)	m($CuSO_4$), г
w($CuSO_4$) - ?	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	50	*160/250=0,64*	*0,64·50=32*
	Розчин $CuSO_4$	200	0,2	*0,2·200=40*
	Сума:	*250*		*32+40=72*

Відповідь: w($CuSO_4$)=0,288.

Один з варіантів обернених задач до прикладу 15 – встановлення складу невідомої розчиненої речовини.

Приклад 17. При розчиненні у воді масою 160 г кристалогідрату $MeSO_4 \cdot 5H_2O$ масою 40 г отририси розчин з масовою часткою $MeSO_4$ рівною 12,8 %. Визначте невідому сіль.

Кінцева система		Вихідна система		
		m, г	w($MeSO_4$)	m($MeSO_4$), г
w($MeSO_4$)=0,128	$MeSO_4 \cdot 5H_2O$	40	*(x+96)/(x+186)*	*40·(x+96)/(x+186)*
	H_2O	160	*0*	*0*
	Сума:	*200*		*40·(x+96)/(x+186)*

Остаточне рівняння:

$$w(MeSO_4) = \frac{m(MeSO_4)}{m(р-ну\ MeSO_4)} = \frac{40 \cdot (x+96)/(x+186)}{200} = 0{,}128.$$

Відповідь: $x = 64 \Rightarrow Me \equiv Cu$, сіль – мідний купорос.

Певні ускладнення викликають в учнів задачі пов'язані з пошуком речовини, яка викристалізовується при охолодженні розчинів. Проте в рамках зазначеного підходу, це тільки додатковий варіант можливих комбінацій фізичних величин, між якими необхідно виявити взаємозв'язки.

Приклад 18. Визначте масу кристалогідрату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, яка випаде в осад при охолодженні насиченого при 80 ^{0}C розчину $CuSO_4$ масою 310 г до 30^{0}C. Коефіцієнти розчинності $CuSO_4$ у воді при 80 ^{0}C і 30 ^{0}C відповідно рівні 55 г/100 мл і 25 г/100 мл.

Можливий хід розв'язку:

1. Масова частка купрум(II) сульфату у кінцевому розчині (див. приклад 10).

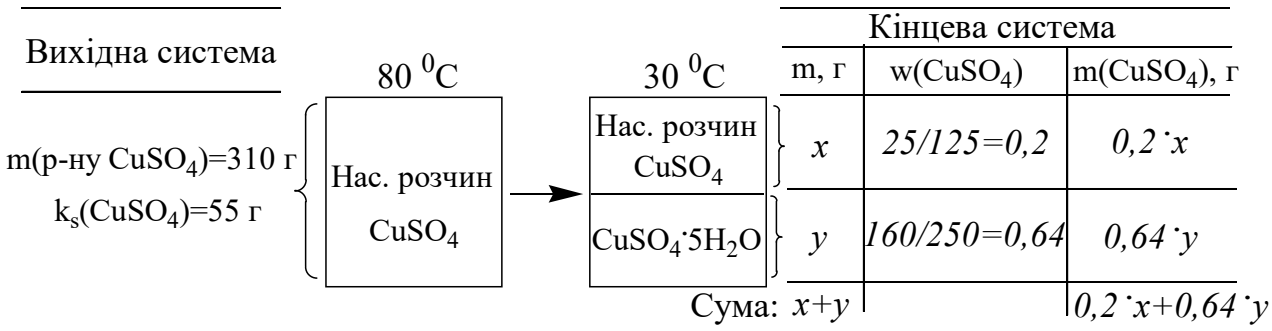
2. Маса купрум(II) сульфату у вихідному розчині:

$$m(CuSO_4) = w(CuSO_4) \cdot m(р-ну\ CuSO_4) = \frac{55}{155} \cdot 310 = 110\ (г);$$

або: при 80 ^{0}C в насиченому розчині $CuSO_4$ масою 155 г міститься 55 г $CuSO_4$,

310 г — ***x*** г.

Все інше представлено на схемі:



Остаточна система рівнянь: $\begin{cases} x + y = 310 \\ 0,2x + 0,64y = 110 \end{cases}$

Безумовно, що спектр можливих завдань не вичерпується представленими, наприклад, корисно встановити взаємозв'язок між масовою часткою та молярною концентрацією речовини та ін., що і зроблено в наступній частині посібника.

6. ЛІТЕРАТУРА

1. Астахов О.І., Чайченко Н.Н. Дидактичні основи навчання хімії.- К.:Рад. шк., 1984.- 128 с.
2. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
3. Базелюк І.В., Величко Л.П. Дидактичні матеріали з хімії: 8 клас: Посібник для вчителя. – К.: Педагогічна преса, 1998. – 86 с.
4. Базелюк І., Солодка Г. Орієнтовне поурочне планування курсу хімії. 8-9 класи// Газета “Хімія.Біологія, 1999.-№29-30 (41-42)-24с
5. Беликов А.А. Эксперимент на уроках химии.- К.: Рад.шк., 1988.- 150 с.
6. Буринська Н. М. Методика викладання хімії. Теоретичні основи. – К.: Вища шк., 1987. – 225 с.
7. Буринська Н.М. Політехнічна освіта і профорієнтація учнів у процесів навчання хімії. – К.: Рад.шк., 1986. – 160 с.
8. Буринська Н.М.Тестові завдання та вправи з неорганічної хімії. – К.: Око, 1996. – 204 с.
9. Василега М.Д. Цікава хімія.-К.: Рад.шк.,1989.-188 с.
10. Величко Л.П. Роздавальний матеріал з органічної хімії.- К.: Рад. шк., 1988.-80 с.
11. Величко Л.П., Ярошенко О.Г., Бондарчук О.Г. Дидактичний матеріал із загальної хімії. - Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 80 с.
12. Верховский В.Н., Смирнов А.Д. Техника химического эксперимента. – М.: Просвещение. – Т.1, 1973. – 368 с., Т. 2, 1975. – 383 с.
13. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 374 с.
14. Гузик Н.П. Учить учиться.-М.: Просвещение, 1981.- 88с.
15. Гузик Н.П. Дидактический материал по химии для 9-го класса (по лекционно-семинарской системе).-К.: Рад.шк.:, 1982.-132 с.
16. Гузик Н.П. Дидактический материал по химии для 10-го класса (по лекционно-семинарской системе).-К.: Рад.шк.:, 1984.-112 с.
17. Дидактика современной школы: Пособие для учителей/Б.С.Кобзарь, Г.Ф.Кумарина, Ю.А.Кусый и др. Под ред. В.А.Онищука. – К.: Рад. Шк., 1987. – 351 с.
18. Дробоцький А.С., Шмуклер Ю.Г. Прилади для демонстрування дослідів з хімії, -К.: Рад. шк., 1988. – 70 с.
19. Задачі-рисунки з неорганічної хімії: Посібник для вчителя/А.С. Дробоцький, Г.І.Грученко, Г.О.Кайгородова, Л.М.Романишина. – К.: Рад.шк., 1990. – 79 с.
20. Зайцев О.С. Методика обучения химии: Теоретический и прикладной аспекты: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: ВЛАДОС, 1999. – 384 с.
21. Збірник конкурсних програм з хімії для середніх загально-освітніх шкіл. Хімія. 8-11 класи. – К. – ІСДО, 1995. – 256 с.
22. Киричева О. Технологія сучасного уроку// Газета “Хімія. Біологія”, 1999.- №39 (52).- С.3.

23. Кирюшкин Д.М., Полосин В.С. Методика обучения химии. Учебное пособие для педагогических институтов. – М.: Просвещение, 1970 .- 495 с.
24. Методика преподавания химии / Под ред. Н.Е.Кузнецовой. М.,1984. - 415с.
25. Мальченко Г., Василенко С. Орієнтовне поурочне планування курсу хімії. 10-11 класи// Газета "Хімія.Біологія, 1999.-№29(46), №41(54). 2000 - №3(63).
26. Методика викладання шкільного курсу хімії: Посібник для вчителя/Н.М.Буринська, Л.П.Величко, Л.А.Липова та ін.; За ред. Н.М.Буринської. – К.: Освіта, 1991. – 350 с.
27. Общая методика обучения химии/ Под ред.чл.кор.Л.А.Цветкова.-М.: просвещение, 1981.- с.
28. Онищук В.А. Урок в современной школе.– М.: Просвещение, 1981. – 191 с.
29. Попель П.П. Складання рівнянь хімічних реакцій: Навч.посібник.-К.:Рута, 2000.-128 с.
30. Правила безпеки під час проведення навчально-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх навчальних закладів. – Київ, 1999. – 40 с. – Опубл.; газета "Хімія. Біологія", 1999. – № 25-26.
31. Практичні роботи з хімії / І.І.Базелюк, Н.М.Буринська, Л.П.Величко, Л.А.Липова; за ред.проф. Н.М.Буринської. – К.: Освіта, 1994. – 224 с.
32. Програма для середньої загальноосвітньої школи. Хімія. 8-11 класи. – К.: Перун, 1997. – 30 с.
33. Сиса Л. В.,Сомов В. М. Неорганічна хімія в розрахункових задачах для комп"ютерного контролю знань.-Львів:Оріяна-Нова,2003.-288 с.
34. Скопенко В.В., Григор'єва В.В.Найважливіші класи неорганічних сполук.-К.:Либідь,1996.-152 с.
35. Сохор А.М. Объяснение в процессе обучения: Элементы дидактической концепции. – М.: Педагогика, 1988. – 128 с.
36. Староста К.Є., Староста В.І., Титаренко Н.В. Неорганічна хімія: тестові завдання. 8-9 класи. – К.: Либідь, 1996. – 144 с.
37. Староста В.І., Староста К.Є., Титаренко Н.В. Тестові завдання і вправи з хімії: Навч.посібник для учн. 10-11 кл. серед.загальноосв.шк. та вчителів. – К.: Равлик, 1997. – 80 с.
38. Староста В.І. Робочий зошит з хімії: 8 кл. – К.: Равлик, 1997. – 80 с.
39. Староста В.І., Староста К.Є. Зошит з хімії, 10 кл.: До підручника Н.М.Буринської, Л.П.Величко "Хімія. 10 кл.". – Київ; Ірпінь: ВТФ "Перун", 1998. – 104 с.
40. Староста В.І., Староста К.Є. Хімічний експеримент – мінімальний час, максимальна безпека//Біологія і хімія в школі, 1998. – № 2. – С. 19-24.
41. Староста В.І. Методика розв'язування та складання деяких завдань з хімії. Навчально-методичний посібник. – Ужгород: УжНУ, 2003. - 127 с.
42. Стельмахович М.Г. Народна педагогіка.–К.:Радянська школа, 1985.– 312 с.
43. Сухомлинський В.О. Сто порад учителеві.- К.: Рад.шк.,1988.- 304 с.
44. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний.- М,: МГУ, 1975. –

343с.
45. Термінологічний посібник з хімії. Для викладачів і вчителів хімії та учнів середніх навчальних закладів /М.Ю.Корнілов, О.І.Білодід, О.А.Голуб.- К.: ІЗМН, 1996.- 256 с.
46. Фоулз Г. Лекционные опыты по химии. Пер. с англ. – М.: Учпедгиз, 1962. – 588 с.
47. Хімічні олімпіади на Закарпатті. Навчально-методичний посібник / Авт.-упоряд. В.І. Староста, В.Г. Лендєл. - Ужгород: УжНУ, 2002.- 190 с.
48. Химинець О.В., Химинець В.В. Проблеми екологічного виховання в школі. Методпосібник для вчителів. – Ужгород, 1995. – 94 с.
49. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія.- К.: Здоров'я, 1995.- 232 с.
50. Хімія: Завдання і тести /Амірханов В.М., Білодід О.І., Верховод М.М. та ін.; під ред. Корнілова М.Ю./ – К.: Школяр, 2000.-512 с.
51. Хімія: Посібник для вступників до вузів/ В.В.Сухан, Т.В.Табенська, А.Й.Капустян, В.Ф. Горлач.- К.:Либідь, 1993.- 408 с.
52. Хомченко Г.П., Севастьянова К.И.Практические работы по неорганической химии с применением полумикрометода. Пособие для учащихся.-М.: Просвещение, 1976.- 224 с.
53. Чернобельская Г.М. Основы методики обучения химии. - М.: Просвещение, 1987. - 256 с.
54. Чертков И.Н., Жуков П.Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов: Кн. Для учителя.-М.:Просвещение, 1989.- 191 с.
55. Шаповаленко С.Г. Методика обучения химии в восьмилетней и средней школе (общие основы). – М.: Учпедгиз, 1963. – 668 с.
56. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії.-К.: Рад. шк., 1989.-87 с.
57. Шкільні підручники з хімії різних авторів, видані з грифом Міносвіти та науки України.
58. Шмуклер Ю.Г. Кількісні аспекти хімії в середній школі. – Львів, 2002. – 168 с.
59. Штофф В.А. Роль моделей в познании. – Л.: ЛГУ, 1963. – 128 с.
60. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 144 с.
61. Ярошенко О.Г. Групова діяльність школярів: теорія і методика (на матеріалі вивчення хімії).- К.: Партнер, 1997.- 208 с.

1. Підручник «Хімія. 7 клас» /авт. Попель П.П., Крикля Л.С./ К: Академія, 2007.
2. Підручник «Хімія. 7 клас» /авт. Ярошенко О.Г./ К: Станіца, 2008.
3. Підручник «Хімія. 7 клас» /авт. Буринська Н.М./ К: Перун, 2007.
4. Підручник «Хімія. 7 клас» /авт. Лашевська Г.А./ К: Генеза, 2007.
5. Підручник «Хімія. 8 клас» /авт. Попель П.П., Крикля Л.С./ К: Академія, 2008.
6. Підручник «Хімія. 8 клас» /авт. Ярошенко О.Г./ К: Освіта, 2008.
7. Підручник «Хімія. 8 клас» /авт. Буринська Н.М./ К: Перун, 2008.
8. Підручник «Хімія. 9 клас» /авт. Буринська Н.М., Величко Л.П./ К: Перун, 2009.
9. Підручник «Хімія. 9 клас» /авт. Лашевська Г.А./ К: Генеза, 2009.
10. Підручник «Хімія. 9 клас» /авт. Попель П.П., Крикля Л.С./ К: Академія, 2009.
11. Підручник «Хімія. 9 клас» /авт. Ярошенко О.Г./ К: Освіта, 2009.
12. Підручник «Хімія. 10 клас (рівень стандарту, академічний рівень)» /авт. Ярошенко О.Г./ К: Грамота, 2010.
13. Підручник «Хімія. 10 клас (рівень стандарту, академічний рівень)» /авт. Попель П.П., Крикля Л.С./ К: Академія, 2010.
14. Підручник «Хімія. 10 клас (профільний рівень)» /авт. Буринська Н.М. та ін./ К: Педагогічна думка, 2010
15. Підручник «Хімія. 11 клас (рівень стандарту)» /авт. Лашевська Г.А., Лашевська А.А./ К: Генеза, 2011.
16. Підручник «Хімія. 11 клас (рівень стандарту)» /авт. Ярошенко О.Г./ К: Грамота, 2011.
17. Підручник «Хімія. 11 клас (академічний рівень)» /авт. Попель П.П., Крикля Л.С./ К: Академія, 2011.
18. Підручник «Хімія. 11 клас (академічний рівень)» /авт. Величко Л.П./ К: Освіта, 2011.
19. Сучасна термінологія і номенклатура органічних сполук /авт. Толмачова В.С., Ковтун О.М., Корнілов М.Ю., Гордієнко О.В., Василенко С.В./ Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2008.
20. Номенклатура органічних сполук /авт. Толмачова В.С., Ковтун О.М., Дубовик О.А., Фіцайло С.С./ Тернопіль: Мандрівець, 2011.
21. Збірник завдань для державної підсумкової атестації з хімії. 9 клас /авт. Лашевська Г.А., Титаренко Н.В./ К: Центр навчально-методичної літератури, 2011.
22. Збірник завдань для державної підсумкової атестації з хімії. 11 клас /авт. Дубовик О.А./ К: Центр навчально-методичної літератури, 2011.
23. Хімія. Повний курс. Універсальний довідник для випускників та абітурієнтів /авт. Титаренко Н.В./ К: Літера ЛТД, 2011.

Додаток 1.

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ХІМІЇ

1. **Освітні завдання** включають в себе завдання загальної хімічної освіти та політехнічного освіти.

1.1. Завдання загальної хімічної освіти:

– засвоєння учнями найважливіших фактів про речовини та їх перетворення;

– засвоєння основних хімічних понять;

– розкриття суті законів хімії;

– засвоєння провідних хімічних теорій;

– навчання хімічній мові;

– формування в учнів загальних хімічних уявлень як однієї з основ діалектичного розуміння світу

– навчання методам хімічного експерименту і розвиток практичних умінь і навичок учнів.

1.2. Завдання політехнічної освіти:

– забезпечити ознайомлення учнів з науковими основами хімічного виробництва. Із застосуванням хімії у різних галузях народного господарства країни; з основними напрямками хімізації в промисловості та в сільському господарстві;

– показати зв'язок навчання з життям;

– здійснити підготовку учнів до праці і свідомого вибору професії.

2. **Завдання виховання** – формування наукового світогляду та розвиток інших форм виховання (естетичне, екологічне та ін.):

– матеріальність і єдність світу;

– взаємозв'язок і взаємоперетворюваність хімічних елементів та речовин у природі;

– закономірність перебігу хімічних процесів;

– залежність властивостей речовин від їх складу та будови;

– взаємозв'язок теорії і практики;

– формування правильних відносин в колективі (вчитель–учень, учень–учень, учень–клас та ін.), розвиток всіх форм виховання на уроці та позаурочних заходах.

3. **Завдання розвитку пізнавальних можливостей:**

– забезпечити розвиток розумових здібностей учнів і їх вміння користуватися логічними прийомами мислення, спостерігати і пояснювати явища, що відбуваються в природі, лабораторії, на виробництві і в повсякденному житті, логічно і доказово викладати матеріал, що вивчається, самостійно добувати і застосовувати знання;

– розвивати творчі здібності учнів;

– викликати в них зацікавленість до вивчення хімії.

У в а г а! реалізації п.3. сприяє проблемне навчання, репродуктивне – майже не розвиває учнів.

Додаток 2.

ОСНОВНІ ТИПИ УРОКІВ ТА ЇХ ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА

1. Урок засвоєння нових знань

1. Перевірка домашнього завдання, актуалізація і корекція опорних знань.
2. Повідомлення теми, мети, завдань уроку і мотивація навчальної діяльності.
3. Сприйняття і первинне усвідомлення нового матеріалу, осмислення зв'язків і відношень в об'єктах вивчення.
4. Узагальнення і систематизація знань, застосування їх в різних ситуаціях, наближених до життєвих.
5. Підведення підсумку уроку і домашнє завдання.

2. Урок засвоєння вмінь

1. Перевірка виконання ДЗ, актуалізація і корекція опорних знань і практичного досвіду учнів (підготовчі завдання).
2. Повідомлення теми, мети, завдань уроку і мотивація навчальної діяльності.
3. Вивчення нового матеріалу (вступні вправи).
4. Первинне застосування отриманих знань (пробні вправи).
5. Застосування учнями знань і дій в стандартних умовах з метою засвоєння вмінь (тренувальні вправи).
6. Творчий перенос знань і вмінь в нові або видозмінені умови з метою формування вмінь (творчі вправи).
7. Підсумки уроку і домашнє завдання.

3. Урок застосування знань і вмінь

1. Перевірка ДЗ, відтворення і корекція опорних знань і вмінь, які необхідні учням для самостійного виконання практичного заняття.
2. Мотивація навчальної діяльномсті (усвідомлення учнями практичного значення застосовуваних знань і вмінь), повідомлення теми, мети і завдань уроку.
3. Осмислення змісту і послідовності застосування практичних дій.
4. Самостійне виконання учнями завдань під контролем і за допомогою вчителя.
5. Узагальнення і систематизація учнями результатів роботи.
6. Звіт учнів про способи і результати виконаної роботи і теоретичне пояснення отриманих результатів.
7. Підсумки уроку і домашнє завдання.

4. Урок узагальнення і систематизації знань

1. Повідомлення теми, мети і завдань уроку, мотивація навчальної діяльності.
2. Відтворення і корекція опорних знань.
3. Повторення і аналіз основних фактів, подій, явищ.
4. Узагальнення і систематизація понять, засвоєння системи знань і їх застосування для пояснення нових фактів і для виконання практичних завдань.

5. Засвоєння ведучих ідей і основних теорій на основі широкої систематизації знань.

6. Підсумки уроку і домашнє завдання.

5. Урок перевірки і корекції знань і вмінь

1. Мотивація навчальної діяльності і повідомлення теми, мети і завдань уроку (показ необхідності широкого і вільного використання в життєвих ситуаціях отриманих в школі знань і умінь, повідомлення про характер завдань на уроці, про послідовність і способи їх виконання, оформлення результатів самостійної роботи).

2. Перевірка знань учнями фактичного матеріалу і їх вмінь розкривати зовнішні зв'язки в предметах і явищах (усна фронтальна бесіда, усне індивідуальне опитування).

3. Перевірка знань учнями основних понять і законів, вміння пояснювати їх, приводити приклади (письмова робота 8-10 хв., індивідуальне опитування).

4. Перевірка глибини осмислення учнями знань і ступеня їх узагальнення (письмове опитування, самостійне складання і заповнення узагальнюючих таблиць).

5. Застосування учнями знань в стандартних ситуаціях (письмове розв'язування задач – розрахункових, якісних і пізнавальних; виконання самостійних практичних робіт за готовими даними, сформульованими питаннями і відомими способами виконання дій).

6. Застосування знань в нестандартних умовах (виконання комплексних творчих письмових робіт, які вимагають переносу засвоєних знань і способів виконання дій в нові умови, виконання комплексних творчих практичних завдань).

7. Збір виконаних завдань, їх перевірка, аналіз і оцінка.

8. Підсумки уроку і повідомлення домашнього завдання.

6. Комбінований урок: урок перевірки раніше засвоєного матеріалу і засвоєння нових знань

1. перевірка виконання учнями ДЗ практичного характеру (перевірка наявності, правильності, повноти і акуратності виконання; перевірка змісту і результатів виконаних завдань методом читання числових результатів чи взаєморецензування завдань).

2. Перевірка раніше засвоєних знань методом: а) фронтальної бесіди; б) індивідуального усного опитування чи короткочасної письмової роботи з тестовими завданнями). Актуалізація опорних знань.

3. Мотивація навчальної діяльності, повідомлення теми, мети і завдань уроку.

4. Сприйняття і усвідомлення учнями нового навчального матеріалу.

5. Осмислення, узагальнення і систематизація знань.

6. Підсумки уроку і повідомлення домашнього завдання.

7. Комбінований урок: засвоєння умінь і творче застосування їх на практиці в змінених умовах

1. Актуалізація опорних знань, умінь (попередні завдання).

2. Мотивація навчальної діяльності, повідомлення теми, мети і завдань уроку.

3. Вивчення нового матеріалу (правила, закону), його сприйняття, усвідомлення і осмислення (вступні завдання).

4. Первинне застосування отриманих знань (пробні завдання).

5. Засвоєння умінь на готовому матеріалі в стандартних ситуаціях (тренувальні вправи за зразком, інструкції).

6. Засвоєння узагальнюючих умінь на основі застосування знань, умінь в нестандартних ситуаціях (творчі роботи).

7. Самостійна робота на застосування (творче) знань, умінь, перевірка результатів виконаних завдань.

8. Підведення підсумків уроку і повідомлення домашнього завдання. Дана структура може охоплювати не один, а 2–3 уроки.

Додаток 3. Схеми аналізу для розв'язування та складання деяких задач

Схема 1. Аналіз задачі з використанням відомої хімічної формули речовини

	4 моль молекул CO_2	x моль атомів Карбону	2x моль атомів Оксигену
Формула та символи	CO_2	$\Rightarrow$ 1 C	+ 2 O
число структурних одиниць (N)	1 молекула CO_2 $6\cdot10^{23}$ молекул CO_2	1 атом Карбону $6\cdot10^{23}$ атомів Карбону	2 атоми Оксигену $12\cdot10^{23}$ атомів Оксигену
кількість речовини (ν)	1 моль молекул CO_2	1 моль атомів Карбону	2 моль атомів Оксигену
маса (m)	44 г	12 г	32 г

Схема 2. Вихідні дані для складання розрахункових задач (прямих) на основі рівняння хімічної реакції

Відомі та шукані фізичні величини:				
об'єм речовини (н.у.)	?	?	?	?
маса речовини	1,6 г	?	?	?
число структурних одиниць	?	?	?	?
кількість речовини	?	?	?	?
	CH_4 +	$2O_2$ =	CO_2 +	$2H_2O$
Інформація згідно рівняння реакції:				
кількість речовини	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль
число структурних одиниць	$6\cdot10^{23}$ молекул	$12\cdot10^{23}$ молекул	$6\cdot10^{23}$ молекул	$12\cdot10^{23}$ молекул
маса речовини	16 г	64 г	44 г	36 г
об'єм речовини (н.у.)	22,4 л	44,8 л	22,4 л	44,8 л

Схема 3. Вихідні дані для складання деяких обернених задач (відносно схеми 2) для встановлення ХФР на основі рівняння хімічної реакції

Можлива інформація для складання завдань:				
об'єм речовини (н.у.)	22,4 л	44,8 л	22,4 л	44,8 л
маса речовини	16 г	64 г	44 г	36 г
число структурних одиниць	$6\cdot10^{23}$ молекул	$12\cdot10^{23}$ молекул	$6\cdot10^{23}$ молекул	$12\cdot10^{23}$ молекул
кількість речовини	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль
	C_xH_y +	$(x+0,25)O_2$ =	xCO_2 +	$0,5yH_2O$
Інформація згідно рівняння реакції:				
кількість речовини	1 моль	(x+0,25y) моль	1 моль	0,5y моль
число структурних одиниць	$6\cdot10^{23}$ молекул	$(x+0,25y)6\cdot10^{23}$ молекул	$6x\cdot10^{23}$ молекул	$0,5y\cdot6\cdot10^{23}$ молекул
маса речовини	(12x+y) г	32(x+0,25y) г	44x г	0,5y·18 г
об'єм речовини (н.у.)	22,4 л	(x+0,25y)·22,4 л	22,4 л	0,5y·22,4 л

Схема 4. Вихідні дані для складання обернених задач (відносно схеми 1) для встановлення ХФР на основі відомостей про хімічні елементи, які входять до її складу

Можлива інформація для складання завдань на встановлення ХФР:			
маса (m)	44 г (100 %)	12 г (27,27 %)	32 г (72,73 %)
число структурних одиниць (N)	$6\cdot10^{23}$ молекул	$6\cdot10^{23}$ атомів Карбону	$6\cdot10^{23}$ атомів Оксигену
кількість речовини (ν)	1 моль	1 моль Карбону	2 моль Оксигену
	C_xO_y $\Rightarrow$	x C	y O
Інформація згідно аналізу невідомої ХФР:			
кількість речовини (ν)	1 моль	x моль	y моль
число структурних одиниць (N)	$6\cdot10^{23}$ молекул	$6x\cdot10^{23}$ молекул	$6y\cdot10^{23}$ молекул
маса речовини (m)	(12x+16y) г	12x г	16y г