

Департамент освіти і науки Луганської обласної державної адміністрації
Луганський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти

ПІДГОТОВКА ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ ДО ОЛІМПІАДНИХ ЗМАГАНЬ З ХІМІЇ

Навчально-методичний посібник



Харків
«Друкарня Мадрид»
2020

УДК 373.3/.5.015.31
ПЗ2

*Друкується за рішенням ученої ради
Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
(протокол № 5 від 11.11.2020 р.)*

Рецензенти:

Н. М. Твердохліб, старший викладач кафедри лабораторної діагностики, хімії та біохімії ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», кандидат хімічних наук;

О. О. Буряк, завідувач кафедри природничо-наукових дисциплін та методики їх викладання Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, кандидат педагогічних наук

ПЗ2 Підготовка обдарованих учнів до олімпіадних змагань з хімії : навчально-методичний посібник / уклад. : Бондар Л. О., Северін Л. Є., Хорошилов Г. Є., Шиліна Ж. І. Харків : Друкарня Мадрид, 2020. 131 с.
ISBN 978-617-7845-96-5

Посібник містить завдання для підготовки учнів 7–11 класів до II та III етапів Всеукраїнських учнівських олімпіад з хімії.

Пропонуються розв'язки задач теоретичних турів і найбільш ефективні підходи до виконання завдань експериментальних турів, що дає можливість використовувати навчально-методичний посібник як у роботі вчителя, так і для самостійної підготовки учнів до хімічних олімпіад.

Посібник адресований учителям, учням закладів загальної середньої освіти, абітурієнтам.

УДК 373.3/.5.015.31

ISBN 978-617-7845-96-5

© Луганський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти, 2020
© ТОВ «Друкарня Мадрид», 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
-----------------	---

РОЗДІЛ І. ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО II ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ	9
---	---

1.1. ЗАВДАННЯ (7–11 КЛАСИ)	9
7 КЛАС	9
8 КЛАС	11
9 КЛАС	13
10 КЛАС	15
11 КЛАС	17
1.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (7–11 КЛАСИ)	19
7 КЛАС	19
8 КЛАС	22
9 КЛАС	26
10 КЛАС	30
11 КЛАС	35

РОЗДІЛ II. ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО ТЕОРЕТИЧНОГО ТУРУ III ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ	41
---	----

2.1. ЗАВДАННЯ (8–11 КЛАСИ)	41
8 КЛАС	41
9 КЛАС	44
10 КЛАС	49
11 КЛАС	52
2.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (8–11 КЛАСИ)	56
8 КЛАС	56
9 КЛАС	64
10 КЛАС	76
11 КЛАС	85

РОЗДІЛ III. ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРУ III ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ	97
--	----

3.1. ЗАВДАННЯ (8–11 КЛАСИ)	97
8 КЛАС	97

9 КЛАС.....	98
10 КЛАС	100
11 КЛАС	104
3.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (8–11 КЛАСИ)	108
8 КЛАС.....	108
9 КЛАС.....	111
10 КЛАС	118
11 КЛАС	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	130
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	131

ПЕРЕДМОВА

XXI століття вважається століттям хімії, бо сучасна хімія є визначальним фактором розвитку людської цивілізації. Її успіхи вражаючі: розвиток комп'ютерної хімії, нанотехнологій, «хімічної медицини», розробка нових джерел енергії... Безперечно, нові відкриття в цих сферах зіграють значну роль у майбутньому розвитку людства, а вирішувати ці завдання мають сьогоднішні школярі, майбутні хіміки.

Поступ будь-якої країни залежить від здатності її громадян нестандартно мислити, упроваджувати перспективні інновації в різні сфери суспільного життя.

Одним із пріоритетних напрямів державної політики України щодо розвитку освіти є створення умов для розвитку обдарованих дітей та молоді. Обдарована молодь – майбутня інтелектуальна й творча еліта суспільства, призначена забезпечити його технічний прогрес і духовний розвиток. Щоб це потенційне національне багатство зберегти й примножити, необхідно вміти відбирати таких дітей, допомагати їм знайти себе й підтримувати їхній розвиток. Отже, основними завданнями сучасної освіти є розвиток інтелектуальних і творчих здібностей, природної обдарованості учнів, формування в них творчого потенціалу, вміння самореалізуватися.

Обдаровані учні є значним потенціалом закладу освіти, а робота з ними є важливим складником освітнього процесу. Під час роботи з такими учнями необхідно враховувати індивідуальний підхід до розвитку їхніх нахилів, інтересів, здібностей. З метою виявлення й розвитку в учнів творчих здібностей, інтересу до наукової та науково-дослідницької діяльності, сприяння професійній орієнтації школярів в освітньому просторі України проводяться різноманітні інтелектуальні змагання на державному рівні.

Найпопулярнішими інтелектуальними змаганнями є всеукраїнські учнівські олімпіади з навчальних предметів різних рівнів, до яких щорічно залучається приблизно 3 млн школярів. Предметні олімпіади – це особливе випробування, яке не просто тестує знання учнів, а й гартує їхню зібраність та самостійність. Під час проведення предметних олімпіад учні не тільки поглиблюють знання з предметів, а й мають можливість розвивати інтелект, ерудицію, вміння аналізувати, нестандартно мислити.

Цьому передуює копітка наполеглива щоденна праця учня й учителя, який є компетентним помічником і консультантом, організатором колективної чи самостійної пізнавальної діяльності, який готує своїх учнів до наступних етапів олімпіад. Саме вчитель створює атмосферу, яка надихає учня, дає можливість повірити в себе, допомагає в досягненні успіхів.

Під час підготовки школярів до **теоретичного туру** олімпіади необхідно правильно зорієнтувати учня відповідно до його об'єктивних можливостей, сформувані в нього стійкий інтерес до навчання з предмета, уміння розв'язувати проблеми, долати труднощі. Обдаровані діти проявляють підвищену цікавість не лише до змісту навчання, а й до його ефективних прийомів – операцій логічного мислення, способів творчого підходу до проблемних питань, самостійного опрацювання інформації. Тому вчитель має приділити увагу формуванню цих умінь і навичок, а також надати простір для власних міркувань та ініціативи.

Олімпіадні змагання за своєю суттю відрізняються від контрольних робіт, загальний обсяг запропонованих завдань може перевищувати обсяг роботи, передбаченої на відведений час, але при цьому забезпечувати різноманітність тематики, різноплановість та різнорівневість завдань.

Школярам потрібно роз'яснити, що вони повинні прагнути виконати якнайбільшу частину пропонованих завдань, але головною умовою перемоги в олімпіаді є виконання роботи краще за інших, а не обов'язкове виконання всіх пропонованих завдань. Відповідно виконувати роботу потрібно, починаючи з найбільш простих (на суб'єктивну думку кожного конкретного учасника) завдань, поступово наближаючись до більш складних завдань. Чернетка членами журі в жодному разі не розглядається. Комплект олімпіадних завдань охоплює матеріал різних розділів курсу хімії за попередні роки навчання та розділи, які учні опанували в поточному році.

При виконанні письмових робіт, які підлягають шифруванню, забороняється використання будь-яких позначок, які сприяли б дешифруванню робіт.

Підготовка учнів до **експериментального туру** – також не просте завдання для вчителя. Педагогам варто звернути увагу на деякі спостереження та поради членів журі.

▪ Під час експериментального туру оцінюються всі кроки роботи:

- ✦ складання й представлення схеми чи плану експерименту;
- ✦ техніка виконання експерименту;
- ✦ дотримання правил охорони праці та пожежної безпеки;
- ✦ проведення розрахунків;
- ✦ складання рівнянь реакцій, зокрема окисно-відновних за методом електронного балансу чи методом напівреакцій.

▪ Учень повинен мати навички практичної роботи (непідготовлені учасники невпевнені у своїх діях, намагаються відтворити дії іншого учасника, інколи неправильно виконують найпростіші лабораторні операції, як-от нагрівання речовин у пробірках і тиглях, визначення запаху тощо).

▪ У задачах на розпізнавання речовин учасники не завжди визначають утворення осаду. Таке відбувається, коли спостерігається помутніння розчину, а не утворення значної кількості осаду, який легко візуалізувати. Тому є сенс ознайомити учнів з поняттям добутку розчинності, щоб вони розуміли, за яких умов відбувається утворення осаду та як він може виглядати. Особливо це стосується речовин, які в таблиці розчинності позначені як малорозчинні. Часто учні, особливо 8-го класу, вважають, що такі речовини осадів не утворюють.

▪ У задачах на розпізнавання речовин чи йонів часто великого значення набуває порядок їх визначення. Неправильний порядок розпізнавання призводить до невиконання завдання, але учні не завжди на це звертають увагу.

▪ Завдання на титрування можна вважати типовими для учнів 9-10 класів. Але щороку учасники припускаються однакових помилок. Тому вчителям можна порадити таке:

- ✦ необхідна теоретична підготовка учня (сутність методу та види титрування, поняття про криві титрування, розрахунки в титруванні, індикатори в титруванні), учень має розуміти сутність цього методу аналізу;
- ✦ необхідні навички заповнення носика бюретки (із краном і без крану), визначення об'єму титранту за нижнім меніском для всіх розчинів, крім калію перманганату, використання піпеток градувальних та Мора з грушами для

їх заповнення, заповнення мірних колб з використанням промивалок тощо.

- Для підготовки учнів до практичного туру необхідно мати мінімальний набір обладнання (пробірки, штативи для пробірок, пальник, штатив лабораторний з муфтами, лапкою й кільцем, пробіркотримач, піпетка звичайна крапельна, крапельниця Шустера, стакани хімічні різної ємності, пробка гумова з газовідвідною трубою, колба мірна, колба конічна для титрування, піпетка градувальна на 5 чи 10 мл, піпетка Мора (малого об'єму – 5, 10 мл та на 20, 25 мл), груша гумова для піпеток, промивалка на 500 мл, бюретка без крану на 25 чи 50 мл, бюретка з краном на 25 чи 50 мл, конічна лійка для заповнення бюретки, тигель, щипці тигельні, металева ложка для нагрівання та спалювання речовин, дротина ніхромовая для визначення забарвлення полум'я, трубка гумова чи силіконова для затискання бюреток і пробірок у лапці штатива, терези).

- Необхідно дотримуватись правил охорони праці та пожежної безпеки. Усі роботи треба виконувати в бавовняних халатах, гумових рукавичках і захисних окулярах.

Посібник має на меті допомогти вчителям у підготовці учнів до II та III етапів усеукраїнських учнівських олімпіад з хімії. Він містить матеріали, які будуть корисні під час підготовки як до теоретичного, так і до експериментального турів олімпіади. Завдання посібника охоплюють теоретичний і практичний матеріал основних розділів курсу хімії та різні за функціональним призначенням. Використання їх сприятиме актуалізації та систематизації знань, розвитку інтелектуального потенціалу школярів, підготовці обдарованої молоді до професійної реалізації в самостійному житті.

РОЗДІЛ І

ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО II ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ

1.1. ЗАВДАННЯ (7–11 КЛАСИ)

7 КЛАС

Завдання 1

Масова частка германій (IV) оксиду (GeO_2) у зразку попелу теплової електростанції становить 1,26 %. Обчисліть масу Германію, що міститься в 1 т попелу. Яку масу попелу треба переробити, щоб добути 20 кг германію?

Завдання 2

Визначити формулу речовини, у якій масові частки Кальцію, Оксигену й Хлору становлять відповідно 31,55; 12,59 і 55,86 відсотка.

Завдання 3

Два елементи – елемент I групи та елемент IV групи – утворюють сполуки з Гідрогеном, у кожному з яких масова частка Гідрогену складає 12,5 %. Які це елементи?

Завдання 4

Атомна маса елемента А в 1,6875 раза більша за атомну масу елемента В. Різниця відносних атомних мас елементів А й В дорівнює 11. Складіть формулу сполуки, що складається з елементів А та В.

Завдання 5

Маса молекули води дорівнює $3 \cdot 10^{-23}$ г, а атома Карбону – $2 \cdot 10^{-23}$ г. Розрахуйте за цими даними відносну молекулярну масу води.

Завдання 6

Мінерал містить 6 % $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$ і 94 % $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$. Визначте масову частку Хрому в мінералі. Яка маса Хрому міститься в 1 т мінералу?

Завдання 7

Хімічний аналіз зразка органічної сполуки масою 3,16 г виявив, що до його складу входять 0,92 г Карбону; 0,12 г Гідрогену; 0,8 г Кальцію; решта – Оксиген. Складіть формулу сполуки.

Завдання 8

Відношення масової частки Оксигену до масової частки Гідрогену в сполуці цих двох елементів як 16 до 1. Що ви знаєте про цю сполуку та її використання?

Завдання 9

У сплаві алюмінію із цинком кількості атомів обох металів рівні. Обчисліть масові частки металів у сплаві.

Завдання 10

Білки є полімерними молекулами, що виконують найрізноманітніші функції в організмі людини. Вони складаються із залишків амінокислот. Відомо, що найпростіша амінокислота складається із 6,67 % елемента *A*, 32 % елемента *B*, 18,67 % елемента *C* та 42,66 % елемента *D*.

1. Розшифруйте елементи *A*, *B*, *C*, *D*, якщо відомо, що елемент *A* утворює найлегшу просту речовину, елемент *B* утворює прості речовини алмаз і графіт, елемент *C* утворює просту речовину, якої найбільше в повітрі, а елемент *D* є найбільш поширеним у земній корі.

2. Установіть формулу найпростішої амінокислоти (за складом). Запишіть формули та назвіть прості речовини, які можуть утворювати елементи *A*, *B*, *C*, *D*.

Завдання 11

Кількість елементарних частинок в атомі деякого хімічного елемента становить 28. Усіх частинок в атомі, що мають електричний заряд, на 8 більше, ніж електронейтральних. Визначте цей елемент. Напишіть формулу та назву простої речовини, утвореної цим елементом.

Завдання 12

Два газуваті оксиди одного елемента, один з яких утворюється під час спалювання органічних речовин за нестачі кисню, інший – під час дихання живих організмів. Співвідношення відносних молекулярних мас оксидів елемента, у яких він виявляє валентність II і IV, становить 7:11. Назвіть елемент. Складіть формули оксидів та назвіть їх. У якому з оксидів масова частка визначеного елемента більша?

8 КЛАС**Завдання 1**

Маса Феруму в гемоглобіні крові людини дорівнює 3 г. Обчисліть, яка кількість атомів Феруму міститься в гемоглобіні крові людини.

Завдання 2

Посудину, з якої заздалегідь викачали повітря, зважили. Потім заповнили газом А. Знову зважили. Газ А важить 0,02 г. Газ А відкачали й посудину заповнили CO_2 . Цей газ важить 0,44 г. Визначити газ А, його молекулярну масу, об'єм посудини та масу повітря. Усі виміри зроблено за нормальних умов.

Завдання 3

Над 10 г розжарених залізних ошурків пропустили водяну пару. Ошурки прореагували повністю. Об'єм одного з продуктів реакції – водню за н. у., склав 5,3 л. Визначити формулу другого продукту реакції.

Завдання 4

Обчисліть об'єм атома Хрому, виходячи з припущення, що він має форму кулі, а об'єм куль складає 68 % від загального об'єму певного зразка металу. Густина хрому дорівнює 7,19 г/см³.

Завдання 5

Найдрібніша краплинка роси має масу 1×10^{-5} г. Обчисліть, скільки молекул води міститься в ній. Визначте число атомів кожного з елементів, які містяться в краплині води.

Завдання 6

Маса посуду, з якого видалено повітря, становить 40 г. Цей посуд, заповнений за нормальних умов азотом, має масу 47 г, а заповнений невідомим газом «Х» – 57,75 г. Установіть молярну масу невідомого газу та напишіть його формулу.

Завдання 7

Установіть молекулярну формулу хімічної сполуки, що містить 16,4 % Магнію; 16,4 % Карбону; 1,4 % Гідрогену та Оксиген.

Завдання 8

Елемент Х утворює велику кількість оксигеновмісних кислот. Прикладами цих кислот є неорганічні кислоти 1–4. Вони мають різну основність. До складу молекул кислот 1–3 входять по три

атоми Гідрогену, а число атомів Оксигену в ряду кислот 1–3 збільшується на одиницю. У таблиці 1 наведено дані про вміст Гідрогену й елемента Х у кислотах 3 і 4.

Таблиця 1

Кислота	Вміст елементів (% за масою)	
	Н	Х
3	3,09	31,6
4	2,27	34,8

1. Назвіть елемент Х. 2. Визначте кислоти 1–4 та заповніть таблицю 2.

Таблиця 2

Кислота	Формула кислоти		Основність
	молекулярна	графічна	
1			
2			
3			
4			

Завдання 9

Є газова суміш, що складається з двох газів, один з яких – проста речовина, інший – бінарна сполука. Густина газової суміші 0,1562 г/л (за н. у.). Відомо, що гази знаходяться в об'ємному співвідношенні 9:1 відповідно. Визначте формули цих газів.

Завдання 10

Недовго радів Буратіно, який отримав п'ять новеньких золотих монет від Карабаса Барабаса. Випадково він дізнався, що хитрий Барабас підмінив золото сплавом двох металів. Не витрачаючи часу, Буратіно взявся до роботи. Він зважив одну з монет на аналітичних терезах і встановив, що її маса 5,00 г. У шафі тата Карло він знайшов посудину з хлоридною кислотою та кинув туди монету. У результаті реакції виділилося 0,514 л (н. у.) газу та залишилось 3,50 г нерозчинного залишку. Буратіно його відфільтрував, подівав на нього нітратною кислотою та отримав синьо-зелений розчин. При взаємодії цього розчину з надлишком луку випав блакитний осад. Після нагрівання осаду в пробірці Буратіно отримав 4,38 г чорного залишку.

Допоможіть Буратіно визначити метали та розрахувати їх масові частки у сплаві. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

Завдання 11

Після спалювання суміші кальцію із цинком маса продуктів окиснення збільшилась на 28 % відносно початкової. Визначити масову частку металів у суміші (у %).

Завдання 12

Елементи *A*, *B* та *B* належать до одного періоду Періодичної системи хімічних елементів. Елементи *A* і *B* – найбільш поширені елементи земної кори. Атом елемента *B* має на 4 електрони більше, ніж атом елемента *A*. Елемент *A* утворює сполуку з елементом *B* складу AB_3 , а елементи *A* і *B* при нагріванні утворюють речовину складу A_4B_3 . Існує також сполука елементів *B* та *B* складу BB_4 . Визначте елементи *A*, *B* та *B*, відповідь обґрунтуйте. Розрахуйте відносні молекулярні маси вищезгаданих сполук.

Завдання 13

Природний Магній складається з трьох нуклідів: ^{24}Mg , ^{25}Mg та третього нукліду з невідомим масовим числом. Частки перших двох нуклідів відповідно становлять 78,6 % та 10,11 %. Визначте масове число третього нукліду. Відносна атомна маса природного Магнію становить 24,305.

9 КЛАС

Завдання 1

Що більше важить – літр сухого повітря чи літр вологого, якщо вони знаходяться при однаковій температурі та тиску?

Завдання 2

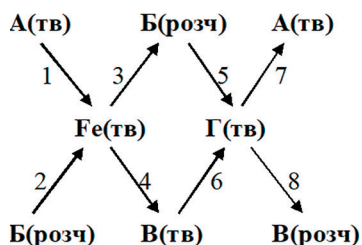
У результаті аналізу оксидомату KBrO_x встановлено, що він містить 52,92 % бромом. Чому дорівнює *x* у формулі?

Завдання 3

При розчиненні сплаву заліза, магнію та міді масою 76,4 г у хлоридній кислоті виділився газ об'ємом 19,04 л (н. у.) та утворився нерозчинний залишок масою 48 г. Визначте масові частки металів у вихідній суміші.

Завдання 4

Розшифруйте схему:



Візьміть до уваги, що кожному перетворенню відповідає нижченаведений опис:

1. нагрівання речовини в струмені водню до високої температури;
2. реакція з пилоподібним магнієм у водному розчині;
3. реакція з розведеною сульфатною кислотою;
4. нагрівання речовини в струмені хлору до високої температури;
5. реакція з розчином лугу, далі окиснення киснем (дві реакції);
6. реакція з розведеним водним розчином лугу;
7. нагрівання речовини на повітрі до високої температури;
8. реакція з розведеною хлоридною кислотою.

Завдання 5

В атмосфері хлору спалили 1,76 г суміші мідних і залізних ошукрок, у результаті чого утворилася суміш їх хлоридів масою 4,60 г.

1. Розрахуйте масові частки металів у суміші.
2. Яку масу ферум (II) хлориду можна було б одержати при розчиненні суміші ошукрок у хлоридній кислоті?

Завдання 6

Зразок сплаву міді та золота масою 1 кг помістили в ємність, наповнену водою. Об'єм води, який витіснив зразок із ємності, дорівнює 70,77 см³. Визначте масові частки золота та міді у сплаві. Густина чистого золота дорівнює 19,30 г/см³, міді – 8,96 г/см³.

Завдання 7

На нейтралізацію 100 г розчину натрій гідроксиду витратили 122 г розчину одноосновної неорганічної кислоти **НА**. Під час обробки нейтралізованого розчину надлишком розчину аргентум

нітрату випав білий осад масою 14,3 г, який темнішає на світлі. Повний розклад осаду дає 10,8 г металу. Визначте всі речовини, запишіть рівняння реакцій. Розрахуйте масову частку лугу у вихідному розчині.

Завдання 8

Іонна сполука утворена чотирма елементами. Масова частка елемента А в ній становить 41,27 % ; елемента Б, який перебуває в V групі – 11,11 %; а Оксигену – 44,44 %. У формулі сполуки міститься 8 атомів елемента Г (це четвертий елемент). Визначте елементи А, Б і Г, якщо один з них – d-елемент. Виведіть формулу сполуки.

Завдання 9

Визначте масу суміші об'ємом 33,6 л (н. у.), що складається з неону, аргону та криптону, якщо в ній на 1 атом Неону припадає 2 атоми Аргону й 3 атоми Криптону.

10 КЛАС

Завдання 1

Технічний ферум (II) сульфід масою 16 г, який містить 7 % Феруму, взаємодіє із хлоридною кислотою з виділенням газоватих продуктів. Обчисліть їх об'єм (н. у.) та об'ємні частки.

Завдання 2

Деяку кількість солі $\text{MgCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ прожарили до припинення газовиділення. Одержаний газ послідовно пропустили крізь розчини сульфатної кислоти та вапняної води. У результаті маса першого розчину збільшилась на 1,8 г, а в другому розчині випав осад масою 2 г. Визначте склад і масу взятої наважки солі.

Завдання 3

Кислота А містить елемент Х (масова частка 95,0 %). Кислота А та луг Б здатні утворювати середню сіль В (масова частка Х у якій 32,8 %).

1. Визначте елемент Х, кислоту А, луг Б та сіль В.
2. Запишіть рівняння реакцій (якщо вони відбуваються), водних розчинів кислоти А та лугу Б із такими сполуками: HCl , NaOH , H_3BO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, FeCl_3 , SiO_2 , MgO .

Завдання 4

У XVII ст. європейська медицина познайомилась із цілющою дією кори хінного дерева, яка використовувалась мешканцями Центральної та Південної Америки проти малярії. У 1816 році професор Гізе виділив з кори цього дерева органічну речовину, яка називалася хінін. Щоб встановити молекулярну форму цієї речовини, він піддав 81 мг хініну (містить атоми С, Н, N та О) спалюванню. При цьому виділилося 0,112 л вуглекислого газу, 5,6 мл азоту та 54 мг води. На спалювання хініну пішло 0,14 л кисню. Усі об'єми наведені за н. у. Визначте молекулярну формулу хініну, якщо його молярна маса становить 300–400 г/моль.

Завдання 5

Залізну пластинку масою 10 г занурили в розчин мідного купоросу. Після закінчення реакції її маса дорівнювала 10,08 г. Визначте масу міді, яка осіла на пластинці. Який об'єм хлоридної кислоти ($w = 10\%$, $\rho = 1,05$ г/мл) потрібен для розчинення початкової пластинки? Який об'єм нітратної кислоти ($w = 4\%$, $\rho = 1,02$ г/мл) потрібен для розчинення міді, яка осіла на пластинці?

Завдання 6

Суміш 3 мл газуватого вуглеводню та 25 мл кисню прореагувала в закритій посудині. Після видалення водяної пари об'єм газуватого залишку дорівнював 19 мл, а після обробки лугом залишилося 7 мл газу. Визначте формулу вуглеводню, ураховуючи, що всі вимірювання проводили за однакових умов.

Завдання 7

Під час взаємодії сполуки одновалентного металічного елемента з Гідрогеном із 100 г води отримали розчин, у якому масова частка розчиненої речовини складає 0,0238. При цьому маса отриманого розчину стала на 0,2 г меншою за суму мас вихідних речовин. Визначте металічний елемент, сполука якого з Гідрогеном прореагувала з водою.

Завдання 8

Під час спалювання 400 см³ суміші метану з етаном (н. у.) утворилося 480 см³ вуглекислого газу (н. у.). Обчислити об'ємний склад газової суміші у відсотках та її відносну густину за воднем.

Завдання 9

Під час окиснення 51 г насиченого одноатомного спирту утворюється 42,5 г альдегіду. Вихід продукту становить 85 %. Визначте молярну масу спирту. Наведіть можливі структурні ізомери цього спирту та назвіть їх.

Завдання 10

Наважку невідомого мінералу масою 4,42 г прожарили, при цьому її маса зменшилася на 28,05 % та виділилося 0,448 л газу (н. у.) з густиною за повітрям приблизно 1,52. Таку саму наважку мінералу розчинили в сульфатній кислоті, при цьому виділилася така сама кількість газу. До блакитного розчину, що утворився, який містить лише один вид катіонів та аніонів, додали надлишок розчину натрію сульфіді; осад, що утворився, відфільтрували та прожарили без доступу повітря. Його маса склала 3,82 г. Визначте склад мінералу.

11 КЛАС**Завдання 1**

До складу сполуки *A* входять елементи: Карбон – 39,13 %, Гідроген – 8,7 % і Оксиген. Це в'язка, прозора рідина, добре розчинна у воді. За нагрівання з хлоридною кислотою в присутності концентрованої сульфатної кислоти утворює трихлоропохідне *B*. Під час дії на неї надлишком металічного натрію утворюється газ *B* і речовина *Г*, що має здатність забарвлювати полум'я в жовтий колір. Обчисліть формулу сполуки *A* та об'єм газу *B* (н. у.), якщо в реакцію вступила сполука *A* масою 46 г. Напишіть рівняння реакцій, назвіть речовини, що позначені літерами.

Завдання 2

Під час згоряння 10,2 г суміші пропану й бутану утворилось 30,8 г вуглекислого газу. Визначити масові частки вуглеводнів у суміші.

Завдання 3

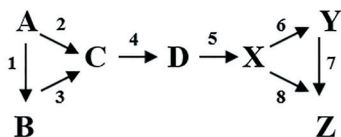
Проста тверда речовина, утворена одним з елементів періодичної системи, пройшла крізь вогонь, а утворена нова речовина – крізь воду. Продукт останньої реакції хлорували, у результаті чого утворилося дві кислоти, одна з яких здатна пройти крізь нагріті мідні труби лише в розведеному стані. Про яку вихідну речовину йде мова? Наведіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Завдання 4

Оксид, що містить 73,42 % металічного елемента за масою, повністю відновили воднем, після чого 17,68 г його розчинили в 100 г розчину нітратної кислоти середньої концентрації. Об'єм газу, що виділився при цьому, становив 4,48 л (н. у.). Визначте метал і назвіть оксид. Складіть рівняння наведених реакцій. Обчисліть масу вихідного оксиду. Обчисліть масову частку розчиненої речовини після закінчення реакції.

Завдання 5

Дано схему реакцій



У трикутнику ліворуч усі реакції відбуваються без зміни ступеня окиснення, а в трикутнику праворуч – окисно-відновні. Визначте речовини та напишіть рівняння реакцій, якщо відомо, що:

- речовина *C* містить 69,5 % Барію; 6,1 % Карбону; 24,4 % Оксигену;
- речовина *D* та *X* – нітрати;
- речовина *Z* – метал, зі сплаву якого з нікелем складається земне ядро;
- речовина *Y* – оксид металічного елемента *Z*;
- у процесі розкладу 1,8 г *X* утворюється 0,8 г *Y*;
- реакція 7 є основою доменного процесу.

Завдання 6

Який об'єм вуглекислого газу виділиться в результаті спалювання суміші етану й пропану об'ємом 2,24 л (н. у.) та з відносною густиною за гелієм 9,95?

Завдання 7

Із природного газу об'ємом 40 л (н. у.) добули хлорметан масою 30,3 г. Визначте об'ємну частку метану в природному газі, якщо вихід хлорметану становить 40 % від теоретично можливого.

Завдання 8

Є суміш порошоків заліза, алюмінію та міді масою 16 г. На половину суміші подіяли надлишком концентрованого розчину калій гідроксиду, при цьому добули газ об'ємом 3,36 л. До другої половини суміші додали надлишок розчину хлоридної кислоти. При цьому виділився газ об'ємом 4,48 л. Визначте масові частки металів у суміші. Об'єми газів приведені до нормальних умов.

Завдання 9

До розчину, що містить 36,3 г суміші солей (натрій карбонату, натрій хлориду та натрій сульфату), спочатку добавили розчин нітратної кислоти й отримали вуглекислий газ об'ємом 2,8 л. Потім розчин обробили аргентум нітратом і відділили осад масою 14,35 г і, нарешті, до залишку розчину додали розчин барій хлориду. У результаті цього випав осад масою 23,3 г. Обчисліть масові частки складників суміші.

Завдання 10

Крейда одного з родовищ містить домішки магній карбонату та піску. За даними хімічного аналізу масова частка Кальцію в крейді становить 34 %. Під час сильного прожарювання зразок крейди втрачає 42,64 % своєї маси. Обчисліть масові частки карбонатів кальцію та магнію в крейді.

1.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (7–11 КЛАСИ)**7 КЛАС****Завдання 1**

Визначаємо масову частку Германію в оксиді:

$$w(\text{Ge}) = \frac{A_r(\text{Ge})}{M_r(\text{GeO}_2)} = \frac{73}{105} = 0,695 = 69,5\%$$

Визначаємо масу оксиду в 1 т попелу:

$$m(\text{GeO}_2) = 1000 \text{ кг} \cdot 0,0126 = 12,6 \text{ кг}.$$

Визначаємо масу Германію в 1 т попелу:

$$m(\text{Ge}) = 12,6 \text{ кг} \cdot 0,695 = 8,76 \text{ кг}.$$

У 1 000 кг попелу міститься 8,76 кг Германію.

x кг — 20 кг Германію;

$$x = 20 \cdot 1000 / 8,76 = 2283 \text{ кг}.$$

Відповідь: 2283 кг (2 т 283 кг).

Завдання 2

$$\text{Ca} : \text{O} : \text{Cl} = \frac{31,55}{40} : \frac{12,59}{16} : \frac{55,86}{35,5} = 0,79 : 0,79 : 1,57 = 1 : 1 : 2$$

Відповідь: CaOCl_2 .

Завдання 3

E^1H ; E^2H_4

$$A_r(\text{E}^1) = \frac{87,5 \cdot 1}{12,5} = 7; \quad A_r(\text{E}^2) = \frac{87,5 \cdot 4}{12,5} = 28$$

$\text{E}^1 = \text{Li}$; $\text{E}^2 = \text{Si}$.

Відповідь: Li , Si .

Завдання 4

$$\begin{cases} x/y = 1,6875 \\ x - y = 11 \end{cases}$$

$$x = 1,6875 y$$

$$1,6875 y - y = 11; y = 16 (\text{O}); x = 11 + 16 = 27 (\text{Al}).$$

Відповідь: Al_2O_3 .

Завдання 5

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{3 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{\frac{1}{12} \cdot 2 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = \frac{3 \cdot 12}{2}$$

Відповідь: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$.

Завдання 6

$$M[\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2] = 192 \text{ г/моль}; M[\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2] = 224 \text{ г/моль}.$$

У 100 г мінералу:

$$m[\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2] = 0,06 \cdot 100 = 6 \text{ г}; m[\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2] = 0,94 \cdot 100 = 94 \text{ г};$$

$$m(\text{Cr}) \text{ у } 6 \text{ г } [\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2] = \frac{6 \text{ г} \cdot 104 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{192 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 3,25 \text{ г};$$

$$\text{у } 94 \text{ г } [\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2] = \frac{94 \text{ г} \cdot 104 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{224 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 43,64 \text{ г}.$$

$$m_{\text{заг.}}(\text{Cr}) = 3,25 \text{ г} + 43,64 \text{ г} = 46,89 \text{ г}.$$

Тому в мінералі $w(\text{Cr}) = 46,89 \%$.

У 1 т мінералу – 468,9 кг.

Відповідь: $W(\text{Cr}) = 46,89 \%$; $m(\text{Cr}) = 468,9 \text{ кг}$.

Завдання 7

$$m(\text{C} + \text{H} + \text{Ca}) = 0,92 \text{ г} + 0,12 \text{ г} + 0,8 \text{ г} = 1,84 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = 3,16 \text{ г} - 1,84 \text{ г} = 1,32 \text{ г}.$$

$$\text{C}:\text{H}:\text{Ca}:\text{O} = \frac{0,92}{12} : \frac{0,12}{1} : \frac{0,8}{40} : \frac{1,32}{16} = 0,08 : 0,12 : 0,02 : 0,08 =$$

$$= 4 : 6 : 1 : 4$$

Відповідь: $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ca}$.

Завдання 8

Нехай формула сполуки – H_xO_y . Тоді $x : y = 1/1 : 16/16 = 1 : 1$. Сполука – H_2O_2 , гідроген пероксид. В'язка безбарвна рідина, концентровані розчини спричиняють опіки шкіри, слизових оболонок, добре розчинна у воді, широко використовується для незараження ран, відбілювання паперу, тканин, жирів, волосся.

Відповідь: H_2O_2 .

Завдання 9

Оскільки на 1 атом алюмінію припадає 1 атом цинку, то $w(\text{Zn}) = 65/(27 + 65) = 0,71$, або 71 %; $w(\text{Al}) = 100 - 71 = 29 \%$.

Відповідь: $w(\text{Zn}) = 71 \%$; $w(\text{Al}) = 29 \%$.

Завдання 10

1. З огляду на дані, найлегшою простою речовиною є водень, утворений Гідрогеном – елемент А. Прості речовини графіт та алмаз утворює Карбон – елемент В. 78 % у повітрі займає проста речовина азот, яка утворена елементом Нітроген – елемент С. Найбільш поширений елемент у земній корі Оксиген – елемент D.

2. Виведемо формулу сполуки:

$$\text{H}:\text{C}:\text{N}:\text{O} = \frac{6,67}{1} : \frac{32}{12} : \frac{18,67}{14} : \frac{42,66}{16} = 6,67 : 2,67 : 1,33 : 2,67 =$$

$$= 5 : 2 : 1 : 2$$

Формула найпростішої амінокислоти $\text{H}_5\text{C}_2\text{NO}_2$.

Елемент Гідроген утворює прості речовини водень (H_2), а також дейтерій (D_2) та тритій (T_2); елемент Карбон – графіт і алмаз;

елемент Нітроген утворює просту речовину азот (N_2), елемент Оксиген утворює прості речовини кисень (O_2) і озон (O_3).

Відповідь: $H_5C_2NO_2$.

Завдання 11

Позначимо кількість нейтронів через x . Тоді сумарна кількість протонів та електронів дорівнює $(x + 8)$. Усього частинок: $x + (x + 8) = 28$.

Звідси $2x = 20$; $x = 10$. Кількість протонів (як і електронів) в атомі дорівнює: $(28 - 10) : 2 = 9$. Отже, порядковий номер хімічного елемента – 9. Це Флуор. Проста речовина – фтор F_2 .

Завдання 12

Загальні формули оксидів: EO і EO_2 . $A_r(E) = x$, тоді $M_r(EO) = (x + 16)$.

$$M_r(EO_2) = (x + 32).$$

$$\frac{x+16}{x+32} = \frac{7}{11}; 11x + 176 = 7x + 224; x = 12, \text{ це Карбон.}$$

Формули та назви оксидів: CO – карбон (II) оксид або чадний газ і CO_2 – карбон (IV) оксид або вуглекислий газ. Масові частки Карбону обчислюємо за формулою: $w(E) = n \cdot Ar(E) / Mr(\text{реч.})$;

$$M_r(CO) = 28; w(C \text{ у } CO) = 12 / 28 \cdot 100\%, \text{ або } 42,86\%;$$

$$M_r(CO_2) = 44, w(C \text{ у } CO_2) = 12 / 44 \cdot 100\%, \text{ або } 27,27\%.$$

Відповідь: елемент – Карбон, оксиди CO та CO_2 , масова частка Карбону більша в CO .

8 КЛАС

Завдання 1

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3g}{56g / \text{моль}} = 0,054 \text{ моль або } 3,2 \cdot 10^{22} \text{ атомів.}$$

Відповідь: $3,2 \cdot 10^{22}$ атомів.

Завдання 2

$$n(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{0,44}{44g / \text{моль}} = 0,01 \text{ моль}$$

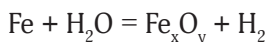
$$V(CO_2) = V(\text{посуду}) = 0,01 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,224 \text{ л.}$$

$$M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}; m(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,29 \text{ г.}$$

$$M(A) = \frac{m(A)}{n(A)} = \frac{0,02}{0,01} = 2 \text{ г/моль}$$

Відповідь: газ А – водень; $V(\text{посуду}) = 0,224 \text{ л}$;
 $m(\text{повітря}) = 0,29 \text{ г}$.

Завдання 3



$$n(\text{Fe}) = \frac{10 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,18 \text{ моль}; \quad n(\text{H}_2) = \frac{5,3 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,24 \text{ моль}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{O})} = \frac{0,18 \text{ моль}}{0,24 \text{ моль}} = \frac{3}{4}$$

Відповідь: Fe_3O_4 .

Завдання 4

$$\text{Об'єм 1 моль хрому: } V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{52 \text{ г}}{7,19 \text{ г/см}^3} = 7,232 \text{ см}^3$$

$$7,232 \text{ см}^3 \cdot 0,68 = 4,918 \text{ см}^3.$$

$$\text{Об'єм 1 атома: } 4,918 \text{ см}^3 : 6,02 \cdot 10^{23} = 8,17 \text{ см}^3 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3.$$

Відповідь: $8,17 \text{ см}^3 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3$.

Завдання 5

Обчислюємо кількість молекул води в краплинці роси:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{18} = 5,56 \cdot 10^{-7} \text{ моль}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 33,47 \cdot 10^{16} = 3,347 \cdot 10^{17} \text{ (молекул)}.$$

Обчислюємо кількість атомів кожного елемента:

$$N(\text{H}) = 3,347 \cdot 10^{17} \cdot 2 = 6,694 \cdot 10^{17} \text{ (атомів)};$$

$$N(\text{O}) = 3,347 \cdot 10^{17} \text{ (атомів)}.$$

Відповідь: $N(\text{H}) = 6,694 \cdot 10^{17} \text{ (атомів)}$;

$N(\text{O}) = 3,347 \cdot 10^{17} \text{ (атомів)}$.

Завдання 6

Оскільки гази займають однаковий об'єм за однакових умов, то $N(N_2) = N(X)$; $n(N_2) = n(X)$; $m(N_2) = 47 \text{ г} - 40 \text{ г} = 7 \text{ г}$;
 $M(N_2) = 28 \text{ г/моль}$; $n(N_2) = m/M = 7 \text{ г} / 28 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$;
 $m(X) = 57,75 - 40 = 17,75 \text{ г}$; $n(X) = 0,25 \text{ моль}$;
 $M(X) = m/n = 17,75 \text{ г} / 0,25 \text{ моль} = 71 \text{ г/моль}$; $M(Cl_2) = 71 \text{ г/моль}$.

Відповідь: Cl_2 .

Завдання 7

$w(O) = 100 - (16,4 + 16,4 + 1,4) = 65,8 \%$.

$$\frac{16,4}{24} : \frac{16,4}{12} : \frac{1,4}{1} : \frac{65,8}{16} = 0,7 : 1,4 : 1,4 : 4,1 = 1 : 2 : 2 : 6.$$

Відповідь: $MgC_2H_2O_6$ або $Mg(HCO_3)_2$.

Завдання 8

Згідно з таблицею 1, уміст Оксигену в кислоті 3 дорівнює 65,31 %, у кислоті 4 – 62,93 %. Для кислоти 3 співвідношення атомів:

$$H : O = \frac{3,09}{1,0} : \frac{65,3}{16} = 3,09 : 4,08 = 3 : 4.$$

Отже, формула кислоти 3 – H_3XO_4 . Обчислюємо $Ar(X)$.

$$w(O) = \frac{Ar(X)}{67 + Ar(X)} = 0,316. \text{ Отже, } Ar(X) \approx 31.$$

Елемент X – це Фосфор. Кислота 3 – H_3PO_4 .

$$\text{Формула кислоти 4: } H : P : O = \frac{2,27}{1} : \frac{34,8}{31} : \frac{62,93}{16} = 2,27 :$$

$1,12 : 3,93 = 2 : 1 : 3,5 = 4 : 2 : 7$. Формула $H_4P_2O_7$.

Оскільки до складу молекул кислот 1–3 входять по три атоми Гідрогену, а число атомів Оксигену в ряду кислот 1–3 збільшується на одиницю, то молекулярна формула кислоти 1 – H_3PO_2 , а кислоти 2 – H_3PO_3 .

Відповідь: Елемент – Фосфор. Кислоти 1–4 відповідно: H_3PO_2 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , $H_4P_2O_7$.

Завдання 9

Середня молекулярна маса суміші: $M = \rho \cdot V_m = 0,1562 \cdot 22,4 = 3,5$ г/моль. Один із газів обов'язково повинен мати молекулярну масу меншу за 3,5 г/моль. Це може бути лише водень – H_2 . Позначимо молекулярну масу бінарного газу – X . Знайдемо молекулярну масу іншого газу:

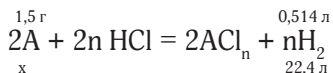
$$3,5 = 0,9 \cdot 2 + 0,1 \cdot x; x = 17 \text{ (г/моль)}.$$

Отже, невідомий газ – NH_3 , лише його молекулярна маса дорівнює 17 г/моль.

Відповідь: H_2, NH_3 .

Завдання 10

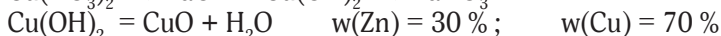
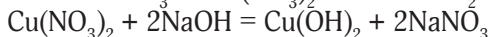
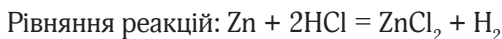
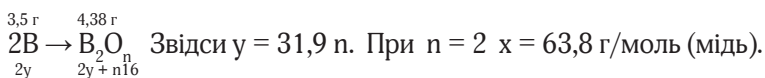
Розрахунок атомної маси x металу A : $m(A) = 5 - 3,5 = 1,5$ г.



$$\frac{1,5}{2x} = \frac{0,514}{n \cdot 22,4}. \text{ Звідси } x = 32,7 \cdot n. \text{ При } n = 2 \quad x = 65,4 \text{ г/моль}$$

(цинк).

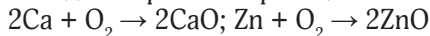
Розрахунок атомної маси y металу B :



Відповідь: $w(Zn) = 30\%; w(Cu) = 70\%$.

Завдання 11

Складаємо рівняння реакцій окиснення металів:



Припустимо, що маса вихідної суміші складала 100 г, тоді після окиснення металів її маса збільшилась на 28 г. За законом збереження маси знаходимо, що маса кисню, який вступив у реакцію, буде $128 - 100n = 28$ г. Знаходимо кількість речовини кисню: $n(O_2) = m/M = 28/32 = 0,875$ моль.

Нехай для окиснення кальцію витратили x моль кисню, а для окиснення цинку – $(0,875 - x)$ моль, тоді кальцію вступило

в реакцію $2x$ моль, а цинку – $2(0,875 - x)$ моль. Відповідно маси металів будуть:

$$m(\text{Ca}) = 40 \cdot 2x = 80x \text{ г}; m(\text{Zn}) = 65 \cdot 2(0,875 - x) = 130(0,875 - x) \text{ г}.$$

Складемо рівняння: $80x + 130(0,875 - x) = 100$; $50x = 13,75$;
 $x = 0,275$.

$$m(\text{Ca}) = 80x = 22 \text{ г}; m(\text{Zn}) = 130(0,875 - x) = 78 \text{ г}.$$

$$\text{Масові частки металів: } w(\text{Ca}) = 22\%; w(\text{Zn}) = 78\%.$$

Відповідь: $w(\text{Ca}) = 22\%$ $w(\text{Zn}) = 78\%$.

Завдання 12

Найбільш поширеними елементами земної кори є: Оксиген, Силіцій, Алюміній та Ферум. Проте за умовою задачі всі елементи належать до одного періоду, а тому тільки Силіцій та Алюміній підходять.

Зважаючи на формули цих сполук, елемент **A** – тривалентний, елемент **B** – чотиривалентний, елемент **B** – одновалентний. Тому **A** – це Алюміній, **B** – Силіцій, **B** відрізняється від **A** на 4 електрони, а отже, і на 4 протони, тому **B** – це Хлор.

Відповідь: $AB_3 - AlCl_3$; $A_4B_3 - Al_4Si_3$; $BB_4 - SiCl_4$.

Завдання 13

Позначимо через x масове число невідомого нукліду магнію. Обчислюємо: $(x) = 100 - 78,6 - 10,11 = 11,29\%$.

Тоді можна записати: $24,305 \cdot 100 = 24 \cdot 78,6 + 25 \cdot 10,11 + x \cdot 11,29$.

Звідси $x = 26$, отже третій нуклід – ^{26}Mg .

Відповідь: ^{26}Mg .

9 КЛАС

Завдання 1

Згідно із законом Авогадро в рівних об'ємах різних газів при однаковій температурі та тиску міститься однакове число молекул. Але молекулярна маса води – 18, а середня молекулярна маса повітря – 29.

Відповідь: літр вологого повітря легший, ніж літр сухого.

Завдання 2

Масову частку броду в сполуці можна знайти за формулою:

$$w(\text{Br}) = \frac{Ar(\text{Br}) \cdot n}{M(\text{KBrO}_x)}$$

З формули можемо знайти молярну масу речовини

$$M(KBrO_x) = \frac{80}{0,5292} = 151$$

$$M(O) = 151 - m(K) - m(Br) = 151 - 39 - 80 = 32; 32 : 16 = 2.$$

Отже, $x = 2$, формула сполуки – $KBrO_2$.

Відповідь: формула сполуки – $KBrO_2$.

Завдання 3

Маса міді, яка не розчиняється в хлоридній кислоті – 48 г.

$$\text{Тоді } m(Fe, Mg) = 76,4 - 48 = 28,4 \text{ (г)},$$

$$\text{а } n(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{19,04}{22,4} = 0,85 \text{ моль.}$$



Якщо маса $m(Fe) = 56x$, $m(Mg) = 24y$, то загальна кількість водню становить $x + y$. Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 56x + 24y = 28,4 \\ x + y = 0,85 \end{cases} \quad x = 0,25 \text{ моль; } y = 0,6 \text{ моль}$$

$$\text{Тоді } m(Fe) = 56x = 56 \cdot 0,25 = 14 \text{ (г); } m(Mg) = 24y = 24 \cdot 0,6 = 14,4 \text{ г;}$$

$$w(Fe) = \frac{14}{76,4} \cdot 100\% = 18,32\% \quad w(Mg) = \frac{14,4}{76,4} \cdot 100\% = 18,85\%$$

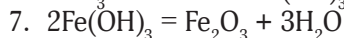
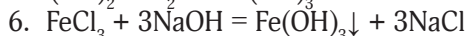
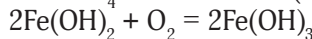
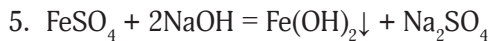
$$w(Cu) = \frac{48}{76,4} \cdot 100\% = 62,83\%$$

Відповідь: $w(Fe) = 18,32\%$; $w(Mg) = 18,85\%$; $w(Cu) = 62,83\%$.

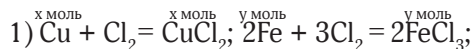
Завдання 4

А – ферум (III) оксид (Fe_2O_3), Б – ферум (II) сульфат ($FeSO_4$), В – ферум (III) хлорид ($FeCl_3$), Г – ферум (III) гідроксид $Fe(OH)_3$.

1. $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$
2. $FeSO_4 + Mg = MgSO_4 + Fe$
3. $Fe + H_2SO_4(\text{розв.}) = FeSO_4 + H_2 \uparrow$
4. $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$



Завдання 5



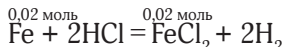
$$\text{Ar}(\text{Cu}) = 63,5; \text{Mr}(\text{CuCl}_2) = 134,5;$$

$$\text{Ar}(\text{Fe}) = 56; \text{Mr}(\text{FeCl}_3) = 162,5;$$

$$\begin{cases} 63,5x + 56y = 1,76 & x = 0,01 \text{ моль Cu}; m(\text{Cu}) = 0,64 \text{ г}; \\ 134,5x + 162,5y = 4,6 & y = 0,02 \text{ моль Fe}; m(\text{Fe}) = 1,12 \text{ г}. \end{cases}$$

$$\text{Масові частки: } w(\text{Cu}) = \frac{0,64}{1,76} \cdot 100 \% = 36,36 \%;$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{1,12}{1,76} \cdot 100 \% = 63,64 \%.$$



$$\text{Mr}(\text{FeCl}_2) = 127; m(\text{FeCl}_2) = 127 \text{ г/моль} \cdot 0,02 \text{ моль} = 2,54 \text{ г}.$$

Відповідь: $w(\text{Cu}) = 36,36 \%$; $w(\text{Fe}) = 63,64 \%$; $m(\text{FeCl}_2) = 2,54 \text{ г}$.

Завдання 6

$$\text{Густина сплаву: } \frac{1000\text{г}}{70,77\text{см}^3} = 14,13 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Об'єм золота у сплаві – x , об'єм міді у сплаві – y .

Маса золота у сплаві – $19,30 \cdot x$; маса міді у сплаві – $8,96 \cdot y$.

Маса сплаву – $14,13(x + y)$.

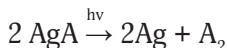
$$19,30 \cdot x + 8,96 \cdot y = 14,13(x + y).$$

$$\frac{x}{y} = \frac{19,30 - 14,13}{14,13 - 8,96} = 1; \quad x = y = \frac{70,77}{2} = 35,38\text{см}^3.$$

$$w(\text{Au}) = \frac{19,30\text{г} / \text{см}^3 \cdot 35,38\text{см}^3}{1000\text{г}} \cdot 100\% = 68,3\%.$$

Відповідь: $w(\text{Au}) = 68,3 \%$, $w(\text{Cu}) = 31,7 \%$.

Завдання 7



$$n(\text{AgA}) = n(\text{Ag}) = \frac{10,8\text{г}}{108 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,1 \text{ моль}$$

Тоді елемент А є хлором, а неорганічна одноосновна кислота – HCl.

$$M(\text{AgA}) = \frac{m(\text{AgA})}{n(\text{AgA})} = \frac{14,3\text{г}}{0,1 \text{ моль}} = 143 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ моль.}$$

$$\text{Тоді } w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{розчину})} = \frac{4\text{г}}{100\text{г}} = 0,04 = 4\%$$

Відповідь: 4 %.

Завдання 8

Масова частка четвертого елемента: $w(\Gamma) = 100 - 44,44 - 11,11 - 41,27 = 3,18\%$.

Дуже малу масову частку може мати елемент із малою відносною атомною масою. Знайдемо молекулярну масу всієї сполуки, якщо елемент Γ – Гідроген, а у формулі сполуки міститься 8 його атомів:

$$3,18\% - 8 \text{ г/моль}$$

$$100\% - x;$$

$$x = 252 \text{ г/моль.} \quad \frac{252 \cdot 0,4444}{16} = 7$$

Атомів Оксигену у формулі сполуки:

У молярній масі сполуки на елемент V групи припадає $252 \text{ г/моль} \cdot 0,1111 = 28 \text{ г/моль}$. Це можливо, якщо у формулі сполуки – 2 атоми Нітрогену.

На d-елемент у молярній масі сполуки припадає: $252 \text{ г/моль} \cdot 0,4127 = 104 \text{ г/моль}$. Цей елемент Cr, у формулі сполуки – два його атоми ($104 : 52 = 2$).

Формула сполуки: $\text{Cr}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_7$ або $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Відповідь: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Завдання 9

Якщо кількість моль неону взяти за x , то $n(\text{Ar}) = 2x$, а $n(\text{Kr}) = 3x$ (за умовою). Усього в суміші моль: $x + 2x + 3x = 6x$.

Загальна кількість речовини суміші газів:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ (моль)}, 6x = 1,5; x = 0,25.$$

$n(\text{Ne}) = 0,25 \text{ моль}; n(\text{Ar}) = 0,5 \text{ моль}; n(\text{Kr}) = 0,75 \text{ моль}.$

Відповідно маси газів:

$m(\text{Ne}) = 0,25 \cdot 20,2 = 5,05 \text{ (г)}, m(\text{Ar}) = 0,5 \cdot 39,95 = 19,97 \text{ (г)},$

$m(\text{Kr}) = 0,75 \cdot 83,8 = 62,85 \text{ (г)}, m(\text{суміші}) = 5,05 + 19,97 + 62,85 = 87,87 \text{ (г)}.$

Відповідь: $m(\text{суміші}) = 87,87 \text{ (г)}.$

10 КЛАС

Завдання 1

Обчислимо об'єм водню: $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

$m(\text{Fe}) = 0,07 \cdot 16 \text{ г} = 1,12 \text{ г};$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{1,12 \text{ г}}{56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,02 \text{ моль}$$

$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,02 \text{ моль}; V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m =$
 $= 0,02 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,448 \text{ л}.$

Обчислимо об'єм сірководню: $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

$m(\text{FeS}) = 16 \text{ г} - 1,12 \text{ г} = 14,88 \text{ г};$

$$n(\text{FeS}) = \frac{m(\text{FeS})}{M(\text{FeS})} = \frac{14,88 \text{ г}}{88 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,169 \text{ моль}$$

$n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{FeS}) = 0,169 \text{ моль}; V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m =$
 $= 0,169 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,79 \text{ л}.$

Об'єм утвореної газової суміші:

$V(\text{суміші}) = V(\text{H}_2) + V(\text{H}_2\text{S}) = 0,448 \text{ л} + 3,79 \text{ л} = 4,24 \text{ л}.$

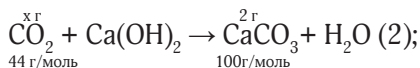
Об'ємні частки водню та сірководню:

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{суміші})} = \frac{0,448}{4,24} = 0,11$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V(\text{H}_2\text{S})}{V(\text{суміші})} = \frac{3,79}{4,24} = 0,89$$

Відповідь: $V(\text{H}_2) = 0,448 \text{ л}; V(\text{H}_2\text{S}) = 3,79 \text{ л}; \varphi(\text{H}_2) = 0,11;$
 $\varphi(\text{H}_2\text{S}) = 0,89.$

Завдання 2

Розклад $\text{MgCO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = \frac{2g}{100 \frac{g}{\text{моль}}} = 0,02 \text{ моль.}$$

Із рівняння (1): $n(\text{CO}_2) = n(\text{MgCO}_3) = 0,02 \text{ моль.}$

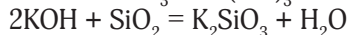
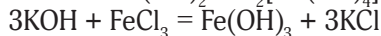
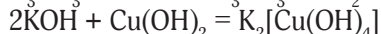
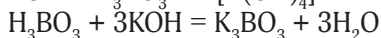
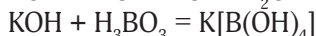
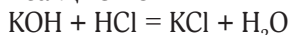
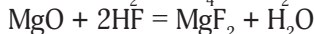
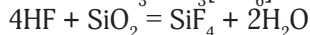
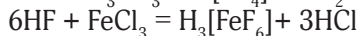
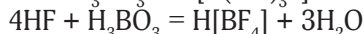
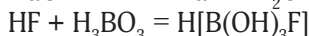
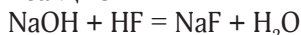
Сульфатна кислота поглинає воду виключно з кристалізаційної

$$\text{води. Тож її кількість } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,8g}{18 \frac{g}{\text{моль}}} = 0,1 \text{ моль.}$$

Формула кристалогідрату $\text{MgCO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$; $1: n = 0,02 : 0,1 = 1 : 5$.Отже, формула кристалогідрату $\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. $n(\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 0,02 \text{ моль}$; $M(\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 174 \text{ г/моль.}$ $m(\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 0,02 \text{ моль } 174 \text{ г/моль} = 3,48 \text{ г.}$ **Відповідь:** $\text{MgCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$; $m = 3,48 \text{ г.}$

Завдання 3

Оскільки масова частка елемента **X** у кислоті **B** дуже висока, можна зробити висновок, що **B** не містить Оксигену. Отже, кислота та її середня сіль – бінарні сполуки. Звідси легко визначити, що луг – KOH , кислота – HF , середня сіль – KF .

Реакції з KOH :Реакції з HF :

Завдання 4

Визначаємо кількість продуктів, що утворюються:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0,112 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,005 \text{ моль};$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{0,0056 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,00025 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,054 \text{ л}}{18 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,003 \text{ моль};$$

Звідки: $n(\text{C}) = 0,005 \text{ моль}$; $n(\text{H}) = 2 \cdot 0,003 \text{ моль} = 0,006 \text{ моль}$;

$n(\text{N}) = 2 \cdot 0,00025 \text{ моль} = 0,0005 \text{ моль}$;

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) = 0,005 : 0,006 : 0,0005 = 10 : 12 : 1$;

$m(\text{C}) = n \cdot M = 0,005 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ г}$;

$m(\text{H}) = 0,006 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,006 \text{ г}$;

$m(\text{N}) = 0,0005 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 0,007 \text{ г}$.

Визначаємо, яка маса Оксигену в хініні: $m(\text{O}) = m(\text{сполуки}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) - m(\text{N}) = 0,081 - 0,06 - 0,006 - 0,007 = 0,008 \text{ (г)}$;

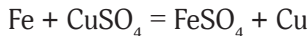
$$n(\text{O}) = \frac{0,008 \text{ г}}{16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,0005 \text{ моль};$$

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,005 : 0,006 : 0,0005 : 0,0005 =$
 $= 5 : 6 : 0,5 : 0,5 = 10 : 12 : 1 : 1$.

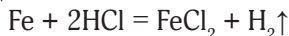
Отже, емпірична формула хініну: $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{NO}$ ($M = 162 \text{ г/моль}$),
а з урахуванням молекулярної маси: $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$.

Відповідь: $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$.

Завдання 5



У цьому випадку маса пластини збільшилась на 0,08 г, що становить 0,01 моль. Отже, на пластинці осіло 0,01 моль або 0,64 г міді.



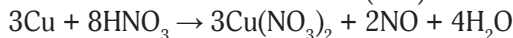
56 г Fe – 73 г HCl

10 г Fe – x г

x = 13 г HCl

$m(\text{HCl}) = 13 \cdot 0,1 = 130 \text{ г}$

$V(\text{HCl}) = 130 : 1,05 = 124 \text{ мл}$



3 моль Cu – 264 г HNO_3
 0,01 моль Cu – x г HNO_3 $m(\text{HNO}_3) = 0,88:0,04 = 22$ г
 $x = 0,88$ г HNO_3 $V(\text{HNO}_3) = 22:1,02 = 21,6$ мл.
Відповідь: 0,64 г міді, 124 мл HCl , 21,6 мл HNO_3 .

Завдання 6

1. Складемо схему й рівняння хімічних перетворень:
 $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{CO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2).
 2. Після перебігу реакції (1) і видалення водяної пари отримали газову суміш, що містить CO_2 й залишок O_2 , тобто $V(\text{CO}_2, \text{O}_{2\text{залишок}}) = 19$ мл. Після обробки лугом (реакція (2)) залишилося 7 мл O_2 .
 3. Обчислюємо: $V(\text{CO}_2) = 19\text{мл} - 7\text{мл} = 12$ мл.
 $V_{\text{прореаг.}}(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) - V_{\text{залишок}}(\text{O}_2) = 25\text{мл} - 7\text{мл} = 18$ мл.
 4. Складемо об'ємне співвідношення:
 $V(\text{C}_x\text{H}_y) : V(\text{O}_2) : V(\text{CO}_2) = 3 : 18 : 12 = 1 : 6 : 4$,
 звідки: $\text{C}_x\text{H}_y + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; тому $x = 4$.
 5. $\text{C}_4\text{H}_y + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, тому $y = 8$.
 Отже, формула газуватого вуглеводню – C_4H_8 .
- Відповідь:** C_4H_8 .

Завдання 7

1. Складемо рівняння хімічної реакції: $\text{MeH} + \text{H}_2\text{O} = \text{MeOH} + \text{H}_2\uparrow$
 2. Маса розчину зменшилася за рахунок виділення водню.
 Обчислюємо його кількість речовини за формулою $n = m / M$.
 $M(\text{H}_2) = 2$ г/моль. $n(\text{H}_2) = 0,2$ г / 2 г/моль = 0,1 моль.
 3. За рівнянням хімічної реакції: $n(\text{MeOH}) = n(\text{MeH}) = 0,1$ моль.
 Якщо $M(\text{Me}) = x$ г/моль, тоді: $M(\text{MeOH}) = (x + 17)$ г/моль;
 $M(\text{MeH}) = (x + 1)$ г/моль, а $m(\text{MeOH}) = 0,1 (x + 17) = 0,1x + 1,7$;
 $m(\text{MeH}) = 0,1 (x + 1) = 0,1x + 0,1$. Можна виразити масу одержаного розчину за формулою:
 $m(\text{розчину}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{MeH}) - m(\text{H}_2)$;
 $m(\text{розчину}) = 100 + 0,1x + 0,1 - 0,2 = 99,9 + 0,1x$.
 4. Тоді за формулою: $w(\text{MeOH}) = m(\text{MeOH}) / m(\text{розчину})$.
 $0,0238 = (0,1x + 1,7) / (99,9 + 0,1x)$; $x = 6,941 \approx 7$;
 $M(\text{Me}) = 7$ г/моль. Отже, Me – Li (Літій).
- Відповідь:** LiH.

Завдання 8

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 Нехай у суміші було x л метану та $(400 - x)$ л етану. З метану утвориться x л CO_2 , а з етану $2(400 - x)$ л;

$x + 2(400 - x) = 480$; звідси $x = 320$. Метану було 320 л, а етану – 80 л. Тобто метану було 80 %, а етану – 20 %.

$$D_{H_2} = (16 \cdot 0,8 + 30 \cdot 0,2) / 2 = 9,4.$$

Відповідь: метану – 80 %, етану – 20 %; $D_{H_2} = 9,4$.

Завдання 9

Ураховуючи вихід продукту, мало утворитися $42,5 / 0,85 = 50$ (г) альдегіду.

$R-CH_2OH \rightarrow R-CHO$. Різниця в молярній масі спирту й відповідного альдегіду реалізується за рахунок різниці мас спиртової та альдегідної груп і становить: $M(R-CH_2OH) - M(R-CHO) = 2$ г/моль. А за умовою ця різниця становить 1 г/моль. Отже, у реакції брало участь 0,5 моль спирту та альдегіду. Тому $M(\text{спирту}) = 102$ г/моль. $M(C_nH_{2n+1}CH_2OH) = 102$ г/моль. Звідси формула – $C_5H_{11}CH_2OH$. Ізомери (понад 10) можливі як за рахунок ізомерії вуглецевого скелету, так і за положенням гідроксильної групи.

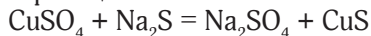
Відповідь: $M(\text{спирту}) = 102$ г/моль, $C_6H_{13}OH$.

Завдання 10

Блакитний колір розчину вказує на вміст катіонів Купруму. Газ, що виділяється під час прожарювання мінералу, має таку молярну масу:

$M(\text{газу}) = D_{\text{повітря}} \cdot M(\text{повітря}) = 1,52 \cdot 29 = 44$ г/моль. Це відповідає молярній масі вуглекислого газу. Під час розчинення мінералу в кислоті інші гази не виділяються, утворюється розчин, який містить тільки один вид аніонів. Тому мінерал є карбонатом Купруму.

Під час змішування розчину, який утворюється при взаємодії мінералу із сульфатною кислотою, із сульфідом натрію, відбувається реакція:



$$n(CuS) = m / M = 3,82 \text{ г} / 95,5 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$$

При прожарюванні мінералу утворюється залишок масою $4,42 \text{ г} \cdot 0,7195 = 3,18 \text{ г}$, до складу якого входить Купрум.

Припустимо, що кількість речовини залишку дорівнює кількості речовини Купруму. Отримуємо $M = 79,5$ г/моль, що відповідає молярній масі купрум (II) оксиду. Ще $0,02 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 0,88 \text{ г}$ – це вуглекислий газ, що виділився.

У сумі це становить 4,06 г. Речовина, яка залишилася масою 0,36 г, випаровується під час прожарювання мінералу, але не газ.

Це може бути тільки вода (0,02 моль). Склад мінералу: 0,04 моль CuO , 0,02 моль CO_2 , 0,02 моль H_2O , тобто $2\text{CuO} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ або $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Це малахіт.

Відповідь: малахіт $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.

11 КЛАС

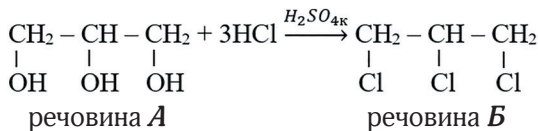
Завдання 1

1. Виведемо найпростішу формулу сполуки:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = \frac{39,13}{12} : \frac{8,7}{1} : \frac{52,17}{16} = 3,26 : 8,7 : 3,26 = 1 : 2,66 : 1 = 3 : 8 : 3.$$

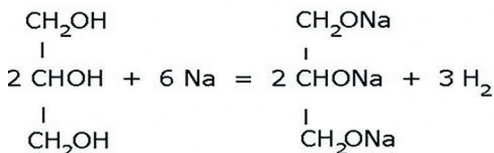
Найпростіша формула $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, утворення трихлоропохідного свідчить про те, що маємо трьохатомний спирт, тому речовина **A** – **гліцерин**.

2. Реакція із хлоридною кислотою



Речовина **B** – **1,2,3-трихлоропропан**.

3. Реакція з натрієм



Газ **B** – **водень**, речовина **Г** – **натрій гліцерат**.

4. Обчислимо об'єм водню, що виділився.

$$M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92 \text{ г/моль}; n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 46 : 92 = 0,5 \text{ (моль)};$$

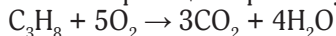
$$n(\text{H}_2) = 0,75 \text{ моль};$$

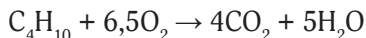
$$V(\text{H}_2) = 0,75 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 16,8 \text{ л.}$$

Відповідь: **A** – **гліцерин**, **B** – **1,2,3-трихлоропропан**, **B** – **водень**, **Г** – **натрій гліцерат**.

Завдання 2

Рівняння реакцій горіння вуглеводнів:





Знаходимо загальну кількість (у молях) вуглекислого газу:

$$n(\text{CO}_2) = m / M = 30,8 / 44 = 0,7 \text{ моль.}$$

Припустимо, що згоріло x моль C_3H_8 і при цьому утворилось $3x$ моль CO_2 та y моль C_4H_{10} , з утворенням $4y$ моль CO_2 . Тоді вихідні маси вуглеводнів будуть складати: $m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44x$; $m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58y$.

Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 44x + 58y = 10,2 \\ 3x + 4y = 0,7 \end{cases}$$

При розв'язанні системи знаходимо $x = 0,1$;

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \cdot 0,1 = 4,4 \text{ г}; m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \cdot 0,1 = 5,8 \text{ г.}$$

Масові частки вуглеводнів склали:

$$w(\text{C}_3\text{H}_8) = 4,4 / 10,2 = 0,4313 = 43,13 \%;$$

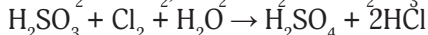
$$w(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 5,8 / 10,2 = 0,5686 = 56,86 \%.$$

Відповідь: $w(\text{C}_3\text{H}_8) = 43,13 \%$; $w(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 56,86 \%$.

Завдання 3

Пройти крізь «мідні труби тільки в розведеному вигляді» може кислота, яка в концентрованому вигляді реагує з міддю. Цій умові задовольняє сульфатна кислота. Отже, проста речовина – це сірка.

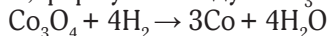
Рівняння реакцій:



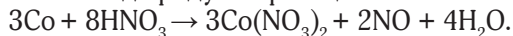
Відповідь: сірка.

Завдання 4

За масовими частками елементів у оксиді або за реакцією з нітратною кислотою знаходимо металічний елемент. Це – Кобальт. Отже, формула оксиду – Co_3O_4 – кобальт (II, III) оксид.



За даними задачі, у реакції з нітратною кислотою можна обчислити склад продуктів реакції:



Маса вихідного оксиду становить:

$$\frac{17,68 \cdot 241 \text{ г} / \text{моль}}{59 \cdot 3 \text{ моль}} = 24,1 \text{ г.}$$

Масова частка $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ у розчині:

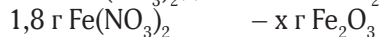
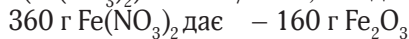
$$\frac{0,3 \cdot 183z}{(100 + 17,68 - 6)z} = 0,4916, \text{ або } 49,16 \%$$

Відповідь: оксид – Co_3O_4 ; $m(\text{Co}_3\text{O}_4) = 24,1 \text{ г}$;
 $w(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = 49,16 \%$.

Завдання 5

Позначимо речовину **C**, як $\text{Ba}_x\text{C}_y\text{O}_z$. Тоді $x : y : z = n(\text{Ba}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = 69,5 / 137 : 6,1 / 12 : 24,4 / 16 = 1 : 1 : 3$. Отже, речовина **C** – BaCO_3 .

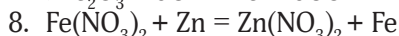
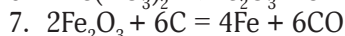
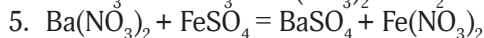
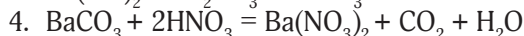
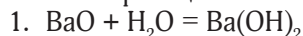
Тоді з умови задачі **D** – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; **Z** – залізо, бо земне ядро складається із залізно-нікелевого сплаву, то речовина **X** – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. За допомогою розрахунків нескладно дійти висновку, що **Y** – Fe_2O_3 , бо $M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 180 \text{ г/моль}$, а згідно з реакцією 6:



Отже, $x = 0,8 \text{ г } \text{Fe}_2\text{O}_3$, що відповідає умові завдання.

Речовина **A** – сполука, з якої можна добути речовину **C** – BaCO_3 в одну або в дві стадії. Такій умові може задовольняти **A** – BaO , **B** – $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Рівняння реакцій:



Відповідь: **A** – BaO , **B** – $\text{Ba}(\text{OH})_2$, **C** – BaCO_3 , **D** – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; **X** – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, **Y** – Fe_2O_3 , **Z** – залізо.

Завдання 6

Визначаємо умовну молярну масу суміші $(9,95 \cdot 4) = 39,8 \text{ г/моль}$. Якщо склад суміші прийняти за 1 моль, то за формулою: $m = n \cdot M$.

$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \cdot x; m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \cdot (1-x).$$

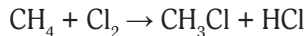
Тоді $30 \cdot x + 44 \cdot (1-x) = 39,8$; $x = 0,3 \text{ моль}$. Отже, 1 моль суміші має склад: 0,3 моль етану й 0,7 моль пропану.

У складі 0,1 моль суміші ($n = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}$): $n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,03 \text{ моль}$, а $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,07 \text{ моль}$. Такі кількості речовин було

піддано спалюванню. За рівняннями реакції горіння визначаємо загальну кількість CO_2 , що утворилася: $n(\text{CO}_2) = 0,06 \text{ моль} + 0,21 \text{ моль} = 0,27 \text{ моль}$; $V(\text{CO}_2) = 0,27 \cdot 22,4 = 7,6 \text{ л}$.

Відповідь: $V(\text{CO}_2) = 7,6 \text{ л}$.

Завдання 7



$$m(\text{CH}_3\text{Cl}) = \frac{30,3 \cdot 100}{40} = 75,75 \text{ г};$$

$$n(\text{CH}_3\text{Cl}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{Cl})}{M(\text{CH}_3\text{Cl})} = \frac{75,75}{50,5} \text{ моль} = 1,5 \text{ моль}.$$

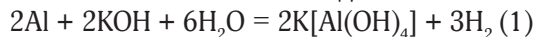
$$n(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_3\text{Cl}) = 1,5 \text{ моль}.$$

$$V(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot V_m; V(\text{CH}_4) = 1,5 \cdot 22,4 = 33,6 \text{ л};$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = \frac{33,6}{40} = 0,84 = 84\%.$$

Відповідь: 84 %.

Завдання 8



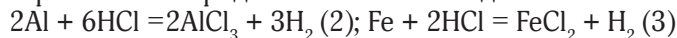
$$n_1(\text{H}_2) = \frac{V_1(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{3,36}{22,4} \text{ моль} = 0,15 \text{ моль}.$$

Із рівняння реакції (1): $n(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 0,15 \text{ моль} = 0,225 \text{ моль}$

Маса алюмінію в половині вихідного зразка масою 8 г становить:

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,225 \cdot 27 = 6,075 \text{ г}.$$

Із розчином хлоридної кислоти взаємодіють алюміній і залізо:



$$\text{Із рівняння (2): } n(\text{Al}):n(\text{H}_2) = 2:3; n_2(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot 0,15 \text{ моль} = 0,225 \text{ моль}$$

Об'єм цього водню дорівнює: $V_2(\text{H}_2) = 0,225 \cdot 22,4 = 5,04 \text{ л}$.

Об'єм водню, що виділився в реакції (3) становить:

$$V(\text{H}_2) = 5,04 - 5,04 = 0 \text{ л}.$$

Обчислюємо $n(\text{H}_2)$, що утворився при взаємодії заліза з хлоридною кислотою:

$$n_3(\text{H}_2) = \frac{1,12}{22,4} \text{ моль} = 0,05 \text{ моль}.$$

На основі рівняння (3): $n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль}$.

Маса заліза в половині вихідного зразка суміші становить:
 $m(\text{Fe}) = 0,05 \cdot 56 = 2,8 \text{ г}$; $m(\text{Cu}) = m(\text{суміші}) - m(\text{Al}) - m(\text{Fe}) = (8 - 2,7 - 2,8) = 2,5 \text{ г}$.

Визначимо масові частки металів у суміші:

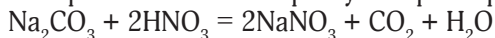
$$w(\text{Al}) = \frac{2,7}{8} = 0,3375 = 33,75\%; \quad w(\text{Fe}) = \frac{2,8}{8} = 0,35 = 35\%;$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{2,5}{8} = 0,3125 = 31,25\%.$$

Відповідь: $w(\text{Al}) = 33,75\%$; $w(\text{Fe}) = 35\%$; $w(\text{Cu}) = 31,25\%$.

Завдання 9

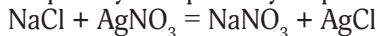
Із нітратною кислотою реагує натрій карбонат:



$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2,8}{22,4} = 0,125 \text{ моль};$$

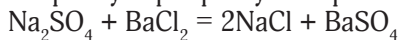
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,125 \cdot 106 = 13,25 \text{ г}.$$

Із аргентум нітратом утворює осад натрій хлорид:



$$n(\text{NaCl}) = n(\text{AgCl}) = \frac{14,35}{143,5} = 0,1 \text{ моль}; \quad m(\text{NaCl}) = 0,1 \cdot 88,5 = 8,85 \text{ г}.$$

Натрій сульфат реагує з барій хлоридом з утворенням осаду:



$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{23,3}{233} = 0,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \cdot 142 = 14,2 \text{ г};$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{13,25}{36,3} = 0,365 = 36,5\%;$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{8,85}{36,3} = 0,244 = 24,4\%;$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{14,2}{36,3} = 0,391 = 39,1\%.$$

Відповідь: $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 36,5\%$; $w(\text{NaCl}) = 24,4\%$;
 $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 39,1\%$.

Завдання 10

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{34\% \cdot 100}{40} = 85\%$$

Нехай маса крейди становить 100 г. Тоді маса CaCO_3 – 85 г. Під час прожарювання 100 г крейди виділиться 42,64 г вуглекислого

газу. За рахунок кальцій карбонату утворюється $\frac{85 \cdot 44}{100} = 37,42$

CO_2 , а з магній карбонату: $42,64 - 7,4 = 5,24$ (г) CO_2 . Маса магній карбонату становить:

$$m(\text{MgCO}_3) = \frac{5,24 \cdot 84}{44} = 10(\text{г}); w(\text{MgCO}_3) = 10\%.$$

Відповідь: $w(\text{CaCO}_3) = 85\%$; $w(\text{MgCO}_3) = 10\%$.

РОЗДІЛ II

ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО ТЕОРЕТИЧНОГО ТУРУ III ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ

2.1. ЗАВДАННЯ (8–11 КЛАСИ)

8 КЛАС

Завдання 1

Сполука містить Гідроген (масова частка – 6,33 %), Карбон (масова частка – 15,19 %), Оксиген (масова частка – 60,76 %) і ще один елемент, число атомів якого в молекулі сполуки дорівнює числу атомів Карбону. Установіть формулу сполуки (відповідь підтвердіть обчисленнями). Укажіть, до якого класу речовин вона відноситься та як поводить себе під час нагрівання й під час взаємодії з хлоридною кислотою (напишіть рівняння реакцій).

Завдання 2

Один літр суміші гідроген фториду та гідроген хлориду має масу за н. у. 1,39 г. Обчисліть об'ємний (у %) склад суміші.

Завдання 3

До 40 г насиченого водного розчину ферум (II) хлориду додали 10 г цієї ж безводної солі. Одержану суміш нагріли до повного розчинення, а потім охолодили до вихідної температури. При цьому випало 24,3 г осаду кристалогідрату. Установіть його формулу, якщо відомо, що насичений розчин містить 38,5 % безводної солі.

Завдання 4

При додаванні до водного розчину сполуки *A* хлоридної кислоти виділяється безбарвний газ *B*, який має характерний запах, а в розчині залишається сіль *C*. При додаванні луку до розчину сполуки *A* виділяється безбарвний газ *D* з різким запахом, а в розчині залишається сіль *E*. При пропусканні газу *B* через розчин $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ випадає чорний осад сполуки *F*.

Розшифруйте речовини *A*, *B*, *C*, *D*, *E* та *F*, напишіть та урівняйте рівняння всіх згаданих реакцій, якщо додатково відомо, що:

1) відношення молярних мас газів **B** і **D** становить 2:1; 2) водний розчин сполуки **A** є аналітичним реагентом, який використовуються для якісного визначення багатьох катіонів. Відповідь обґрунтуйте.

Завдання 5

При пропусканні через надлишок розчину лугу 20 л (н. у.) газової суміші, яка містить карбон (IV) оксид, азот і кисень, її об'єм зменшився до 15 л. Визначте склад вихідної газової суміші (в об. %), якщо її густина за повітрям становить 1,18.

Завдання 6

На терезах зрівноважили дві хімічні склянки: в одній із них міститься сильний розчин калій гідроксиду, а в другій – розчин хлоридної кислоти. До вмісту першої ємності додали амоній нітрат масою 8 г. Обчисліть масу кальцій карбонату, яку потрібно додати до другого розчину, щоб відновилася рівновага між шальками терезів.

Завдання 7

Кальцій масою 2,0 г спалили в надлишку кисню. Продукт згоряння помістили у воду й пропускали в отриману суспензію сульфур (IV) оксид до припинення поглинання газу. Напишіть та урівняйте всі рівняння хімічних реакцій, які відбуватимуться під час описаних дій експериментатора. Як називають згадану суспензію та яка розчинена речовина міститиметься в кінцевому розчині? Розрахуйте її масу, а також об'єм газу (н. у.), який виділиться при обробці отриманого розчину сульфатною кислотою.

Завдання 8

Речовина складається з елементів X та Y, які знаходяться в одному періоді, і має формулу XY. Гідрогеновмісні сполуки елементів X та Y містять 21,43 та 17,65 мас. % Гідрогену відповідно. Визначте речовину XY, напишіть її структурну формулу та вкажіть ступені окиснення елементів у ній.

Завдання 9

При дії хлоридної кислоти на білий порошок X масою 10 г виділилося 2,24 л (н. у.) газу Y, який викликає помутніння вапняної води. Таку ж наважку речовини X прожарили, при цьому виділилося 1,12 л (н. у.) газу Y.

Визначте невідомі речовини та напишіть рівняння відповідних реакцій.

Завдання 10

У закритій посудині підірвали 100 мл (н. у.) суміші водню, кисню та азоту. Після приведення суміші до первісних умов та конденсації водяної пари об'єм газової фази складав 64 мл. До одержаної суміші додали 100 мл повітря ($\varphi(\text{N}_2) = 80\%$) і знову підірвали (довели до вибуху). Об'єм одержаної газової суміші, яку також привели до первісних умов, становив 128 мл.

Визначте об'ємну частку (у %) компонентів вихідної суміші, якщо азот за умов експерименту залишається повністю інертним.

Завдання 11

Що відбудеться, якщо до хімічного стакану послідовно додати 100 г 10 % водного розчину NaOH , 200 г 20 % водного розчину HCl та 10 г крейди, яка стовідсотково складається з кальцій карбонату. Відповідь підтвердить хімічними рівняннями та розрахунками.

Завдання 12

Невідома бінарна речовина утворена двома видами хімічних частинок з однаковою електронною конфігурацією $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ у молярному співвідношенні 1:1. Її наважка масою 14,9 г повністю прореагувала з 20 г розчину 98 % сульфатної кислоти. Установіть природу невідомої речовини та запишіть рівняння відповідної реакції. Визначте масу утвореної солі. Чи реагуватиме водний розчин утвореної солі з металічним магнієм? Якщо так, тоді напишіть рівняння відповідної реакції.

Завдання 13

Бінарну сполуку А деякого металу нагріли в автоклаві з киснем при 1000°C до повного утворення оксиду В. Автоклав продували інертним газом й охолодили: при цьому маса вихідної сполуки зменшилася в 1,104 раза. Масова частка Оксигену в оксиді В складає 10,43 %.

Визначте формули сполук і напишіть рівняння згаданих реакцій.

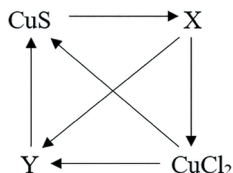
Поясніть, навіщо автоклав продували інертним газом перед охолодженням.

Завдання 14

Суміш алюміній карбиду (Al_4C_3) та барій сульфіту (BaSO_3), яка важить 64,9 г, розчинили в хлоридній кислоті та отримали суміш газів із відносною густиною за гелієм 5,2. Знайдіть кількість речовин у вихідній твердій суміші.

Завдання 15

Напишіть рівняння хімічних реакцій, які проходять за наведеною схемою.



З'ясуйте невідомі речовини та вкажіть умови проведення реакцій.

Завдання 16

Розчин речовини **A** в рідині **B** містить тільки Гідроген, Оксиген та Натрій. Розчин речовини **B** у рідині **B** містить тільки Гідроген, Оксиген і Хлор. Під час зливання вихідних розчинів спостерігається суттєве розігрівання реакційної суміші. При додаванні до розчину **A** розчину речовини **Г** випадає осад, який містить лише Аргентум й Оксиген. Що можуть являти собою речовини **A**, **B**, **B** і **Г**? Напишіть рівняння всіх згаданих в умові реакцій; зазначте, до яких типів вони належать.

9 КЛАС

Завдання 1

За допомогою каталізатора при температурі 37 °С і тиску 140,5 кПа розклали половину гідроген пероксиду, що містився в 1 л його водного розчину з масовою часткою гідроген пероксиду 34 % (густина 1,09 г/см³). Обчисліть масову частку гідроген пероксиду в одержаному розчині та його об'єм, якщо густина розчину зменшилася до 1,06 г/см³. Визначте об'єм газу, що виділився, за умов реакції ($R = 8,314 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$).

Завдання 2

Зразок лужноземельного металу розділили на дві частини, маса однієї частини вдвічі більша за іншу. Меншу частину зразка занурили у воду. При цьому виділився водень, за допомогою якого відновили до металу купрум (II) оксид масою 2 г. Більшу частину зразка лужноземельного металу помістили в трубку, крізь яку пропустили хлор при нагріванні. Отриману тверду речовину

розчинили у воді, до розчину додали сульфатну кислоту. Утворився осад, маса якого становила 11,65 г. Який метал було взято? Напишіть рівняння згаданих реакцій.

Завдання 3

Речовина **A** є трикристалогідратом деякої солі. Під час нагрівання речовини **A** видаляється кристалізаційна вода, а потім сіль розкладається з утворенням речовин **B** (тверда, чорний колір), **B** (газ, безбарвний) і **Г** (газ, бурий колір). Під час відновлення речовини **B** воднем утворюється проста речовина **Д** червоного кольору, яка розчиняється в концентрованій сульфатній кислоті з утворенням газу **Е**. Назвіть речовини **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д** та **Е**, складіть рівняння всіх реакцій, про які йдеться в умові. Обчисліть об'єм газу **Е**, який утворюється під час розчинення в концентрованій сульфатній кислоті речовини **Д**, отриманої за умови, що речовина **A** має масу 84,7 г. Об'єм визначаєте за нормальних умов.

Завдання 4

Класичний і один з найточніших методів визначення купруму в рудах, сплавах та інших матеріалах ґрунтується на окисно-відновній реакції солей Купруму (II) з калій йодидом. Йод, який виділився, відтитровують розчином натрій тіосульфату за присутності крохмалю як індикатора. Напишіть рівняння реакцій взаємодії іонів Купрум (II) з йодид-аніонами, а йоду – з натрій тіосульфатом. Купрум, який містився в наважці руди масою 0,920 г, після певних операцій перевели в розчин. Після додавання до цього розчину калій йодиду виділився йод, на титрування якого витратили 12,52 мл розчину натрій тіосульфату з вмістом тіосульфат-іона 0,0065 г/мл. Обчисліть масову частку купруму в руді.

Завдання 5

У реактор об'ємом 5 л закачали суміш хлору з нітроген (II) оксидом, яка за нормальних умов займала 36 л. Густина за повітрям цієї суміші становила 1,545 (н. у.). У реакторі компоненти суміші провзаємодіяли з утворенням жовто-оранжевого токсичного газу. До моменту настання рівноваги прореагувало 15 % хлору.

1. Визначте кількісний склад (у л) вихідної суміші хлору з нітроген (II) оксидом.

2. Який газ утворився внаслідок реакції? Напишіть рівняння реакції.

3. Обчисліть рівноважні концентрації (у моль/л) усіх речовин у реакторі.

4. Обчисліть тепловий ефект реакції хлору з нітроген (II) оксидом, якщо відомо, що теплоти утворення нітроген (II) оксиду та продукту реакції становлять 90,29 та 51,71 кДж/моль, відповідно. До яких процесів, екзотермічних чи ендотермічних, належить ця реакція?

5. Скільки літрів продукту реакції потрібно додати в реактор, щоб швидкість зворотної реакції збільшилась у 4 рази?

Завдання 6

Визначте формулу газуватого алкану, маса 1 л якого (н. у.) становить 1,965 г.

1. Які ізомерні дихлорпохідні можна одержати під час радикального хлорування цього вуглеводню? Зобразіть структурні формули й назвіть усі можливі ізомери.

2. На прикладі одного з одержаних ізомерів запишіть механізм реакції радикального заміщення вихідної сполуки. Напишіть, за яких умов відбувається ця реакція.

3. Чи однакова ймовірність заміщення атомів гідрогену галогеном біля первинних, вторинних і третинних атомів Карбону? Обґрунтуйте вашу відповідь та за її негативного характеру зазначте той із зображених вами ізомерів, для якого ймовірність утворення є найбільшою.

Завдання 7

Продукти повного згоряння 1 дм³ (н. у.) газоподібної суміші двох алканів пропустили крізь насичений розчин кальцій гідроксиду. У результаті цього одержали 5,7 г осаду. Визначте природу вуглеводнів та їхній вміст у % (за об'ємом) у вихідній суміші, якщо відомо, що різниця їхніх молекулярних мас становить 14 а. о. м. Запишіть реакції горіння вуглеводнів.

Завдання 8

Суміш метану й іншого газу, взятого в надлишку, піддали конверсії. Отриману суміш газів пропустили через вапняну воду, унаслідок чого випало 175 г осаду. Газуватий залишок спалили в надлишку кисню, а продукти горіння послідовно пропустили: 1) через 200 см³ 98 %-го розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,84$ г/см³), унаслідок чого масова частка кислоти зменшилась у 1,245 раза;

2) через 1,5 л розчину їдкого калі (з масовою часткою лугу 0,25 та густиною 1,24 г/см³) до повного поглинання газів.

1. Запишіть рівняння всіх згаданих в умові реакцій.
2. Визначте склад вихідної суміші газів та її відносну густина за воднем (за н. у.).
3. Визначте масу солей, які утворилися внаслідок пропускання газуватого залишку через розчин КОН.
4. Запишіть та урівняйте рівняння реакцій усіх відомих вам способів конверсії метану, зазначте умови їх реалізації.
5. Що таке синтез-газ і де його використовують?

Завдання 9

Наведіть формули речовин, у яких атом Оксигену має ступінь окислення: а) +2; б) +1; в) -1; г) -2; г) -1/2; д) -1/3. Дайте їм назву. Укажіть, яку будову мають ці сполуки – молекулярну або немoleкулярну (іонну).

Завдання 10

Подрібнений сплав міді, заліза та алюмінію масою 2,500 г повністю розчинили, використавши спочатку концентровану сульфатну кислоту, а потім розведену, додавши дистильованої води до утвореного розчину. Розчин випарували до сухих солей і розчинили в 100 см³ дистильованої води (гідролізом солей знехтувати). У розчин занурили залізну пластинку, маса якої в результаті проходження реакції збільшилася з 10,10 до 10,26 г.

До відібраних 10,0 см³ розчину додали кілька краплин концентрованої нітратної кислоти й прокип'ятили до закінчення виділення оксидів нітрогену. До цієї суміші додали розчин амоніаку до появи відчутного запаху, утворений осад відфільтрували. Після прокалювання осаду при 800 °С його маса становила 0,2462 г.

1. Напишіть усі рівняння реакцій, які описані в умові задачі.
2. Визначте масові частки всіх компонентів у вихідному сплаві.
3. Поясніть, чому для повного розчинення сплаву було необхідно використовувати як концентровану, так і розведену сульфатну кислоту, а також чому перед зануренням залізної пластинки було необхідно випарувати розчин до сухих солей.

Завдання 11

Яку масу Pb(OH)₂ можна отримати при повному гідролізі 200 см³ 0,2н розчину Pb(NO₃)₂? Як досягти повного гідролізу? Відповідь підтвердить хімічними рівняннями та розрахунками.

Завдання 12

Розчин блідо-зелених кристалів невідомої солі у воді дає з барій нітратом білий осад, який не розчиняється в кислотах. Якщо подіяти на цей розчин водним лугом, випадає блідо-зелений аморфний осад, який під дією кисню повітря повільно набуває коричневого кольору. Установлено, що вихідна сіль є кристалогідратом. Калій тетраоксоманганат (KMnO_4) у кислому середовищі знебарвлюється. Так, для титрування 1,389 г цієї солі в кислому середовищі пішло 50 см^3 0,02М розчину калій тетраоксоманганату. Яка молекулярна формула цього кристалогідрату?

Завдання 13

У сполуці *X*, яка широко використовується в органічному синтезі, масові частки елементів складають: Н – 10,62 %; Al – 71,09 %; решта – невідомий елемент *A*.

1. Визначте елемент *A* та сполуку *X*.
2. Опишіть електронну та просторову будову *X*. Укажіть стан гібридизації атомних орбіталей алюмінію в сполуці *X*.
3. Унаслідок взаємодії якої кислоти Льюїса та якої основи Льюїса утворюється сполука *X*? Напишіть рівняння реакції.
4. Чому реакції за участю *X* проводять у безводних середовищах?
5. Передбачте, які продукти утворюються при дії *X* на а) SiCl_4 ; б) PCl_3 ; в) AgCl .

Завдання 14

Маємо розбавлені розчини з однаковою молярною концентрацією таких речовин: LiOH , $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, KOH , $\text{Cu}[(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$.

У якому розчині концентрація OH^- найвища? Чому?

Завдання 15

У склянці за температури 15°C та тиску 30 кПа знаходиться забарвлений газ, який складається з двох сполук; густина газу складає 0,968 г/л. У складі газу атоми тільки двох елементів, а мольні долі елементів рівні.

Газ освітлювали при постійній температурі до тих пір, поки тиск у склянці не перестав підвищуватись та склав 45 кПа. Після цього інтенсивність забарвлення зменшилась. Після додавання до склянки розчину луку забарвлення зникло, а тиск зменшився у 2 рази. Якщо вихідний газ витримати за температури 30°C , то

тиск у склянці зростає до 39,5 кПа, а після додавання лугу тиск зменшиться у 5 разів.

Установіть якісний та кількісний склад вихідної суміші газів, якщо відомо, що вона повністю поглинається розчином лугу. Поясніть результати обох експериментів. Напишіть рівняння реакцій і зробіть пояснювальні розрахунки. Усі описані перетворення відбуваються до кінця.

10 КЛАС

Завдання 1

Бінарну природну сполуку **A** (темно-жовта) прокип'ятили в розчині нітратної кислоти. При цьому утворювався безбарвний газ **B** та прозорий розчин. До останнього додали гарячий водний розчин калій гідроксиду до практично нейтральної реакції. До новоутвореного розчину внесли підкислений розчин калій йодиду. Результатом стало утворення темного осаду речовини **B**, який відфільтрували. До фільтрату додали водний розчин аргентум нітрату; при цьому випав жовтий осад **Г**, який теж відфільтрували. До нового фільтрату додали розчин барій хлориду, що призвело до випадання білого осаду **Д**.

Напишіть відповідні рівняння реакцій та розшифруйте речовини **A**, **B**, **B**, **Г** та **Д**, якщо відомо, що мольні маси елементів, які утворюють сполуку **A**, співвідносяться як 1:2,33.

Завдання 2

У результаті взаємодії 1,32 г деякої насиченої органічної кислоти й 0,78 г лужного металу виділилося 224 мл водню (н. у.).

Який лужний метал вступив у реакцію, якщо відносна молекулярна маса кислоти дорівнює 132 а. о. м.? Напишіть усі можливі структурні формули досліджуваної кислоти та назвіть їх.

Завдання 3

Сполука $C_4H_8Br_2$ (**A**), яка не має хіральних центрів, при нагріванні зі спиртовим розчином лугу утворює сполуку **B**, яка легко полімеризується. При озонолізі полімеру основним продуктом є бурштиновий альдегід $H(O)CCH_2CH_2C(O)H$.

Установіть будову сполук **A** та **B**, а також наведіть схеми згаданих реакцій.

Завдання 4

Установіть будову сполуки **A**, брутто-формула якої C_8H_6 , якщо відомо, що вона знебарвлює бромну воду та реагує з амоніачним розчином аргентум оксиду. Сполука **A** також реагує з водою в кислому середовищі в присутності гідраргірум (II) сульфату, утворюючи сполуку складу C_8H_8O (**B**), яка, приєднуючи водень, перетворюється в речовину $C_8H_{10}O$ (**B**). Сполука **A** при кип'ятінні з підкисленим розчином калій перманганату утворює речовину $C_7H_6O_2$ (**Г**), яка в кислому середовищі реагує з пропанолом, утворюючи речовину складу $C_{10}H_{12}O_2$ (**Д**). Вихідна сполука **A** за певних умов приєднує водень, утворюючи речовину складу C_8H_{10} (**Е**). Під час дії на сполуку **Е** суміші концентрованих нітратної та сульфатної кислот утворюються похідні складу $C_8H_9NO_2$ (**Є**), а на сполуку **Г** – речовина складу $C_6H_5NO_4$ (**Ж**).

Установіть будову речовин **A**, **B**, **Г**, **Д**, **Е**, **Є** та **Ж**, а також наведіть формули ізомерів сполуки **Є**. Яка з перерахованих сполук застосовується в харчовій промисловості? Напишіть рівняння всіх описаних в умові реакцій та вкажіть умови їх реалізації.

Завдання 5

Відомо, що пара певного циклічного вуглеводню приблизно в 4,1 раза важча за повітря. Після спалювання 1,6 г цієї речовини утворилося 5,28 г CO_2 та 1,44 г води. Визначте молекулярну формулу вуглеводню та напишіть структурні формули всіх її можливих ізомерів.

Завдання 6

З л суміші етану та етену (н. у.) були пропущені крізь 250 cm^3 3 % розчину броду в інертному розчиннику, густина якого 1,22 г/ cm^3 . При цьому отримали 4,7 г продукту, який дає позитивну пробу Бейльштейна. Який склад вихідної суміші та скільки за масою залишилось броду?

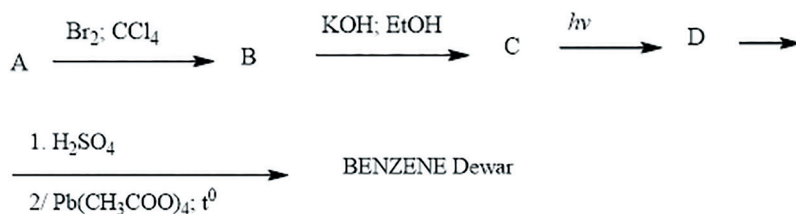
Завдання 7

Продукт прожарювання негашеного вапна та коксу обробили водою. Газ, що утворився, пропустили крізь підкислений сульфатною кислотою розчин, який у якості каталізатору містив солі Меркурію та Феруму. Кінцева сполука дає реакцію срібного дзеркала та в присутності кислоти або основи конденсується з відщепленням води. На продукт конденсації подіяли амоніачним розчином аргентум оксиду. Після підкислення реакційної маси отримали

кристалічну сполуку з температурою плавлення 72 °С. Ця сполука реагує з NaOH, знебарвлює бромну воду та розчин калій тетраоксоманганату (KMnO_4). При спалюванні цих кристалів масою 2,58 г утворилося 5,28 г CO_2 та 1,62 г H_2O . У мас-спектрі молекулярний іон мав масу ($I_{\text{від}}, \%$): 86 [M^+] (100). Установіть структурну формулу кінцевого продукту та напишіть хімічні рівняння, які ведуть до його отримання.

Завдання 8

Хіміки довго дискутували щодо будови бензену. Як відомо, правильною виявилася структура, яка була запропонована Кекуле. Протягом наступного століття хіміки відкидали можливість отримати інші циклічні ізомери бензену. Практично через 100 років після робіт Кекуле, ван-Тамелен за досить простою схемою синтезував ізомерний «бензен Дьюара». Синтез починався з речовини **A** – продукту реакції Дільса-Альдера: 1,3-бутадієну з малеїновим ангідридом:



Розшифруйте схему перетворень та зобразіть просторову будову молекул зашифрованих речовин, якщо відомо, що **C** та **D** – ізомери, а в спектрі ПМР «бензену Дьюара» наявні лише два сигнали.

Завдання 9

Після розчинення 62,4 г суміші Fe_3O_4 та Fe_2O_3 у 500 г 80% H_2SO_4 маса розчину склала 556 г. Знайдіть масову частку солі в розчині.

Завдання 10

Які з перелічених нижче речовин реагують з KMnO_4 : HCl , K_2SO_3 , CO_2 , KNO_3 , $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$? Напишіть рівняння всіх ймовірних реакцій залежно від умов проведення (кисле, нейтральне або лужне середовище).

Завдання 11

Під час прибирання в лабораторії лаборант знайшов сріблясто-сірий металічний кубик з довжиною грані в 1 см. Його надзвичайно зацікавила досить велика вага предмета (22,6 г). Для визначення речовини **A**, з якої виготовлено кубик, лаборант спробував нагріти частину кубика в атмосфері нітроген (II) оксиду. При цьому утворився жовтувато-коричневий порошок **B**, який у присутності сухого кисню перетворюється в світло-жовті легкоплавкі кристали бінарної сполуки **D**, у якій обидва елементи проявляють максимальну валентність. Остання при розчиненні в дистильованій воді утворює сполуку **E**. При дії на речовину **A** хлору за незначного нагрівання утворюється бінарна жовтувато-коричнева сполука **C**, у якій один з елементів не проявляє максимальної валентності.

Розшифруйте речовини **A**, **B**, **C**, **D** та **E**. Напишіть рівняння відповідних реакцій та запропонуйте два способи одностадійного перетворення речовини **A** в сполуку **E**.

Завдання 12

Запропонуйте схему синтезу 2,3-диметилбутан-2,3-діолу з метану, використовуючи лише неорганічні речовини та органічні сполуки, отримані на попередніх етапах синтезу. При цьому є бажаним, щоб схема містила якнайменше етапів синтезу.

Наведіть рівняння хімічних реакцій, укажіть умови їх перебігу та назвіть усі проміжні органічні сполуки.

Завдання 13

Речовина **A** при окисненні в жорстких умовах утворює дві сполуки – **B** і **B**. Сполука **B** при подальшому окисненні утворює лише оцтову кислоту. За тих самих умов зі сполуки **B** одержують оцтову кислоту й кислоту **Г** з молекулярною масою 102.

Знаючи, що **B** – кетон, який не містить фрагмента CH_3CO , визначте формули сполук **A**, **B**, **B** та **Г**, запишіть рівняння реакцій і вкажіть умови здійснення цих перетворень.

11 КЛАС

Завдання 1

Густина за амоніаком газової суміші, що складається із чадного газу й водню, до пропускання через контактний апарат для синтезу метанолу становила 0,5, а після пропускання – 0,625. Розрахуйте

об'ємну частку пари метанолу в суміші, що утворилася (%). Укажіть ступінь перетворення карбон (II) оксиду на метанол (%).

Завдання 2

При додаванні до сріблястої рідини **A** розчину хлоридної кислоти з подальшим кип'ятінням, на стінках фарфорової чашки утворюється білий наліт речовини **B** (містить атоми трьох елементів). При нагріванні **B** перетворюється в суміш жовтувато-білої бінарної речовини **C** та білих кристалів **D**. Якщо останні розчинити у воді та пропустити сірководень, утворюватиметься коричнево-чорний осад **E**. Серед продуктів прожарювання за температури 1000 °C суміші речовини **E** та натрій карбонату можна виділити метал **F**.

Для отримання 10 г речовини **F** під час електролізу солі необхідно пропускати струм силою 10 А протягом 23 хв (вихід за струмом 100 %, метал у складі солі тривалентний).

Розшифруйте речовини **A, B, C, D, E, F** та напишіть рівняння відповідних реакцій.

Завдання 3

Лаборант отримав завдання визначити вміст гідроген пероксиду в зразку концентрованого розчину відповідної сполуки. Для цього він приготував розчин калій перманганату відомої концентрації, підкислив його сульфатною кислотою та визначив об'єм кисню, який виділився відповідно до записаного ним рівняння:



При взаємодії наважки масою 1,00 г виділилось 0,330 л кисню (н. у.). Після швидких обчислень лаборант записав вміст пероксиду на листочку й передав на виробництво. За короткий час пролунав дзвінок від майстра із цеху, який попросив переробити аналіз і не надсилати надалі неправдивих відомостей.

Який результат повідомив лаборант майстру цеху? Обчисліть справжній вміст гідроген пероксиду в зразку та поясніть причину помилки лаборанта. Наведіть по одному лабораторному та промисловому методу добування гідроген пероксиду.

Завдання 4

Кристалічна неорганічна сіль містить такі елементи: Н (1,43 мас. %), С (17,06 мас. %), N (19,90 мас. %), О (11,36 мас. %), К (37,03 мас. %) та Fe (13,22 %). При незначному нагріванні сіль втрачає 12,78 % своєї маси. Визначте причину такої зміни маси

під час нагрівання, будову продукту перетворення та вкажіть його тривіальну й номенклатурну назви.

Завдання 5

Суміш ацетальдегіду й глюкози загальною масою 2,68 г розчинили у воді. Добутий розчин додали до аміачного розчину аргентум (I) оксиду, приготовленого з 36 мл 34%-го розчину аргентум нітрату (густина 1,4 г/мл). Осад, що випав під час легкого нагрівання, відфільтрували та до нейтралізованого нітратною кислотою фільтрату додали надлишок розчину хлориду калію. У результаті випав осад масою 5,74 г. Розрахуйте масові частки речовин у вихідній суміші. Напишіть рівняння реакцій згаданих у задачі хімічних перетворень.

Завдання 6

Скільки за масою пропанону окиснилось, якщо на нейтралізацію кислот, що утворились, пішло 1 дм³ 0,1н NaOH? Скільки за масою утворилося кислот і яких?

Завдання 7

Маємо три рідких вуглеводні **A**, **B** та **C**. Усі вони мають однакову кількість атомів Карбону в молекулах. Сполуку **C** можна отримати з перших двох. Відомо, що сполуки **A** та **C** стійкі до окиснення, повільно реагують з бромом. Сполука **B** знебарвлює бромну воду. Рідина **C** реагує з концентрованою нітратною кислотою в присутності концентрованої сульфатної, що веде до утворення рідини жовтого кольору з більш високою густиною та характерним запахом. Що це за сполуки? Яка будова їх? Наведіть хімічні рівняння всіх згаданих хімічних перетворень.

Завдання 8

Розчин, що містить 0,8718 моль/л цукрози, при 291 К ізоосмотичний із розчином NaCl, що містить 0,5000 моль/л натрій хлориду. Визначте уявний ступінь дисоціації натрій хлориду в розчині.

Завдання 9

Хімічні елементи **X** та **Y** утворюють чотири бінарні сполуки.

Сполука	$w(X),\%$	Колір
A	17,02	білий
B	29,09	білий
C	45,07	жовтий
D	55,17	помаранчевий

Відомо, що **Y** утворює хлорид та карбонат, які розчинні у воді.

1. З'ясуйте невідомі речовини.
2. Напишіть хімічні рівняння взаємодії **A–D** з водою за стандартних умов (реакції 1–4), а також реакцію сполук **A** та **B** між собою (реакція 5).
3. Як за допомогою однієї реакції хімічним шляхом відрізнити **A** від **B**?

Завдання 10

Суміш 3-х структурно ізомерних алкенів **A**, **B** та **C** загальним об'ємом 7,17 л з надлишком водню (н. у.) пропустили над Ni-катализатором при нагріванні. Об'єм суміші зменшився до 5,15 л (н. у.), а реакція пройшла на 75 %. При пропусканні вихідної суміші крізь склянку з надлишком бромної води, алкени повністю були поглинуті, а маса склянки додала 10,1 г.

1. Розрахуйте сумарний об'єм алкенів у вихідній суміші.
2. Установіть молекулярну формулу алкенів. Відомо, що молекули **A** хіральні, **B** та **C** – ахіральні. При гідруванні в присутності катализатора (H_2/Ni) усі вихідні алкени дають один продукт – **D**, а при взаємодії з HBr основним продуктом у всіх випадках є сполука **E**. Водночас якщо реакцію з HBr проводити в присутності перексиду, то утворюються три різних броміди **A**₁, **B**₁ та **C**₁ відповідно. При цьому бромід **B**₁ після обробки спиртовим розчином сильної основи – калій трет-бутилатом – перетворюється в суміш **B** та **A** з перевагою останнього.

3. Напишіть усі структурні формули вихідних та кінцевих сполук, наведіть схеми реакцій. Для якої сполуки притаманна геометрична ізомерія? Напишіть ці ізомери та надайте їм назву з використанням **E**, **Z** – номенклатури.

Завдання 11

Червону просту речовину **A** розчинили при нагріванні в концентрованій сірчаній кислоті. Утворений білий осад бінарної речовини **B** відфільтрували, висушили та перекристалізували з води (останню вилучили під вакуумом за кімнатної температури). Одну частину сухого залишку після перекристалізації піддали елементному аналізу (виявили 37,21 мас. % O) та розчинили в концентрованій хлоридній кислоті. Серед продуктів взаємодії були осад **A'** (того ж якісного складу, що й **A**) та газ **D**. Другу частину залишку розчинили в лузі: утворилася сполука **B** (у сухому стані – білий

порошок). Якщо **В** прокип'ятити з гідроген пероксидом, то утвориться сполука **Г**. Серед продуктів розчинення останньої сполуки в концентрованій хлоридній кислоті є сполука **Б** та газ **Д**. Установіть формули сполук **А–Д**, запишіть та урівняйте рівняння всіх згаданих в умові задачі хімічних реакцій.

Завдання 12

Хімічні джерела струму з постійною подачею реагентів називають паливними елементами (ПЕ). Сьогодні найпоширенішими є киснево-водневі ПЕ з кислотним (найчастіше фосфатним) електролітом. Розрахуйте електрорушійну силу пристрою за стандартної температури, якщо стандартний потенціал кисневого електрода в кислому електроліті становить $E_{O_2|H_2O|H^+} = 1,229$ В, а активність іонів гідроксонію та води дорівнювала одиниці. Реагенти для ПЕ були отримані електролізом водного розчину NaOH на графітових електродах (тривалість електролізу 3 год; сила струму 1 А, вихід за струмом 100 %) та зібрані в резервуарах об'ємом 1 дм³ кожен за стандартної температури.

Запишіть рівняння електродних процесів, які відбуваються під час розряджання описаного типу паливного елемента та під час електрохімічного добування реагентів для його роботи.

2.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (8–11 КЛАСИ)

8 КЛАС

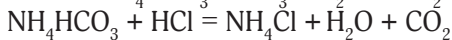
Завдання 1

Представимо формулу невідомої сполуки у вигляді $C_xH_yO_zX_m$. Припускаємо, що до складу сполуки входить Нітроген ($C_xH_yO_zN_m$), оскільки цього елемента в сполуці стільки ж атомів, як і Карбону, а відсоток у сполуці 17,72 %.

Тоді:

$$x : y : z : m = \frac{15,19}{12} : \frac{6,33}{1} : \frac{60,75}{16} : \frac{17,72}{14} = 1,27 : 6,33 : 3,80 : 1,27 = 1 : 5 : 3 : 1$$

Отже, формула сполуки NH_4HCO_3 , амоній гідрогенкарбонат, кисла сіль. $NH_4HCO_3 = NH_3 + H_2O + CO_2$



Відповідь: формула сполуки – NH_4HCO_3 (амоній гідрогенкарбонат).

Завдання 2

Нехай $n(\text{HF}) = x$ моль, а $n(\text{HCl}) = y$ моль.

Тоді:

$$\begin{cases} 22,4x + 22,4y = 1 \\ 20x + 36,5y = 1,39 \end{cases}$$

Розв'язуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 0,0446 \\ 20x + 36,5y = 1,39 \end{cases}$$

Одержуємо $x = 0,0145$.

$\varphi(\text{HF}) = 0,0145 : 0,0446 = 0,325$, або 32,5 %;

$\varphi(\text{HCl}) = 0,675$, або 67,5 %.

Відповідь: $\varphi(\text{HF}) = 32,5\%$, $\varphi(\text{HCl}) = 67,5\%$.

Завдання 3

Обчислюємо кінцеву масу розчину після випадання осаду кристалогідрату: $40 + 10 \cdot 24,3 = 25,7$ г.

Обчислюємо масу безводного FeCl_2 в кінцевому розчині:

$$25,7 \cdot 0,385 = 9,90 \text{ г.}$$

Обчислюємо масу безводного FeCl_2 у вихідному розчині:

$$40 \cdot 0,385 = 15,4 \text{ г.}$$

Визначаємо масу FeCl_2 у складі утвореного кристалогідрату:

$$15,4 + 10 - 9,9 = 15,5 \text{ г.}$$

Установлюємо формулу кристалогідрату, обчислюючи масову частку FeCl_2 у кристалогідраті $\text{FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

$$\frac{15,5}{24,3} = \frac{127}{127 + 18x}$$

звідки $x = 4$. Отже, формула кристалогідрату $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

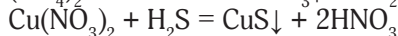
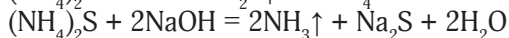
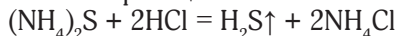
Відповідь: формула кристалогідрату – $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Завдання 4

При пропусканні газу **B** через розчин $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ випадає чорний осад сполуки **F**, яким може бути лише CuS . Тож газ **B**, який має характерний запах, – H_2S . При дії на сіль лугом може виділятися лише один газ із різким запахом – аміак. Молярна маса H_2S становить 34 г/моль, тоді газ **D** має молярну масу 17 г/моль, що підтверджує, що газ **D** – NH_3 .

Відповідно сполука **A** – це сіль $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

Рівняння реакцій:



Отже, невідомі речовини:

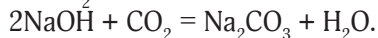
A – (NH₄)₂S; B – H₂S; C – NH₄Cl; D – NH₃; E – Na₂S; F – CuS.

Завдання 5

1. Розрахуємо молярну масу суміші:

$$M(\text{суміші}) = 29 \cdot 1,18 = 34,22 \text{ г/моль.}$$

2. При пропусканні газової суміші через розчин луку реагує тільки CO₂:



$$3. V(\text{CO}_2) = 20 \text{ л} - 15 \text{ л} = 5 \text{ л;}$$

$$\text{Об'ємна частка: } \varphi(\text{CO}_2) = 5/20 = 0,25 \text{ (або 25 \%)}.$$

4. Нехай об'ємні частки N₂ та O₂ в газовій суміші становлять *y* та *z*, відповідно.

$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль; } M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль; } M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль,}$
тому

$$\begin{cases} 44 \cdot 0,25 + 28y + 32z = 34,22 \\ 0,25 + y + z = 1 \end{cases}$$

Розв'язок системи рівнянь дає такі результати:

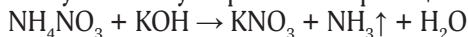
$$y = 0,195, \varphi(\text{N}_2) = 19,5 \%;$$

$$z = 0,75 - 0,195 = 0,555, \varphi(\text{O}_2) = 55,5 \%.$$

Відповідь: $\varphi(\text{N}_2) = 19,5 \%, \varphi(\text{O}_2) = 55,5 \%$.

Завдання 6

1. При додаванні NH₄NO₃ до KOH відбуватиметься реакція, яка супроводжується виділенням газоподібного аміаку. Визначаємо масу амоніаку за рівнянням реакції:



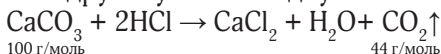
$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 8\text{г}/80 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль.}$$

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 0,1 \text{ моль; } m(\text{NH}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 1,7 \text{ г.}$$

2. Сумарна зміна маси складатиметься з маси доданого нітрату амонію мінус маса утвореного аміаку. Отже, у першому стакані маса збільшилась на: $8 - 1,7 = 6,3 \text{ г.}$

Щоб установлена рівновага не порушилася, маса в другому стакані теж повинна збільшитись на 6,3 г.

3. У другому стакані відбуватиметься реакція:



Як впливає з рівняння реакції, у другому стакані на 100 г доданого CaCO_3 виділяється 44 г вуглекислого газу й маса зростає на $(100 - 44) = 56$ г.

4. Складаємо пропорцію:

На 100 г доданого CaCO_3 маса зростає на 56 г

На x г доданого CaCO_3 маса зростає на 6,3 г

Звідси: $x = m(\text{CaCO}_3) = 11,25$ г.

Відповідь: $m(\text{CaCO}_3) = 11,25$ г.

Завдання 7

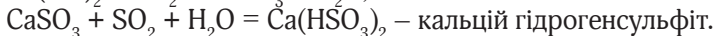
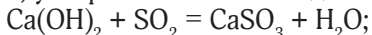
1. Хімічні перетворення, запропоновані в умові задачі до отримання солі, можуть бути описані такими реакціями:

а) горіння кальцію в надлишку кисню з утворенням кальцій оксиду:



б) взаємодія кальцій оксиду з водою з утворенням суспензії кальцій гідроксиду (*вапняного молока*): $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 \downarrow$;

в) утворення солі: взаємодія з надлишком сульфур (IV) оксиду:



2. Відповідно до хімічних перетворень



з 1 моль Ca отримуємо 1 моль $\text{Ca(HSO}_3)_2$.

Оскільки спалили 2,0 г кальцію або $2/40 = 0,05$ (моль), то отримали 0,05 моль кислої солі $\text{Ca(HSO}_3)_2$ або $202 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 10,1$ г.

3. Взаємодія кислої солі $\text{Ca(HSO}_3)_2$ із сульфатною кислотою відбувається за реакцією:



$n(\text{SO}_2) = 2 \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$; $V(\text{SO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,24 \text{ л}$.

Відповідь: $V(\text{SO}_2) = 2,24 \text{ л}$.

Завдання 8

Визначимо атомну масу елемента X.

Для цього запишемо формулу сполуки елемента X із Гідрогеном у загальному вигляді XH_n (де n – кількість атомів H, яка дорівнює валентності елемента X, тоді як гідроген завжди одновалентний). Звідси молекулярна маса XH_n дорівнює $M(\text{XH}_n) = A(X) + n \cdot A(\text{H})$, а масова частка Гідрогену становить:

$$w(\text{H}) = n \cdot A(\text{H}) \cdot 100\% / (A(X) + n \cdot A(\text{H})) = 21.43 \%$$

$$M(\text{XH}_n) = A(X) + n \cdot A(\text{H}) = (n \cdot A(\text{H}) \cdot 100\%) / 21.43 \% = 4,67n \text{ (г/моль)}.$$

$$A(X) = 4,67n - n = 3,67n.$$

Ця умова має фізичний зміст (отримуємо цілочисельне значення атомної маси реально існуючого ізотопу) задовольняє лише $n = 3$.

$A(X) = 11$ г/моль, елемент X – бор (**B**), елемент другого періоду.

Ідентично визначимо атомну масу елемента Y, записавши формулу сполуки елемента Y з Гідрогеном у загальному вигляді YH_m :

$$w(\text{H}) = m \cdot A(\text{H}) \cdot 100\% / (A(Y) + m \cdot A(\text{H})) = 17,65 \%;$$

$$M(\text{YH}_m) = A(Y) + m \cdot A(\text{H}) = (m \cdot A(\text{H}) \cdot 100\%) / 17,65 \% = 5,67m \text{ г/моль};$$

$$A(Y) = 5,67m - m = 4,67 \cdot n; \text{ фізичний зміст має } m = 3;$$

$A(Y) = 14$ г/моль. Елемент Y – нітроген (**N**), елемент того ж періоду.

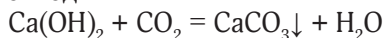
Отже, шукана речовина XY – бор нітрид **BN**.

(Ступінь окиснення Бору +3; ступінь окиснення Нітрогену –3).

Відповідь: речовина XY – бор нітрид BN.

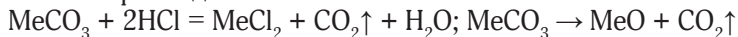
Завдання 9

1. Умові завдання відповідає карбон (IV) оксид (вуглекислий газ) – невідомий газ **Y**, оскільки цей газ викликає помутніння вапняної води:



2. Тоді речовина **X** – середня або кисла сіль, відповідно карбонат або гідрокарбонат.

Середні солі не підходять, оскільки вони або не розкладаються при прожарюванні (карбонати лужних металів, крім літію), або розкладаються, але виділяють такий же об'єм газу, що й при дії кислоти. Наприклад:



3. Отже, шукана речовина X – це кисла сіль, причому виключно лужного металу MeHCO_3 , оскільки лише такі солі не розкладаються до оксидів металів, а лише до середніх солей, що задовольняє умову щодо вдвічі меншої кількості газу при термічному розкладі порівняно з дією кислоти.

4. Розраховуємо молярну масу солі X – MeHCO_3 з рівняння взаємодії з хлоридною кислотою: $\text{MeHCO}_3 + \text{HCl} = \text{MeCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 $n(\text{CO}_2) = V/V_m = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}$.

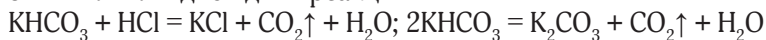
$$n(\text{MeHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль}.$$

$$M(\text{MeHCO}_3) = m(\text{MeHCO}_3) / n(\text{MeHCO}_3) = 10 \text{ г} / 0,1 \text{ моль} = 100 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{Me}) = M(\text{MeHCO}_3) - M(\text{H}) - M(\text{C}) - 3 \cdot M(\text{O}) = 100 - 1 - 12 - 3 \cdot 16 = 39 \text{ г/моль}.$$

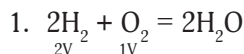
Отже, $\text{Me} = \text{K}$, а невідома речовина X – KHCO_3 (калій гідрогенкарбонат).

5. Рівняння відповідних реакцій:



Відповідь: газ Y – CO_2 (карбон (IV) оксид), X – KHCO_3 (калій гідрогенкарбонат).

Завдання 10



За умовою задачі об'єм суміші зменшився на 36 мл ($100 - 64 = 36$).

2. З рівняння реакції видно, що при зменшенні об'єму на 3 мл реагують 2 мл (H_2) і 1 мл (O_2) відповідно.

$$V_1(\text{H}_2) = (36 \cdot 2)/3 = 24 \text{ мл}; V_1(\text{O}_2) = (36 \cdot 1)/3 = 12 \text{ мл}.$$

3. Залишок (64 мл газу) змішали зі 100 мл повітря, яке містить 80 мл азоту й 20 мл кисню, у результаті утворилось 164 мл газової суміші ($64 + 100 = 164$).

4. Після повторного вибуху та приведення газів до первинних умов об'єм суміші виявився рівним 128 мл.

$$\text{Отже: } \Delta V = 164 \text{ мл} - 128 \text{ мл} = 36 \text{ мл}.$$

5. Значить, прореагувало ще: $V_2(\text{H}_2) = 24 \text{ мл}$ і $V_2(\text{O}_2) = 12 \text{ мл}$ (O_2).

6. Тому склад вихідної суміші:

$$V(\text{H}_2) = V_1(\text{H}_2) + V_2(\text{H}_2) = 48 \text{ мл}; V_1(\text{O}_2) = 12 \text{ мл}; V_1(\text{N}_2) = 100 - 48 - 12 = 40 \text{ мл}.$$

$$\text{Звідси: } \varphi(\text{H}_2) = 48 \text{ мл} / 100 \text{ мл} = 0,48, \text{ або } 48 \%;$$

$$\varphi(\text{O}_2) = 12 \text{ мл}/100 \text{ мл} = 0,12, \text{ або } 12\%;$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 40 \text{ мл}/100 \text{ мл} = 0,4, \text{ або } 40\%.$$

$$\text{Відповідь: } \varphi(\text{H}_2) = 48\%; \varphi(\text{O}_2) = 12\%; \varphi(\text{N}_2) = 40\%.$$

Завдання 11

Хлоридна кислота реагує з лугом + розрахунок масової частки.

3 10 г NaOH прореагує 9,125 г HCl (реакція нейтралізації). Залишається 30,875 г HCl.

За рівнянням взаємодії кальцій карбонату з хлоридною кислотою з'ясуємо, скільки останньої залишиться.



$$m(\text{HCl}) = 10 \cdot 73/100 = 7,3 \text{ г.}$$

Після розчинення крейди залишиться 23,575 г HCl.

$$\text{Відповідь: } m(\text{HCl}) = 23,575 \text{ г.}$$

Завдання 12

1. Електронний будові $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ відповідають катіони K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} , аніони Cl^- , S^{2-} , P^{3-} . При поєднанні цих катіонів та аніонів утворюються сполуки KCl, CaS, ScP.

2. Знаходимо масу H_2SO_4 в розчині 98%-ї сульфатної кислоти:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / m(\text{р-ну});$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m(\text{р-ну}) = 0,98 \times 20 \text{ г} = 19,6 \text{ г.}$$

3. Знаходимо кількість H_2SO_4 , яка прореагувала з невідомою речовиною:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6 \text{ г}/98 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль.}$$

4. Оскільки невідома речовина прореагувала повністю з H_2SO_4 кислотою, то кількість невідомої речовини становить 0,2 моль. Розраховуємо кількості речовин KCl, CaS, ScP у 14,9 г:

$$M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль}; n(\text{KCl}) = 14,9 \text{ г}/74,5 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль};$$

$$M(\text{CaS}) = 72 \text{ г/моль}; n(\text{CaS}) = 14,9 \text{ г}/72 \text{ г/моль} = 0,207 \text{ моль};$$

$$M(\text{ScP}) = 76 \text{ г/моль}; n(\text{ScP}) = 14,9 \text{ г}/76 \text{ г/моль} = 0,196 \text{ моль.}$$

Отже, шукана речовина – **KCl**.

5. Рівняння відповідної реакції: $\text{KCl}_{\text{тв}} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HCl} \uparrow + \text{KHSO}_4$

6. Маса утвореної солі KHSO_4 з рівняння реакції становить:

$$m(\text{KHSO}_4) = n(\text{KHSO}_4) \times M(\text{KHSO}_4) = 0,2 \times 136 = 27,2 \text{ (г).}$$

7. Рівняння реакції водного розчину утвореної солі KHSO_4 з Mg:



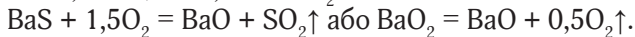
Відповідь: речовина – KCl.

Завдання 13

За вмістом Оксигену в оксиді **B** визначаємо формулу оксиду – BaO.

Молярна маса **A** складає: $(137,33 + 16) \cdot 1,104 = 169,27$ г/моль, на неметалічний компонент припадає: $169,27 - 137,33 = 31,9$ г/моль.

Отже, **A** – це BaS, або BaO₂



Продування інертним газом запобігає утворенню барій пероксиду BaO₂, яке відбувається за температурою близькою 500° С.

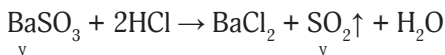
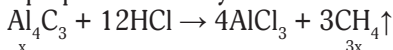
Відповідь: **A** – це BaS, або BaO₂, оксид **B** – BaO.

Завдання 14

Нехай у вихідній суміші було x моль Al₄Cl₃ та y моль BaSO₃.

Тоді маса суміші дорівнює $144x + 217y = 64,9$ г.

При розчиненні суміші в кислоті йдуть реакції:



Загалом утворюється $(3x + y)$ моль газів.

Середня молярна маса газової суміші складає:

$$M_{(\text{сер})} = 16 \cdot 3x + 64y / 3x + y.$$

За умовами задачі $M_{(\text{сер})} = 5,2 \cdot 4 = 20,8$ г/моль.

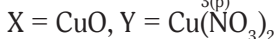
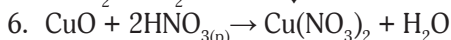
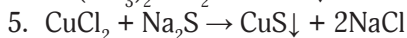
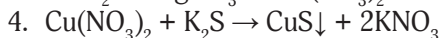
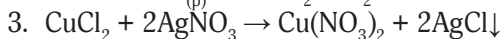
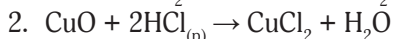
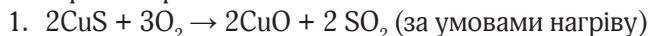
Отримуємо: $16 \cdot 3x + 64 \cdot y / 3x + y = 20,8$, спрощуємо $x = 3y$.

Підставляємо це співвідношення до рівняння для маси вихідної суміші й отримуємо: $x = 0,3$ моль (Al₄C₃), $y = 0,1$ моль (BaSO₃).

Відповідь: $n(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0,3$ моль, $n(\text{BaSO}_3) = 0,1$ моль.

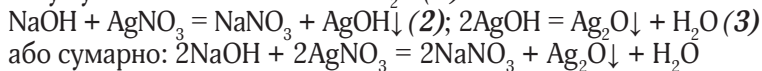
Завдання 15

Імовірний варіант:



Завдання 16

1. **A** = NaOH, **B** = H₂O, **B** = HCl, або будь-яка з оксигеновмісних кислот Хлору (HClO₄, HClO, HClO₂), **Г** – будь-яка розчинна сіль Аргентуму. NaOH + HCl = NaCl + H₂O (1)



2. При зливанні двох розчинів виділяється тепло, отже реакція **1** є **екзотермічною**. Водночас реакції **1** та **2** відносяться до реакцій **іонного обміну**, а реакція **3** є реакцією **розкладу**.

9 КЛАС

Завдання 1

1. Визначаємо масу розчину й масу пероксиду гідрогену в ньому:

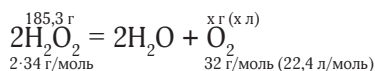
$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = w(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot m_{\text{р-ну}} / 100 \%;$$

$$m_{\text{р-ну}} = V_{\text{р-ну}} \cdot \rho_{\text{р-ну}}; m_{\text{р-ну}} = 1000 \text{ мл} \cdot 1,09 \text{ г/мл} = 1090 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \% \cdot 1090 \text{ г} / 100 \% = 370,6 \text{ г}.$$

2. Визначаємо масу кисню, що утворився (для визначення об'єму кисню за умовами реакції треба використовувати закон Клапейрона: $pV/T = p_0V_0/T_0$).

Розклатося згідно з умовою задачі $370,6 \text{ г} : 2 = 185,3 \text{ г}$ гідроген пероксиду. $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ г/моль}$, $M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$.



$$x = 185,3 \text{ г} \cdot 32 / 2 \cdot 34 = 87,2 \text{ г}$$

$$\text{або } x = 185,3 \cdot 22,4 / 2 \cdot 34 = 61,04 \text{ л}.$$

3. Визначаємо масову частку гідроген пероксиду в кінцевому розчині:

$$m_{\text{р-ну}} = 1090 - 87,2 = 1002,8 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 185,3 \text{ г}; w(\text{H}_2\text{O}_2) = m(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 100\% / m_{\text{р-ну}};$$

$$w(\text{H}_2\text{O}_2) = 185,3 \text{ г} \cdot 100\% / 1002,8 \text{ г} = 18,5 \%.$$

4. Використовуючи рівняння Менделєєва-Клапейрона (або закон Клапейрона), визначаємо об'єм кисню, що виділився за умовами задачі:

$$pV = nRT \text{ або } pV = mRT/M, \text{ звідси } V = mRT/pM;$$

$$V = 87,2 \text{ г} \cdot 8,314 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 310 \text{ К} / 32 \text{ г/моль} \cdot 140,5 \text{ кПа} = 50 \text{ л}.$$

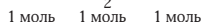
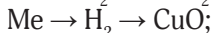
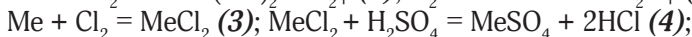
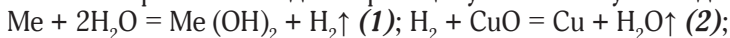
5. Визначаємо об'єм кінцевого розчину:

$$V_{\text{р-ну}} = m_{\text{р-ну}} : \rho_{\text{р-ну}} = 1002,8 \text{ г} : 1,06 \text{ г/мл} = 946,03 \text{ мл.}$$

Відповідь: $V_{\text{р-ну}} = 946,03 \text{ мл.}$

Завдання 2

Запишемо рівняння згаданих реакцій у загальному вигляді:



$$n(\text{CuO}) = 2\text{ г} / 80\text{ г/моль} = 0,025 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2) = 0,025 \text{ моль}; n(\text{Me})_1 = 0,025 \text{ моль};$$

$$n(\text{Me})_2 = 0,05 \text{ моль}; n(\text{MeCl}_2) = 0,05 \text{ моль};$$

$$n(\text{MeSO}_4) = 0,05 \text{ моль};$$

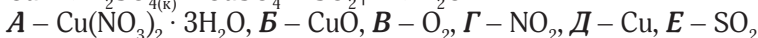
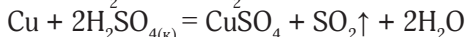
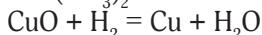
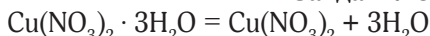
$$M(\text{MeSO}_4) = m(\text{MeSO}_4) / n(\text{MeSO}_4) = 11,65\text{ г} / 0,05 \text{ моль} = 233 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Me}) = M(\text{MeSO}_4) - M(\text{S}) - 4M(\text{O}) = 233 - 32 - 4 \cdot 16 = 137 \text{ г/моль.}$$

Невідомий метал – Барій (Ba).

Відповідь: метал – Барій (Ba).

Завдання 3



$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 242 \text{ г/моль}$$

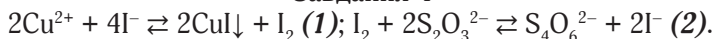
$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 84,7 \text{ г} / 242 \text{ г/моль} = 0,35 \text{ моль}$$

За рівняннями реакцій

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Cu}) = n(\text{SO}_2) = 0,35 \text{ моль.}$$

$$V(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot V_m = 0,35 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 7,84 \text{ л.}$$

Завдання 4



Обчислимо масу тиосульфату, яку витратили на титрування йоду:

$$m(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = T \cdot V = 0,0065 \text{ г/мл} \cdot 12,52 \text{ мл} = 0,08138 \text{ г};$$

$$M(\text{I}_2) = 254 \text{ г/моль}; M(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 112 \text{ г/моль.}$$

Згідно з рівнянням (2):

$2 \cdot 112 \text{ г } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ взаємодіє з $254 \text{ г } \text{I}_2$

$0,08138 \text{ г } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ взаємодіє з $x \text{ г } \text{I}_2$

$x = m(\text{I}_2) = 254 \cdot 0,08138 / 2 \cdot 112 = 0,09228 \text{ г}$ – виділилося йоду.

Тому за рівнянням (1):

$2 \cdot 64 \text{ г } \text{Cu} - 254 \text{ г } \text{I}_2$

$m \text{ г } \text{Cu} - 0,09228 \text{ г } \text{I}_2$

$m(\text{Cu}) = 2 \cdot 64 \cdot 0,09228 / 254 = 0,04650 \text{ г}$.

Визначаємо масову частку Купруму в руді.

$w(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / m(\text{руд}) = 0,04650 \text{ г} / 0,9200 = 0,0505$, або 5,05%.

Завдання 5

1. Знайдемо склад вихідної суміші газів, урахувавши, що $M_{\text{пов}} = 29 \text{ г/моль}$.

Значення середньої молярної маси суміші $M_{\text{сер}} = 1,545 \cdot 29 = 44,8 \text{ г/моль}$;

$M(\text{NO}) = 30 \text{ г/моль}$; $M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль}$.

Якщо x мольна частка NO в суміші, то мольна частка Cl_2 становить $(1 - x)$. Запишемо рівняння: $44,8 = 30 \cdot x + 71 \cdot (1 - x)$;
 $x = 0,64$; $(1 - x) = 0,36$.

Урахувавши, що мольна та об'ємна частки для газів за н. у. мають однакові значення, отримуємо:

$V(\text{NO}) = 36 \cdot 0,64 = 23 \text{ л}$; $V(\text{Cl}_2) = 36 \cdot 0,36 = 13 \text{ л}$.

2. У результаті взаємодії компонентів суміші утворюється жовто-оранжевий токсичний газ – нітрозил хлорид NOCl :
 $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$.

3. Обчислимо вихідні концентрації реагуючих речовин:

$C_{\text{поч}}(\text{NO}) = n/V_{\text{реакт}} = 23 / 22,4 \cdot 5 = 0,2054 \text{ моль/л}$;

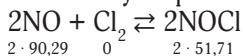
$C_{\text{поч}}(\text{Cl}_2) = n/V_{\text{реакт}} = 13 / 22,4 \cdot 5 = 0,1161 \text{ моль/л}$.

За умовою прореагувало 15 % від початкової кількості хлору, тобто $0,1161 \cdot 0,15 = 0,0174 \text{ моль/л}$. Тоді рівноважна концентрація хлору становитиме $[\text{Cl}_2] = 0,1161 - 0,0174 = 0,0987 \text{ моль/л}$.

Згідно з рівнянням реакції прореагувало вдвічі більше NO , тобто $0,0174 \cdot 2 = 0,0348 \text{ моль/л}$. Тоді рівноважна концентрація NO становитиме $[\text{NO}] = 0,2054 - 0,0348 = 0,1706 \text{ моль/л}$.

Відповідно (згідно з рівнянням реакції) утворилося $0,0348 \text{ моль/л}$ продукту NOCl : $[\text{NOCl}] = 0,0348 \text{ моль/л}$.

4. Тепловий ефект реакції (стандартну ентальпію реакції) обчислюємо згідно з першим наслідком закону Гесса, урахувавши, що ентальпії утворення простих речовин дорівнюють нулю.



$$\Delta H_p = 2 \cdot 51,71 - 2 \cdot 90,29 = 103,42 - 180,58 = -77,16 \text{ кДж/моль}$$

Отже, реакція екзотермічна.

5. Рівняння швидкості для зворотної реакції має вигляд:

$$V_{\text{звор}} = k[\text{NOCl}]_2, \text{ де } k - \text{константа швидкості реакції, тоді}$$

$$V_{\text{звор}1} = k(0,0348)^2, \text{ а}$$

$$V_{\text{звор}2} = kx^2, \text{ де } x - \text{збільшена концентрація NOCl.}$$

Якщо швидкість збільшиться в 4 рази, то $kx^2 = 4k(0,0348)^2$, звідки $x = 0,0696$ моль/л.

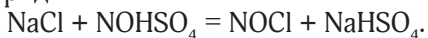
Отже, концентрацію NOCl потрібно збільшити на $0,0696 - 0,0348 = 0,0348$ моль/л.

Оскільки об'єм реактора 5 л, то кількість речовини NOCl дорівнює $0,174$ моля, що за н. у. становить $3,9$ л.

6. Нітрозил хлорид утворюється в результаті взаємодії концентрованої нітратної та хлоридної кислот (під час нагрівання) за реакцією



а також при дії нітрозилсульфатної кислоти на сухий натрій хлорид



Унаслідок гідролізу нітрозил хлориду утворюються нітритна й хлоридна кислоти, тому його можна вважати хлорангідридом нітритної кислоти: $\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HCl}$.

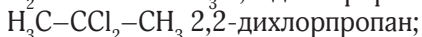
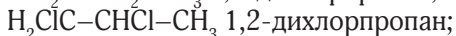
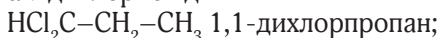
Завдання 6

$$1. n = V/V_m = 1/22,4 = 0,0446 \text{ моль.}$$

$$n = m/M, \text{ тоді } M = m/n = 44 \text{ г/моль} - \text{молярна маса алкану.}$$

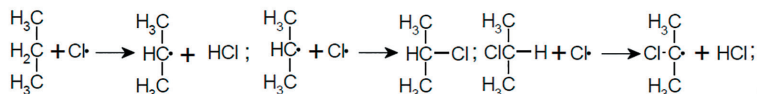
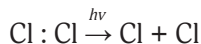
Насичені вуглеводні мають загальну формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Складаємо рівняння: $12n + (2n + 2) \cdot 1 = 44$, звідки $n = 3$, отже вуглеводень C_3H_8 – пропан.

2. Під час радикального хлорування пропану можна одержати такі дихлорпохідні:



$\text{H}_2\text{ClC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1,3-дихлорпропан.

За наявності ультрафіолетового опромінювання чи нагрівання механізм хлорування такий:

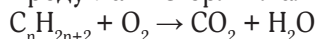


3. Галогенування алканів, які містять первинні, вторинні та третинні атоми Карбону, відбувається по-різному: найлегше галоген заміщує атом Гідрогену біля менш гідрогенізованого третинного атома Карбону, потім – біля вторинного, і найважче – біля первинного. Ця закономірність пояснюється тим, що енергія зв'язку атома Гідрогену з первинним, вторинним і третинним атомами Карбону неоднакова: вона становить відповідно 415, 390 і 376 кДж/моль. У такому разі вочевидь найвищою є імовірність утворення ізомеру 2,2-дихлорпропану.

4. При хлоруванні алканів утворюється суміш продуктів заміщення Гідрогену в різних атомів Карбону. Співвідношення продуктів хлорування залежить від температури. Швидкість хлорування первинних, вторинних і третинних атомів залежить від температури. При низькій температурі швидкість зменшується в ряді: третинний, вторинний, первинний. При підвищенні температури різниця між швидкостями зменшується до тих пір, поки не стає однаковою. Із фтором і хлором реакція може протікати з вибухом, у таких випадках галоген розбавляють азотом.

Завдання 7

Продуктами згоряння алканів є вода та вуглекислий газ:



Унаслідок пропускання цих продуктів через розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$ утворюється осад кальцій карбонату: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$, кількість речовини якого дорівнює сумарній кількості карбону у вихідній суміші алканів:

$$n(\text{C}) = n(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaCO}_3) = 5,7 / 100 = 0,057 \text{ моль.}$$

За об'ємом газової суміші можна розрахувати середньозважену кількість атомів карбону в молекулах алканів:

$n_{\text{сер}}(\text{C}) = n(\text{C}) / n(\text{сум}) = (n(\text{C}) \cdot 22,4) / V(\text{сум}) = (0,057 \cdot 22,4) / 1 = 1,277$ моль (кількість речовини Карбону на 1 моль суміші вуглеводнів).

Оскільки молекулярні маси алканів відрізняються на 14 а. о. м., то робимо висновок, що це сусідні члени гомологічного ряду насичених вуглеводнів – склад їхніх молекул відрізняється на одну гомологічну ланку CH_2 . Ураховуючи середньозважений уміст Карбону в молекулах (1,277 моль), однозначно встановлюємо природу вуглеводнів – метан та етан. Оскільки 1,227 моль Карбону – це 15,324 г Карбону в 1 моль суміші вуглеводнів, то суміш може складатися лише з вуглеводню з мінімальною молекулярною масою, тобто метану, і його найближчого гомолога – етану.

Для розрахунку об'ємних часток алканів у суміші треба розв'язати рівняння матеріального балансу за Карбоном:

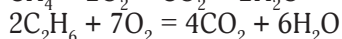
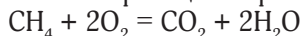
$$V / 22,4 + 2(1-V) / 22,4 = 0,057, \text{ де } V - \text{це об'єм метану.}$$

$$V = 0,7232 \text{ дм}^3.$$

Об'єм етану знаходимо за різницею: $1 - 0,7232 = 0,2768 \text{ дм}^3$.

Отже, вміст алканів у вихідній суміші становив: 72,32 % CH_4 та 27,68 % C_2H_6 за об'ємом.

Рівняння реакцій згоряння алканів:



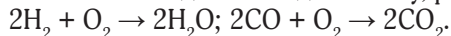
Завдання 8

Проаналізувавши умову задачі, робимо висновок, що другим газом у вихідній суміші є вуглекислий газ, який взято в надлишку щодо стехіометрії процесу: $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$.

Непрореагований надлишок CO_2 вступає у взаємодію з вапняною водою: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

За масою осаду кальцій карбонату обчислимо надлишковий об'єм вуглекислого газу: $m(\text{CaCO}_3) = 175 \text{ г}$; $n(\text{CaCO}_3) = 175 \text{ г} : 100 \text{ г/моль} = 1,75 \text{ моль}$; $n(\text{CO}_2) = 1,75 \text{ моль}$; $V(\text{CO}_2) \text{ надл.} = 1,75 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 39,2 \text{ л}$.

Після поглинання надлишку CO_2 в суміші залишилась еквімолярна кількість водню та чадного газу, реакції горіння яких:



Концентровану сульфатну кислоту використовують як осушувач, відповідно зміна концентрації розчину спричинена поглинанням водяної пари:

$m_1(\text{розчину } \text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ мл} \cdot 1,840 \text{ г/мл} = 368 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 368 \text{ г} \cdot 0,98 = 360,6 \text{ г};$
 $w_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,98 : 1,245 = 0,787$ – концентрація розчину після поглинання води;

$m_2(\text{розчину } \text{H}_2\text{SO}_4) = 360,6 : 0,787 = 458,2 \text{ г};$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 458,2 - 368 = 90,2 \text{ г};$
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 90,2 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 5,01 \text{ моль} \approx 5 \text{ моль};$
 $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = n(\text{CO}) = 5 \text{ моль}, \text{ а } n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2)_{\text{прореаг}} =$
 $\frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}) = 2,5 \text{ моль}, \text{ тоді } V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}_2)_{\text{прореаг}} = 2,5 \text{ моль} \cdot$
 $\cdot 22,4 \text{ л/моль} = 56 \text{ л}.$

Отже, до складу вихідної суміші входило 56 л метану та (56 + 39,2) = 95,2 л вуглекислого газу (у разі приведення до нормальних умов).

Сумарний об'єм цієї суміші становив 151,2 л, тому об'ємні частки газів у вихідній суміші: $\phi(\text{CH}_4) = 56 \text{ л} : 151,2 \text{ л} = 0,37;$
 $\phi(\text{CO}_2) = 95,2 \text{ л} : 151,2 \text{ л} = 0,63;$ а середня молярна маса суміші:

$M(\text{суміші}) = 0,37 \cdot 16 \text{ г/моль} + 0,63 \cdot 44 \text{ г/моль} = 33,64 \text{ г/моль}.$

Відповідно відносна густина за воднем становить

$D_{\text{H}_2} = 33,64 : 2 = 16,82.$

Обчислимо кількість речовини луку в розчині:

$m(\text{розчину KOH}) = 1500 \text{ мл} \cdot 1,24 \text{ г/мл} = 1860 \text{ г};$

$m(\text{KOH}) = 1612 \text{ г} \cdot 0,25 = 465 \text{ г}; n(\text{KOH}) = 465 \text{ г} : 56 \text{ г/моль} =$
 8,3 моль.

Оскільки кількість речовини CO_2 , який утворився внаслідок згоряння чадного газу $n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}) = 5 \text{ моль}$, то буде відбуватися така реакція:

$\text{CO}_2 + \text{KOH} = \text{KHCO}_3$

$n(\text{KHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 5 \text{ моль}.$

Надлишок луку в першій реакції, який становитиме 8,3 – 5 = 3,3 моль, реагуватиме з кислотою сіллю з утворенням середньої солі за рівнянням

$\text{KOH} + \text{KHCO}_3 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Отже, $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 3,3 \text{ моль}, m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 3,3 \text{ моль} \cdot 138 \text{ г/моль} =$
 455,4 г.

Кислої солі залишиться $n(\text{KHCO}_3) = 5 - 3,3 = 1,7 \text{ моль},$

$m(\text{KHCO}_3) = 1,7 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 170 \text{ г}.$

Конверсія метану – одержання синтез-газу з природного газу внаслідок окиснення з водяною парою, киснем або карбон діоксидом.

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ – пароводяна або парова конверсія;

$\text{CH}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$ – парціальне (часткове) окиснення метану;

$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ – вуглекислотна конверсія.

Каталізатором таких процесів є Ni, нанесений на Al_2O_3 , або MgO, за температури 800–900 °C і тиску 2–4 МПа.

Цікаво знати, що сьогодні промислове значення має лише метод парової конверсії. Натомість продуктом конверсії метану з карбон діоксидом є суміш CO і H_2 , з якої синтезують диметиловий етер CH_3OCH_3 , що є перспективним як паливо з низьким рівнем викидів шкідливих речовин для дизельних двигунів.

Синтез-газ (суміш CO + H_2) використовують у нижчезазначених процесах:

- синтез метанолу: $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$;

- оксосинтез: $R\text{-CH=CH}_2 + \text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow R\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{CH=O} + R\text{-CH(CHO)-CH}_3$ (отримують суміш н-альдегіду + ізо-альдегіду);

- отримання синтетичного рідкого палива за допомогою процесу Фішера-Тропша. Залежно від співвідношення газів ($\text{CO} : \text{H}_2$) у сировині процес синтезу відбувається за такими реакціями:

$n\text{CO} + (2n + 1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{H}_2\text{O}$

$2n\text{CO} + (n + 1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{CO}_2$

$n\text{CO} + 2n\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n} + n\text{H}_2\text{O}$

- як паливо у двигунах внутрішнього згоряння (зокрема, під час Другої світової війни); сьогодні – у високотемпературних паливних елементах;

- для відновлення заліза із залізних руд.

Конверсія метану – промисловий спосіб отримання водню, який використовують, наприклад, для синтезу амоніаку:

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$.

Завдання 9

а) OF_2 – оксиген діфлуорид, має молекулярну будову F-O-F;

б) O_2F_2 – діоксиген діфлуорид, має молекулярну будову F-O-O-F;

в) H_2O_2 – дігідроген діоксид (гідроген пероксид), має молекулярну будову H-O-O-H; можливі й іонні сполуки, наприклад, натрій пероксид;

г) варіантів багато, наприклад, вода, яка має молекулярну будову;

г) KO_2 – калій діоксид (надпероксид), має іонну будову K^+O_2^- ;

д) KO_3 – калій триоксид (озонид), має іонну будову K^+O_3^- .

Завдання 10

Мідь не розчиняється в розведеній сульфатній кислоті, проте в концентрованій відбувається така хімічна реакція:



При цьому залізо та алюміній не розчиняються, оскільки пасивуються. Залізо та алюміній розчинятимуться лише після розведення концентрованої сульфатної кислоти:



При зануренні залізної пластинки в розчин солей сульфатів протікає реакція: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ (4).

Якщо попередньо розчин не випарити до сухих солей, то надлишок сульфатної кислоти міг би частково розчинити залізну пластинку.

Маса залізної пластинки зменшується внаслідок її розчинення й збільшується в результаті осадження на ній «вільної» міді:

$$10,26 = 10,10 - y + x \text{ (5)}$$

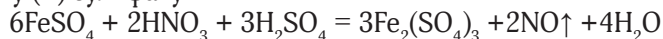
$M(\text{Fe}) = 55,845 \text{ г/моль}$; $M(\text{Cu}) = 63,546 \text{ г/моль}$. З рівняння (4):

$$63,546 y = 55,845 x \text{ (6)}$$

Розв'язавши систему двох рівнянь (5–6) з двома невідомими, одержимо:

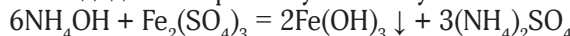
$y = 1,160 \text{ г}$ – маса розчиненого заліза; $x = 1,320 \text{ г}$ – маса осадженої міді.

Після відбору 10,0 мл розчину й додавання концентрованої нітратної кислоти при нагріванні протікає реакція окиснення феруму (II) сульфату:



У йонному вигляді: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

Після додавання розчину амоніаку:



Після прокалювання осаду феруму (III) гідроксиду:



за масою утвореного феруму (III) оксиду знаходимо загальну масу феруму в аліквоті розчину. $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,69$ г/моль. Складаємо пропорцію:

$$159,69 \text{ г Fe}_2\text{O}_3 - 2 \cdot 55,845 \text{ г Fe}$$

$$0,2462 \text{ г Fe}_2\text{O}_3 - x \text{ г Fe}$$

$$x = 0,1720 \text{ г}$$

Оскільки для аналізу було взято лише частину розчину (10 мл зі 100 мл), то маса феруму в розчині становила: $m(\text{Fe}) = 0,1720/10 \cdot 100 = 1,720$ г.

При відновленні міді залізною пластинкою (рівняння 4) у розчин додатково перейшло ще 1,160 г заліза із залізної пластинки. Отже, маса заліза у сплаві становила: $m(\text{Fe}) = 1,720 - 1,160 = 0,56$ г.

Масу алюмінію визначаємо за різницею маси сплаву й суми мас міді та заліза: $m(\text{Al}) = m(\text{сплаву}) - m(\text{Fe}) - m(\text{Cu}) = 2,500 - 1,320 - 0,56 = 0,62$ г.

Розраховуємо масові частки компонентів сплаву:

$$m(\text{Cu}) = 1,320 \text{ г}, w(\text{Cu}) = 1,320 / 2,5 \cdot 100 \% = 52,8 \%;$$

$$m(\text{Fe}) = 0,56 \text{ г}, w(\text{Fe}) = 0,56 / 2,5 \cdot 100 \% = 22,4 \%;$$

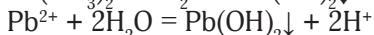
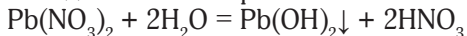
$$m(\text{Al}) = 0,62 \text{ г}, w(\text{Al}) = 0,62 / 2,5 \cdot 100 \% = 24,8 \%.$$

Відповідь: $w(\text{Cu}) = 52,8 \%$, $w(\text{Fe}) = 22,4 \%$, $w(\text{Al}) = 24,8 \%$.

Завдання 11

Гідроліз посилюється при підвищенні температури. Щоб здійснити повний гідроліз, треба кип'ятити розчин плюмбум динітрату.

Складаємо хімічне рівняння повного гідролізу:



Знайдемо масу плюмбум (II) нітрату у вихідному розчині.

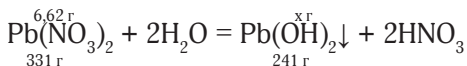
Для цього визначаємо кількість речовини плюмбум (II) нітрату у 0,2н. розчині: $n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 200 \text{ см}^3 \cdot 0,2 \text{ моль} / 1000 \text{ см}^3 = 0,04 \text{ моль}$.

Визначаємо молярну масу еквівалента плюмбум (II) нітрату, ураховуючи рівняння реакції обміну:

$$\text{Мекв}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) / 2 = 331 \text{ г/моль} / 2 = 165,5 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \text{Мекв}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 165,5 \text{ г/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} = 6,62 \text{ г}.$$

Знайдемо масу отриманого плюмбум (II) гідроксиду:

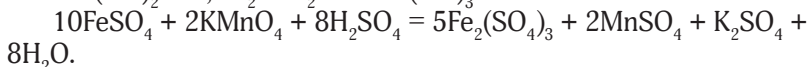
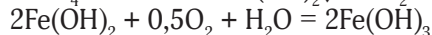
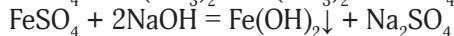
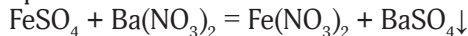


$$m(\text{Pb}(\text{OH})_2) = 6,62 \cdot 241/331 = 4,82 \text{ г.}$$

Відповідь: $m(\text{Pb}(\text{OH})_2) = 4,82 \text{ г.}$

Завдання 12

Зважаючи на опис властивостей цієї солі, це ферум тетраоксо-сульфат:



Для останньої реакції концентрація KMnO_4 (Мекв=М/5) дорівнює $0,02 \cdot 5 = 0,1 \text{ н.}$

На титрування 1,389 г солі використано $0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ г-екв } \text{KMnO}_4$. З огляду на те, що реакція йде в еквівалентних співвідношеннях, знайдемо, скільки прореагувало солі (безводної): $151,8 \cdot 0,005 = 0,759 \text{ г}$, а води в неї було $1,389 - 0,759 = 0,63 \text{ г}$.

І останнє сіль: вода (х:у); $x:y = 0,759/151,8:0,63/18 = 1:7$, тобто $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Відповідь: формула кристалогідрату $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

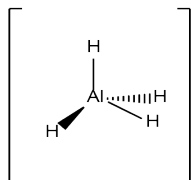
Завдання 13

1. Х формула: $\text{A}_a\text{Al}_x\text{H}_y$.

$$a : x : y = 1,00 - 0,7109 - 0,1062/a \cdot M_A = 0,7109/26,982 = 0,1062/1,008 = 0,1829/a \cdot M_A : 0,0263 : 0,1053 = a : 1 : 4.$$

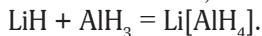
Якщо $a = 1$, $0,1829/M_A = 0,0263$, звідки $M_A = 6,65 \text{ (г/моль)}$. Тобто А це Li, а Літій алюмогідрид (ЛАГ) задовольняє додатковим умовам завдання. Далі підбирати не треба. Ось формула: $\text{Li}[\text{AlH}_4]$.

2. Аніон $[\text{AlH}_4]^-$ має будову тетраедра:



Тип гібридизації sp^3 .

3. Основа – LiH , кислота – AlH_3 .



4. ЛАГ (лабораторний сленг) дуже легко гідролізується.

а) SiH_4 ; б) PH_3 ; в) Ag .

Завдання 14

Тільки в тетраамінкуприм (II) гідроксиді ці аніони знаходяться в зовнішній сфері. Тому ця сполука дисоціює повністю. Попри те, що літій гідроксид є лугом, вони дисоціюють зворотно:

**Завдання 15**

Знайдемо молярну масу суміші газів:

$$M = \rho RT/P = 0,968 \cdot 8,314 \cdot 288/30 = 77,3 \text{ г/моль.}$$

Обидва гази поглинаються лугом, тому логічно, що це кислотні оксиди. Тому один з елементів – Оксиген.

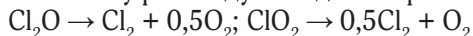
Один з газів має молярну масу понад 77,3 г/моль і є кислотним оксидом. Можна запропонувати, що це Cl_2O , тоді другий оксид – ClO_2 .

За умовою задачі $n(\text{Cl}) = n(\text{O})$. Знаходимо, що $n(\text{Cl}_2\text{O}) = n(\text{ClO}_2)$, тобто газ являє собою еквімолярну суміш Cl_2O та ClO_2 . Робимо перевірку:

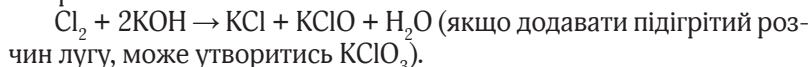
$$M_{\text{середнє}}(\text{Cl}_2\text{O}, \text{ClO}_2) = 0,5M(\text{Cl}_2\text{O}) + 0,5M(\text{ClO}_2) = 77,25 \text{ г/моль.}$$

Підходить!

Після освітлення суміші тиск підвищився у 1,5 раза. Це відповідає повному розкладу оксидів на прості речовини:



Утворена еквімолярна суміш простих речовин при додаванні лугу зменшує тиск у 2 рази за рахунок того, що хлор поглинається, колір зникає та залишається лише кисень:



Під час нагрівання тиск змінюється як за рахунок підвищення температури, так і за рахунок хімічного перетворення. Перерахуємо тиск на вихідну температуру 15 °C:

$$39,5 \text{ кПа} \cdot 288 \text{ K} / 303 \text{ K} = 37,5 \text{ кПа.}$$

Це означає, що за рахунок хімічної реакції він підвищився на $\frac{1}{4}$ в порівнянні з початковим тиском. Отже, за 30 °C розклався тільки один з двох оксидів. Припустимо, що вихідна суміш мала x моль оксидів – разом $2x$ моль. Після підігріву загальна кількість речовини збільшилася на $\frac{1}{4}$ та склала $2,5x$ моль, а після додавання лугу залишилось тільки $0,5x$ моль газу (тиск зменшився в 5 разів). І хлор, і оксид, який залишився, поглинаються розчином лугу.

Отже, залишився тільки кисень. У такій кількості він утворюється при розкладі Cl_2O . $\text{Cl}_2\text{O} = \text{Cl}_2 + 0,5\text{O}_2$

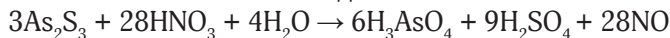


(може утворюватися і KClO_3 , тому що температура більш висока),

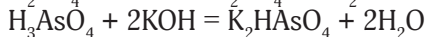
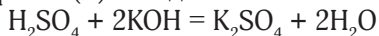


10 КЛАС

Завдання 1

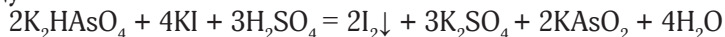


Колір сполуки **A** вказує на арсен (III) сульфід, оскільки арсен (V) сульфід – яскраво-жовтий, не зустрічається в природі. Газ **B** – нітроген (II) оксид.

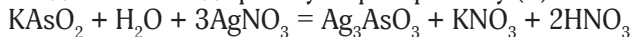


Арсенатна кислота в розчинах нейтралізується не повністю.

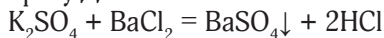
Додавання калій йодиду супроводжується випаданням осаду йоду **B**:



При взаємодії калій метаарсенату з розчином аргентум нітрату випадає саме осад аргентум ортоарсенату (**Г**):



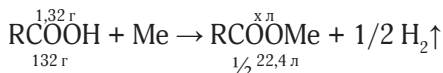
Додавання солі барію призводить до утворення осаду барій сульфату **Д**:



А співвідношення молярних мас підтверджує формулу вихідної сполуки (вихідна сполука – сульфід у досить великій ступені окиснення, оскільки тільки така сполука при окисненні нітратною кислотою утворює продукти, здатні до окисно-відновної взаємодії з KI, а варіант Cu_xS_y відкидається подальшою умовою задачі).

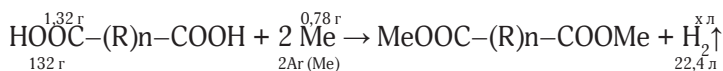
Завдання 2

Припустимо, що деяка органічна кислота є одноосновною:



Звідси $x = 0,112\text{ л}$.

Отже, у результаті такої реакції виділилось 0,112 л водню, а за умовою задачі мало б виділитися вдвічі більше. Можна зробити висновок, що кислота не одноосновна, а двохосновна:



$x = 0,224 \text{ л}$ (отже, кислота двохосновна); $\text{Ar (Me)} = 39$; $\text{Me} - \text{K}$ (Калій).

Отже, двохосновна кислота має молекулярну масу 132. Загальна формула кислоти буде $(\text{CH}_2)_x(\text{COOH})_2$, звідки визначаємо масу $(\text{CH}_2)_x$:

$$132 - 2 \cdot 45 = 42;$$

$$x = 42/14 = 3.$$

Брутто-формула кислоти буде $(\text{CH}_2)_3(\text{COOH})_2$.

Їй можуть відповідати такі структурні формули:

$\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{COOH}$ – пентандіова (глутарова) кислота;

$\text{HOOC}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{COOH}$ – 2-метилбутандіова кислота;

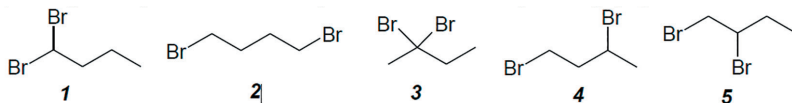
$\text{HOOC}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{COOH}$ – 2-етилпропандіова (етилмалонова) кислота;

$\text{HOOC}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{COOH}$ – 2,2-диметилпропандіова (диметилмалонова) кислота.

Відповідь: $\text{Me} - \text{K}$ (Калій). Брутто-формула кислоти $(\text{CH}_2)_3(\text{COOH})_2$.

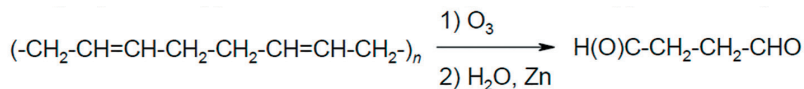
Завдання 3

Ізомерні дибромопохідні складу $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$ можна зобразити нижченаведеними формулами.



З них сполуки **1–3** не мають хіральних атомів карбону.

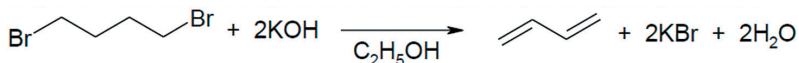
Кожна з них реагує зі спиртовим розчином луку, утворюючи ненасичені сполуки різної будови, які можуть полімеризуватися. Оскільки при озонолізі полімеру основним продуктом є бурштиновий альдегід, будова полімеру повинна бути такою:



Отже, мономером для одержання цього полімеру буде 1,3-бутадієн (**B**):



Для отримання 1,3-бутадієну підходить сполука **2** (1,4-дибромбутан, **A**):

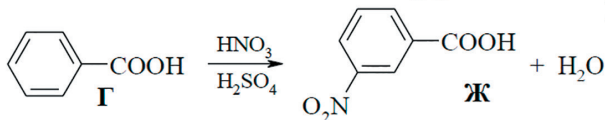
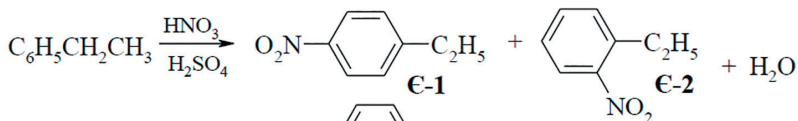
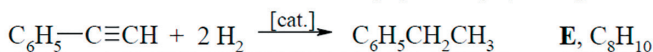
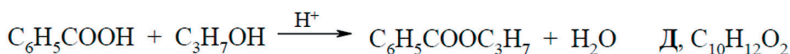
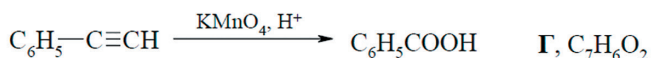
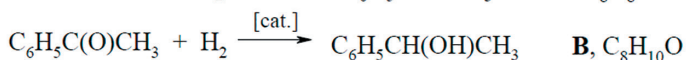
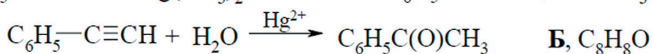
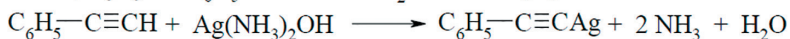
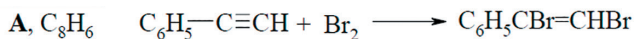


Відповідь: **A** - $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$ (1,4-дибромбутан), **B** - C_4H_6 (1,3-бутадієн).

Завдання 4

Вихідною сполукою, яка задовольняє всі умови, описані в задачі, є фенілацетилен (**A**). Маючи потрібний зв'язок, він знебарвлює бромну воду, а завдяки наявності рухливого атома Гідрогену при потрібному зв'язку реагує з амоніачним розчином аргентум оксиду, утворюючи ацетиленід. Сполука **A** реагує також з водою в присутності гідратгірум (II) сульфату (реакція Кучерова).

Схеми реакцій:



Сполука **Є** утворює 2 ізомери: **Є-1** та **Є-2**.

Сполука **Г** (бензойна кислота) використовується в харчовій промисловості як консервант.

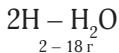
Завдання 5

Молярна маса вуглеводню буде дорівнювати $29 \cdot 4,1 = 116 \text{ г/моль}$.
Кількість Карбону й Гідрогену в продуктах згоряння буде дорівнювати:



12 г – 44 г

x – 5,28 г



2 г – 18 г

y – 1,44 г

x = 1,44 г C

y = 0,16 г H

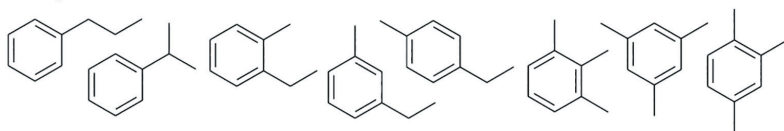
Знайдемо найпростішу формулу вуглеводню C_xH_y :

$$x : y = (1,44/12) : (0,16/1) = 3 : 4.$$

Отже, найпростіша формула буде C_3H_4 . $M(\text{C}_3\text{H}_4) = 40 \text{ г/моль}$.

Порівнюючи молекулярні маси сполуки та найпростішої формули, знаходимо, що дійсна формула сполуки – C_9H_{12} .

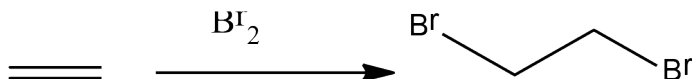
Згідно з умовою про циклічність, це ароматичний вуглеводень, який матиме 8 ізомерів:



Відповідь: формула сполуки – C_9H_{12} .

Завдання 6

З бромом реагує за цією методою тільки етен.



Зважаючи на те, що отримали 4,7 г кінцевої сполуки, то про-реагувало 0,56 л етену, а брому 4 г. Загальна маса брому в його розчині 9,15 г (ураховуючи густину). Маса залишку брому – 5,15 г.

Відсоток етену в суміші $0,56/3 = 0,1867$ або 18,67 %. Етану – 81,33 %.

Відповідь: $m_{\text{залишку}}(\text{Br}_2) = 5,15 \text{ г}$; $\varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = 18,67\%$, $\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 81,33\%$.

Завдання 7

Зважаючи на продукти спалювання, знаходимо масову частку Карбону (55,81 %), Гідрогену (7,00 %), Оксигену (37,19 %).

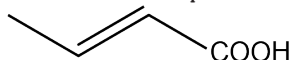
Формула сполуки – $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$.

Знайдемо найпростішу формулу: $12x : y : 16z = 55,81 : 7 : 37,19$; $x : y : z = 2 : 3 : 1$.

Тобто найпростіша формула – C_2H_3O .

Молярна маса цієї сполуки 43 г/моль. З огляду на мас-спектр, формула її $C_4H_6O_2$.

Зважаючи на хімічні властивості, це кислота, яка має подвійний зв'язок. Це – кротонова кислота.

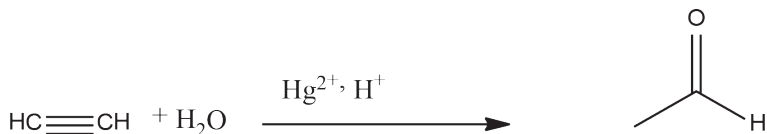


Хімічні рівняння

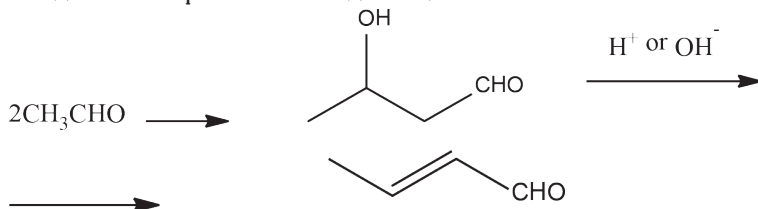
Утворення кальцій ацетиленіду: $CaO + 3C = CaC_2 + CO\uparrow$

Отримання ацетилену: $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2\uparrow + Ca(OH)_2$

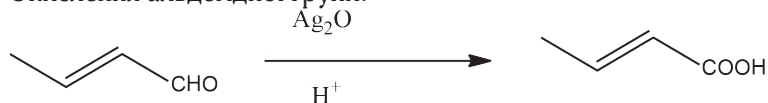
Реакція Кучерова



Альдольна + кротонова конденсації:



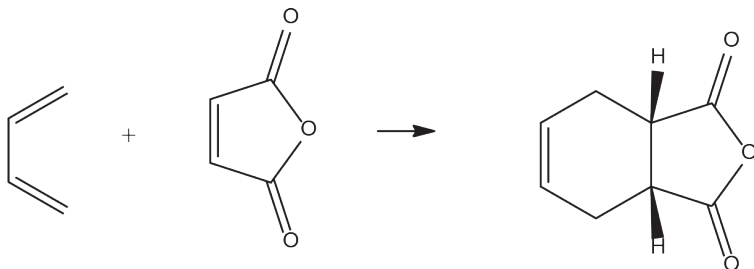
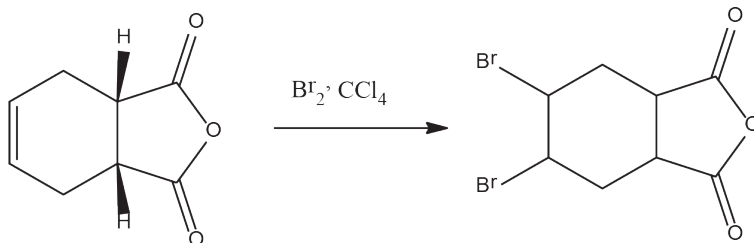
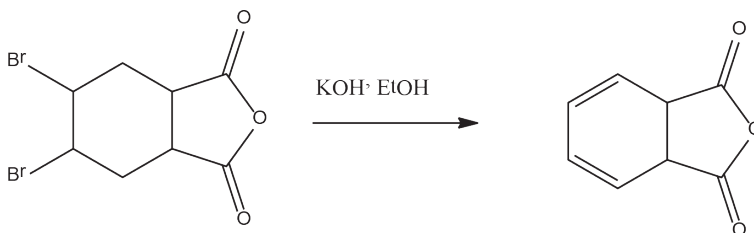
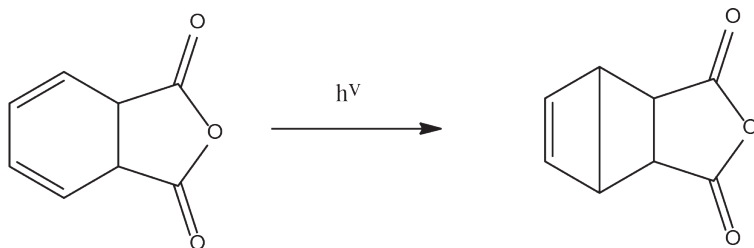
Окислення альдегідної групи:



Кротонова кислота має свій цис-ізомер

Відповідь: кротонова кислота.

Завдання 8

Синтез А (реакція Дільса-Альдера):**Синтез В:****Синтез С:****Синтез D:**

Назви сполук:

1 – бромометан, 2 – етан, 3 – брометан, 4 – пропан,
5 – 2-бромoproпан, 6 – 2,3-диметилбутан,
7 – 2-бromo-2,3-диметилбутан, 8 – 2,3-диметилбут-2-ен,
9 – 2,3-диметилбутан-2,3-діол.

Завдання 13

Сполука **B** може бути лише оцтовим альдегідом CH_3CHO . Під час його окиснення утворюється оцтова кислота:

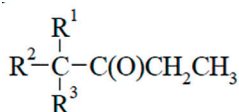


При окисненні в жорстких умовах (з використанням концентрованих розчинів окисників – калій перманганату, хромової кислоти, нітратної кислоти (при нагріванні) кетону **B** утворюється оцтова кислота CH_3COOH ($M = 60$) і кислота RCOOH ($M = 102$).

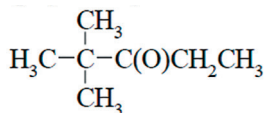
Як відомо, окиснення кетонів відбувається з розривом зв'язку $\text{C}-\text{C}$ біля карбонільної групи. У тому випадку, коли група CO відходить з найменшим радикалом, утворюючи оцтову кислоту, сполука **B** повинна мати формулу RCOCH_3 .

Однак відомо, що продукт **B** не містить фрагмента CH_3CO . Отже, R у кетоні **B** обов'язково повинен бути третинним радикалом, з боку якого окиснення практично не відбувається.

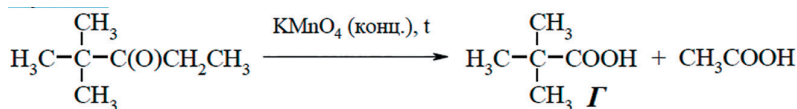
Звідси випливає, що будова сполуки **B** є такою:



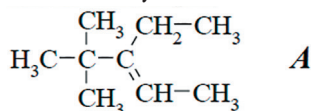
Оскільки $M = 102$, то єдина формула її буде:



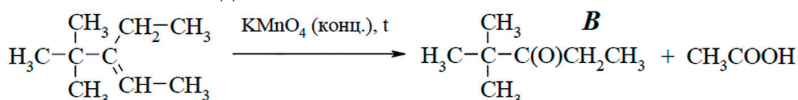
Окиснення сполуки **B** відбувається з розривом зв'язку $\text{C}-\text{C}$ між карбонільною та етильною групами. Розрив зв'язку $\text{C}-\text{C}$ між карбонільною й *трет*-бутильною групами відбувається значно важче та супроводжується також розривом зв'язків $\text{C}-\text{C}$ у третинному радикалі, що призводить до утворення більшої кількості сполук. Цей варіант окиснення тут не реалізується.



Отже, сполука **A** не може бути нічим іншим, крім



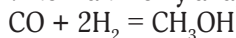
Її окиснення йде так:



11 КЛАС

Завдання 1

У контактному апараті відбувається реакція:



Густина вихідної суміші за аміаком:

$$D_{\text{NH}_3} = \frac{M_c}{M_{\text{NH}_3}}; M_c = D_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{NH}_3}; M_c = 0,5 \cdot 17 \text{ г/моль} =$$

$$= 8,5 \text{ г/моль}$$

Виразимо середню молярну масу суміші через об'ємні частки компонентів у суміші:

$$M_c = \varphi_{\text{CO}} M_{\text{CO}} + \varphi_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2}$$

Оскільки вихідна суміш складається із чадного газу й водню, то $\varphi_{\text{CO}} + \varphi_{\text{H}_2} = 1$, звідси $\varphi_{\text{H}_2} = 1 - \varphi_{\text{CO}}$

$$\text{Підставляємо відомі величини: } 8,5 = 28\varphi_{\text{CO}} + 2\varphi_{\text{H}_2}.$$

$$\text{Тоді } 8,5 = 28\varphi_{\text{CO}} + 2(1 - \varphi_{\text{CO}}); 8,5 = 28\varphi_{\text{CO}} + 2 - 2\varphi_{\text{CO}}; 6,5 = 26\varphi_{\text{CO}};$$

$$\varphi_{\text{CO}} 6,5 / 26 = 0,25; \varphi_{\text{H}_2} = 1 - 0,25 = 0,75.$$

$$\text{Середня молярна маса суміші після реакції: } M'_c = D'_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{NH}_3}$$

$$M' = 0,625 \cdot 17 \text{ г/моль} = 10,625 \text{ г/моль}.$$

Позначимо об'єм вихідної суміші V_c , а об'єм метанолу, що утворився, V_m . Тоді, згідно з рівнянням реакції, об'єм CO зменшиться на V_m , а об'єм H_2 на $2V_m$. Відповідно загальний об'єм суміші зменшиться на $2V_m$. Тоді об'ємні частки речовин в суміші після

пропускання через контактний апарат для синтезу метанолу становлять:

$$\begin{aligned}\varphi'_{CO} &= \frac{V'_{CO}}{V'_c} = \frac{V_{CO} - V_M}{V_c - 2V_M} = \frac{\varphi_1 V_c - V_M}{V_c - 2V_M} = \frac{0,25V_c - V_M}{V_c - 2V_M} \\ \varphi'_{H_2} &= \frac{V'_{H_2}}{V'_c} = \frac{V_{H_2} - 2V_M}{V_c - 2V_M} = \frac{\varphi_2 V_c - 2V_M}{V_c - 2V_M} = \frac{0,75V_c - 2V_M}{V_c - 2V_M} \\ \varphi'_M &= \frac{V_M}{V'_c} = \frac{V_M}{V_c - 2V_M}\end{aligned}$$

Виразимо середню молярну масу утвореної суміші через об'ємні частки компонентів у суміші:

$$M'_c = \varphi'_{CO} M'_{CO} + \varphi'_{H_2} M'_{H_2} + \varphi'_M M'_M$$

Підставляючи відомі величини в останнє рівняння, ми отримаємо:

$$\begin{aligned}10,625 &= \frac{0,25V_c - V_M}{V_c - 2V_M} 28 + \frac{0,75V_c - 2V_M}{V_c - 2V_M} 2 + \frac{V_M}{V_c - 2V_M} 32 \\ 10,625(V_c - 2V_M) &= (0,25V_c - V_M) 28 + (0,75V_c - 2V_M) 2 + 32V_M \\ 10,625V_c - 21,25V_M &= 7V_c - 28V_M + 1,5V_c - 4V_M + 32V_M \\ 2,125V_c &= 21,25V_M \\ V_c &= \frac{21,25}{2,125} V_M = 10V_M\end{aligned}$$

$$\varphi'_M = \frac{V_M}{10V_M - 2V_M} = \frac{V_M}{8V_M} = \frac{1}{8} = 0,125, \text{ або у відсотках } 12,5 \%$$

Об'єм CO ($V_n(CO)$), що перетворився на метанол, буде дорівнювати об'єму утвореного H_3COH : $V_n(CO) = V_M$.

Ступінь перетворення CO:

$$\omega_n = \frac{V_n(CO)}{V_{CO}} = \frac{V_M}{0,25V_c} = \frac{V_M}{0,25 \cdot 10V_M} = \frac{V_M}{2,5V_M} = 0,4, \text{ або } 40 \%$$

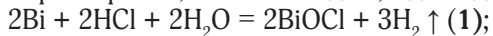
Відповідь: $\alpha = 40 \%$.

Завдання 2

Зважаючи на закони електролізу, отримуємо:

$$M = \frac{mFz}{It} = \frac{10g \cdot 96500 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 3}{10A \cdot 1385c} = 209 \frac{г}{\text{моль}}$$

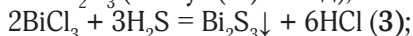
Перетворення, описані в задачі, відповідають таким рівнянням:



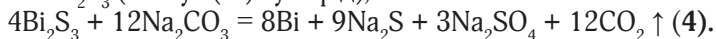
A – амальгама бісмуту; *B* – BiOCl (бісмут оксид-хлорид);



C – Bi₂O₃ (бісмут (III) оксид), *D* – BiCl₃ (бісмут (III) хлорид);



E – Bi₂S₃ (бісмут (III) сульфід);



Відповідь: невідомий метал – Бісмут (Bi).

Завдання 3

$$n(\text{O}_2) = 0,330 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0147 \text{ моль}.$$

Згідно з рівнянням, записаним лаборантом:

$$n'(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0147 \text{ моль} / 3 = 0,0049 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0049 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 0,17 \text{ г};$$

$$\text{тоді } w(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,17 / 1,00 = 0,17, \text{ або } 17 \%.$$

Насправді взаємодія відбувається згідно з рівнянням:

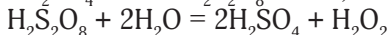
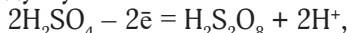


$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0147 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ г};$$

$$w(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,5 / 1,00 = 0,5, \text{ або } 50 \%.$$

Помилка була в некоректному використанні алгебричного методу підбору коефіцієнтів в окисно-відновних рівняннях. При зрівнюванні цим методом необхідно, крім кількості атомів елементів до та після реакції, також зрівняти кількості електронів, відданих і приєднаних учасниками окисно-відновного процесу.

У промисловості гідроген пероксид одержують анодним окисненням сульфатної кислоти з подальшим гідролізом утвореного продукту:



У лабораторії H₂O₂ одержують дією сульфатної кислоти на твердий барій пероксид BaO₂: BaO₂ + H₂SO₄ = H₂O₂ + BaSO₄↓

Відповідь: $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 50 \%$.

Завдання 4

Знаходимо співвідношення кількості атомів у формулі сполуки, зважаючи на масові частки елементів:

$$\begin{aligned} n(H) : n(C) : n(N) : n(O) : n(K) : n(Fe) &= \\ &= \frac{1,43}{1} : \frac{17,06}{12} : \frac{19,90}{14} : \frac{11,36}{16} : \frac{37,03}{39,1} : \frac{13,22}{55,85} = \\ &= 1,43 : 1,42 : 1,36 : 0,71 : 0,95 : 0,24 = 6 : 6 : 3 : 4 : 1 \end{aligned}$$

Тобто брутто-формула сполуки буде $H_6C_6N_6O_3K_4Fe$.

Отже, в умові задачі згадано калій гексацианоферат (II) тригідрат $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, який при нагріванні втрачає три молекули води та перетворюється в калій гексацианоферат (II) $K_4[Fe(CN)_6]$ – жовту кров'яну сіль.

Структура продукту дегідратації побудована з октаедричних комплексних аніонів, у порожнинах між якими знаходяться катіони.

Відповідь: формула $H_6C_6N_6O_3K_4Fe$.

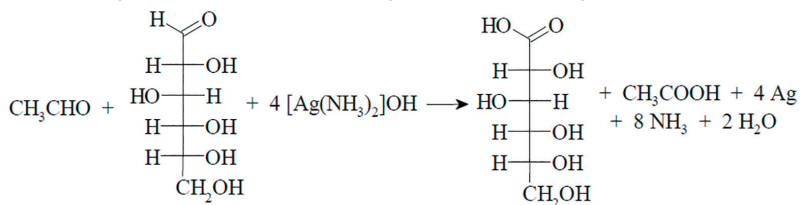
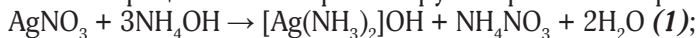
Завдання 5

Знайдемо масу й кількість речовини аргентум нітрату

($M = 170$ г/моль):

$$m(AgNO_3) = 36 \cdot 1,4 \cdot 0,34 = 17,136 \text{ г}; n(AgNO_3) = 17,136/170 = 0,1 \text{ моль.}$$

Описані процеси можна проілюструвати рівняннями реакцій:



Осад, маса якого дорівнює 5,74 г, – це аргентум хлорид ($M = 143,5$ г/моль), який було одержано з $[Ag(NH_3)_2]OH$, що не прореагував (рівняння 3 і 4).

Кількість речовини AgCl і $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, що не прореагував, однакова та дорівнює $n(\text{AgCl}) = 5,74/143,5 = 0,04$ моль, $n([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}) = 0,04$ моль.

З огляду на те, що кількість речовини аргентум нітрату, з якого готували аміачний розчин оксиду аргентуму, була 0,1 моль, то й кількість речовини $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, як це видно з рівняння реакції (1), була такою ж.

Отже, з оцтовим альдегідом і глюкозою прореагувало 0,1 – 0,04 = 0,06 моль $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$.

Нехай маса оцтового альдегіду ($M = 44$ г/моль) буде x (г), а маса глюкози ($M = 180$ г/моль) – $(2,68 - x)$ (г).

Як видно з рівняння реакції (2), сумарна кількість речовини оцтового альдегіду й глюкози дорівнює половині кількості речовини $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, тобто 0,03 моль.

Отже, $x/44 + (2,68 - x)/180 = 0,03$, звідки маса оцтового альдегіду $x = 0,88$ г, а маса глюкози становитиме $2,68 - 0,88 = 1,8$ г.

Масові частки оцтового альдегіду та глюкози відповідно становитимуть:

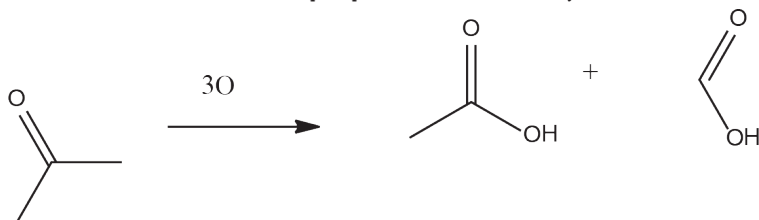
$$w(\text{CH}_3\text{COH}) = 0,88/2,68 \cdot 100 \% = 32,8 \%;$$

$$w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1,80/2,68 \cdot 100 \% = 67,2 \%.$$

$$\text{Відповідь: } w(\text{CH}_3\text{COH}) = 32,8 \%, w(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 67,2 \%.$$

Завдання 6

Окиснення кетонів йде з розривом $\text{C}-\text{C}$ зв'язку:



Утворюються оцтова та мурашина кислоти у співвідношенні 1:1.

Зважаючи на те, що в розчині натрій гідроксиду його було 4 г, то на кожну кислоту пішло по 2 г.

Розраховуємо маси кислот: $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 3$ г, $m(\text{HCOOH}) = 2,3$ г.

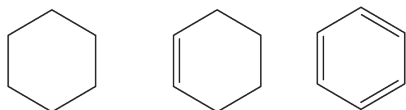
З огляду на те, що маса суміші кислот – 5,3 г, а з 58 г ацетону утвориться 106 г, знайдемо масу вихідного кетону – 2,9 г.

$$\text{Відповідь: } m(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 2,9 \text{ г.}$$

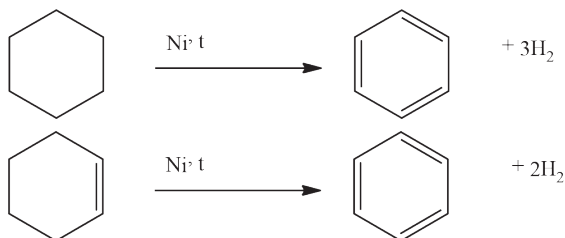
Завдання 7

Алкілзаміщені гомологи бензену не відповідають умовам завдання.

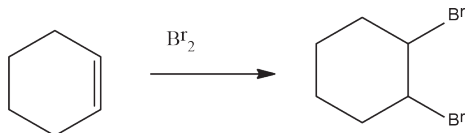
Ці сполуки: циклогексан, циклогексен та бензен:



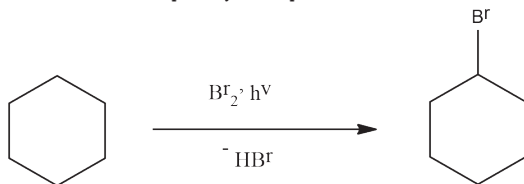
Отримання бензену з циклогексану та циклогексену проходить за такими схемами:



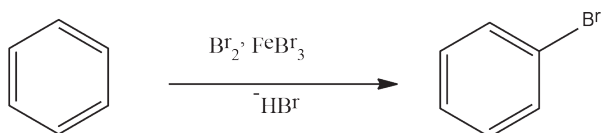
Циклогексен знебарвлює бромну воду (за спрощеною схемою):



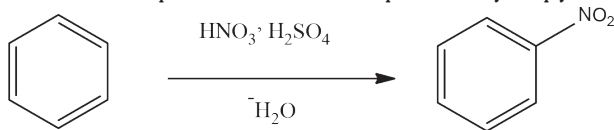
Циклогексан реагує з бромом під сонячним променем:



Бензен реагує з бромом у присутності кислот Льюїса (електрофільне заміщення):



Аналогічно проходить синтез нітробензену нітруючою сумішшю:



Завдання 8

Для розчину цукрози – неелектроліт $\pi_1 = c_1 RT$.

Для розчину NaCl – електроліт $\pi_2 = i c_2 RT$. За умовою $\pi_1 = \pi_2$, тому $c_1 RT = i c_2 RT$, звідки $i = c_1 / c_2 = 0,8713 / 0,5000 = 1,743$.

Уявний ступінь дисоціації можна визначити за рівнянням для ізотонічного коефіцієнта $i = 1 + \alpha(n-1)$, де n – число йонів, на які дисоціює одна формульна одиниця: $\alpha = i - 1 / n - 1 = 0,743 / 2 - 1 = 0,743$, або 74,3 %.

Відповідь: $\alpha = 0,743$, або 74,3 %.

Завдання 9

З огляду на те, що хлорид та карбонат елемента Y розчинні у воді, можна зробити висновок, що це лужний метал, а X – неметал.

Масова доля металу (Y) у сполуці A дорівнює $w(Y) = 100 - w(X) = 100 - 17,02 = 82,98$ %. Формулу сполуки запишемо у вигляді $M_n X$, де n – валентність неметалу.

Починаючи з Li, зупиняємось на K, де виходимо на Оксиген, з валентністю $n = 2M = 39(K)$.

$$n = 1; X = (39 / 0,8298) - 39 = 8,00 \text{ г/моль};$$

$n = 2; X = ((39 \cdot 2) / 0,8298) - 39 \cdot 2 = 16,00 \text{ г/моль}$, що відповідає двовалентному Оксигену.

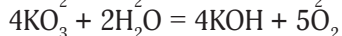
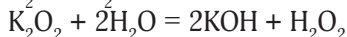
$$n = 3; X = (39 \cdot 3) / 0,8298 - 39 \cdot 3 = 24,00 \text{ г/моль}.$$

Отримуємо X – Оксиген, M – Калій, $n = 2$.

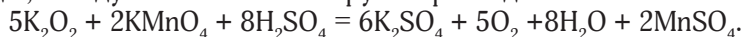
Отже, X – Оксиген, Y – Калій.

$A - K_2O$, $B - K_2O_2$, $B - KO_2$, $G - KO_3$.

Реакції з водою:



A від B можна відрізнити за допомогою окисно-відновних реакцій, які йдуть із зміною кольору. Наприклад:



Завдання 10

1. Позначимо – **a** вихідний об'єм алкенів у суміші:

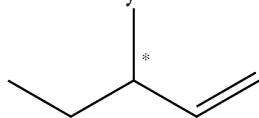
V, л	$C_n H_{2n} +$	$H_2 \rightarrow$	$C_n H_{2n+2}$
Було	a	7,17 – a	0
Прореагувало	0,75a	0,75a	0,75a
Залишилось	0,25a	7,17 - 1,75a	0,75a

Кінцевий об'єм суміші = $0,25a + (7,17 - 1,75a) + 0,75a = 5,15$.
 $a = 2,693$ л, або $a \approx 2,7$ л.

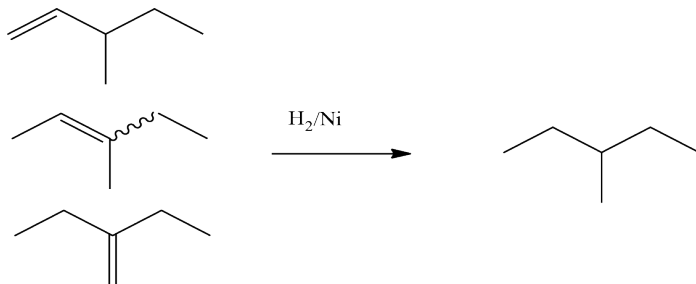
2. Знайдемо молярну масу алкенів.

$M(C_n H_{2n}) = 10,1 / (2,7 / 22,4) = 84$, тобто це суміш гексенів: $C_6 H_{12}$.

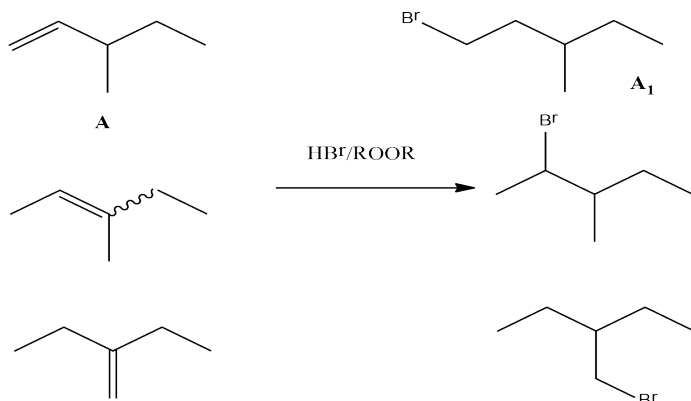
Відомо, що молекули **A** хіральні. Це можливо тільки для 3-метилпент-1-ену



При гідруванні цього олефіну утворюється 3-метилпентан. З огляду на умови задачі можливі тільки 2 ізомери, які також будуть давати 3-метилпентан.

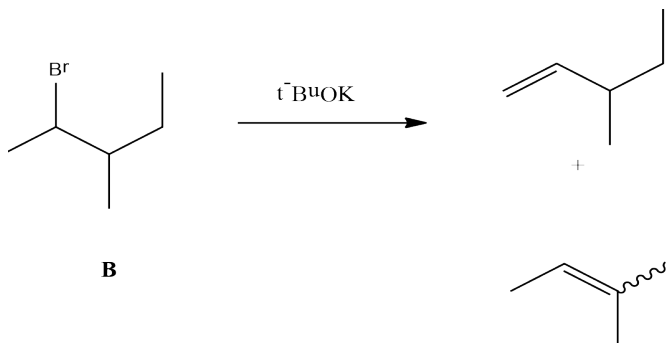


Користуючись результатом взаємодії алкенів з HBr, неможливо розрізнити **B** та **C**, тому що згідно з умовами головним продуктом у реакціях усіх 3-х вуглеводнів є бромід **E**. Але взаємодія з HBr у присутності ROOR проходить супротив правила Марковнікова та призводить до утворення різних кінцевих бромідів:

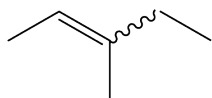


Бромід **A₁** під дією основи відщеплює HBr , перетворюючись знову в **A**. У третьому випадку елімінування HBr також веде до утворення вихідної речовини, тобто це сполука **C₁**.

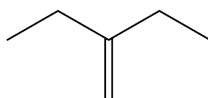
Відщеплення HBr двома шляхами ймовірно тільки для продукту другої реакції:



Шлях, що веде до **B**, це звичайне елімінування по Зайцеву (нижній продукт на схемі). Шлях, що веде до **A** – елімінування по Гофману. Таке перетворення можливо, тому що $t\text{-BuOK}$ об'ємна основа й атака на атом Гідрогену, який стерично більш доступний, протікає швидше. З огляду на це:

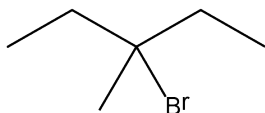


B

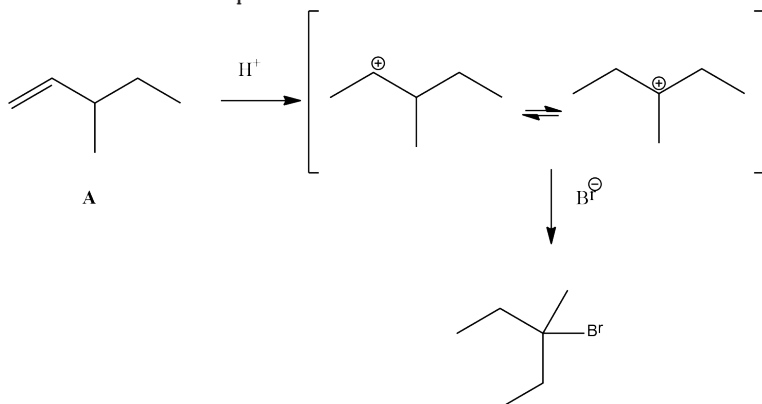


C

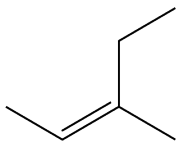
Структура **E**:



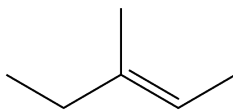
Приєднання до **B** та **C** проходить за правилом Марковнікова, а до **A** за рахунок перегрупування вторинного карбокатиону в більш стабільний – третинний:



Геометричні ізомери можливі для **B**:



(*Z*)-3-methylpent-2-ene



(*E*)-3-methylpent-2-ene

Завдання 11

Розчинення простих речовин у концентрованій сульфатній кислоті може супроводжуватися утворенням лише одного виду бінарних речовин – оксидів. Припустимо, що залишок після перекристалізації **Б** – та ж сама речовина, тоді знаючи масову частку кисню, можемо встановити його склад – MnO_2 . Але ця речовина чорного кольору, та й відповідні сполуки Манган не відповідають решті умови задачі.

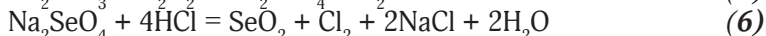
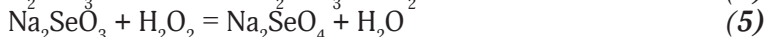
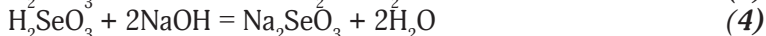
Отже, перекристалізація **Б** призводить до утворення нової сполуки. Розчинення залишку перекристалізації в лузі вказує на кислотний характер цієї сполуки. Отже, проста речовина **А** – неметал, а **Б** – його кислотний оксид.

Червону просту речовину утворює Фосфор, але жодна з фосфоровмісних кислот не містить 37,21 мас. % Кисню. Також червону (метастабільну) просту речовину утворює Селен, перетворення сполук якого описані в умові задачі.

Отже, захифровано такі речовини:

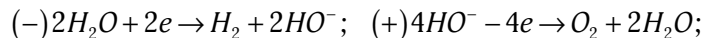
А – червоний Se, (**А'** – суміш алотропних модифікацій селену),
Б – SeO_2 , **В** – Na_2SeO_3 , **Г** – Na_2SeO_4 , **Д** – Cl_2 .

Рівняння відповідних реакцій:



Завдання 12

Під час електролізу водного розчину NaOH на графітових електродах відбуватимуться такі електродні реакції:



За рівнянням Фарадея визначаємо, скільки виділилося водню:

$$n(\text{H}_2) = \frac{Q}{zF} = \frac{I\tau}{zF} = \frac{3 \cdot 3600}{2 \cdot 96500} \cong 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ моль}$$

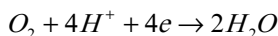
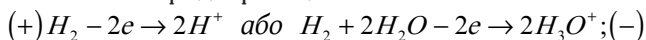
Відповідно в резервуарі, де його зібрали, тиск становитиме:

$$p(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)RT}{V} = \frac{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 \cdot 298}{1 \cdot 10^{-3}} = 138,744 \cdot 10^3 \text{ Па або} \\ \cong 1,387 \cdot \text{бар}$$

Оскільки кисню виділилося вдвічі менше, то:

$$p(O_2) = \frac{138,744 \cdot 10^3}{2} = 69,372 \cdot 10^3 \text{ Па або } \cong 0,694 \cdot \text{бар}$$

Під час роботи паливного елемента на електродах відбуватимуться такі електродні реакції:



Потенціал водневого електрода становитиме (приймаючи, що водень поводить себе як ідеальний газ):

$$E_{\text{H}^+|\text{H}_2} = E_{\text{H}^+|\text{H}_2}^\circ + \frac{0,059}{2} \lg \frac{a_{\text{H}_3\text{O}^+}^2}{a_{\text{H}_2\text{O}^+}^2 \cdot p_{\text{H}_2}} = 0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{1,387} \cong -0,0042 \text{ В}$$

Потенціал кисневого електрода становитиме (приймаючи, що кисень поводить себе як ідеальний газ):

$$\begin{aligned} E_{\text{O}_2, \text{H}^+|\text{H}_2\text{O}} &= E_{\text{O}_2, \text{H}^+|\text{H}_2\text{O}}^\circ + \frac{0,059}{4} \lg \frac{a_{\text{H}^+}^4 p_{\text{O}_2}}{a_{\text{H}_2\text{O}}^2} = 1,229 + \frac{0,059}{4} \lg 0,694 \cong \\ &\cong 1,229 - 0,0023 = 1,2267 \text{ В} \end{aligned}$$

Електрорушійна сила паливного елемента становитиме:

$$E = E_{\text{O}_2, \text{H}^+|\text{H}_2\text{O}}^\circ - E_{\text{H}^+|\text{H}_2} = 1,2267 - (-0,0042) = 1,2309 \text{ В}$$

Відповідь: $E = 1,2309 \text{ В}$.

РОЗДІЛ III

ПІДГОТОВКА УЧНІВ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРУ III ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ

3.1. ЗАВДАННЯ (8–11 КЛАСИ)

8 КЛАС

Завдання 1

У п'яти пронумерованих пробірках містяться водні розчини натрій карбонату, натрій сульфату, натрій хлориду, барій хлориду та хлоридна кислота.

Не використовуючи інших реактивів і проводячи будь-які реакції між речовинами із пробірок:

- складіть план визначення речовин у пронумерованих пробірках;
- практично визначте, які речовини містилися в кожній з пробірок;
- напишіть рівняння реакцій, які проходили в процесі визначення речовин;
- напишіть, що вам відомо про застосування цих речовин.

Завдання 2

Хлориди

У п'яти пронумерованих пробірках містяться розчини: магній хлорид, натрій хлорид, барій хлорид, манган (II) хлорид, цинк хлорид.

Використовуючи лише розчини H_2SO_4 та NaOH :

- складіть план визначення речовин у пронумерованих пробірках;
- практично визначте, у якій пробірці міститься кожний із названих хлоридів;
- напишіть рівняння реакцій, які відбувалися в процесі визначення речовин на кожному етапі.

Завдання 3

У кожній із семи пронумерованих пробірок міститься розчин солі одного з катіонів Ca^{2+} , Pb^{2+} , Na^+ , Ba^{2+} , K^+ , Cu^{2+} , а також Sr^{2+} чи Li^+ . П'ять із семи солей є нітратами, одна – сульфат і одна – хлорид.

Завдання 1

За забарвленням полум'я визначте, катіони якого металу містяться в кожній пробірці. Результати оформіть у вигляді таблиці.

	Ca^{2+}	Pb^{2+}	Na^+	Ba^{2+}	K^+	Cu^{2+}	Sr^{2+} чи Li^+
Спостереження (забарвлення полум'я)							
Висновок (№ пробірки)							

Завдання 2

Використовуючи лише видані розчини, визначте, яким є сьомий катіон (Sr^{2+} чи Li^+), які аніони містяться в кожній пробірці. Опишіть спостереження. Складіть рівняння хімічних реакцій. У висновку зазначте, розчин якої солі міститься в кожній пробірці.

9 КЛАС

Завдання 1

Жовті розчини

У шести пронумерованих пробірках містяться водні розчини калій біхромату, калій хромату, натрій сульфід, натрій йодиду, ферум (III) хлориду, амоній тіоціанату.

Використовуючи хлоридну кислоту, розчин натрій гідроксиду й проводячи будь-які реакції між речовинами з пробірок:

- визначте, у якій пробірці міститься кожна речовина;
- проведіть реакції, які підтверджують наявність кожної речовини в розчині; опишіть хід експерименту та явища, які спостерігаєте;
- складіть рівняння реакцій, які відбуваються.

Завдання 2

Сполуки Мангану

Для всіх наступних дослідів запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції. Доберіть коефіцієнти методом електронного балансу або методом напівреакцій.

Дослід 1

А) У пробірку внесіть 5–6 крапель концентрованого розчину КОН (або NaOH). Додайте 3–4 краплі розчину калій перманганату.

Нагрійте суміш до зміни забарвлення розчину на смарагдово-зелений. Перелийте половину розчину до іншої пробірки.

Б) До першої пробірки додайте по краплях розбавлену сульфатну кислоту до зміни забарвлення розчину.

В) До другої пробірки додайте кристалики натрій сульфіту до знебарвлення розчину.

Дослід 2

А) У пробірку з 5–6 краплями розчину калій перманганату додайте 3–4 краплі сульфатної кислоти й декілька кристаликів натрій сульфіту.

Б) У пробірку з 5–6 краплями розчину калій перманганату додайте 3–4 краплі розчину лугу й декілька кристаликів натрій сульфіту.

В) У пробірку з 5–6 краплями розчину калій перманганату додайте 3–4 краплі дистильованої води й декілька кристаликів натрій сульфіту.

Завдання 3

Сполуки Mn та Cr

Для всіх наведених дослідів опишіть спостереження. Складіть рівняння окисно-відновних реакцій. Доберіть коефіцієнти методом електронного балансу або методом напівреакцій.

Завдання 1

У тигель помістіть 4–5 гранул калій гідроксиду й один шпатель калій нітрату. Суміш розплавте в полум'ї пальника. Внесіть у розплав декілька кристаликів манган (IV) оксиду.

Завдання 2

У пробірку внесіть 1 мл концентрованого розчину КОН. Додайте 1 мл розчину калій перманганату KMnO_4 й нагрійте суміш до зміни забарвлення розчину.

Завдання 3

У пробірку внесіть 1 мл розчину манган (II) сульфату. Додайте по краплях розчин калій перманганату до випадіння осаду й зміни рН розчину (визначити індикаторним папірцем).

Завдання 4

У пробірку внесіть 1 мл розчину калій дихромату $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Додайте 1 мл розбавленої сульфатної кислоти, а потім 1 лопатку натрій сульфіту Na_2SO_3 . Суміш ретельно перемішайте скляною паличкою.

Завдання 5

У пробірку внесіть 1 мл розчину калій дихромату $K_2Cr_2O_7$. Додайте 1 мл розбавленої сульфатної кислоти, а потім 1 мл розчину калій йодиду KI.

Завдання 6

У пробірку з кристалічним ферум (II) сульфатом $FeSO_4$ додайте 1 мл дистильованої води. Перемішайте до розчинення солі.

В іншу пробірку внесіть 1 мл розчину калій дихромату $K_2Cr_2O_7$. Додайте 1 мл розбавленої сульфатної кислоти та 1 мл розчину ферум (II) сульфату $FeSO_4$.

10 КЛАС

Завдання 1

У восьми пронумерованих пробірках містяться водні розчини хлоридної кислоти, натрій гідроксиду, натрій сульфату, натрій карбонату, амоній хлориду, плюмбум (II) нітрату, барій хлориду, аргентум нітрату.

Використовуючи фенолфталеїн і проводячи будь-які реакції між речовинами з пробірок:

1. Скласти план визначення речовин у пронумерованих пробірках.

2. Практично визначити, які речовини містилися в кожній з пробірок.

3. Написати рівняння реакцій, які відбувалися в процесі визначення речовин.

Завдання 2

Властивості купрум (II) сульфату

Дослід 1

У пробірку з 1–2 мл розчину купрум (II) сульфату додайте гранулу цинку.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції. Наведіть приклади ще 2-х металів, які здатні реагувати з розчином купрум (II) сульфату.

Дослід 2

До 0,5–1 мл розчину купрум (II) сульфату додайте таку саму кількість розчину луку.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції в молекулярному, повному йонно-молекулярному й скороченому йонно-молекулярному видах.

Дослід 3

У дві пробірки з 5–7 краплями розчину купрум (II) сульфату додайте таку саму кількість розчину натрій сульфід.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції в молекулярному, повному йонно-молекулярному й скороченому йонно-молекулярному видах.

Далі в одну пробірку додайте декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти, а в іншу – декілька крапель концентрованої нітратної кислоти.

Запишіть спостереження. У якій із пробірок осад розчинився? Складіть рівняння цієї реакції.

Дослід 4

За допомогою папірця універсального індикатора визначте середовище в розчині купрум (II) сульфату.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції, яке пояснює зміну забарвлення індикатора.

Потім у пробірку з 5–7 краплями розчину купрум (II) сульфату додайте таку саму кількість розчину натрій карбонату.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції.

Поясніть, чому при взаємодії солі купрум (II) з розчином натрій карбонату не утворюється купрум (II) карбонат.

Дослід 5

До 4–5 крапель розчину купрум (II) сульфату додайте 1–2 краплі розчину амоніаку.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції.

До осаду, що утворився, додайте розчин амоніаку до розчинення осаду.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції.

Дослід 6

У пробірку з 5–7 краплями розчину купрум (II) сульфату додайте таку саму кількість розчину калій йодиду.

Запишіть, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції.

Поясніть, чому в розчині не відбувається реакція обміну з утворенням купрум (II) йодиду.

Завдання 3

Йодометричне визначення купруму (II)

В основі йодометричного визначення купруму лежить реакція:

$$2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2 \quad (1),$$

унаслідок реакції виділяється дийод та утворюється осад малорозчинного купрум (I) йодиду.

Титрують дийод, що виділився, розчином натрій тіосульфату:

$$\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI} \quad (2).$$

Ураховуючи, що кількість дийоду, що виділився, еквівалентна купруму (II), вміст купруму розраховують з огляду на з об'єм робочого розчину натрію тіосульфату, витраченого на титрування дийоду, що виділився.

Отримайте досліджуваний розчин купрум (II) сульфату ($V(\text{аліквоти}) = 5 \text{ мл}$) у дві конічні колби для титрування.

До отриманого розчину мірним циліндром додайте 10 мл 2 н. розчину H_2SO_4 , 10 мл 10 %-го розчину KI. Перемішайте вміст колб, накрийте колби предметним склом і залиште на 10–15 хвилин у темному місці для завершення реакції (1).

Після завершення реакції додайте в колби приблизно по 30–50 мл дистильованої води й титруйте 0,1 н. розчином натрію тіосульфату до блідо-жовтого забарвлення. Далі додайте в колбу 2 мл розчину крохмалю та продовжуйте титрування до переходу синього забарвлення розчину в молочно-біле від однієї краплі розчину натрій тіосульфату. Зафіксуйте об'єм розчину натрію тіосульфату, витрачений на титрування $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$.

Повторіть титрування з другою колбою в тому ж порядку. Визначте середнє значення $V_{\text{серед.}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

Розрахуйте масу купруму (II) в розчині, що аналізується, за формулою:

$$m(\text{Cu}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V_{\text{серед.}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M_{\text{екв.}}(\text{Cu})}{1000}$$

де $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – молярна концентрація еквівалента натрію тіосульфату, моль/л;

$M_{\text{екв.}}(\text{Cu})$ – молярна маса еквівалента купруму, г/моль;

$V_{\text{серед.}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – об'єм розчину натрію тіосульфату, витрачений на титрування, мл.

Виконайте контрольні завдання:

1. Поясніть, як ви визначили $M_{\text{екв}}(\text{Cu})$.
2. Поясніть, навіщо до досліджуваного розчину купрум (II) сульфату додають сульфатну кислоту й надлишок розчину калій йодиду.
3. Розрахуйте масову частку купрум (II) сульфату в цьому розчині (вважати, що $\rho(\text{р-ну CuSO}_4) = 1 \text{ г/мл}$).
4. Який вид титрування використаний у цій роботі? Які ще види титрування ви знаєте?

Завдання 4

Визначення масової частки гідроген пероксиду в аптечному розчині

В аптечному розчині гідроген пероксиду масова частка H_2O_2 складає 3 %. Із часом гідроген пероксид розкладається з виділенням кисню, тому для перевірки якості препарату визначають масову частку H_2O_2 в розчині методом перманганатометрії.

Перманганатометричне визначення гідроген пероксиду ґрунтується на реакції окиснення H_2O_2 до вільного кисню.

Завдання 1

Отримати розчин для аналізу.

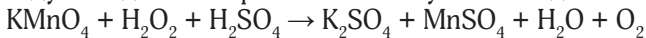
У мірну колбу на 100 мл влити 15–20 мл води. Відміряти піпеткою 10 мл розчину для аналізу й перенести в ту саму мірну колбу. Довести вміст колби водою до мітки.

Для аналізу відміряти в конічну колбу для титрування піпеткою аліквоту – 10 мл виготовленого розчину H_2O_2 ($V(\text{аліквоти}) = 10 \text{ мл}$). Вважати густину розведеного розчину гідрогену пероксиду $\rho(\text{розчину H}_2\text{O}_2) = 1 \text{ г/мл}$.

Додати 10 мл 2 н. розчину сульфатної кислоти. Потім вміст колби титрувати 0,1 н. розчином калію перманганату до появи блідо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд. Зафіксувати об'єм розчину KMnO_4 , що використано на титрування $V(\text{KMnO}_4)$. Повторити титрування ще 2–3 рази й узяти середнє значення з близьких результатів $V_{\text{серед}}(\text{KMnO}_4)$.

Завдання 2

Дібрати коефіцієнти в рівнянні реакції окиснення гідроген пероксиду методом електронного балансу або методом напівреакцій.



Визначити $M_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}_2)$.

Заповнити таблицю.

V (колби)	V (аліквоти)	ρ (розчину H_2O_2)	$M_{\text{екв}} (\text{H}_2\text{O}_2)$	$C_{\text{екв}} (\text{KMnO}_4)$	Об'єм розчину KMnO_4 , що використано на титрування, мл			
					V_1	V_2	V_3	$V_{\text{серед}} (\text{KMnO}_4)$
100 мл	10 мл	1 г/мл		0,1 моль/л				

Завдання 3

Розрахувати масову частку гідроген пероксиду H_2O_2 (%) у виділеному розчині $w(\text{H}_2\text{O}_2)$.

11 КЛАС

Завдання 1

Вам видано розчин, у якому містяться чотири із шести можливих катіонів: NH_4^+ , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} .

1. Використовуючи наявні на столі реактиви й обладнання, визначте, які катіони знаходяться в розчині.

2. Проведіть реакції, які підтверджують наявність кожного з виданих катіонів. Опишіть хід експерименту та явища, які спостерігаєте.

3. Складіть рівняння реакцій, які відбуваються або в молекулярній, або в повній йонно-молекулярній чи скороченій йонно-молекулярній формах.

4. Наведіть по дві назви виданих вам реагентів, які використовуються для визначення йонів Fe^{2+} і Fe^{3+} .

Реактиви: 2М NaOH , 1М H_2SO_4 , 1М HCl , розчини NH_3 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NH_4SCN , фенолфталеїновий папір.

Обладнання: штатив з пробіркою, у якій знаходиться розчин із сумішшю катіонів, чисті пробірки, піпетка, стакан або колба з дистильованою водою, водяна баня, предметне скло.

Завдання 2

Визначення вмісту натрій карбонату та домішок у харчовій соді

Заповніть бюретку 0,1 н. хлоридною кислотою.

Візьміть наважку харчової соди $m_{\text{наважки}}$ приблизно 1 г (з точністю до 0,01 г). Розчиніть соду в мірній колбі на 100 мл, доведіть до мітки дистильованою водою, перемішайте.

Візьміть піпетку на 15 або 20 мл. Промийте піпетку досліджуванним розчином. Візьміть піпеткою аліквоти $V_{\text{пип}}$ досліджуваного розчину у дві колби для титрування та закрийте їх пробками.

У першу колбу додайте 8–10 крапель фенолфталеїну (колір розчину – малиновий).

Одразу почніть титрування по краплях хлоридною кислотою до слабо-рожевого забарвлення ($\text{pH} = 8,5$).

Зафіксуйте об'єм хлоридної кислоти V_1 , $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$.

Об'єм кислоти, витрачений на титрування всього Na_2CO_3 , дорівнює $2V_1$.

У цю колбу (першу) додайте 1–2 краплі метилового оранжевого (колір розчину в колбі стане жовтим) і продовжуйте титрувати розчин до оранжевого кольору.

Зафіксуйте об'єм хлоридної кислоти, витрачений на титрування Na_2CO_3 та NaHCO_3 (V_2).

Повторіть титрування з другою колбою в тому ж порядку.

Визначте середні значення $V_{1\text{серед.}}$ та $V_{2\text{серед.}}$ за результатами двох титрувань.

Визначте об'єм хлоридної кислоти, витрачений на титрування NaHCO_3 V_3 у мл:

$$V_3 = V_{2\text{серед.}} - 2V_{1\text{серед.}}$$

Визначте масову частку натрій карбонату (%) у наважці харчової соди:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (2 \cdot V_1 \cdot C(\text{HCl}) \cdot M(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V_{\text{м.к.}} \cdot 100) / (m_{\text{наважки}} \cdot 1000 \cdot V_{\text{пип.}}),$$

де $V_{\text{м.к.}}$ – об'єм мірної колби, мл.

Визначте масову частку натрій гідрокарбонату (%) у наважці харчової соди:

$$w(\text{NaHCO}_3) = (V_3 \cdot C(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaHCO}_3) \cdot V_{\text{м.к.}} \cdot 100) / (m_{\text{наважки}} \cdot 1000 \cdot V_{\text{пип.}}).$$

Визначте масову частку домішок (%) у наважці харчової соди:

$$w(\text{домішок}) = 100\% - (w(\text{Na}_2\text{CO}_3) + w(\text{NaHCO}_3)).$$

Виконайте контрольні завдання:

1. Складіть рівняння всіх хімічних реакцій, які відбуваються під час виконання експерименту.

2. Поясніть, чому для визначення вмісту Na_2CO_3 в харчовій соді об'єм кислоти, витрачений на титрування V_1 , треба подвоїти.

3. Поясніть, чому фенолфталеїн у розчині харчової соди набуває малинового забарвлення. Підтвердіть свою відповідь рівнянням реакції.

Завдання 3

У шести пронумерованих пробірках містяться водні розчини гліцеролу, глюкози, формальдегіду (формалін), етанолу, мурашиної кислоти, оцтової кислоти.

Використовуючи реактив Толленса (амоніачний розчин аргентум (I) оксиду), розчини CuSO_4 , NaOH , індикатор (універсальний) та пальник:

1. Визначте, у якій пробірці міститься кожна речовина.
2. Проведіть реакції, які підтверджують наявність кожної речовини в розчині. Опишіть хід експерименту та явища, які спостерігаєте.
3. Складіть рівняння реакцій, які відбуваються.

Завдання 4

Комплексні сполуки Fe, Co, Ni, Cu

Завдання 1

А) Приготуйте в пробірці розчин ферум (II) сульфату й додайте 1–2 краплі розчину червоної кров'яної солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Наведіть номенклатурну назву $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, а також тривіальну й номенклатурну назви комплексної сполуки – продукту реакції.

Поясніть, чому розчин ферум (II) сульфату необхідно готувати безпосередньо перед виконанням досліду.

Б) Помістіть у пробірку 2–3 краплі розчину ферум (III) хлориду й додайте 1 краплю розчину жовтої кров'яної солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Наведіть номенклатурну назву $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, а також тривіальну та номенклатурну назви комплексної сполуки – продукту реакції.

Що вам відомо про сучасні погляди щодо складу та будови комплексних сполук – продуктів реакцій завдання 1А та завдання 1Б?

Завдання 2

Скляною паличкою, змоченою в розчині кобальту (II) хлориду, напишіть на фільтрувальному папірці цифру або букву. Залиште папірець на деякий час, щоб трохи підсушити напис. Потім прогрійте напис над полум'ям пальника.

Опишіть, що відбувається з написом при нагріванні.

Дайте папірцю охолонути.

Опишіть, що відбувається з написом при охолодженні.

Поясніть результати експерименту.

Завдання 3

А) Помістіть у пробірку 5–6 крапель розчину кобальту (II) хлориду. Додавайте по краплях розчин амоніаку до випадіння осаду.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Б) Розчиніть осад у розчині амоніаку.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції утворення амінокомплексної сполуки кобальту (II).

В) Перемішайте розчин скляною паличкою. Що відбувається з розчином?

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції окиснення амінокомплексної сполуки кобальту (II) киснем повітря.

Г) Перенесіть 3–4 краплі розчину з дослідів В) у чисту пробірку. Додавайте до цього розчину по краплях розчин натрій сульфід у до утворення осаду.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Зробіть висновок щодо стійкості ступенів окиснення +2 та +3 для кобальту в некомплексних та комплексних сполуках.

Завдання 4

А) Помістіть у пробірку 5–6 крапель розчину нікелю (II) хлориду. Додавайте по краплях розчин амоніаку до випадіння осаду.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Б) Розчиніть осад у розчині амоніаку.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції утворення амінокомплексної сполуки нікелю (II).

В) Перенесіть 3–4 краплі розчину з дослідів Б) у чисту пробірку. Додавайте до цього розчину по краплях розчин натрій сульфід у до утворення осаду.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Завдання 5

А) До 4–5 крапель розчину купрум (II) сульфату додайте 1–2 краплі розчину амоніаку.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

Б) Розчиніть утворений осад у розчині амоніаку.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

В) Якщо розчин, утворений у досліді Б), темний, розведіть його дистильованою водою до яскраво-синього кольору. Перенесіть 3–4 краплі цього розчину в чисту пробірку. Додавайте до цього розчину по краплях розчин натрій сульфід до утворення осаду.

Опишіть спостереження. Складіть рівняння реакції.

3.2. РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ (8–11 КЛАСИ)

8 КЛАС

Завдання 1

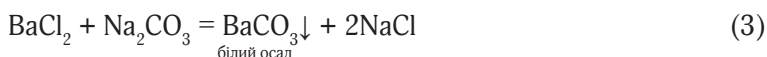
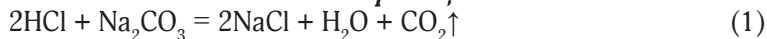
Схема експерименту

	<i>HCl</i>	<i>Na₂SO₄</i>	<i>Na₂CO₃</i>	<i>NaCl</i>	<i>BaCl₂</i>
<i>HCl</i>		---	Безбарвний газ	---	---
<i>Na₂SO₄</i>	---		---	---	Білий осад
<i>Na₂CO₃</i>	Безбарвний газ	---		---	Білий осад
<i>NaCl</i>	---	---	---		---
<i>BaCl₂</i>	---	Білий осад	Білий осад	---	

План експерименту (можливий варіант)

1. Зливаємо попарно розчини з пробірок 1–5.
2. Визначаємо розчин *NaCl* – він єдиний не дає з розчинами інших речовин жодних зовнішніх ефектів.
3. Визначаємо розчин *BaCl₂* – він єдиний дає з розчинами інших речовин два осади білого кольору.
4. Визначаємо розчини *Na₂SO₄*, *Na₂CO₃* і *HCl*. Солі з розчином *BaCl₂* утворюють осади білого кольору. Розчин *Na₂CO₃* з *HCl* дає газ, що відрізняє його від *Na₂SO₄*. Відповідно розчин, який дає білий осад і газ, – це *Na₂CO₃*; розчин, який утворює лише один білий осад, – це *Na₂SO₄*; розчин, який утворює лише газ, – це *HCl*.

Рівняння реакцій



Завдання 2

Схема експерименту

	$MgCl_2$	$NaCl$	$BaCl_2$	$ZnCl_2$	$MnCl_2$
H_2SO_4	---	---	Білий дрібно-зернистий осад	---	---
$NaOH$	Безбарвний осад, <i>не розчиняється</i> в надлишку лугу	---	---	Безбарвний осад, <i>розчиняється</i> в надлишку лугу	Драглистий блідо-рожевий осад, з часом буріє

План експерименту (можливий варіант)

1. До всіх пробірок додаємо розчин сульфатної кислоти. Визначаємо розчин $BaCl_2$ – він єдиний утворює із сульфатною кислотою білий дрібнозернистий осад.

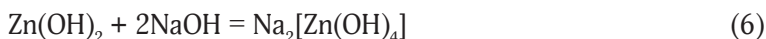
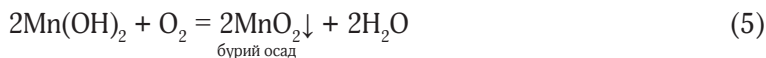
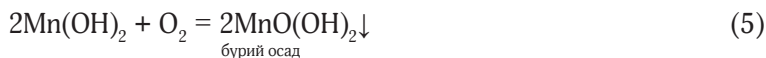
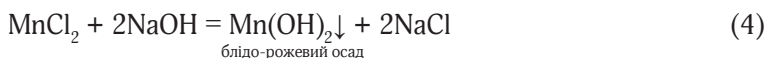
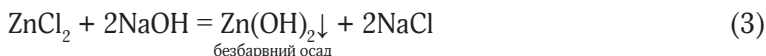
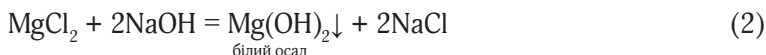
2. Визначаємо розчини $MgCl_2$, $NaCl$, $ZnCl_2$, $MnCl_2$. Додаємо в кожную пробірку розчин лугу по краплях.

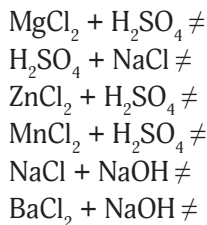
- розчин $NaCl$ – реакції не відбуваються;
- розчин $MgCl_2$ – випадає білий осад;
- розчин $ZnCl_2$ – випадає драглистий безбарвний осад;
- розчин $MnCl_2$ – випадає блідо-рожевий осад, який із часом стає бурим.

3. До білого / безбарвного осадів додаємо надлишок лугу:

- розчин $MgCl_2$ – осад не розчиняється в надлишку лугу;
- розчин $ZnCl_2$ – осад розчиняється в надлишку лугу.

Рівняння реакцій





Завдання 3

Завдання 1

Спостереження	Ca^{2+}	Pb^{2+}	Na^+	Ba^{2+}	K^+	Cu^{2+}	Sr^{2+} чи Li^+
(забарвлення полум'я)	цегляно-червоний	блакитний	жовтий	жовто-зелений	світло-фіолетовий	синьо-зелений	Sr^{2+} карміно-во-червоний Li^+ малино-во-червоний
Висновок (№ пробірки)							

Завдання 2

- За таблицею розчинності робимо такі висновки:
 - Pb^{2+} може бути в розчині лише з NO_3^- – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
 - Sr^{2+} може бути в розчині лише з NO_3^- чи Cl^- – $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ або SrCl_2 ;
 - Ba^{2+} може бути в розчині лише з NO_3^- чи Cl^- – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ або BaCl_2 ;
 - Ca^{2+} може бути в розчині лише з NO_3^- чи Cl^- – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ або CaCl_2 ;
 - Na^+ , K^+ , Li^+ , Cu^{2+} можуть бути в розчині з будь-яким із зазначених аніонів з NO_3^- , Cl^- чи SO_4^{2-} .

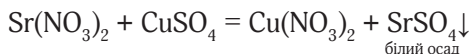
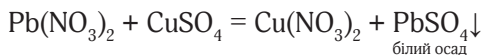
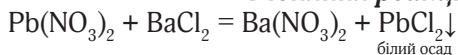
2. Додаємо до кожної із семи пробірок розчин $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Спостереження	Ca^{2+}	Pb^{2+}	Na^+	Ba^{2+}	K^+	Cu^{2+}	Sr^{2+} чи Li^+
Додавання розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	---	X	---	Осад білого кольору	---	Осад білого кольору	---
Висновок	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	NaNO_3	BaCl_2	KNO_3	CuSO_4	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ або LiNO_3

3. Додаємо до пробірки зі $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ чи LiNO_3 розчин CuSO_4 .

	Варіанти № __, __, __, __, __, __	Варіанти № __, __, __, __, __, __
Додавання розчину CuSO_4	---	Осад білого кольору
Висновок	LiNO_3	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

Рівняння реакцій



9 КЛАС

Завдання 1

План експерименту

1. Спочатку необхідно до всіх розчинів по черзі додати хлоридну кислоту та розчин NaOH . Це дозволить визначити розчини $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , Na_2S , FeCl_3 .

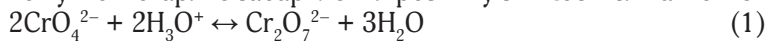
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	K_2CrO_4	Na_2S	NaI	FeCl_3	NH_4SCN
HCl	---	Зміна забарвлення на жовтогаряче	Безбарвний газ, запах	---	---	Розчин може злегка змінити забарвлення на рожеве
NaOH	Зміна забарвлення на жовте	---	---	---	Драглистий осад бурого кольору	Реакція обміну відбувається, але в розбавлених розчинах не відчувається запах амоніаку

2. Проведення реакцій між речовинами в пробірках дозволить визначити NH_4SCN (реакція з FeCl_3).

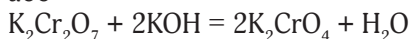
3. Найскладнішим є доведення наявності NaI у пробірці, що залишилася. Для цього необхідно використати розчини $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і HCl . Реакція між йодидом і біхроматом у кислому середовищі призведе до утворення йоду. Реакційна суміш одразу забарвлюється в інтенсивний бурий колір і відчувається запах йоду.

Рівняння реакцій

Рівновага хромат- і біхромат-іонів у розчині: якщо до розчину біхромату додати луг, то рівновага зміщується внаслідок зв'язування іонів H^+ іонами OH^- в малодисоційовані молекули води. Отже, у лужному середовищі біхромат перетворюється в хромат, причому жовтогаряче забарвлення розчину змінюється на жовте.



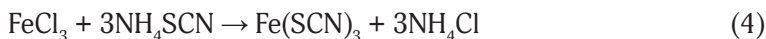
або



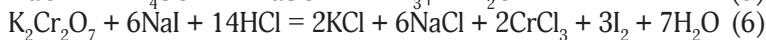
газ з різким запахом



бурий осад



криваво-червоне забарвлення



Завдання 2

Спостереження

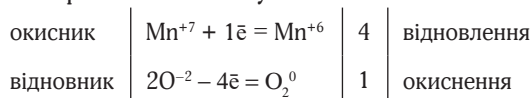
Дослід 1	А)	Зміна забарвлення розчину на смарагдово-зелений. Виділення газу
	Б)	Зміна забарвлення розчину на фіолетовий (або рожево-фіолетовий), утворення осаду бурого кольору
	В)	Розчин знебарвлюється, утворюється осад бурого кольору
Дослід 2	А)	Розчин знебарвлюється (може стати блідо-рожевим)
	Б)	Зміна забарвлення розчину на смарагдово-зелений
	В)	Розчин знебарвлюється, утворюється осад бурого кольору

Рівняння реакцій

Дослід 1А



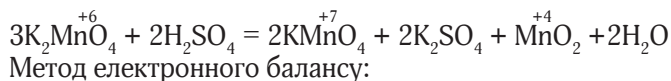
Метод електронного балансу:



Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^- + 1\bar{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	4	відновлення
відновник	$4\text{OH}^- - 4\bar{e} = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1	окиснення
$4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- = 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$			

Дослід 1Б

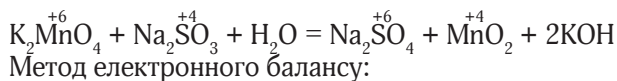


окисник	$\text{Mn}^{+6} + 2\bar{e} = \text{Mn}^{+4}$	1	відновлення
відновник	$\text{Mn}^{+6} - 1\bar{e} = \text{Mn}^{+7}$	2	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1	відновлення
відновник	$\text{MnO}_4^{2-} - 1\bar{e} = \text{MnO}_4^-$	2	окиснення
$3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{MnO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$			

Дослід 1В



окисник	$\text{Mn}^{+6} + 2\bar{e} = \text{Mn}^{+4}$	1	відновлення
відновник	$\text{S}^{+4} - 2\bar{e} = \text{S}^{+6}$	1	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	1	відновлення
відновник	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\bar{e} = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	1	окиснення
$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$			
$\text{MnO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-} = \text{MnO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-}$			

Дослід 2А

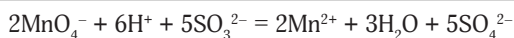
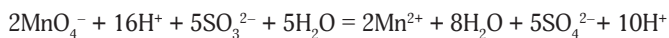


Метод електронного балансу:

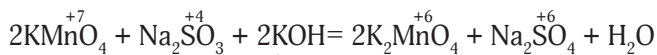
окисник	$\text{Mn}^{+7} + 5\bar{e} = \text{Mn}^{+2}$	2	відновлення
відновник	$\text{S}^{+4} - 2\bar{e} = \text{S}^{+6}$	5	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	2	відновлення
відновник	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$	5	окиснення



Дослід 2Б

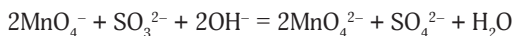


Метод електронного балансу:

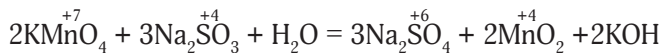
окисник	$\text{Mn}^{+7} + 1\bar{e} = \text{Mn}^{+6}$	2	відновлення
відновник	$\text{S}^{+4} - 2\bar{e} = \text{S}^{+6}$	1	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^- + 1\bar{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	2	відновлення
відновник	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\bar{e} = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	1	окиснення



Дослід 2В



Метод електронного балансу:

окисник	$\text{Mn}^{+7} + 3\bar{e} = \text{Mn}^{+4}$	2	відновлення
відновник	$\text{S}^{+4} - 2\bar{e} = \text{S}^{+6}$	3	окиснення

Метод напівреакцій:

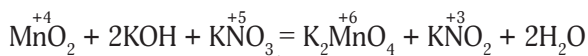
окисник	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	2	відновлення
відновник	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	3	окиснення
$2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{OH}^- = 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$			
$2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_3^{2-} = 2\text{MnO}_2 + 2\text{OH}^- + 3\text{SO}_4^{2-}$			

Завдання 3

Спостереження

Завдання 1	Розплав стає смарагдово-зеленим
Завдання 2	Розчин змінює колір з рожево-фіолетового на смарагдово-зелений. Незначне виділення газу
Завдання 3	Спочатку розчин стає жовто-коричневим, а потім з'являється осад бурого кольору; середовище кисле
Завдання 4	Розчин змінює колір із жовтогарячого (жовтого) на зелений
Завдання 5	Розчин змінює колір із жовтогарячого (жовтого) на темно-бурий (виділення йоду)
Завдання 6	Розчин змінює колір із жовтогарячого (жовтого) на зелений

Завдання 1



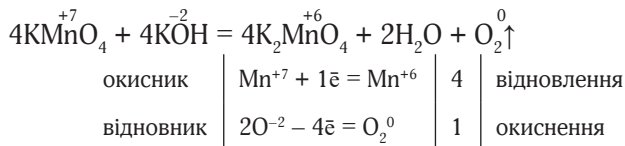
Метод електронного балансу:

окисник	$\text{N}^{+5} + 2\text{e}^- = \text{N}^{+3}$	1	відновлення
відновник	$\text{Mn}^{+4} - 2\text{e}^- = \text{Mn}^{+6}$	1	окиснення

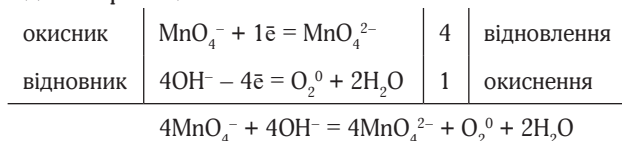
Метод напівреакцій:

окисник	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	1	відновлення
відновник	$\text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	1	окиснення
$\text{MnO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{NO}_3^- = \text{MnO}_4^{2-} + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$			

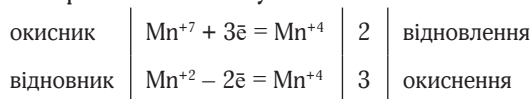
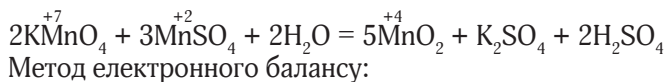
Завдання 2



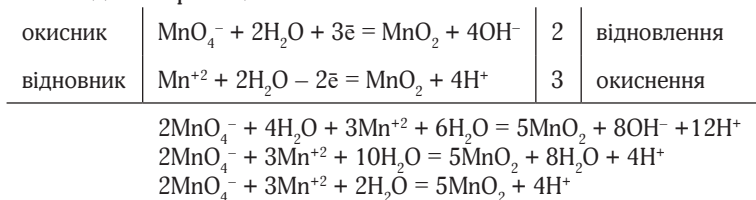
Метод напівреакцій:



Завдання 3



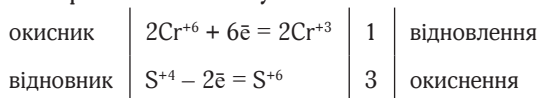
Метод напівреакцій:



Завдання 4



Метод електронного балансу:



Метод напівреакцій:

окисник	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$	1	відновлення
відновник	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$	3	окиснення
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 3\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}^+$			
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{SO}_3^{2-} = 2\text{Cr}^{+3} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$			

Завдання 5



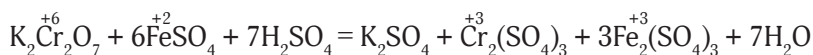
Метод електронного балансу:

окисник	$2\text{Cr}^{+6} + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{+3}$	1	відновлення
відновник	$2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \overset{0}{\text{I}}_2$	3	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$	1	відновлення
відновник	$2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \overset{0}{\text{I}}_2$	3	окиснення
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{I}^- = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\overset{0}{\text{I}}_2$			

Завдання 6



Метод електронного балансу:

окисник	$2\text{Cr}^{+6} + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{+3}$	1	відновлення
відновник	$2\text{Fe}^{+2} - 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{+3}$	3	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O}$	1	відновлення
відновник	$2\text{Fe}^{+2} - 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{+3}$	3	окиснення
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Fe}^{+2} = 2\text{Cr}^{+3} + 7\text{H}_2\text{O} + 6\text{Fe}^{+3}$			

10 КЛАС

Завдання 1

Схема експерименту

	HCl	NaOH	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	Pb(NO ₃) ₂	BaCl ₂	AgNO ₃
HCl		---	---	Безбарв-ний газ	---	Можливий білий осад	---	Білий сирнистий осад
NaOH	---		---	---	Безбарв-ний газ, запах	Білий осад, розчиняється в надлишку лугу	---	Сіро-коричневий осад
Na ₂ SO ₄	---	---		---	---	Білий осад	Білий осад	Білий осад
Na ₂ CO ₃	Безбарв-ний газ	---	---		---	Білий осад	Білий осад	Жовтуватий осад
NH ₄ Cl	---	Безбарв-ний газ, запах	---	---		Можливий білий осад	---	Білий сирнистий осад
Pb(NO ₃) ₂	Можливий білий осад	Білий осад, розчиняється в надлишку лугу	Білий осад	Білий осад	Можливий білий осад		Можливий білий осад	---
BaCl ₂	---	---	Білий осад	Білий осад	---	Можливий білий осад		Білий сирнистий осад
AgNO ₃	Білий сирнистий осад	Сіро-коричневий осад	Білий осад	Жовтуватий осад	Білий сирнистий осад	---	Білий сирнистий осад	
фенол-фталейн	---	Малинове забарвлення	---	Малинове забарвлення	---	---	---	---

План експерименту та його практичне виконання (можливий варіант)

1. Додати до всіх пробірок фенолфталейн. Виокремлюємо розчини **NaOH** і **Na₂CO₃**. Вони забарвлюються в малиновий колір.

2. Зливаємо попарно розчини з інших пробірок.

3. Виокремлюємо розчини **Pb(NO₃)₂** і **AgNO₃** – вони єдині утворюють розчини з усіма речовинами, крім випадку, коли їх зливають один з одним.

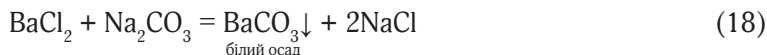
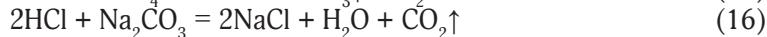
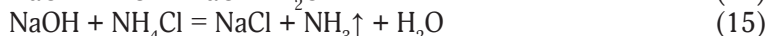
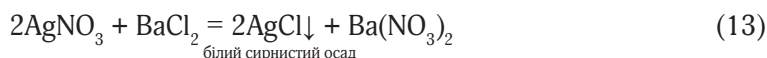
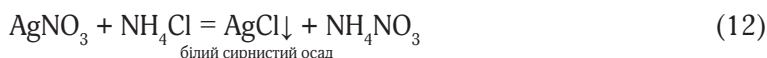
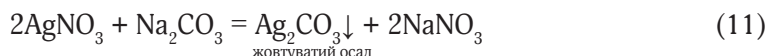
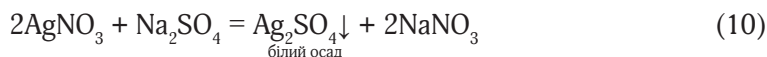
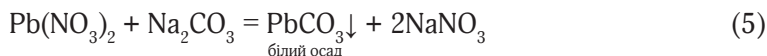
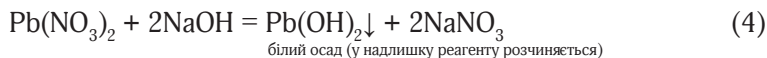
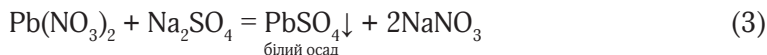
4. Додаємо до групи **Pb(NO₃)₂** і **AgNO₃** групи **NaOH** і **Na₂CO₃** (попарно зливаючи реагенти). Визначаємо всі 4 речовини, тому що **AgNO₃** з **NaOH** і **Na₂CO₃** утворює відповідно темний сіро-коричневий осад **Ag₂O** і жовтуватий осад **Ag₂CO₃**.

5. До групи розчинів, що залишилися (**HCl**, **Na₂SO₄**, **NH₄Cl**, **BaCl₂**), додаємо розчин **Na₂CO₃**. Визначаємо **HCl** і **BaCl₂**. Виді-

ляється CO_2 і випадає білий осад BaCO_3 відповідно. З розчинами Na_2SO_4 і NH_4Cl змін не відбувається.

6. Визначаємо розчини Na_2SO_4 і NH_4Cl , додаючи до них розчин BaCl_2 . З Na_2SO_4 випадає білий осад BaSO_4 .

Рівняння реакцій



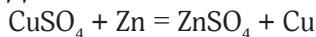
Завдання 2

Спостереження

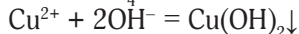
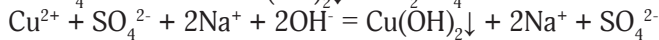
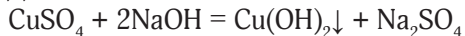
Дослід 1	Гранула цинку поступово стає рихлою. Згодом можна помітити утворення міді темно-червоного кольору. Розчин поступово знебарвлюється
Дослід 2	Утворився драглистий осад блакитного кольору
Дослід 3	Утворився осад чорного кольору
	Після додавання хлоридної кислоти змін немає
	Після додавання нітратної кислоти осад розчиняється. Утворюється розчин блакитного кольору. На білому фоні можна помітити виділення бурого газу (але воно майже не помітне, бо газ виділяється повільно й швидко розсіюється в повітрі)
Дослід 4	Папірець з універсальним індикатором забарвлюється в червоний колір
	Після додавання розчину карбонату утворюється блакитно-зелений осад
Дослід 5	Спочатку утворюється осад блакитного кольору
	У надлишку амоніаку осад розчиняється. Утворюється розчин яскравого синьо-фіолетового кольору
Дослід 6	Розчин стає каламутним, набуває світло-коричневого кольору

Рівняння реакцій і відповіді на питання

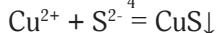
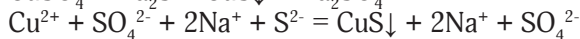
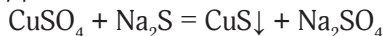
Дослід 1



Дослід 2

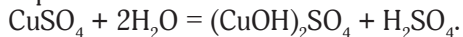


Дослід 3

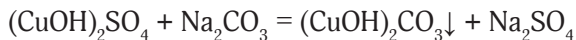
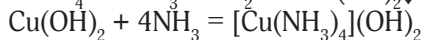
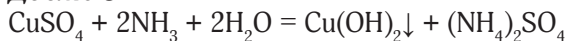


Дослід 4

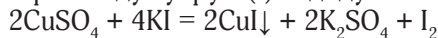
Купрум (II) сульфат – це сіль, утворена слабкою основою та сильною кислотою. Отже, у розчині цієї солі відбувається гідроліз з утворенням основної солі:



Відповідно реакція обміну відбувається між основною сіллю та карбонатом, що призводить до утворення основної солі, яка і випадає у вигляді блакитно-зеленого осаду:

**Дослід 5****Дослід 6**

Йон Cu^{2+} є доволі сильним окисником, а йон I^- – відновником. Отже, відбувається окисно-відновна реакція. Cu^{2+} відновлюється до Cu^+ , а I^- – до I_2 . Зміна забарвлення пов'язана зі змішуванням кольорів осаду купрум (I) йодиду білого кольору і йоду.

**Завдання 3****Відповіді на контрольні запитання**

1. Розрахунок $M_{\text{екв.}}(\text{Cu})$:

$$M_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \frac{M(\text{Cu})}{n\bar{e}}, \text{ де}$$

$n\bar{e}$ – число електронів, що передаються в реакції $\text{Cu}^{2+} + 1\bar{e} = \text{Cu}^+$, тому

$$M_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \frac{64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{1\bar{e}} = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

2. Сульфатну кислоту додають для запобігання гідролізу солі купрум (II).

Додавання надлишку калій йодиду призводить до утворення комплексу $\text{I}_2 + \text{I}^- = [\text{I}_3]^-$, що підвищує розчинність дйоду у воді та знижує його леткість.

3. Розрахунок масової частки купрум (II) сульфату в розчині:

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{розчину CuSO}_4)} = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{Cu})}{V_{\text{аліквоти}} \cdot \rho(\text{розчину CuSO}_4) \cdot M(\text{Cu})}$$

де

$$m(\text{розчину CuSO}_4) = V_{\text{аліквоти}} \cdot \rho(\text{розчину CuSO}_4)$$

$$m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot n(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot n(\text{Cu}) =$$

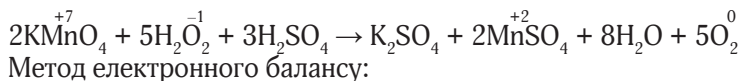
$$= \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})}$$

4. Окисно-відновне титрування (йодометрія). Використаний варіант замісничого титрування, бо титрують не Cu^{2+} , а дийод I_2 , який виділяється в реакції з Cu^{2+} .

Завдання 4

Завдання 2

Визначення коефіцієнтів у рівнянні:



окисник	$\text{Mn}^{+7} + 5\bar{e} = \text{Mn}^{+2}$	2	відновлення
відновник	$2\text{O}^{-1} - 2\bar{e} = \text{O}_2^0$	5	окиснення

Метод напівреакцій:

окисник	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	2	відновлення
відновник	$\text{H}_2\text{O}_2 - 2\bar{e} = \text{O}_2 + 2\text{H}^+$	5	окиснення
$2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 + 10\text{H}^+$			
$2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$			

Визначення $M_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}_2)$

Оскільки в окисно-відновній реакції H_2O_2 віддає $2\bar{e}$, то
 $M_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}_2) = M(\text{H}_2\text{O}_2) / 2\bar{e} = 34 \text{ г/моль} / 2 = 17 \text{ г/моль}$.

Визначення масової частки гідроген пероксиду H_2O_2 (%) у вихідному розчині $w(\text{H}_2\text{O}_2)$

- Визначення $C_N(\text{H}_2\text{O}_2)$

$$C_N(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot V_{\text{аліквоти}}(\text{H}_2\text{O}_2) = C_N(\text{KMnO}_4) \cdot V_{\text{серед}}(\text{KMnO}_4)$$

$$C_N(\text{H}_2\text{O}_2) = C_N(\text{KMnO}_4) \cdot V_{\text{серед}}(\text{KMnO}_4) / V_{\text{аліквоти}}(\text{H}_2\text{O}_2)$$

$$C_N(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,1 \text{ моль/л} \cdot V_{\text{серед}}(\text{KMnO}_4) / 10 \text{ мл}$$

- Визначення $C_{N1}(\text{H}_2\text{O}_2)$ у вихідному розчині (з урахуванням розведення)

$$C_{N1}(\text{H}_2\text{O}_2) = C_N(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 10$$

- Визначення $w(\text{H}_2\text{O}_2)$ у початковому розчині

$$w(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{C_{N1}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot M_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 100\%}{\rho(\text{розчину } \text{H}_2\text{O}_2) \cdot 1000}$$

11 КЛАС

Завдання 1

Виданий розчин містив катіони NH_4^+ , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} .

План експерименту1. Виявлення катіону NH_4^+ .

Відбираємо частину вихідного розчину в чисту пробірку. Додаємо до нього розчин NaOH . Швидко поміщаємо пробірку на водяну баню. Підносимо до отвору пробірки фенолфталеїновий папір. Папір забарвлюється в малиновий колір (реакція 1).

2. Виявлення катіону Cu^{2+} .

До другої порції вихідного розчину знову додаємо розчин NaOH . Утворюються осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$ і $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (реакції 2 і 3). Додаємо до цих осадів розчин амоніаку до появи яскравого синьо-фіолетового забарвлення розчину завдяки розчиненню осаду $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (реакція 4).

3. Виявлення катіону Fe^{3+} .

Можна провести визначення крапельним методом.

А) До краплі вихідного розчину додаємо краплю розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Осади різних кольорів утворюють Cu^{2+} і Fe^{3+} (реакції 5 і 6).

Б) Краплю вихідного розчину поміщаємо на предметне скло. Промиваємо піпетку в дистильованій воді. Відбираємо піпеткою краплю розчину NH_4SCN і додаємо до вихідного розчину. Утворюється криваво-червоний розчин (реакція 7) і випадає чорний осад, який поступово біліє (реакції 8 і 9).

Катіон Cu^{2+} заважає визначенню катіона Fe^{3+} , але проведення двох якісних реакцій підвищить ймовірність визначення обох катіонів.

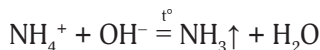
4. Виявлення катіону Ba^{2+} .

Відбираємо в наступні дві чисті пробірки вихідний розчин. У першу пробірку додаємо розчин HCl , а в другу – розчин H_2SO_4 . У першій пробірці змін немає, у другій пробірці випадає осад білого кольору (реакція 10).

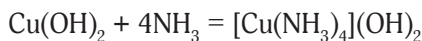
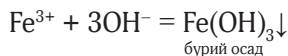
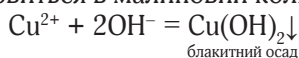
Необхідно провести обидві реакції, щоб виключити наявність катіону Pb^{2+} , який утворив би осад PbCl_2 і PbSO_4 в обох пробірках.

5. Можна припустити відсутність у вихідному розчині катіону Fe^{2+} , оскільки в розчині він дуже швидко окислюється до Fe^{3+} .

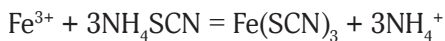
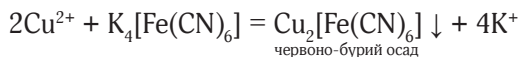
Рівняння реакцій



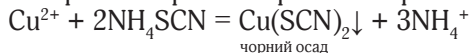
Піднесений до отвору пробірки фенолфталеїновий папір забарвиться в малиновий колір.



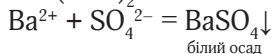
Розчинення осаду, утворення розчину яскравого синьо-фіолетового кольору.



Утворюється розчин криваво-червоного кольору.



Осад поступово стає білим завдяки розкладу:



Назви речовин

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – калій гексацианоферат (II), жовта кров'яна сіль, калію фероціанід, калій железистосинеродистый (рос.), жовте сінькалі;

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – калій гексацианоферат (III), червона кров'яна сіль, калію феріціанід, калій железосинеродистый (рос.), сіль Гмеліна;

NH_4SCN – амоній тіоціанат, амоній роданід (або роданістий), амоній тіоціановокислий.

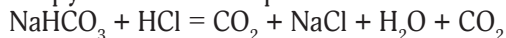
Завдання 2

Контрольні завдання

1. Рівняння реакцій

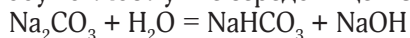
Титрування з фенолфталеїном: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

Титрування з метилоранжем:



2. Титрування з фенолфталеїном відбувається до утворення кислій солі. Отже, для повної нейтралізації (до утворення середньої солі) треба витратити вдвічі більше кислоти.

3. Натрій карбонат – це сіль, утворена сильною основою та слабкою кислотою. Отже, у розчині цієї солі відбувається гідроліз, що обумовлює лужне середовище й зміну забарвлення індикатора:



Завдання 3

Схема експерименту

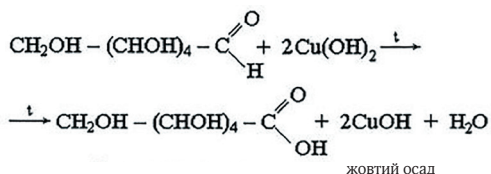
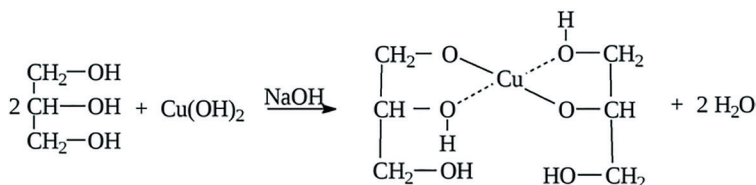
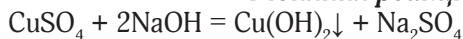
	індикатор	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
гліцерол	---	Осад розчиняється. Розчин синього кольору	---
глюкоза	---	Осад розчиняється. Розчин синього кольору. Потім повільно змінюється забарвлення з утворенням осаду жовтого кольору, а при нагріванні осад стає цегляно-червоним	«Срібне дзеркало»
формальдегід (формалін)	---	При нагріванні осад стає цегляно-червоним або на стінках посуду осідає мідь («мідне дзеркало»)	«Срібне дзеркало»
етанол	---	---	---
HCOOH	+ (кисле середовище)	Осад розчиняється. Розчин блакитного кольору	«Срібне дзеркало»
CH_3COOH	+ (кисле середовище)	Осад розчиняється. Розчин блакитного кольору	---

План експерименту (можливий варіант)

6 пробірок + індикатор

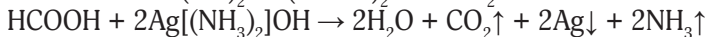
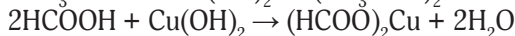
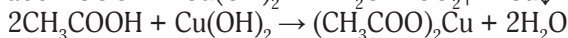
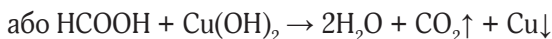
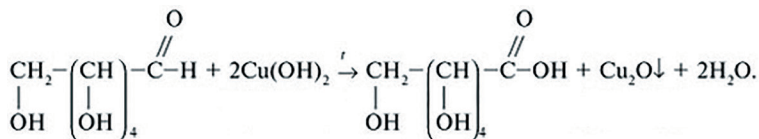
4 пробірки (не змінюють забарвлення індикатора) гліцерол, глюкоза, формальдегід, етанол + $\text{Cu}(\text{OH})_2$	2 пробірки (змінюють забарвлення індикатора) HCOOH , CH_3COOH + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
↓	↓
Гліцерол – осад розчиняється; розчин синього кольору	CH_3COOH – осад розчиняється; розчин блакитного кольору
Глюкоза – осад розчиняється; розчин синього кольору; потім повільно змінюється забарвлення з утворенням осаду жовтого кольору, а при нагріванні осад стає цегляно-червоним	HCOOH – осад розчиняється; розчин блакитного кольору + $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
Формальдегід – при нагріванні осад стає цегляно-червоним або на стінках посуду осідає мідь («мідне дзеркало»)	↓
Етанол – не реагує	CH_3COOH – не реагує HCOOH – відбувається реакція «срібного дзеркала»
Розпізнаємо всі 4 речовини.	

Рівняння реакцій





або

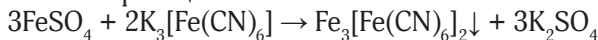


Завдання 4

Завдання 1А

Спостереження: утворюється темно-синій осад.

Рівняння реакції:



$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексаціаноферат (III) калію.

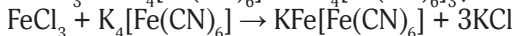
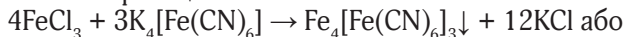
$\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ – гексаціаноферат (III) феруму (II), турнбулева синь (трив.).

Розчин ферум (II) сульфату необхідно готувати безпосередньо перед виконанням досліду, тому що в розчині доволі швидко відбувається окиснення Fe^{2+} до Fe^{3+} , що можна помітити за зміною забарвлення розчину.

Завдання 1Б

Спостереження: утворюється синій осад.

Рівняння реакції:



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексаціаноферат (II) калію.

$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ (нерозчинна форма) – берлінська лазур (залізна блакить, турнбулева синь, прусський синій, паризька блакить, прусська блакить, гамбурзька синь, нойблау, мілорі) (трив.), гексаціаноферат (II) феруму (III).

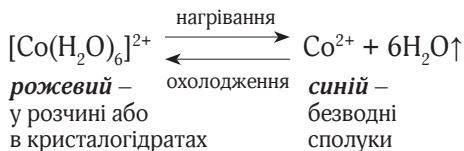
$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (розчинна форма) – ті самі тривіальні назви, гексаціаноферат (II) калію феруму (III).

Сьогодні вважають, що турнбулева синь та берлінська лазур – це одна речовина $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ або $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (розчинна форма), але добута з різних реагентів, має трохи різний колір.

Завдання 2

Спостереження: при нагріванні напис стає синім, при охолодженні – знову стає рожевим.

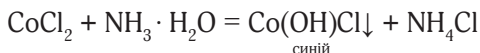
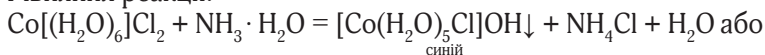
Гідратовані іони $\text{Co}[(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ мають рожеве забарвлення, а безводні іони Co^{2+} – синє забарвлення:



Завдання 3А

Спостереження: утворюється синій осад.

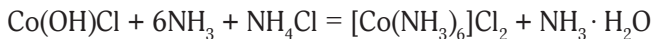
Рівняння реакції:



Завдання 3Б

Спостереження: осад розчинився, утворився коричнево-жовтий розчин.

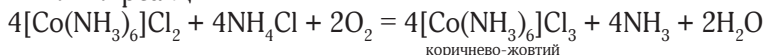
Рівняння реакції:



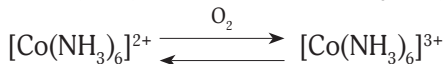
Завдання 3В

Спостереження: розчин поступово набуває вишневого кольору.

Рівняння реакції:



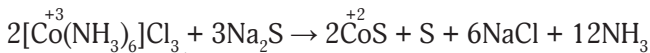
Можна прийняти й інші варіанти, наприклад:



Завдання 3Г

Спостереження: утворюється осад чорного (темно-сірого) кольору.

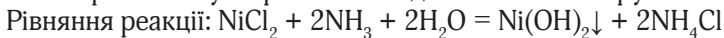
Рівняння реакції: головне, щоб показали утворення саме кобальт (II) сульфіді, тобто перетворення Co^{3+} у Co^{2+} .



Катіон Co^{2+} є більш стійким у некомплексних та комплексних сполуках за винятком комплексів, до складу яких входять молекули або іони відновників, наприклад, NH_3 . У таких комплексах катіон Co^{3+} є доволі стійким.

Завдання 4А

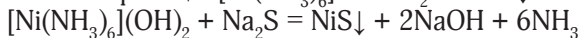
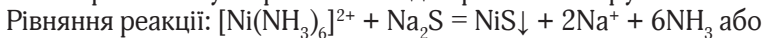
Спостереження: утворюється осад зеленого кольору.

**Завдання 4Б**

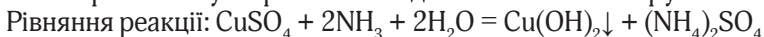
Спостереження: осад розчиняється, утворюється синьо-зелений розчин.

**Завдання 4В**

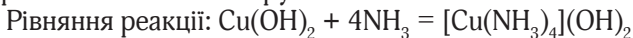
Спостереження: утворюється осад чорного кольору.

**Завдання 5А**

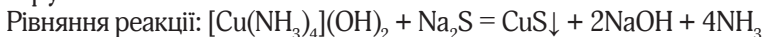
Спостереження: утворюється осад блакитного кольору.

**Завдання 5Б**

Спостереження: осад розчиняється, утворюється розчин яскравого синього кольору.

**Завдання 5В**

Спостереження: утворюється осад чорного (темно-сірого) кольору.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії. URL: http://loippo.lviv.ua/files/2017/olimp/ximija/2017_-__.pdf (дата звернення: 07.10.2020).
2. Кузьменко М. Є., Єрьомін В. В. 2400 задач з хімії для школярів та абітурієнтів. Тернопіль : Навчальна книга - Богдан, 2001. 560 с.
3. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии : учебное пособие / Н. Ф. Стась, А. А. Плакидкин, Е. М. Князева. М. : Высшая школа, 2008. 215 с.
4. Луцевич Д. Д. Розрахункові задачі з хімії. Львів : Укр. технології, 2009. 282 с.
5. Свитанько И. В., Кисин В. В., Чуранов С. С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач. М. : Физматлит, 2012. 253 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бондар Любов Олександрівна – методист кафедри природничо-наукових дисциплін та методики їх викладання Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти;

Северін Лариса Євгенівна – учитель вищої кваліфікаційної категорії, учитель-методист середньої загальноосвітньої школи I-III ступенів № 10 м. Северодонецька Луганської області;

Хорошилов Геннадій Євгенович – доцент кафедри лабораторної діагностики, хімії та біохімії ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», кандидат хімічних наук;

Шиліна Жанна Іванівна – учитель вищої кваліфікаційної категорії, учитель-методист середньої загальноосвітньої школи I-III ступенів № 11 м. Северодонецька Луганської області.

Навчально-методичний посібник

Бондар Л. О., Северін Л. Є.,
Хорошилов Г. Є., Шиліна Ж. І.

ПІДГОТОВКА ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ ДО ОЛІМПІАДНИХ ЗМАГАНЬ З ХІМІЇ

Редактор *Л. П. Гобельовська*
Дизайн та верстка *К. А. Вус*
Дизайн обкладинки *К. А. Вус*
Літературний редактор, коректор *Я. В. Шеховцова*

Підписано до друку 15.11.2020 р.
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура шкільна. Ум. друк. арк. 7,67.
Наклад 100 прим. Зам. № ГЛ00-002981

Видавець і виготовлювач:
ТОВ «Друкарня Мадрид»
61024, м. Харків, вул. Максиміліанівська, 11
Тел.: (057) 756-53-25
www.madrid.in.ua info@madrid.in.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №4399 від 27.08.2012 року