

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ» ІМЕНІ Т.Г. ШЕВЧЕНКА

ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ: ІІІ ЕТАП ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ХІМІЧНОЇ ОЛІМПІАДИ ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ



*Присвячується 40-річчю кафедри хімії, технологій та фармації
НУЧК імені Т.Г. Шевченка*

Чернігів – 2023

УДК [373.5.091.33-027.22:0,05.332.4]:54(075)
О-54

Рецензенти:

Мехед Ольга Борисівна – доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри біології Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка.

Москаленко Олег Вадимович – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та фармації Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Укладачі:

Ірина Курмакова – доктор технічних наук, професор

Віктор Янченко – кандидат фармацевтичних наук, доцент

Олена Бондар – кандидат технічних наук, доцент

Світлана Ткаченко – кандидат біологічних наук, доцент

Світлана Грузнова – кандидат хімічних наук, доцент

Павло Самойленко – кандидат педагогічних наук, доцент

Олена Купчик – кандидат хімічних наук, доцент

Олександр Смольський – кандидат біологічних наук, доцент

О-54 Олімпіадні задачі з хімії: III етап Всеукраїнської хімічної олімпіади Чернігівська область: навчально-методичний посібник / Ірина Курмакова, Віктор Янченко, Олена Бондар та ін. / За загальною редакцією Курмакової І.М. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2023. 282 с.

УДК [373.5.091.33-027.22:0,05.332.4]:54(075)

Посібник складено для учнів закладів загальної середньої освіти, вчителів, здобувачів вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою Середня освіта (Хімія), викладачів закладів вищої освіти. Він представляє збірку завдань III (обласного) етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, який проводився в Чернігівській області. Більшість представлених завдань є оригінальними і запропоновані членами журі III етапу олімпіади, співробітниками кафедри хімії, технологій та фармації НУЧК імені Т.Г. Шевченка. Також наведені авторські варіанти розв'язку запропонованих завдань.

Видання присвячене 40-річчю кафедри хімії, технологій та фармації НУЧК, яка є правонаступницею кафедри хімії створеної у 1982 році, тому автори також пропонують історичний екскурс про розвиток кафедри, на якій працюють члени журі III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади.

*Затверджено вченою радою
Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
(Протокол № 11 від 25 травня 2023 р.)*

© Ірина Курмакова, 2023
© Олена Бондар, 2023
© Світлана Грузнова, 2023
© Олена Купчик, 2023

© Віктор Янченко, 2023
© Світлана Ткаченко, 2023
© Павло Самойленко, 2023
© Олександр Смольський, 2023

Зміст

Передмова _____	4
Розділ 1. Історія створення та розвитку кафедри хімії, технологій та фармації Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка _____	5
Розділ 2. Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії для 8 класу (Чернігівська область) та авторські розв'язки _____	39
Розділ 3. Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії для 9 класу (Чернігівська область) та авторські розв'язки _____	93
Розділ 4. Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії для 10 класу (Чернігівська область) та авторські розв'язки _____	147
Розділ 5. Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії для 11 класу (Чернігівська область) та авторські розв'язки _____	209
Список інформаційних джерел _____	281



ПЕРЕДМОВА

Хімічний олімпіадний рух в Чернігівській області, підтримка учнівської молоді з першого дня існування кафедри хімії (сучасна назва кафедри – кафедра хімії, технологій та фармації) залишається пріоритетною задачею діяльності її науково-педагогічного колективу. Головним ентузіастом такого руху, кому вдалося залучити практично всіх викладачів кафедри до роботи з учнями, які цікавляться хімією, була кандидат хімічних наук Тамара Серапіонівна Куратова, яка в свій час входила до складу методичної комісії та журі IV етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії.

Вагомий внесок у розвиток учнівської хімічної олімпіади в Чернігівській області зроблений кандидатом хімічних наук Світланою Вікторівною Грузною, яка більш десяти років очолювала журі обласного етапу. Олімпіада продовжується і сподіваємося буде розвиватися.

40-річний досвід кропіткої методичної роботи по складанню завдань II та III етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, робота по підготовці команди області до IV етапу дозволили накопичити досвід, з яким автори посібника вирішили поділитися з зацікавленим читачем. Також вважаємо доцільним познайомити спільноту з історією створення та розвитку кафедри.

Запропонований посібник буде корисним учням закладів загальної середньої освіти, вчителям хімії, студентам хімічних спеціальностей, колегам – викладачам, які підтримують хімічну олімпіаду в інших областях України.



РОЗДІЛ 1

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ХІМІЇ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ФАРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ» імені Т.Г. ШЕВЧЕНКА

Кафедра хімії створена у 1982 році у Чернігівському державному педагогічному інституті імені Т.Г.Шевченка за ініціативи діючого на той час ректора, доктора біологічних наук, професора Олександра Федотовича Явоненка з перспективою розбудови хіміко-біологічного факультету для підготовки вчителів хімії та біології в північному регіоні України. Одночасно завдяки зусиллям Олександра Федотовича створюється науково-дослідна лабораторія біохімії, в якій будуть виконані декілька докторських (Б.В. Яковенком, А.О. Жиденко, В.В. Грубінком) та ряд кандидатських досліджень.



*Професор, доктор біологічних наук
О.Ф. Явоненко виступає з доповіддю
на науковому семінарі*

Перші викладачі кафедри: доцент Яковенко Борис Володимирович – послідовник біохімічних досліджень професора О.Ф. Явоненка, який мав досвід викладацької роботи на посаді доцента кафедри органічної та біологічної хімії Тернопільського педагогічного інституту; доцент Горностай Валентина Іванівна; старший викладач Самовська Галина Василівна; асистенти Грубінко Василь Васильович та Самофалов Михайло

Федорович. До складу кафедри також входив професор О.Ф. Явоненко. Очолював кафедру кандидат біологічних наук доцент Б.В. Яковенко, який також виконував і обов'язки декана факультету.

Перший набір у 1982/83 навчальному році становив 25 студентів. Одночасно з навчанням відбувається розбудова матеріальної бази для забезпечення хімічних дисциплін.

З 1983 року набір на перший курс збільшується до 50 студентів, а у 1984/85 навчальному році загальна кількість студентів на факультеті досягає 175. Протягом року оснащуються хімічні лабораторії, починає працювати «Школа майбутнього вчителя», заочна школа «Юний хімік», яка була спрямована на підвищення якості підготовки абітурієнтів з сільській місцевості.

Для викладання фізичної та колоїдної хімії у 1984 р. до складу кафедри запрошено з Тернопільського державного педагогічного інституту кандидата хімічних наук, доцента Куратову Тамару Серапіонівну (базова освіта за спеціальністю фізична хімія здобута на хімічному факультеті Дніпропетровського державного університету; кандидатська дисертація на тему: «Вивчення міжіонної взаємодії в розчинах електролітів ізотопним методом» захищена у 1964 р.).



Засідання кафедри хімії (1985 р.): С.В. Грузнова, О.Ф. Явоненко, Б.В. Яковенко, О.П. Третяк, А.М. Демченко, Т.С. Куратова

У 1985 р. до складу кафедри також прийнято: Демченка Анатолія Михайловича, який у 1980 р. закінчив хімічний факультет Київського державного університету імені Тараса Шевченка та Грузнову Світлану Вікторівну, яка до того часу закінчила аспірантуру Всесоюзного заочного інституту харчової промисловості за спеціальністю 02.00.02 – аналітична хімія та мала досвід викладання неорганічної хімії в Чернігівській філії Київського політехнічного інституту.

Згідно наказу Міністерства освіти УРСР № 229 від 30 червня 1986 р. проголошується про існування у Чернігівському державному педагогічному університеті імені Т.Г.Шевченка хіміко-біологічного факультету (кількість студентів на цей час становить 230 чоловік), і офіційного статусу набуває посада декана і заступника декана факультету. На посаду декана згідно конкурсу було обрано доцента к.б.н. Б.В. Яковенка, заступником декана призначено асистента О.П. Третяка.

В цей час відбувається розподіл і утворюються дві самостійні кафедри: кафедра хімії (О.Ф. Явоненко, Б.В. Яковенко, Т.С. Куратова, В.В. Грубінко, А.М. Демченко, О.П. Третяк, С.В. Грузнова) та кафедра анатомії і фізіології людини і тварин. Кафедру хімії очолила кандидат хімічних наук доцент Т.С. Куратова, яка залишалася на цій посаді і успішно керувала кафедрою до 2005 р. Також у 1986 р. Демченко А.М. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Синтез і властивості похідних піроло(1,2-а)імідазолу і імідазо(2,1-а)ізоіндолу» за спеціальністю 02.00.03 – органічна хімія.



О.П. Третяк та В.В. Грубінко працюють в деканаті

На цей час вже створені та функціонують 6 оснащених хімічних лабораторій: неорганічної, аналітичної, органічної, фізколоїдної хімії, біохімії та хімічної технології, методики викладання хімії.

З 1 вересня 1986 р. до складу кафедри для забезпечення викладання хімічної технології після закінчення аспірантури та успішного захисту дисертації за спеціальністю 02.00.06 – хімія високомолекулярних сполук увійшла кандидат хімічних наук Курмакова Ірина Миколаївна та для забезпечення викладання методики навчання хімії – Самойленко Павло Васильович. Таким чином, штат кафедри було повністю укомплектовано: всі навчальні дисципліни перекривалися викладачами з відповідною фаховою підготовкою та науковою кваліфікацією.

У 1987 році відбувся перший випуск вчителів хімії та біології в кількості 22 чоловік, три з яких закінчили факультет з відзнакою.



*Перший випуск (1987 р.) вчителів хімії та біології
(в першому ряду викладачі хіміко-біологічного факультету:
І.М. Курмакова, С.В. Грузнова,
Т.С. Куратова, В.І. Горностай, О.П. Третьяк, А.О. Жиденко)*

Науковий потенціал кафедри зміцнюється, зокрема у 1987 р. С.В. Грузнова захищає дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук на тему «Комплексне аналітико-електрохімічне дослідження корозії трубних сталей з катодними домішками» за спеціальністю 02.00.02 – аналітична хімія; у 1989 р. П.В. Самоїленко – на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук на тему «Развитие экологических знаний учащихся 10 класса при изучении органической химии» за спеціальністю 13.00.02 – методика навчання хімії.

Кафедра розпочинає активну співпрацю з Чернігівським обласним Інститутом підвищення кваліфікації вчителів, активно залучається до проведення обласних олімпіад з хімії, які проводилися на базі Ніжинського державного педагогічного інституту імені М.В. Гоголя, де на той час очолював природничо-географічний факультет голова журі IV етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії Іван Іванович Кочерга.



*Викладачі кафедри хімії з колегами (зліва направо):
Самоїленко П.В., Курмакова І.М., Гайова Н.В., Яковенко Б.В., Куратова Т.С.,
Грузнова С.В., Горностай В.І., Демченко А.М.*

За ініціативи Куратової Т.С. для всіх хімічних дисциплін розробляється рейтингова система оцінювання знань студентів. Застосування такої системи забезпечує систематичну самостійну роботу студентів над засвоєнням навчального матеріалу, позитивно впливає на якість засвоєння навчальних дисциплін, покращує ефективність застосування вмінь на

практиці. Це відобразилося на результатах навчання: у 1988 р. студент Ігор Коновець, який здобуває професію вчителя хімії та біології, стає призером Всесоюзної олімпіади з хімії, яка проводилася у м. Душанбе, а у 1989 р. він отримує стипендію імені М.В. Ломоносова.



*Т.С. Куратова зі студентами
в лабораторії фізичної та колоїдної хімії*

Не лише навчання було пріоритетом кафедри. Творчий колектив викладачів та студентів знаходив час для змістовного відпочинку, святкування Дня хіміка, Дня вчителя, провів декілька змагань КВК між викладачами та студентами та ін. Всі сценарії студенти писали самостійно з натхненням, мабуть це сприяло появі серед випускників відомої української дитячої письменниці Тетяни Пакалюк.

*Святкуємо разом День Хіміка
(серед студентів-хіміків майбутня
відома українська дитяча письменниця
Тетяна Пакалюк)*



З 1 вересня 1989 р. після закінчення Київського технологічного інституту харчової промисловості до складу кафедри залучається Замай Жанетта Василівна та випускник кафедри органічної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка Назаренко Костянтин Геннадійович. У зазначеному році В.В. Грубінко захищає кандидатську дисертацію зі спеціальності 03.00.04 – біохімія – наукове зростання кадрів, як і продуктивна співпраця з іншими викладачами природничо-математичного факультету, стає базовим принципом існування кафедри хімії, завдяки чому буде реалізовано низку новаторських наукових та освітніх проектів.

З метою розв'язання актуальних проблем методики навчання хімії, впровадження їх результатів у шкільну практику, покращення підготовки майбутніх вчителів хімії, профорієнтації серед учнів та підготовку їх до навчання при Обласному інституті перепідготовки вчителів у 1990 році було створено філію кафедри хімії (активно діяла впродовж декількох навчальних років). На неї покладено: участь в організації та проведенні навчальних занять з методичних та психолого-педагогічних дисциплін, керівництво педагогічною практикою та науково-дослідною роботою студентів; вивчення, узагальнення і поширення педагогічного досвіду кращих вчителів області; професійна робота серед учнів; підготовка та проведення олімпіад юних хіміків; перепідготовка вчителів області. На основі цієї роботи на кафедрі впроваджено спецкурс «Передовий досвід роботи вчителів хімії».

Кафедра стає методичним центром по проведенню III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, з цього часу обласний етап проводиться виключно у Чернігові.

З вересня 1991 року при кафедрі хімії розпочинає працювати міжобласний заочний дворічний факультет по перепідготовці кадрів з вищою педагогічною освітою для одержання додаткової спеціальності «Хімія». В той же час за ініціативою кафедри на хіміко-біологічному факультеті проведено перебудову технології проведення державного екзамену, зокрема, запроваджено комплексний державний екзамен, який дозволив максимально пов'язати його з практичною діяльністю вчителя хімії та біології в реальних умовах школи. Для розвитку цього напряму до складу кафедри була зарахована Білоус Ольга Володимирівна – випускниця з досвідом практичної роботи на посаді вчителя хімії. В подальшому О.В. Білоус більш 10 років виконувала обов'язки заступника декана факультету.

З 1992 року факультет розпочав підготовку вчителя хімії, біології та екології у рамках 5-ти річного навчання. Викладачами кафедри розроблена низка програм інтегрованих курсів та виконана (1992 – 1993 рр.)

державна бюджетна тема «Створення комплексних навчальних програм екологічної освіти та виховання за навчальним планом педагогічних вузів України». Керівником був доцент, кандидат психологічних наук, член-кореспондент Української Академії наук національного прогресу Скребець В.О., який працював у складі кафедри у 1991 – 1996 рр.



Випуск 1992 року, серед випускників О.С. Смольський

Напередодні 75-річчя заснування Чернігівського державного педагогічного інституту імені Т.Г. Шевченка (1994 р.) колектив викладачів хіміко-біологічного факультету (випускова кафедра – кафедра хімії) підготував вже 150 вчителів хімії та біології.



Викладачі кафедри хімії та кафедри біології (1994 рік)

У 1994 році Чернігів вперше приймав та забезпечував IV етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії. Кафедра хімії відповідала за експериментальний тур. Практично всі викладачі кафедри були включені до складу журі, яке очолював кандидат хімічних наук Іван Іванович Кочерга.



Декан хіміко-біологічного факультету ЧДПІ Б.В. Яковенко, декан природничого факультету НДІ І.І. Кочерга, завідувач кафедри хімії ЧДПІ Т.С. Куратова



Методист з хімії Чернігівського обласного інституту удосконалення вчителів Є.М. Дороній та голова журі IV етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії І.І. Кочерга (Чернігів, 1994 р.)

В той час між кафедрою та Обласним інститутом вдосконалення вчителів в особі методиста з хімії Є.М. Доропій встановилися міцні творчі контакти. Викладачі кафедри почали активно залучатися до курсів підвищення кваліфікації вчителів хімії, проводити семінари для творчих вчителів, активізувалася робота з талановитою учнівською молоддю.

Основою кадрової політики кафедри завжди було залишати найкращих випускників та сприяти їх науковому зростанню: саме з роботи на кафедрі хімії починали свій кар'єрний ріст Карпенко Юрій Олександрович (випускник спеціальності хімія та біологія 1993 р., нині кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони природи), Мехед Ольга Борисівна (випускниця спеціальності хімія, біологія та екологія 2000 р. та аспірантури на кафедрі хімії за спеціальністю «Біохімія» 2003 р.; нині доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри біології), Смольський Олександр Сергійович (випускник спеціальності хімія та біологія 1992 р. та аспірантури на кафедрі хімії за спеціальністю «Біохімія» 1995 р.; нині кандидат біологічних наук, доцент кафедри хімії, технологій та фармації).

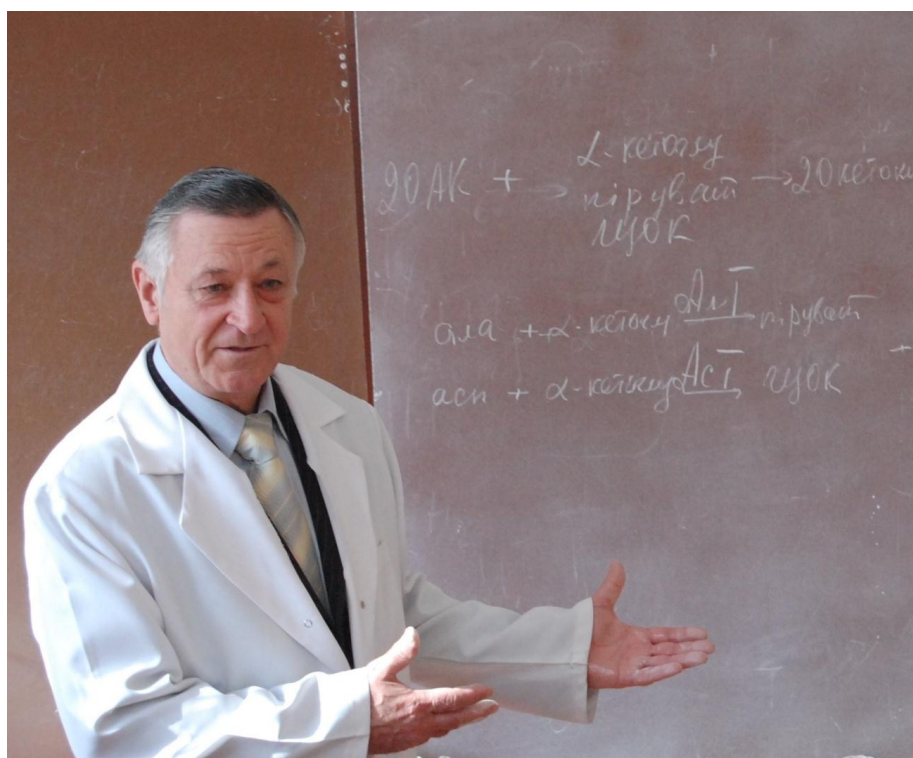


О.С. Смольський працює в науковій лабораторії біохімії

Активно розвивається наукова біохімічна школа під керівництвом діючого на той час ректора, проф. Явоненка Олександра Федотовича, завдяки чому викладачі кафедри захищають докторські (у 1993 р. Борис Володимирович Яковенко на тему «Метаболізм гліцину в організмі коропа лускатого» за спеціальністю 03.00.04 – біохімія; у 1995 р., після навчання в докторантурі Інституту гідробіології НАН України, Василь Васильович Грубінко на тему «Адаптивні реакції риб до дії аміаку водного середовища» за двома спеціальностями 03.00.18 – гідробіологія та

03.00.04 – біохімія) і кандидатські дисертації (у 1999 р. Олександр Сергійович Смольський на тему «Структурно-функціональні адаптації крові коропа до екстремальних факторів водного середовища» за спеціальністю 03.00.18 – гідробіологія).

У 1995 році Борис Володимирович Яковенко отримує звання професора кафедри хімії і невдовзі стає членом спеціалізованої вченої ради (Д 29.600.02) при Херсонському державному університеті, з яким кафедра підтримувала тісні наукові зв'язки: у співавторстві викладачів будуть створені та видані декілька підручників та посібників з біологічної та аналітичної хімії («Практикум з біологічної хімії» (2003), «Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу» (2009)).



*Професор, доктор біологічних наук
Б.В. Яковенко читає лекцію з біохімії*

У 1995 р. доцента кафедри хімії В.В. Грубінка (звання доцента отримав у 1991 р.) призначають завідувачем кафедри біології, на кафедру біології також переходить кандидат біологічних наук Олександр Петрович Третяк. Невдовзі (у 1997 р.) В.В. Грубінко був запрошений на посаду завідувача кафедри загальної біології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

До сфери інтересів кафедри хімії входили різноманітні наукові задачі, що дозволило запропонувати та виконати державну тему «Переробка деяких заборонених або непридатних до використання хімічних засобів захисту рослин у цінну хімічну сировину, та синтез на їх

основі нових корисних в практичному плані речовин» (1995 – 1996 рр. керівник – доцент, кандидат хімічних наук А.М. Демченко). Цей напрямок досліджень також відобразився в кандидатській дисертації Ж.В. Замай (тема: «Дослідження та розробка методів утилізації некондиційного пестициду Рамрод у технології обробки металів»), яку вона захистила після навчання в аспірантурі (1993 – 1996 рр.), що функціонувала на кафедрі хімії.

У 1997 р. до складу кафедри залучено кандидата педагогічних наук Шевченка Миколу Івановича (на кафедрі працював до 2015 р.), який саме у студентів – хіміків відчув зацікавленість в професії вчителя та високий творчий потенціал.

З 1998 р. за дорученням Міністерства освіти України (наказ №285 «Про порядок розробки складових нормативного та навчально-методичного забезпечення підготовки фахівців з вищою освітою») викладачі кафедри хімії (Т.С. Куратова, І.М. Курмакова, С.В. Грузнова, П.В. Самойленко) у складі комісії, до якої також увійшли провідні фахівці з інших вищих навчальних закладів України, під керівництвом кандидата хімічних наук Т.С. Куратової розпочинають роботу над розробкою Стандарту вищої освіти з хімії для педагогічних ВНЗ.



Завідувачка кафедри хімії (1986-2005 рр.), кандидат хімічних наук, доцент Т.С. Куратова працює над розробкою Стандарту вищої освіти з хімії для педагогічних закладів вищої освіти

Це було перше покоління стандартів вищої освіти в Україні. За 5 років були розроблені освітньо-кваліфікаційні характеристики бакалавра та спеціаліста, складені відповідні освітньо-професійні програми підготовки фахівців. Ця діяльність була відображена у публікаціях матеріалів науково-методичного семінару «Сучасний стан хімічної освіти у вищих навчальних закладах України», який було ініційовано та проведено кафедрою 20-21 квітня 2001 р., та в звітній документації виконаних державних бюджетних тем, зокрема:

- «Державний стандарт освіти з хімії для педагогічних ВНЗ» (2000 – 2002 рр. керівник – професор, доктор біологічних наук, член-кореспондент АПН України, ректор ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка О.Ф. Явоненко);

- «Дидактичні основи впровадження стандарту з хімії для педагогічних ВНЗ (2003 – 2004 рр. керівник – професор, доктор біологічних наук, член-кореспондент АПН України, ректор ЧДПУ імені Т.Г.Шевченка О.Ф. Явоненко).

В 1999 р. кафедра випускає перших магістрів за спеціальністю «Педагогіка і методика середньої освіти. Хімія» – Світлану Ткаченко (Приходько), Наталію Штиль та Олександра Макея.



Випуск 1999 року. Серед випускників перші магістри педагогічної освіти підготовлені кафедрою хімії: Світлана Ткаченко (Приходько), Олександр Макей, Наталія Штиль

Посади асистентів кафедри запропоновано Макею Олександрю Павловичу (у 2002 р. вступив до заочної аспірантури Київського національного університету імені Тараса Шевченка за спеціальністю 02.00.03 – органічна хімія та почав працювати над виконанням дисертаційної роботи з теми: «Анелювання ядра піридину до гетарилацетонітрилів за участю похідних α , β -ненасичених карбонових кислот») та Ткаченко (Приходько) Світлані Валентинівні.

У 2001 р. після закінчення аспірантури на кафедрі хімії на посаду асистента прийнято Янченка Віктора Олексійовича. Збільшення чисельності викладачів зумовлено відкриттям на базі інституту філії Національної фармацевтичної академії, яка забезпечувала 2 роки навчання майбутніх провізорів з подальшим переходом студентів на 3 курс базового навчального закладу. У подальшому досвід викладання хімічних дисциплін при підготовці фахівців фармацевтичної галузі забезпечить одну з умов відкриття освітньої програми «Фармація, промислова фармація».

У 2001 р. Демченко Анатолій Михайлович здобуває науковий ступінь доктора фармацевтичних наук, захищаючи дисертацію на тему: «Конденсовані поліметиленазоли» за спеціальністю 15.00.02 – фармацевтична хімія та фармакогнозія; в 2004 р. рішенням Міністерства освіти і науки України А.М. Демченко присвоєне вчене звання професора.



*Професор, доктор фармацевтичних наук
А.М. Демченко*



*В.О. Янченко зі студентами
в хімічній лабораторії*

З метою забезпечення більш якісної підготовки вчителя хімії у 2001 р. Білоус О.В. направлено до аспірантури Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова за спеціальністю 19.00.07 – педагогічна та вікова психологія, де вона розпочала виконувати дослідження тему «Психологічні умови розвитку теоретичного мислення у майбутніх вчителів». За ініціативи О.В. Білоус на кафедрі розпочинається втілення в навчальний процес проектної технології, спільно з П.В. Самоїленком створюється система безперервної педагогічної практики.

З метою вдосконалення професійної підготовки студентів, майбутніх вчителів хімії, а також підвищення якості знань, удосконалення методів навчання й виховання учнів за ініціативою кафедри створюється та функціонує (з 2002 по 2007 р.) навчально-науково-виробничий комплекс «Синтез» для учнів ліцею №15 (м. Чернігів).

Згідно Наказу №800 Міністерства освіти і науки України від 13.12.2001 р. базовим закладом вищої освіти по проведенню II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних ВНЗ призначено ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка.



Члени журі Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних ВНЗ (2003 р.): В.П. Прокопенко (НПІ імені М.П. Драгоманова), Гладюк М.М. (ТНПУ), Т.С. Куратова, С.В. Грузнова, С. М. Лукашов (НДУ імені Миколи Гоголя), В.Д. Дяченко (ЛНУ імені Т. Шевченка)

Згідно зазначеного наказу кафедра хімії проводила II етап Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних та класичних ВНЗ з 2002 р. по 2005 р. З цього часу І.М. Курмакова та С.В. Грузнова залишалися постійними членами журі зазначеної олімпіади.

З 2003 року змінюється факультетське керівництво – на посаду декана призначається Олександр Петрович Третяк. В цей період відбуваються суттєві трансформації в підготовці фахівців, які пов'язані з розвитком системи ступеневої вищої освіти.

У 2004 р. С.В. Ткаченко (Приходько) вступає до аспірантура Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, а після її закінчення успішно захищає дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук на тему: «Функціонування корозійно активного мікробного угруповання ґрунту за присутності похідних триазолоазепіну» за спеціальністю 03.00.07 – мікробіологія.

У вересні 2005 р. завідувачем кафедри хімії обрано кандидата хімічних наук, доцента Ірину Миколаївну Курмакову; Тамара Серапіонівна Куратова залишається працювати на посаді доцента кафедри хімії.

Для підвищення ефективності навчального процесу при підготовці магістрів з хімії викладачі кафедри працюють над розробкою програмного та методичного забезпечення таких курсів як Фізико-хімічні методи аналізу, Корозія металів та її інгібування, Хімія гетероциклічних сполук, Хімія біологічно активних речовин, що в подальшому створило підґрунтя для створення широкого спектру вибіркового хімічних дисциплін.

Започаткування магістратури було стимулом активізації наукової роботи на кафедрі, що відобразилося в активній участі викладачів кафедри у виконанні міжкафедральних держбюджетних тем:

«Встановлення взаємозв'язку між структурою азотовмісних гетероциклічних сполук та їх інгібуючою дією за умов мікробноіндукованої корозії, як необхідна умова напрямленого синтезу перспективних інгібіторів» (2005 – 2006 рр. керівник – доцент, к. б. н. Третяк О.П.);

«Пестициди, як техногенний чинник впливу на ґрунтові мікроорганізми та гідробіонти» (2007– 2008 рр. керівник – доцент, к. б. н. Третяк О.П.).

Якісний науковий потенціал кафедри зростає: захищають кандидатські дисертації як вже працюючі викладачі (Віктор Олексійович Янченко на тему «Синтез та властивості похідних 4-аміно-3-меркапто-4Н-1,2,4-триазолу» за спеціальністю 15.00.02 – фармацевтична хімія та фармакогнозія (2005 р.), так і вихованці аспірантури, яка функціонує на кафедрі хімії (Ольга Борисівна Мехед на тему: «Вплив пестицидного забруднення водного середовища на іхтіологічні показники та

метаболичні перетворення в організмі коропа» за спеціальністю 03.00.10 – іхтіологія (2005 р.).

У 2005 р. на кафедрі на посаді асистентів залишено випускників магістратури В.В. Малишева, А.О. Боголюба, А.Р. Хайруліна, А.В. Новика, М.П. Тарасова, які у подальшому (з 2006 р.) працювали поза межами університету. У 2006 р. на кафедрі на посаді асистента залишено випускника магістратури Ходаченка Олександра Миколайовича, який у 2007 р. вступив до заочної аспірантури Київського національного університету імені Тараса Шевченка за спеціальністю 02.00.03 – органічна хімія. О.М. Ходаченко активно долучився до роботи методичної комісії по розробці завдань II та III етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, оскільки мав досвід участі у студентських олімпіадах з хімії та неодноразово був призером та переможцем.

Суттєве збільшення викладачів кафедри було зв'язане з її залученням до підготовки фахівців у Чернігівській філії НФАУ та філії Європейського університету, які працювали на базі педагогічного (на той час) інституту.

14 березня 2006 р. кафедра проводила IV Всеукраїнський семінар з проблем хімічної та біологічної освіти на тему «Актуальні питання навчання хімії в теорії і досвіді вчителів». В семінарі взяли участь співробітники Інституту педагогіки АПН України, викладачі Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, вчителі хімії загальноосвітніх шкіл м. Чернігова та м. Мелітополя.



Викладачі кафедри хімії (2007 р.): О.Б. Мехед, І.М. Курмакова, О.В. Білоус, Б.В. Яковенко, Ж.В. Замай, О.П. Макей

За Наказом МОН України від 08.05.2007 р. № 363 «Про науково-методичну раду МОН і науково-методичні комісії з вищої освіти» завідувача кафедри хімії, доцента Т.С. Куратову призначено членом комісії в секції з біології, географії, хімії.

За Наказом МОН України від 11.10.2007 р. № 897 «Про створення робочих груп з розроблення галузевих стандартів вищої освіти» Т.С. Куратова, І.М. Курмакова, С.В. Грузнова, П.В. Самойленко входять до складу робочої групи по розробці стандарту вищої освіти для педагогічних вищих навчальних закладів. Розпочинається активна робота по розробці освітньо-професійної програми та освітньо-кваліфікаційної характеристики підготовки фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня магістр.

За ініціативою кафедри та при підтримці ЧОІППО 25 квітня 2007 р. проведено Всеукраїнський науково-практичний семінар «Хімія в 12-річній школі: програми, підручники, контроль знань».

Розпочинається співпраця кафедри з видавництвом «Академія», результатом чого став посібник «Хімія. Тестові завдання» для підготовки учнів до ЗНО, який отримав гриф МОНУ (1-ше видання у 2008 р. та 2-ге видання у 2016 р.).

У жовтні 2007 р. Інститутом органічної хімії АН України на базі Чернігівських вищих навчальних закладів проводилася XXI Українська конференція з органічної хімії, до складу оргкомітету конференції увійшли викладачі кафедри А.М. Демченко та І.М. Курмакова.

У вересні 2008 р. до складу кафедри зарахована Олена Юріївна Купчик – випускниця аспірантури Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (кафедра хімічної метрології), яка у 2010 р. захищає кандидатську дисертацію на тему «Міцелярна рідинна хроматографія: особливості модифікованих фаз та застосування для розділення консервантів» за спеціальністю 02.00.02 – аналітична хімія.

Цей рік став для кафедри особливим у зв'язку з проведенням у м. Чернігів IV етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади (березень 2008 р.) з хімії. Експериментальний тур проходив на базі лабораторій кафедри.

4 грудня 2009 р. за ініціативою кафедри на базі ЧДПУ проведена конференція присвячена 70-річчю з дня народження член-кореспондента АПН України, д. б. н., професора О.Ф. Явоненка. До участі запрошені колеги з Тернопільського державного педагогічного інституту, де починалася наукова та адміністративна діяльність Олександра Федотовича.

Увага кафедри зосереджується на створенні сучасного методичного забезпечення підготовки фахівців, що знайшло відображення у виконаній держбюджетній темі «Програмно-дидактичні засоби для підготовки магістра природничих наук (хімія) в педагогічних вищих навчальних

зкладах» (01.01.2009 – 31.12.2010 р.; номер державної реєстрації 0109U001293, замовник – Міністерство освіти і науки України; керівник – Т.С. Куратова).

Піклуючись про рівень хімічної освіти в області, спільно з Інститутом післядипломної педагогічної освіти кафедра започатковує щорічний семінар для вчителів хімії з проблеми «Організація роботи з обдарованими учнями. Практикум з розв'язування хімічних олімпіадних задач», якій працював з 2010 по 2015 р. Найбільш активними учасниками семінару були С.В. Грузнова (голова семінару), І.М. Курмакова, П.В. Самойленко, Ж.В. Замай, О.П. Макей.



Кандидат хімічних наук, голова журі III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії (2005 – 2018 рр.) С.В. Грузнова проводить семінар по розв'язуванню олімпіадних задач для вчителів області Тримаючи руку на пульсі підтримання якості освіти, викладачі кафедри завжди поважали своїх студентів, цінували їх жарти та сприяли всебічному розвитку.

В рамках співпраці з Полтавським національним педагогічним університетом імені В.Г. Короленка професор А.М. Демченко бере участь в ювілейних «V Менделєєвських читаннях», присвячених 80-річчю від дня заснування кафедри хімії ПНПУ (2011 р.). На зазначеній конференції Анатолій Михайлович виступив з пленарною доповіддю «Способи утилізації некондиційних пестицидів». В подальшому співпраця кафедр реалізовувалася у спільній роботі в журі студентських олімпіад, створенню нового покоління стандарту з хімії для педагогічних ЗВО та ін.



Святкування Дня вчителя (жовтень 2010 року)

З 2012 р. на кафедрі починає працювати випускниця магістратури (2010 р.) Олена Сергіївна Бондар, яка в 2013 р. в спеціалізованій вченій раді при Фізико-механічному інституті імені Г.В. Карпенка НАН України (м. Львів) захищає кандидатську дисертацію на тему «Розроблення інгібіторів мікробної та кислотної корозії вуглецевих сталей на основі нітрогеновмісних гетероциклічних сполук» за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії. Вона розробляє низьку нових для кафедри навчальних дисциплін таких як «Комп'ютерна хімія біологічно активних речовин», «Молекулярне моделювання», залучається до викладання фізичної та колоїдної хімії ін.



О.С. Бондар зі студентами в лабораторії фізичної та колоїдної хімії

Викладачі кафедри (Курмакова І.М., Грузнова С.В., Самоїленко П.В., Замай Ж.В., Янченко В.О., Макей О.П., Бондар О.С.) залучаються до роботи у складі журі Всеукраїнського турніру «Юний Хімік», який у 2012 році проходив у Чернігові.

У 2012 році хіміко-біологічний факультет, на якому кафедра хімії завжди задавала орієнтири для розвитку, святкує 30-річчя. На ювілейні події запрошуються випускники, багато з яких стали провідними вчителями у школах м. Києва, м. Чернігова, Чернігівської області, а також захистили кандидатські та докторські дисертації.



Професор Яковенко Б.В. спілкується з першими випускниками кафедри хімії

Цей рік характеризується також ювілейними подіями у Ніжинському державному університеті імені Миколи Гоголя, з яким кафедру зв'язує багаторічна тісна співпраця. Викладачі активно беруть участь у конференціях на базі НДУ: «Актуальні питання природничих наук та методики їх викладання» (22-23 лютого) до 70 річниці з дня народження науковця і педагога І.І. Кочерги та «Домбровські хімічні читання-2012» (26-28 вересня) до 100 річниці з дня народження відомого українського вченого, професора А.В. Домбровського.

У 2013 р. активізується науково-методична робота кафедри, зокрема виходять 3 посібники з грифом МОН України: «Засоби діагностики якості психолого-педагогічної підготовки магістрів природничих наук (хімія) у педагогічному університеті» (автори П.В. Самоїленко та О.В. Білоус); «Біоорганічна хімія» (автори Б.В. Яковенко, О.Б. Мехед, О.П. Третьак) та

«Хімія гетероциклічних сполук» (автори В.О. Янченко, В.В. Суховєєв, А.М. Демченко). Для популяризації студентської наукової роботи започатковано видання електронної збірки тез за результатами виконання бакалаврських та магістерських робіт під назвою «Чернігівська весна» (було видано у 2012, 2013, 2014 та 2015 рр.).

У грудні 2014 р. кафедрою проведено Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Інтеграція науково-дослідної й навчальної діяльності як чинник професійного становлення особистості майбутнього фахівця», присвяченої пам'яті член-кореспондента Академії педагогічних наук України, доктора біологічних наук, професора, педагога і громадського діяча О.Ф. Явоненка. Співорганізаторами заходу були: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя та ін. В цьому році кафедрою хімії НДУ у співпраці з кафедрою хімії нашого університету започатковується міжнародна науково-практична конференція «Координаційні сполуки: синтез і властивості».

Для розвитку інтересу учнівської молоді до вивчення хімії за ініціативою кафедри у 2014 р. започатковується турнір юних хіміків «Крок до відкриття у хімічній науці». В 2015 р. в ньому взяло участь вже 7 команд школярів міста та області: Чернігівського обласний педагогічний ліцей для обдарованої сільської молоді, колегіум №11 (м. Чернігів), ліцей № 15 (м. Чернігів), ЗОШ № 27 (м. Чернігів), ЗОШ № 17 (м. Чернігів), Тупічевська ЗОШ (Городнянський район) та Чорнотицька ЗОШ (Сосницький район).



*Турнір юних хіміків «Крок до відкриття у хімічній науці».
Члени журі: О.М. Ходаченко, В.О. Янченко, О.С. Бондар, П.В. Самоїленко*

Доцент Курмакова І.М. захищає у спеціалізованій вченій раді при Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук на тему: «Наукові основи створення поліциклічних нітрогеновмісних поліфункціональних інгібіторів корозії сталі та механізм їх дії» за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Через певний час після захисту І.М. Курмакова була запрошена і стає членом спеціалізованої ради Д 35.226.02 при Фізико-механічному інституті НАН України імені Г.В. Карпенка (м. Львів) та членом Міжвідомчої науково-технічної ради з проблем корозії і протикорозійного захисту металів при Президії НАН України.

У 2015 році у зв'язку з виходом на пенсію кафедру хімії залишила Тамара Серапіонівна Куратова, яка створила і втілила у життя принципи існування та розвитку творчого колективу хіміків, пропрацювавши практично 20 років на посаді завідувача кафедри і ще біля 10 років на посаді доцента.

Згідно розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.08.2016 р. №172-р Чернігівський національний університет імені Т.Г. Шевченка перейменовано в Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка. Це сприяло розвитку університету та започаткуванню нових спеціальностей. Кафедрі хімії доручено розпочати роботу для отримання ліцензії по підготовці бакалаврів за спеціальністю 226 Фармація, промислова фармація.



Викладачі кафедри у складі гостей Дня відкритих дверей (5 січня 2017 р.) з нагоди 5-ї річниці діяльності ОКПНЗ «Чернігівська МАН учнівської молоді»

Викладачі кафедри активно співпрацюють з освітнім комунальним закладом «Чернігівська МАН учнівської молоді»: підтримують започаткування на базі університету природничої конференції «Формування науково-дослідницьких навичок шляхом створення освітньо-розвивального середовища та інтенсивного інтелектуального спілкування», працюють в журі секції «Хімія» (І.М. Курмакова, В.О. Янченко, О.П. Макей), керують роботами учнів міста та області. Неодноразово манівці під керівництвом викладачів кафедри стають призерами Всеукраїнського конкурсу-захисту робіт.

25-27 квітня 2017 р. кафедра у відповідності з наказом №1495 Міністерства освіти і науки України від 09.12.2016 р. проводила II тур Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни «Хімія», в якому взяло участь 14 студентів з педагогічних університетів та 12 – з класичних. Спонсором олімпіади виступив НВП «Укрорганосинтез» (м. Київ), який має філію у м. Чернігів, співпраця з якою забезпечує вагому підтримку для розвитку спеціальності 102 Хімія.



Відкриття Всеукраїнської студентської олімпіади з хімії в аудиторії імені О.Ф. Явоненка (25 квітня 2017 р.)

Професору кафедри А.М. Демченко, наукова діяльність якого пов'язана з синтезом багатьох нових біологічно активних речовин, в тому числі з протипухлинною активністю та противірусною активністю щодо вірусів H1N1 штаму California/07/2009 та H3N2 штаму Brisbane/10/2007, присвоюється звання Заслужений винахідник України.



Професор А.М. Демченко на лабораторному занятті з органічного синтезу

У 2017/2018 навчальному році кадровий склад кафедри суттєво змінюється: пішов з життя (23.02.2018 р.) перший завідувач кафедри, перший декан хіміко-біологічного факультету професор Б.В. Яковенко; перейшов працювати до НДУ імені Миколи Гоголя доктор фармацевтичних наук, професор А.М. Демченко; перейшла до НУ «Чернігівська політехніка» кандидат технічних наук, доцент Ж.В. Замай; викладачі О.П. Макей та О.М. Ходаченко перейшли до ТОВ НВП «Укроргсинтез». Одночасно до складу кафедри увійшли кандидат фармацевтичних наук Ясна Наталія Степанівна та кандидат медичних наук Федорченко Олександр Степанович (працював з 2017 р. по 2021 р.). Це дозволило ліцензувати бакалаврську освітню програму «Фармація, промислова фармація», перший набір на яку було здійснено 1 вересня 2019 року. З 15 січня 2022 р.) до групи викладачів, відповідальних за підготовку фармацевтів, доєдналася доктор філософії Юлія Василівна Вороніна-Тузовських (кандидатська дисертація на тему: «Похідні хінолін-2-карбонової кислоти як потенційні антигіпертензивні засоби з діуретичною дією» захищена у 2021 році за спеціальністю 14.03.05 – фармакологія). Це суттєво посилило підготовку здобувачів вищої освіти за спеціальністю 226 Фармація, промислова фармація.



І.М. Курмакова та П.В. Самоїленко під час роботи IV науково-методичної конференції «Сучасні тенденції навчання хімії» (14 квітня 2018 р.)

При цьому навчання майбутніх вчителів хімії завжди було пріоритетним завданням кафедри, тому викладачі постійно відслідковували сучасні тенденції з цього напрямку, спілкуватися з колегами з провідних класичних, зокрема Львівського національного університету імені Івана Франка, та педагогічних, зокрема Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка та Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, закладів вищої освіти України.

У 2019 р. завідувачка кафедри, доктор технічних наук І.М. Курмакова отримує диплом професора.



2019-2020 навчальний рік у зв'язку з епідеміологічною ситуацією в світі та в Україні поставив перед кафедрою задачу термінового створення методичної бази для дистанційної форми роботи. За рік було розроблено електронні навчальні курси на платформі Moodle практично зі всіх (більше 100) навчальних дисциплін кафедри. Це потребувало значних зусиль та часу.

У січні 2020 році викладачі кафедри були залучені до журі відбіркового туру другого етапу Всеукраїнського конкурсу «Учитель року – 2020» у номінації «Хімія», переможцем якого став Алісеєнко Андрій Іванович – учитель Чернігівської загальноосвітньої школи №7, випускник кафедри.



*П.В. Самойленко з конкурсантками
«Учитель року – 2020» у номінації «Хімія»*

У 2019/20 навчальному році на кафедру, маючи досвід роботи в Національному університеті «Чернігівська політехніка» по відкриттю спеціальності, розбудові матеріальної бази, створенню навчальної лабораторії харчових технологій та підготовці інженерів-харчовиків, пришла працювати доктор технічних наук, професор Сиза Ольга Іллівна (член експертної ради МОН з технологій харчової, легкої та хімічної промисловості). Також до складу кафедри були зараховані: кандидати технічних наук Городиська Олена Володимирівна і Ребенок Євген Вікторович (випускник кафедри 2000 р., який в 2009 р. в Національному університеті харчових технологій захистив дисертацію за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння на тему: «Розробка технології електрохімічної модифікації картопляного крохмалю»), Лапицька Надія Василівна. Невдовзі після початку роботи Н.В. Лапицька захищає PhD дисертацію на тему «Удосконалення технології хліба житньо-пшеничного з використанням шротів зародків зернових культур

та плодів шипшини» за спеціальністю 181 – харчові технології. Це забезпечило можливість отримання у 2019 р. ліцензії на підготовку бакалаврів за ОП Харчові технології та інженерія, а у 2021 – магістрів.

*Професор, доктор технічних наук
О.І. Сиза*



Перший набір бакалаврів за спеціальністю 181 Харчові технології здійснено у 2020/2021 н.р., магістрів – у 2022/2023 н.р.

Розширення спектру освітніх програм потребувало зміни назви кафедри, яку було з 01 жовтня 2019 р. за рішенням вченої ради НУЧК імені Т.Г. Шевченка (протокол №2 від 25.09.19) перейменовано на кафедру хімії, технологій та фармації.

Доцент Савченко Олеся Миколаївна зарахована до складу кафедри у 2021/22 навчальному році, що посилило кадрове забезпечення підготовки фахівців харчових технологій. В цей період кафедра також започаткувала освітні програми «Готельно-ресторанна справа» (гарант ОП к.т.н. Лапицька Н.В.) та «Водні технології. Водопостачання та водовідведення» (гарант ОП к.т.н. Савченко О.М.). Ліцензуванню освітньо-професійної програми «Водні технології. Водопостачання та водовідведення» сприяли ініціатива КП «Чернігівводоканал» та всебічна підтримка ректорату в особі ректора НУЧК проф. Олега Шеремета. Для викладання технічних дисциплін на кафедру зараховані к.т.н. доцент Бакалов Валерій Григорович та к.т.н. доцент Котельчук Леонід Серафимович.

Тож відкриття нових спеціальностей поставило перед кафедрою нові задачі та розширило перспективи.

У 2022 році було започатковано міжнародне видання НУЧК «Biota. Human. Technology», до складу редакційної колегії увійшли: професори О.І. Сиза та І.М. Курмакова, доценти В.О. Янченко, О.М. Савченко, О.В. Городиська, О.Ю. Купчик.



Розвиток кафедри постійно супроводжувався студентським здобутками та перемогами. Кафедра пишається студентами – переможцями та призерами студентських олімпіад, які під час навчання активно залучалися до складання олімпіадних задач для школярів:

Костін Дмитро (випускник 2001/2002 н.р.) – тричі (2000, 2001, 2002 рр.) був переможцем II етапу Всеукраїнської студентської олімпіади серед педагогічних університетів;

Ходаченко Олександр (випускник 2004/2005 н.р.) – тричі (2003, 2004, 2005 рр.) був призером II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів;

Кравченко Антоніна (випускниця 2009/2010 н.р.) – переможець та призер (диплом I ступеня у 2010 р.) II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Полтава, ПДПУ, 2007 р.; Донецьк, ДНУ, 2009 р., 2010 р.);

Сульжик Андрій – призер (абсолютне 3 місце) II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Донецьк, ДНУ, 2009 р.);

Леоненко Максим (випускник магістратури 2011/2012 н.р.) – переможець (диплом I ступеня) II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Луганськ, ЛНУ, 2012 р.);

Мельниченко Дмитро – призер та переможець (диплом I ступеня у 2014 р.) II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Луганськ, ЛНУ, 2013 р.; Львів, ЛНУ, 2014 р.);

Чередніченко Антон (випускник 2015/2016 н.р.) – тричі (2014, 2015, 2016 рр.) був призером та переможцем II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Львів, ЛНУ);

Довга Марія (випускниця 2017/2018 н.р.) – тричі (2016, 2017, 2018 рр.) була призером та переможцем II етапу Всеукраїнської олімпіади з хімії серед студентів педагогічних університетів (Львів, ЛНУ).



*Журі та учасники Всеукраїнської студентської олімпіади з хімії
(Луганський національний університет, 2013 р.).
Серед членів журі І.М. Курмакова, серед учасників – Дмитро Мельниченко*



*Журі та учасники Всеукраїнської студентської олімпіади з хімії
(Львівський національний університет, 2015 р.).
Серед членів журі І.М. Курмакова, серед учасників Антон Чередніченко,
Марія Довга, Андрій Семіроз*

Весь час функціонування кафедра була і є активним учасником методичного та організаційного забезпечення II та III етапів Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії в Чернігівській області: доцент Грузнова С.В. (голова журі обласної олімпіади з 2005 р. по 2018 р.), професор Курмакова І.М. (голова журі обласної олімпіади з 2019 р. по теперішній час); постійні члени журі – доценти Янченко В.О., Самойленко П.В., Купчик О.Ю., Ткаченко С.В., Бондар О.С., Смольський О.С.

Під час роботи на кафедрі в журі також працювали Демченко Анатолій Михайлович (з 1985 р. по 2018 р.), Назаренко Костянтин Геннадійович (з 1989 р. по 1999 р.), Замай Жанетта Василівна (з 1989 р. по 2017 р.), Макей Олександр Павлович (працював за основним місцем роботи у складі кафедри з 1999 р. по 2018 р. і співпрацює по теперішній час) та Ходаченко Олександр Миколайович (2006 р. по 2016 р.).



Викладачі кафедри – члени журі III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії (2016 р.)



*Вітальне слово учасникам обласної олімпіади (6 лютого 2020 р.)
від співголови оргкомітету Віктора Довбні (ЧОІППО)
та голови журі Ірини Курмакової (НУЧК)*

У 2022 році до роботи журі долучилася доцент, к.т.н. О.М. Савченко.



*Робота журі III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії (2022 р.):
куратор 9 класу – О.С. Бондар; куратор 8 класу – С.В. Ткаченко*



Голова журі III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії І.М. Курмакова разом з О.В. Москаленком (НДУ імені Миколи Гоголя) та О.Ю. Купчик (НУЧК імені Т.Г.Шевченка) перевіряють роботи (2022 р.)



*Журі 11 класу (січень 2022 р.).
Всі члени журі – випускники
кафедри різних років:
Андрій Алісеєнко,
Олександр Смольський,
Ірина Бовда, Олена Зельман*

Незважаючи на всі перешкоди, III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади відбувся і у 2023 році. В ньому взяло участь лише 24 учасника.



*Журі 8 класу,
куратор – П.В. Самойленко*



*Журі 9 класу,
куратор – С.В. Ткаченко*



*Журі 10 класу,
куратор – О.С. Бондар*



*Журі 11 класу,
куратор – О.С. Смольський*

За 40 років кропіткої роботи було складено значну кількість олімпіадних задач для учнів 8 – 11 класів. Прийшов час ділитися досвідом. У виданні зібрані завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, який проводився у Чернігівській області у 2010 – 2023 роках (у 2021 р. олімпіада не проводилася у зв'язку з епідеміологічним станом).

Більшість задач складені безпосередньо викладачами кафедри, також у виданні представлені авторські розв'язки.

РОЗДІЛ 2

ЗАВДАННЯ III ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ ДЛЯ 8 КЛАСУ (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА АВТОРСЬКІ РОЗВ'ЯЗКИ

2010/2011 навчальний рік

1 Напишіть всі можливі рівняння реакцій розчину сульфатної кислоти із запропонованими речовинами, зазначивши умови їх перебігу: Fe_3O_4 , Na_2O_2 , SO_2 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, KCl , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$, HNO_3 .

Авторський варіант розв'язку

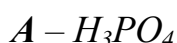
Для проведення реакцій солі та кислоти необхідно взяти у вигляді розчинів

- $4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{FeSO}_4$
- $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}(\text{OH})_3 = \text{Cr}(\text{HSO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{FeOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 = [\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_{4(\kappa)} + \text{KCl}_{(\text{крисст})} = \text{KHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = \text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 2\text{CaHPO}_4\downarrow + \text{CaSO}_4\downarrow$
- $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4\downarrow$
- $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$
- $6\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + [\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 = 2\text{FeOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{H}_2\text{SO}_4 + [\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$

2

Сполука *A* під час нагрівання розкладається на сполуки *B* і *B*, причому кількості речовини продуктів реакції однакові. Мольні частки Гідрогену і Оксигену у сполуці *B* 2/3 і 1/3, а Гідрогену, Фосфору і Оксигену у сполуці *B* – відповідно 0,308; 0,154 і 0,538. Сполука *B* при нагріванні здатна розкладатися на сполуки *B* і *Г*. Мольні частки Гідрогену, Фосфору і Оксигену у сполуці *Г* становлять відповідно 0,200; 0,200 і 0,600. Виведіть найпростіші формули сполук *A*, *B*, *B*, *Г* і складіть рівняння згаданих реакцій.

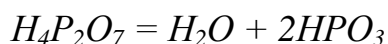
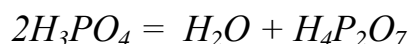
Авторський варіант розв'язку



$$v(H) : v(O) = \frac{2}{3} : \frac{1}{3} = 2 : 1 \quad B - H_2O$$

$$v(H) : v(P) : v(O) = 0,308 : 0,154 : 0,538 = 2 : 1 : 3,5 = 4 : 2 : 7 \quad B - H_4P_2O_7$$

$$v(H) : v(P) : v(O) = 0,200 : 0,200 : 0,600 = 1 : 1 : 3 \quad Г - HPO_3$$



3

Масова частка Гідрогену в гідросфері деякої планети становить 10,8%. Припустивши, що гідросфера складається лише з морів і океанів і є розчином натрій хлориду, обчисліть масову частку натрій хлориду у такому розчині. Запропонуйте два способи розв'язку цієї задачі.

Авторський варіант розв'язку

1 спосіб

$$w(Eл) = \frac{n \cdot Ar(Eл)}{Mr(p-ни)} \cdot w(p-ни);$$

$$w(p-ни) = \frac{w(Eл) \cdot Mr(p-ни)}{n \cdot Ar(Eл)} \quad w(H_2O) = \frac{0,108 \cdot 18}{2 \cdot 1} = 0,972$$

$$w(NaCl) = 1 - 0,972 = 0,028 \quad w\%(NaCl) = \underline{\underline{2,8\%}}$$

2 спосіб

$$m(\text{розчину}) = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{H}) = 100 \cdot 0,108 = 10,8 \text{ (г)}$$

$$v(\text{H}) = 10,8 : 1 = 10,8 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}) / 2 = 10,8 / 2 = 5,4 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 \cdot 18 = 97,2 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaCl}) = 100 - 97,2 = 2,8 \text{ (г)}$$

$$w(\text{NaCl}) = 2,8 / 100 = 0,028 \quad w(\text{NaCl}) = \underline{2,8 \%}$$

4

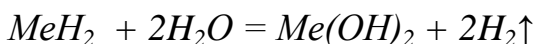
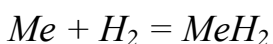
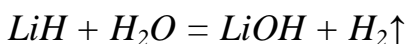
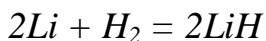
Суміш містить однакові кількості речовини літію і лужно-земельного металу (Me). 4,7 г цієї суміші розділили на дві однакові частини. Одну з них ввели в реакцію з надлишком водню, а потім твердий залишок обробили водою. До другої частини суміші додали надлишок води. Сумарний об'єм газу, що виділився під час перетворень, становив 5,04 л (н.у.). Визначить метал (Me) і обчисліть склад вихідної суміші в масових частках.

Авторський варіант розв'язку

$$m(\text{Li} + \text{Me}) = 4,7 \text{ г}; \quad v(\text{Li}) = v(\text{Me}) = x \text{ моль}$$

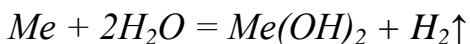
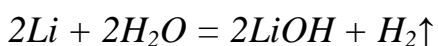
$$\underline{\text{В порції 1:}} \quad v(\text{Li}) = v(\text{Me}) = 0,5x \text{ (моль)}$$

$$\underline{\text{В порції 2:}} \quad v(\text{Li}) = v(\text{Me}) = 0,5x \text{ (моль)}$$



$$v(\text{H}_2)^I = 0,5x \text{ моль} \quad v(\text{H}_2)^{II} = x \text{ моль}$$

$$v(\text{I}) = v(\text{H}_2)^I + v(\text{H}_2)^{II} = 0,5x + x = 1,5x$$



$$v_1(\text{H}_2) = 0,25x \text{ моль} \quad v_2(\text{H}_2) = 0,5x \text{ моль}$$

$$v(\text{II}) = v_1(\text{H}_2) + v_2(\text{H}_2) = 0,25x + 0,5x = 0,75x$$

$$v(\text{I}) + v(\text{II}) = v(\text{H}_2); \quad v(\text{H}_2) = 1,5x + 0,75x = 2,25x \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2) = 5,04 / 22,4 = 0,225 \text{ моль}$$

$$2,25x = 0,225; \quad x = 0,1$$

$$m(\text{Li}) = 7 \cdot 0,1 = 0,7 \text{ (г)} \quad m(\text{Me}) = 4,7 - 0,7 = 4 \text{ (г)}$$

$$M(\text{Me}) = m/v; \quad M(\text{Me}) = 4 / 0,1 = 40 \text{ (г/моль)} \quad \text{Me} - \text{Ca}$$

$$w(\text{Li}) = 0,7 / 4,7 = \underline{0,15} \quad w(\text{Ca}) = 4 / 4,7 = \underline{0,85}$$

5

Яку масу має кальцій ортофосфат, в якому кількість речовини елементів така ж як кількість речовини йонів в ферум(II) хлориді масою 16,5 г.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{FeCl}_2) = 0,13 \text{ моль} \quad v(\text{йонів}) = 0,39 \text{ моль}$$

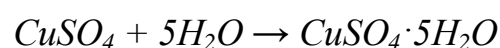
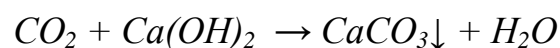
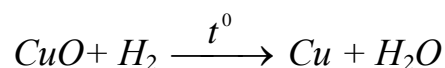
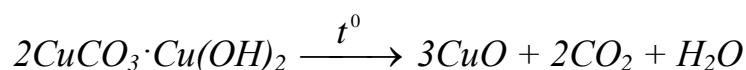
1 моль $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ має 13 моль атомів елементів, тобто 0,39 моль атомів міститься в 0,03 моль речовини $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,03 \text{ моль} \cdot 310 \text{ г/моль} = \underline{9,3 \text{ г}}$$

6

Обґрунтуйте план проведення дослідження, яке дало б змогу підтвердити, що до складу речовини, формула якої $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ входить Купрум, Карбон і Гідроген. Відповідь супроводжуйте малюнками приладів, описом спостережень явищ, записом відповідних рівнянь реакцій.

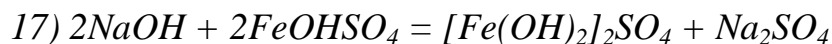
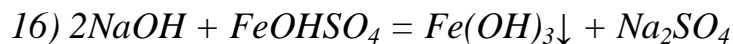
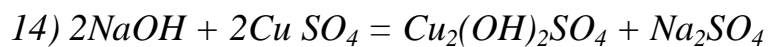
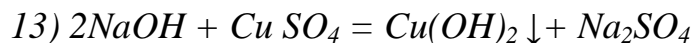
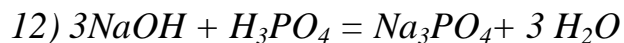
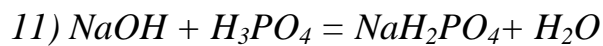
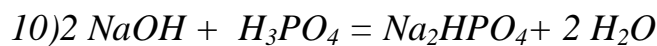
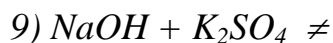
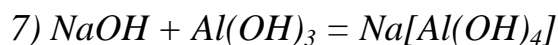
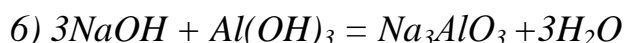
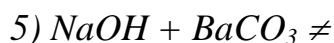
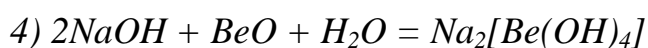
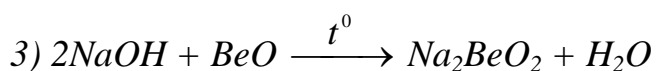
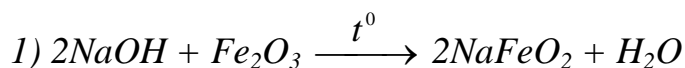
Авторський варіант розв'язку



1

Напишіть всі можливі рівняння реакцій натрій гідроксиду із запропонованими речовинами та вкажіть умови їх перебігу: ферум(III) оксид, нітроген(IV) оксид, берилій оксид, барій карбонат, алюміній гідроксид, ортофосфатна кислота, купрум(II) сульфат, калій сульфат, натрій гідрогенсульфат, ферум гідроксид сульфат.

Авторський варіант розв'язку



2

Обчисліть об'ємні частки (%) компонентів газової суміші, що складається з карбон(II) оксиду і повітря, якщо відомо, що при 27 °С і тиску 5 атм суміш має густину 5,8 г/л. Об'ємну частку кисню в повітрі вважати 20%.

Авторський варіант розв'язку

$$M = \frac{mRT}{PV} \quad M_{\text{суміші}} = \frac{5,8 \cdot 8,314 \cdot 300}{1,013 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 28,55 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{суміші}) = M(\text{CO}) \cdot \varphi(\text{CO}) + M(\text{O}_2) \cdot \varphi(\text{O}_2) + M(\text{N}_2) \cdot \varphi(\text{N}_2)$$

$$\varphi(\text{CO}) = x; \quad \varphi(\text{O}_2) = (1-x) \cdot 0,2; \quad \varphi(\text{N}_2) = (1-x) \cdot 0,8$$

$$28,55 = 28x + 28(1-x) \cdot 0,2 + 32(1-x) \cdot 0,8;$$

$$x = 0,31$$

$$\varphi(\text{CO}) = \underline{31\%}; \quad \varphi(\text{O}_2) = \underline{14\%}; \quad \varphi(\text{N}_2) = \underline{55\%}$$

3

Тальк – досить поширений мінерал, називають «мильний камінь». До його складу входять Магній, Силіцій, Гідроген та Оксиген, а масові частки Магнію та Силіцію відповідно дорівнюють 19,05% та 29,63%. Виразіть склад тальку формулою у вигляді оксидів.

Авторський варіант розв'язку

$$w(\text{O}) = x; \quad w(\text{H}) = (100 - 19,05 - 29,63 - x) = (51,32 - x);$$

Якщо маса тальку 100 г

$$\nu(\text{Mg}) = 19,05/24 = 0,7938 \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{Si}) = 29,63/28 = 1,0582 \text{ (моль)};$$

$$\nu(\text{O}) = x/16 = 0,0625x \text{ (моль)};$$

$$\nu(\text{H}) = \frac{51,32 - x}{1} \text{ (моль)};$$

Сума зарядів всіх частинок в сполуці = 0.

$$(+2) \cdot \nu(\text{Mg}) + (+4) \cdot \nu(\text{Si}) + (-2) \cdot \nu(\text{O}) + (+1) \cdot \nu(\text{H}) = 0$$

$$2 \cdot 0,7938 + 4 \cdot 1,0582 + (51,32 - x) - 2 \cdot 0,0625x = 0;$$

$$x = 50,79; \quad m(\text{O}) = 50,79 \text{ (г)}$$

$$w(\text{O}) = 50,79\% \quad w(\text{H}) = 0,53\% \quad m(\text{H}) = 0,53 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Mg}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{Si}) : \nu(\text{H}) = 1,5 : 6 : 2 : 1 = 3 : 12 : 4 : 2$$

$\text{Mg}_3\text{O}_{12}\text{Si}_4\text{H}_2$, що відповідає $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Формула тальку $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$



тальк

4

Газову суміш з трьох компонентів пропустили через надлишок вапняної води і одержали 10 г осаду. Суміш, що не поглинулася, пропустили над нагрітою мідною спіраллю, при цьому маса спіралі збільшилась на 3,2 г. Газ, що залишився спалили в надлишку кисню, а утворений продукт пропустили через безводний купрум сульфат, в результаті чого він набув синього кольору та збільшив масу на 1,8 г. Визначте гази, які входили до суміші та її об'єм (н.у.).

Авторський варіант розв'язку

Вапняна вода дає осад з CO_2 : $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

$\nu(CaCO_3) = 0,1$ моль; $\nu(CO_2) = 0,1$ моль

Наступний газ O_2 : $2Cu + O_2 = 2CuO$ $\nu(O_2) = 3,2/32 = 0,1$ моль

Наступний газ H_2 : $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $\nu(H_2) = 1,8/18 = 0,1$ моль

Сума кількості речовини всіх газів дорівнює 0,3 моль.

$V(\text{суміші}) = 22,4 \cdot 0,3 = \underline{6,72}$ (л)

5

У шафі для реактивів знаходиться склянка без етикетки, в якій міститься порошок блакитно-зеленуватого кольору. Учень 8 класу Василько Іванчук зацікавився визначити формулу цієї сполуки і провів експеримент. Спочатку він перевіряв розчинність сполуки у воді – сполука не розчинилась. Далі він нагрів порцію речовини в пробірці із газовідвідною трубкою і одержав твердий залишок чорного кольору масою 1,6 г та газові продукти, які повністю поглинулись при проходженні через дві послідовні склянки – із концентрованою сульфатною кислотою та твердим натрій гідроксидом. Перша склянка збільшилась по масі на 0,18 г, а друга – на 0,44 г. Яку формулу речовини визначив Василько та яку масу порції він взяв для розкладу? Напишіть рівняння всіх згаданих в експерименті реакцій.

Авторський варіант розв'язку

Зелено-блакитний колір мають сполуки міді. Основні карбонати легко розкладаються з утворенням CO_2 , H_2O , CuO .

Можна передбачити, що мова йде про малахіт: $Cu_2(OH)_2CO_3$,

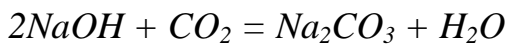
$Cu_2(OH)_2CO_3 = \underline{2CuO} + CO_2 + H_2O$
чорний

$$v(\text{CuO}) = 1,6/80 = 0,02 \text{ (моль)} \quad v(\text{CO}_2) = 0,44/44 = 0,01 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0,18/18 = 0,01 \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{розкладеного зразку}} = 222 \cdot 0,01 = 2,22 \text{ (г)}$$

Реакції : Сульфатна кислота поглинає воду, утворюючи гідрати.



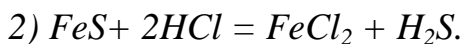
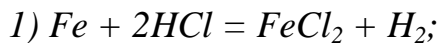
6

Змішали 5,6 г залізних ошурок та 3,2 г порошковатої сірки. Суміш ретельно розтерли у ступці і розділили на дві рівних частини. Одну частину залишили без змін, а другу прожарили до утворення однорідної речовини. Далі до обох частин добавили надлишок хлоридної кислоти і зібрали гази, що виділились в реакціях, в одну ємність. Визначте об'єм (н.у.) та густину за повітрям утвореної газової суміші. Запропонуйте фізичний метод розпізнавання окремих компонентів, їх суміші та продукту їх взаємодії.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{Fe}) = 5,6/56 = 0,1 \text{ моль}; \quad v(\text{S}) = 3,2/32 = 0,1 \text{ моль}$$

Половина утворює сполуку FeS при спіканні $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$, а половина залишається сумішшю. Взаємодія з кислотою обох порцій:



Утворюється суміш газів H_2 і H_2S .

$$v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{S}) = 0,05 \text{ моль}.$$

Всього газів 0,1 моль, об'ємом 2,24 л.

Молярна маса такої суміші дорівнює 18 г/моль;

$$D_{\text{нов}}(\text{сум}) = 18/29 = 0,62.$$

Відрізнити названі системи можна магнітом.

- 1 В оксиді неметалічного елемента міститься 53,3% Оксигену за масою. Визначте елемент і напишіть формулу оксиду. Чи буде відповідь однозначною?

Авторський варіант розв'язку

1. Загальна формула оксиду неметалічного елемента $HeMe_2O_n$

$$2. w(E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{Mr}; \quad w(O) = \frac{n \cdot 16}{Mr(HeMe_2O_n)}$$

$$3. 0,533 = \frac{n \cdot 16}{2Ar(HeMe) + 16n}; \quad Ar(HeMe) = 7n$$

4.

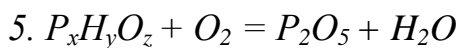
$n = 1;$	$Ar(HeMe) = 7;$	–	
$n = 2;$	$Ar(HeMe) = 14;$	$HeMe - N$	$NO - \text{нітроген (II) оксид};$
$n = 3;$	$Ar(HeMe) = 21;$	–	
$n = 4;$	$Ar(HeMe) = 28;$	$HeMe - Si$	$SiO_2 - \text{силіцій(IV) оксид}$
$n = 5;$	$Ar(HeMe) = 35;$	–	
$n = 6;$	$Ar(HeMe) = 42;$	–	
$n = 7;$	$Ar(HeMe) = 49;$	–	

Можливі два хімічних елемента N і Si . Оксиди: NO і SiO_2 .

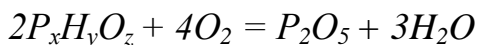
- 2 При згорянні $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул невідомої речовини витрачено 44,8 л (н.у.) кисню і утворилось 71 г фосфор(V) оксиду і 27 г води. Визначте молярну масу і формулу невідомої речовини.

Авторський варіант розв'язку

- $v(P_xH_yO_z) = 1 \text{ моль}$
- $v(O_2) = 44,8/22,4 = 2 \text{ (моль)}$
- $v(P_2O_5) = 71/142 = 0,5 \text{ (моль)}$
- $v(H_2O) = 27/18 = 1,5 \text{ (моль)}$



1 моль 2 моль 0,5 моль 1,5 моль
2 моль 4 моль 1 моль 3 моль



$$x = 1; y = 3; z = 0$$

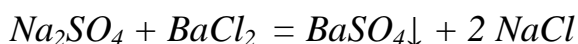


3

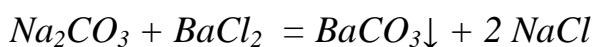
До розчину, що містить суміш 0,1 моль натрій сульфату та 0,1 моль натрій карбонату додали розчин, що містить суміш 0,3 моль барій хлориду та 0,15 моль натрій сульфіду. Після відділення утвореного осаду до розчину додали 0,1 моль алюміній хлориду. Визначте масові частки йонів в кінцевому розчині, якщо його маса дорівнює 500 г, а також маси речовин у осадах.

Авторський варіант розв'язок

0,1 моль 0,1 моль 0,1 моль 0,2 моль



0,1 моль 0,1 моль 0,1 моль 0,2 моль



0,15 моль 0,1 моль 0,1 моль 0,1 моль 0,2 моль 0,1 моль



В осаді: $\nu(BaSO_4) = 0,1 \text{ моль}; m = 23,3 \text{ г}$

$\nu(BaCO_3) = 0,1 \text{ моль}; m = 19,7 \text{ г}$

$\nu(Al(OH)_3) = 0,1 \text{ моль}; m = 7,8 \text{ г}$

В розчині: $\nu(Na_2S) = 0,05 \text{ моль}; \nu(Na^+) = 0,1 \text{ моль}; \nu(S^{2-}) = 0,05 \text{ моль};$

$\nu(NaCl) = 0,6 \text{ моль}; \nu(Na^+) = 0,6 \text{ моль}; \nu(Cl^-) = 0,6 \text{ моль};$

$\nu(HCl) = 0,1 \text{ моль}; \nu(H^+) = 0,1 \text{ моль}; \nu(Cl^-) = 0,1 \text{ моль};$

$\nu(BaCl_2) = 0,1 \text{ моль}; \nu(Ba^{2+}) = 0,1 \text{ моль}; \nu(Cl^-) = 0,2 \text{ моль};$

Загальна кількість: $\nu(Na^+) = 0,7 \text{ моль}; \nu(Cl^-) = 0,9 \text{ моль}; \nu(H^+) = 0,1 \text{ моль};$

$\nu(Ba^{2+}) = 0,1 \text{ моль}; \nu(S^{2-}) = 0,05 \text{ моль};$

Масові частки йонів: $w(\text{йону}) = \frac{m(\text{йону})}{m(\text{розчину})}$

$w(Na^+) = 0,0322; w(Cl^-) = 0,0639; w(H^+) = 0,0002;$

$w(Ba^{2+}) = 0,0274; w(S^{2-}) = 0,0032.$

4

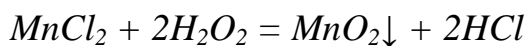
Родохрозит – мінерал від світло-рожевого до малинового кольору. Камінець з цього мінералу був запропонований для аналізу членам шкільного хімічного гуртка. Зразок мінералу був подрібнений і поділений на порції. В процесі аналізу зразки розчиняли в воді та розчині лугу – в обох випадках мінерал не розчинився. Одна з порцій була оброблена розчином хлоридної кислоти: учні спостерігали бурхливу реакцію з виділенням газу без запаху, що не підтримував горіння, а пропускання його через вапняну воду викликало її помутніння. Розчин, що залишився мав слабо-рожевий колір, а при дії на нього розчину гідроген пероксиду випадав коричневий осад. Якщо пробу розчину обробити розчином нітратної кислоти та внести порошок плюмбум діоксиду, то після відстоювання розчин буде забарвлений у рожевий колір. Яка формула родохрозиту, якщо масове співвідношення двозарядного катіону та двозарядного аніону 0,92 : 1? Напишіть всі згадані рівняння реакцій

Авторський варіант розв'язку

Співвідношення 0,92 : 1 відповідає катіону Mn^{2+} та аніону CO_3^{2-} ;

$M(Mn^{2+}) = 55 \text{ г/моль}$; $M(CO_3^{2-}) = 60 \text{ г/моль}$;

Формула родохрозиту – $MnCO_3$



5

Маємо 70 л газової суміші масою 46 г, яка містить водень, кисень та карбон(IV) оксид. Визначити склад суміші за об'ємом, якщо відомо, що після пропускання через газову суміш іскри і виділення водяної пари об'єм газів зменшився до 28 л, а маса їх становила 23,5 г. Всі об'єми газів виміряно за нормальних умов.

Авторський варіант розв'язку

$$1. \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} \qquad M = \frac{m \cdot V_m}{V} \qquad M = \frac{23,5 \cdot 22,4}{28} = 18,8(\text{моль})$$

$$2. \Delta V(\text{H}_2) - ? \qquad 2 < M_{\text{cp}} < 44$$

$$\Delta V(\text{O}_2) - ? \qquad 32 < M_{\text{cp}} < 44$$

Отже, в надлишку водень, кисень прореагував повністю.

$$3. V(\text{CO}_2) - ? \quad V(\text{CO}_2) = x \text{ (л)}; \quad \nu(\text{CO}_2) = x/22,4 \text{ (моль)}; \quad m(\text{CO}_2) = (44x) / 22,4 \text{ (г)}.$$

$$\Delta V(\text{H}_2) = (28-x) \text{ (л)}; \quad \Delta \nu(\text{H}_2) = (28-x) / 22,4 \text{ (моль)};$$

$$\Delta m(\text{H}_2) = \frac{2(28-x)}{22,4} \text{ (г)}$$

$$\Delta m(\text{H}_2) = 23,5 \text{ г}$$

$$\frac{44x}{22,4} + \frac{2(28-x)}{22,4} = 23,5$$

$$x = 11,2$$

$$V(\text{CO}_2) = \underline{11,2 \text{ л}}; \quad \Delta V(\text{H}_2) = 28 - 11,2 = 16,8 \text{ (л)}$$

$$4. V(\text{H}_2 + \text{O}_2), \text{ що прореагували} - ?$$

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(p)} \qquad V(\text{H}_2 + \text{O}_2)_{\text{прор}} = 70 - 28 = 42 \text{ (л)}$$

$$\begin{matrix} 2\text{л} & 1\text{л} & - \\ \text{H}_2 & \text{O}_2 & \end{matrix}$$

$$V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2\text{л} : 1\text{л} = 2:1; \quad 2 \text{ об.ч.} + 1 \text{ об.ч.} = 3 \text{ об.ч.}$$

$$42 : 3 = 14 \text{ л (на 1 об.ч.)}$$

$$V(\text{H}_2) = 14 \cdot 2 = 28 \text{ (л)};$$

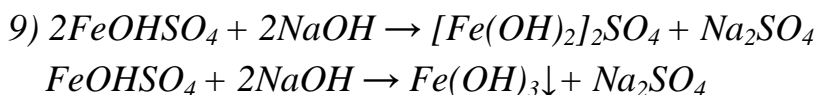
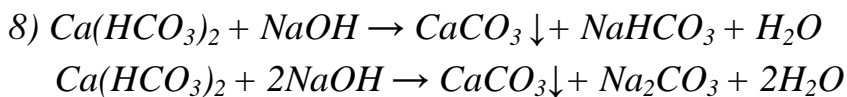
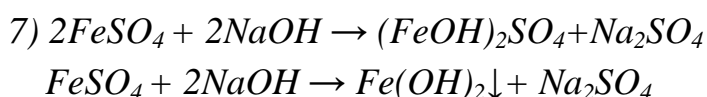
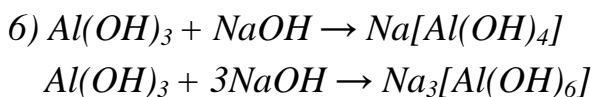
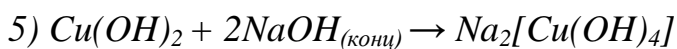
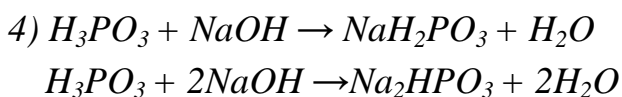
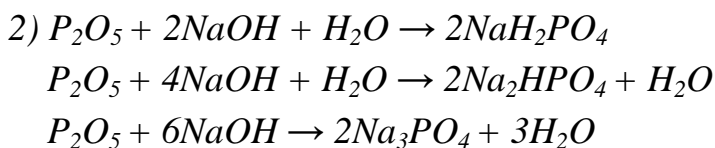
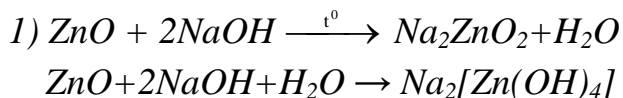
$$V(\text{O}_2) = 14 \cdot 1 = \underline{14 \text{ (л)}}$$

$$5. V(\text{H}_2) = 16,8 + 28 = \underline{44,8 \text{ (л)}}$$

6

Напишіть всі можливі рівняння реакцій натрій гідроксиду із запропонованими речовинами, зазначивши умови їх перебігу: MgO, ZnO, P₂O₅, NO₂, H₃PO₃, Cu(OH)₂, Al(OH)₃, KCl, FeSO₄, CaCO₃, Ca(HCO₃)₂, FeOH₂SO₄.

Авторський варіант розв'язку



- 1 У закритій колбі об'ємом 2 л, наповненій киснем спалили 1,8 г невідомого металу. Після приведення продуктів реакції до вихідних умов, тиск у колбі зменшився на 56%. Визначте метал.

Авторський варіант розв'язку

1. Тиск зменшився за рахунок прореагованого кисню

$$V(O_2) = 2 \cdot 0,56 = 1,12 \text{ (л)}$$

2. $\nu(O_2) = 0,05 \text{ моль}$; $m(O_2) = 0,05 \cdot 32 = 1,6 \text{ (г)}$

3. В Me_xO_y $m(Me) = 1,8 \text{ (г)}$, $m(O) = 1,6 \text{ (г)}$ $w(O) = 1,6:(1,8 + 1,6) = 0,47$

4. Загальна формула оксиду металічного елемента Me_2O_n

$$w(E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{Mr} \qquad 0,47 = \frac{n \cdot 16}{2Ar(E) + 16n} \qquad Ar(E) = 9n$$

При $n = 3$, $Ar(E) = 27$, $E = \underline{Al}$

II спосіб : За законом еквівалентів:

$$\frac{m(Me)}{m(O)} = \frac{M_E(Me)}{M_E(O)}; \qquad M_E(O) = 8 \text{ г/моль}$$

$$\frac{1,8}{1,6} = \frac{M_E(Me)}{8}; \qquad M_E(Me) = 9 \text{ г/моль}$$

$M(Me) = M_E(Me) \cdot n$, де n – валентність

1. $M(Me) = 9 \text{ г/моль} \cdot 1 = 9 \text{ г/моль}$ – не існує

2. $M(Me) = 9 \text{ г/моль} \cdot 2 = 18 \text{ г/моль}$ – не існує

3. $M(Me) = 9 \text{ г/моль} \cdot 3 = 27 \text{ г/моль}$ – Al

2

Щоб зберегти фрукти і ягоди свіжими і соковитими протягом тривалого часу використовують обробку їх сірчистим газом, який утворюється при повільному розкладі калій дисульфіту. Другим продуктом розкладу є сіль, що відповідає формулі K_2SO_x , в якій масова частка Оксигену становить 30,38%. Виведіть формули калій дисульфіту, та K_2SO_x , якщо при утворенні кожних 7,9 г K_2SO_x виділяється 1,12 л (н.у.) SO_2 .

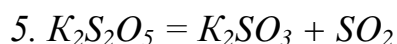
Авторський варіант розв'язку

$$1. w(O) \text{ в } K_2SO_x \quad 0,3038 = \frac{16x}{110 + 16x} \quad x=3 \quad K_2SO_3$$

$$2. \nu(K_2SO_3) = 7,9/158 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$3. \nu(SO_2) = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$4. \nu(K_2SO_3) : \nu(SO_2) = 1 : 1$$



3

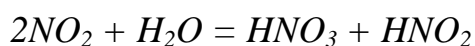
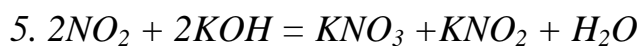
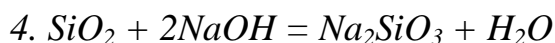
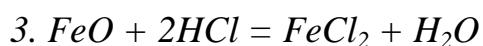
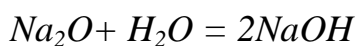
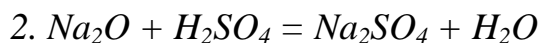
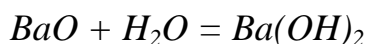
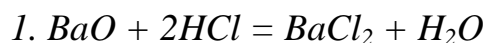
Поділіть запропоновані оксиди на 3 групи а) основні; б) кислотні; в) амфотерні: BaO , SiO_2 , Na_2O , NO_2 , FeO , ZnO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CrO_3 . Властивості кожного оксиду обґрунтуйте записом рівнянь реакцій їх з кислотами, лугами, водою, вкажіть умови перебігу цих реакцій.

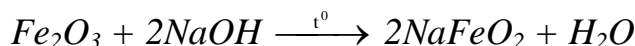
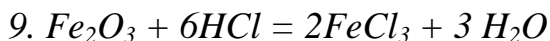
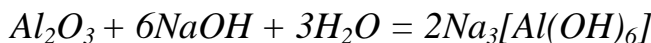
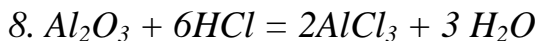
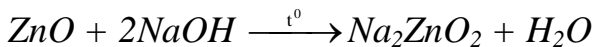
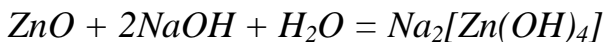
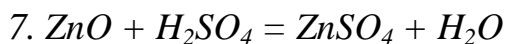
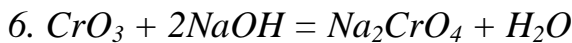
Авторський варіант розв'язку

Основні оксиди: BaO , Na_2O , FeO

Кислотні оксиди: SiO_2 , NO_2 , CrO_3

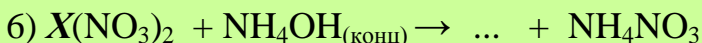
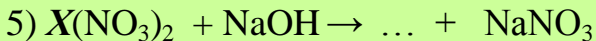
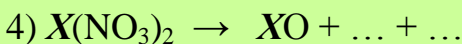
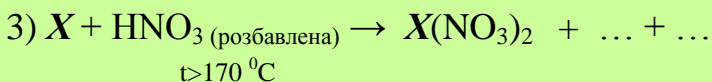
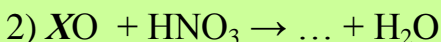
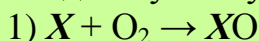
Амфотерні оксиди: ZnO , Al_2O_3 , Fe_2O_3





4

В комплексній сполуці з формулою $[X(NH_3)_4](NO_3)_2$ масова частка елемента Нітрогену становить 32,81%. Елемент X утворює речовини, які задіяні у наступних схемах перетворень:



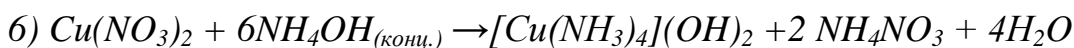
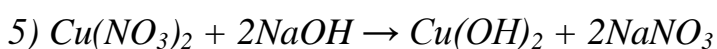
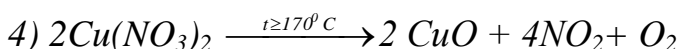
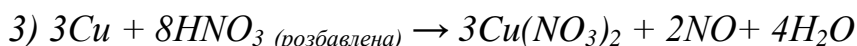
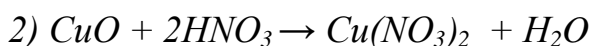
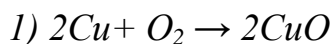
Встановіть елемент X , в наведених схемах замість трьох крапок запропонуйте речовини, схеми реакцій замініть рівняннями.

Авторський варіант розв'язку

$$M [X(NH_3)_4](NO_3)_2 = M(X) + 192;$$

$$\text{Якщо } \nu ([X(NH_3)_4](NO_3)_2) = 1 \text{ моль, } m(N) = 6 \cdot 14 = 84 \text{ (г);}$$

$$0,3281 = \frac{84}{M(X)+192} \quad ; \quad M(X) = 64 \quad \text{Елемент } X - Cu$$



5

Доведіть експериментально, що до складу малахіту (емпірична формула – $\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$) входять Купрум, Карбон, Гідроген. Пояснення підтверджуйте хімічними рівняннями та малюнками приладів. Запропонуйте раціональну формулу малахіту, виражаючи її через оксиди елементів.

Авторський варіант розв'язку

$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ – чорний порошок CuO , газ CO_2 і краплі води

$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ помутніння розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – утворення кальцій карбонату,

$\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ – чорний порошок перетворюється на рожеву мідь

$\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – білий порошок CuSO_4 стає блакитним кристалогідратом.

$2\text{CuO} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

6

Суміш залізних ошукрок та сірки масою 11,6 г нагріли в полум'ї газового пальника. Утворений продукт розчинили в надлишку хлоридної кислоти і отримали 3,36 л (н.у.) суміші газів, густина якої за повітрям дорівнює 0,805. Визначте склад за масою вихідної суміші заліза та сірки, а також склад отриманої суміші газів за об'ємом.

Авторський варіант розв'язку

$\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$

$\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

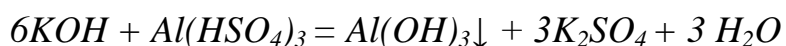
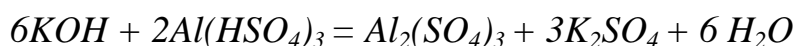
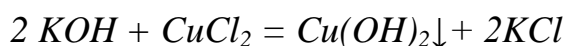
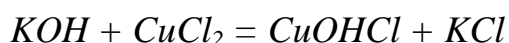
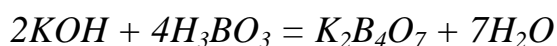
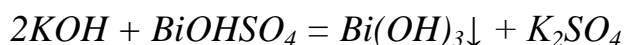
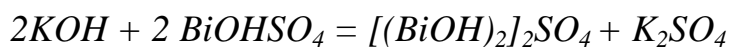
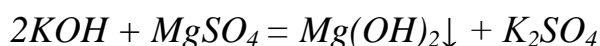
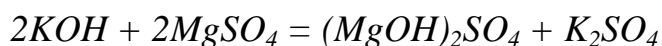
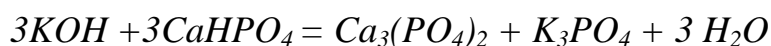
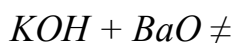
Суміш газів $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2$; $M_{\text{сум}} = 23,345 \text{ г/моль}$; $\varphi(\text{H}_2\text{S}) = 0,67$; $\varphi(\text{H}_2) = 0,33$;

$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,15 = 8,4 \text{ (г)}$; $m(\text{S}) = 32 \cdot 0,1 = 3,2 \text{ (г)}$

1

З якими з перелічених нижче речовин буде реагувати розчин калій гідроксиду: NO_2 , BaO , CaHPO_4 , MgSO_4 , BiOHSO_4 , H_3BO_3 , CuCl_2 , NaNO_3 , AgNO_3 , $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$. Складіть рівняння відповідних реакцій.

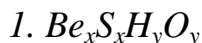
Авторський варіант розв'язку



2

Визначте формулу сполуки, якщо вона містить стільки атомів Берилію, скільки й Сульфуру, а Гідрогену стільки, скільки Оксигену. Масова частка Берилію у сполуці становить 5,08 %.

Авторський варіант розв'язку

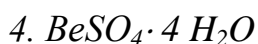


$$2. w(\text{Ел}) = \frac{n(\text{Ел}) \cdot Ar(\text{Ел})}{Mr(\text{речовини})};$$

$$3. 0,0508 = \frac{x \cdot 9}{9x + 32x + 1y + 16y}$$

$$136x = 17y$$

$$\frac{x}{y} = \frac{17}{136} = \frac{1}{8};$$

**3**

Масова частка нукліда Аргентуму 107 у природній суміші з нуклідом Аргентуму 109 становить 51,4%. Обчисліть атомну частку ^{107}Ag і відносну атомну масу елемента Аргентуму з точністю до десятих.

Авторський варіант розв'язку

1. Візьмемо 100 г нуклідів ^{107}Ag і ^{109}Ag

$$2. m(^{107}\text{Ag}) = 51,4 \text{ г}; \quad m(^{109}\text{Ag}) = 48,6 \text{ г};$$

$$3. \nu(^{107}\text{Ag}) = \frac{51,4\text{г}}{107\text{г/моль}} = 0,48\text{моль}$$

$$\nu(^{109}\text{Ag}) = \frac{48,6\text{г}}{109\text{г/моль}} = 0,446\text{моль}$$

$$4. \sum \nu = 0,480 \text{ моль} + 0,446 \text{ моль} = 0,926 \text{ моль}$$

$$5. \chi(^{107}\text{Ag}) = \frac{0,480}{0,926} = 0,518$$

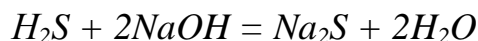
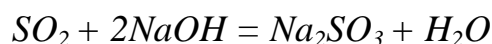
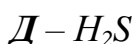
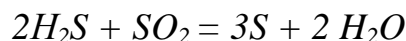
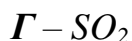
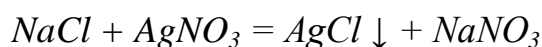
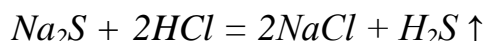
$$\chi(^{109}\text{Ag}) = \frac{0,446}{0,926} = 0,482$$

$$Ar(\text{Ag}) = 107 \cdot 0,518 + 109 \cdot 0,408 = 107,75 \quad Ar(\text{Ag}) \approx 107,8$$

4

На речовини А, Б, В, до складу яких входить один і той же метал, подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому утворилися безбарвні розчини, а у випадку речовин А і Б, крім того, виділилися безбарвні гази Г і Д. Речовина В взаємодіє з розчинною сіллю Аргентуму, утворюючи при цьому нерозчинний в кислотах осад білого кольору. Гази Г і Д можуть реагувати між собою з утворенням твердої речовини Е, при горінні якої в кисні утворюється газ Г. При взаємодії газів Г і Д з надлишком натрій гідроксиду утворюються відповідно речовини А і Б. Визначте речовини А, Б, В, Г, Д, Е. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Авторський варіант розв'язку



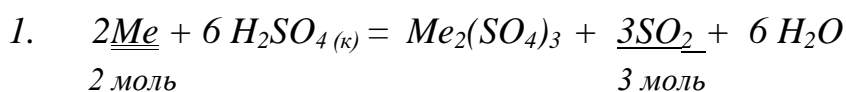
5

5,04 г суміші алюмінію, нікелю і металу X обробили надлишком розчину сульфатної кислоти. При цьому виділилося 560 мл газу (н.у.) і залишилося 4,18 г металу X. Залишок прореагував з концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні з утворенням солі тривалентного металу і 0,03 моль газу. Визначте метал і обчисліть масовий склад вихідної суміші.

Авторський варіант розв'язку

0,02 моль

0,03 моль



$$v(\text{Me}) = 0,02 \text{ моль}$$

$$2. M(Me) = \frac{4,18}{0,02} = 209 \text{ (г/моль)}$$

$Me - Bi$

$$3. m(Ni) - x, m(Al) = 5,04 - 4,18 - x = (0,86 - x) \text{ г}$$

$$v(Ni) = \frac{x}{59} \text{ моль}; v(Al) = \frac{(0,86 - x)}{27} \text{ моль}$$

4. $v(H_2)$ -?

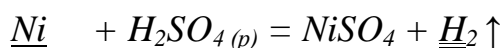
$$v(H_2) = \frac{0,56}{22,4} = 0,025 \text{ (моль)}$$

5. $v(Ni)$ -? $v(Al)$ -?



$$\frac{x}{59} \text{ моль}$$

$$\frac{x}{59} \text{ моль}$$

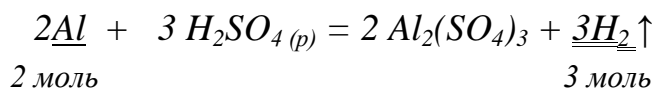


1 моль

1 моль

$$\frac{(0,86 - x)}{27} \text{ моль}$$

$$\frac{1,5(0,86 - x)}{27} \text{ моль}$$



2 моль

3 моль

$$\frac{x}{59} + \frac{1,5(0,86 - x)}{27} = 0,025$$

$$0,017x + 0,056(0,86 - x) = 0,025;$$

$$0,017x + 0,048 - 0,055x = 0,025;$$

$$-0,039x = -0,023;$$

$$x = 0,59;$$

$$m(Ni) = 0,59 \text{ г}$$

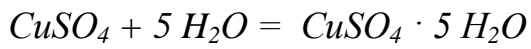
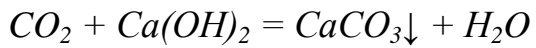
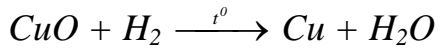
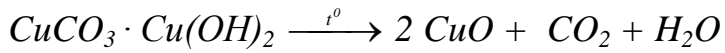
$$m(Al) = 0,86 - 0,59 = 0,27 \text{ (г)}$$

$$m(Bi) = 4,18 \text{ г}$$

6

Як експериментально довести, що до складу малахіту входять Купрум, Карбон, Гідроген. Складіть план дослідження. Відповідь супроводжуйте малюнками приладів, описом спостереження явищ, відповідними рівняннями реакцій.

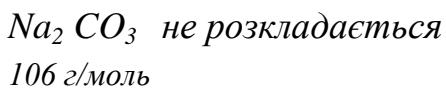
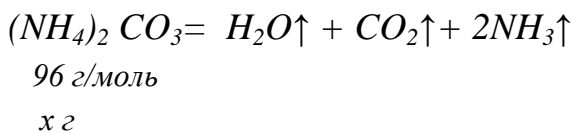
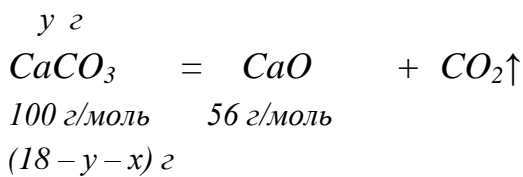
Авторський варіант розв'язку



1

У відкритій посудині поступово нагріли до 850 °С 18 г суміші карбонатів кальцію, амонію та натрію. При цьому виділилось 5,8 л (н.у.) газу і в посудині залишилось 10,6 г твердого залишку. Обчисліть склад суміші за масою (масові відсотки). Визначте густину газу, що виділився, за повітрям.

Авторський варіант розв'язку



Газові продукти: $\text{H}_2\text{O}\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + 2\text{NH}_3\uparrow$

Твердий залишок: $m(\text{CaO}) = 56 \cdot y/100 = 0,56y$; $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x$;

$$1) 0,56y + x = 10,6$$

$$2) 4 \cdot (18 - y - x)/96 + 0,01y = 5,8/22,4$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 7,28 \text{ (г)}; \quad m(\text{CaCO}_3) = 5,93 \text{ (г)}; \quad m(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 4,80 \text{ (г)};$$

$$V(\text{CO}_2) = 1,32 + 1,12 = 2,44 \text{ (л)}; \quad V(\text{NH}_3) = 2,24 \text{ л}; \quad V\text{H}_2\text{O} = 1,12 \text{ л}; \quad V_{\text{сум}} = 5,8 \text{ л}$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = 0,42; \quad \varphi(\text{H}_2\text{O}) = 0,2; \quad \varphi(\text{NH}_3) = 0,38;$$

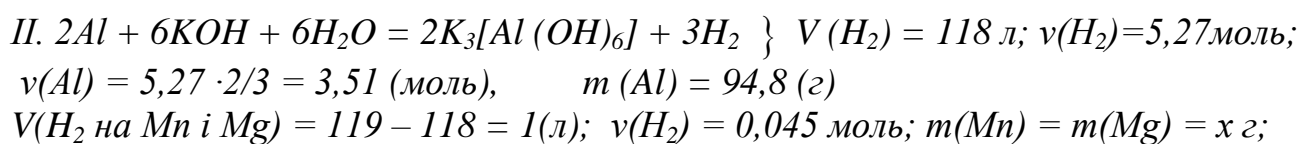
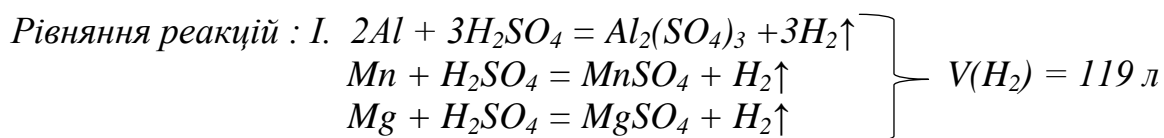
$$M_{\text{сум}} = 44 \cdot 0,42 + 18 \cdot 0,2 + 17 \cdot 0,38 = 28,54 \text{ (г/моль)};$$

$$D_{\text{нов}}(\text{сум}) = 0,984$$

2

На 100 г сплаву дюралюмінію, що містить Алюміній, Купрум, Манган та Магній, подіяли надлишком розбавленого розчину сульфатної кислоти і отримали 119 л (н.у.) газу. При дії на ту ж масу сплаву надлишку розчину калій гідроксиду, виділилось 118 л (н.у.) газу. Визначте масовий склад сплаву, якщо вміст за масою Mn і Mg однаковий.

Авторський варіант розв'язку



Складаємо рівняння : $x/24 + x/55 = 0,045$; $x = 0,75 \text{ (г)}$;

$M(\text{Cu}) = 100 - 94,8 - 1,5 = 3,7 \text{ (г)}$

$w(\text{Al}) = 94,8\%$

$w(\text{Cu}) = 3,7\%$

$w(\text{Mn}) = w(\text{Mg}) = 0,75\%$

3

Один з газуватих оксидів містить 30,43% за масою невідомого елемента. Він у 1,53 рази важчий за інший оксид цього ж елемента. Визначіть елемент і запишіть формули оксидів, про які йдеться в умові. Які особливості у їхніх хімічних властивостях Ви можете зазначити?

Авторський варіант розв'язку

Приймаємо загальну формулу шуканого оксиду E_2O_x , тоді масова частка

$$\text{елемента : } w(\text{E}) = \frac{2A_r(\text{E})}{2A_r(\text{E}) + 16x};$$

$$2A_r(\text{E}) + 16x = 0,3043;$$

$$A_r = 4,87x/1,3914; \quad A_r(\text{E}) = 3,5x;$$

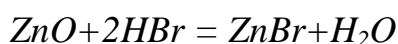
5

Запропонуйте пари речовин з однаковими молярними масами, між якими можлива хімічна взаємодія: а) сіль та кислота; б) основа та кислота. Складіть рівняння хімічних реакцій.

Авторський варіант розв'язку

Приклади:

а) ZnO, HBr



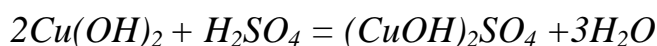
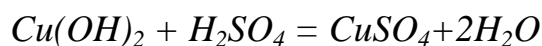
$$M(ZnO) = 81 \text{ г/моль}$$

$$M(HBr) = 81 \text{ г/моль}$$

б) $Cu(OH)_2$ і H_2SO_4

$$M(Cu(OH)_2) = 98 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2SO_4) = 98 \text{ г/моль}$$



6

Як експериментально довести, що до складу азуриту $[Cu_3(OH)_2(CO_3)_2]$ входять Купрум, Карбон та Гідроген. Складіть план дослідження. Запропонуйте реакцію одержання азуриту, використовуючи розчини солей Купруму та розчинний карбонат. Які маси солей в розчинах повинні міститися, щоб утворилося 34,6 г $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$.

Авторський варіант розв'язку

Використовують, наприклад, розчини $Cu(NO_3)_2$ і Na_2CO_3



$$Mr(Cu(NO_3)_2) = 188 \text{ г/моль}; \quad Mr(Na_2CO_3) = 106 \text{ г/моль}$$

$$Mr(Cu_3(OH)_2(CO_3)_2) = 346 \text{ г/моль}$$

$$\nu(Cu_3(OH)_2(CO_3)_2) = 0,1 \text{ моль}; \quad \nu(Cu(NO_3)_2) = \nu(Na_2CO_3) = 0,3 \text{ моль}$$

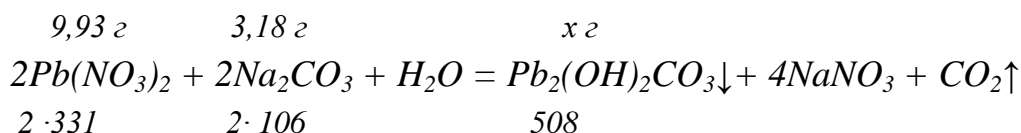
$$m(Cu(NO_3)_2) = 0,3 \cdot 188 = \underline{56,4} \text{ (г)}$$

$$m(Na_2CO_3) = 0,3 \cdot 106 = \underline{31,8} \text{ (г)}$$

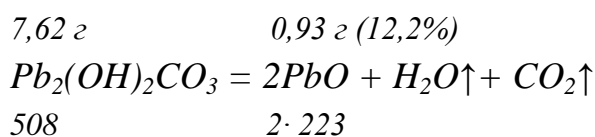
1

При взаємодії розчинів нітрату невідомого металу та натрій карбонату, маси солей у яких відповідно дорівнюють 9,93 г і 3,18 г, утворився осад і виділився газ. Якщо осад відфільтрувати, просушити, а потім прожарити він втрачає 12,2 % маси. Визначте метал, формулу речовини, що випала в осад, масу осаду, якщо солі вступили в реакцію в молярному співвідношенні 1 : 1.

Авторський варіант розв'язку



$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,03$ моль; молярна маса нітрату = 331 г/моль – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
маса осаду 7,62 г

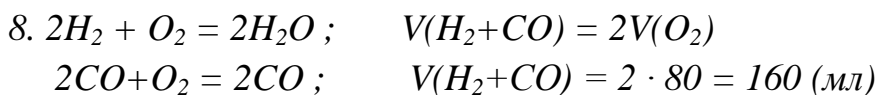


2

До 600 мл суміші водню, карбон(II) оксиду та карбон(IV) оксиду додали 2 л повітря, що містить 20% кисню за об'ємом. Після спалювання цієї газової суміші утворилась суміші газів, в якій об'ємна частка азоту складала 64,516%. Цю суміш пропустили крізь надлишок розчину калій гідроксиду і отримали 1920 мл газової суміші. Визначте об'єми газів у початковій суміші. Всі виміри об'ємів проводились за нормальних умов.

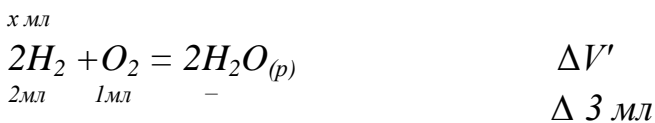
Авторський варіант розв'язку

1. $V(\text{O}_2) = 2000 \cdot 0,2 = 400$ (мл);
2. $V(\text{N}_2) = 2000 - 400 = 1600$ (мл);
3. $V'(\text{суміші}) = 600 + 2000 = 2600$ (мл);
4. $V''(\text{суміші}) = 1600 : 0,64516 = 2480$ (мл);
5. $\Delta V = 2600 - 2480 = 120$ (мл);
6. $\Delta V(\text{O}_2) = 1920 - 1600 = 320$ (мл);
7. $V(\text{O}_2)_{\text{проп.}} = 400 - 320 = 80$ (мл)

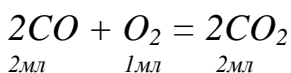


$$9. V(CO_2) = 600 - 160 = 440 \text{ (мл)}$$

$$10. V(H_2) = x \text{ мл} ; \quad V(CO) = (160 - x) \text{ мл}$$



$$\Delta V' = 1,5 x$$



$$\Delta V'' = 0,5 (160 - x)$$

$$\Delta V'' = 0,5 (160 - x)$$

$$1,5 x + 0,5 (160 - x) = 120$$

$$x = 40$$

$$V(H_2) = 40 \text{ мл}$$

$$V(CO) = 160 - 40 = 120 \text{ (мл)}$$

$$\underline{V(H_2) 40 \text{ мл} ; V(CO) = 120 \text{ мл} ; V(CO_2) = 440 \text{ мл.}}$$

3

Визначте масові частки сульфатної кислоти в розчинах, в яких міститься:

а) в 19 разів менше за масою Гідрогену ніж Оксигену;

б) однакова кількість атомів Гідрогену та Оксигену.

Авторський варіант розв'язку

$$a) m(H_2SO_4) = x \text{ (г)} ; w(H) = \frac{2 \cdot 1}{98} = 0,02 ; w(O) = \frac{4 \cdot 16}{98} = 0,653 ;$$

$$m(H) = 0,02x ; \quad m(O) = 0,653x$$

$$m(H_2O) = y \text{ г} ; \quad w(H) = \frac{2 \cdot 1}{18} = 0,11 ; w(O) = \frac{1 \cdot 16}{18} = 0,89 ;$$

$$m(H) = 0,11y ; \quad m(O) = 0,89y$$

$$\frac{0,653x + 0,89y}{0,02x + 0,11y} = 19$$

$$0,653x = 0,89y = 0,38 + 2,09y ;$$

$$0,273x = 1,2y ;$$

$$\frac{x}{y} = \frac{1,2}{0,273}$$

$$w(H_2SO_4) = \frac{1,2}{1,2 + 0,273} = 0,81$$

$$\underline{w(H_2SO_4) = 0,81}$$

$$б) \nu(H_2SO_4) - x \text{ моль}; \quad \nu(H) = 2x; \quad \nu(O) = 4x; \quad 2x + 2y = 4x + y; \quad y = 2x;$$

$$\nu(H_2O) - y \text{ моль} \quad \nu(H) = 2y; \quad \nu(O) = y;$$

$$1 \text{ моль } H_2SO_4 = 2 \text{ моль } H_2O [\nu(H) = \nu(O)]$$

$$m(p\text{-ну}) = 1 \cdot 98 + 2 \cdot 18 = 134 (z)$$

$$w = \frac{m_{p.p.}}{m_{p\text{-ну}}}; \quad w(H_2SO_4) = 98/134 = 0,73$$

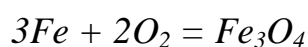
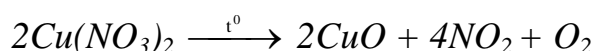
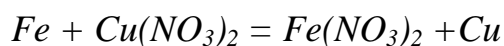
$$\underline{w(H_2SO_4) = 0,73}$$

4

Металічну пластинку речовини **А** занурили у розчин речовини **Б**. Через деякий час пластинка вкрилася червоним нальотом речовини **В**. При прожарюванні речовини **Б** утворюється бурий газ **Г**, безбарвний газ **Д**, та чорний твердий залишок **Е**. Речовина **А** може реагувати з газом **Д**, утворюючи кілька сполук, одну з яких (сполуку **Ж**) можна розглядати як сіль. Встановіть речовини **А – Ж**, напишіть рівняння відповідних реакцій. Чи єдиний варіант металу **А** і сполуки **Ж** задовольняє умові задачі?

Авторський варіант розв'язку

А – Fe, **Б** – Cu(NO₃)₂, **В** – Cu, **Г** – NO₂, **Д** – O₂, **Е** – CuO, **Ж** – Fe₃O₄, Fe(FeO₂)₂



Варіанти металу **А** і сполуки **Ж** можливі

5

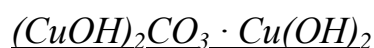
Азурит – мінерал Купруму, масові частки елементів в якому: w(Cu) = 60%; w(C) = 3,75 %; w(O) = 35%. Запропонуйте брутто та раціональну формули азуриту, уявляючи його основною сіллю. Як експериментально довести, що до складу азуриту крім названих елементів входить ще Гідроген. Складіть план дослідження. Відповідь підтвердіть записом відповідних рівнянь реакцій.

Авторський варіант розв'язку

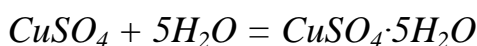
Нехай маса сполуки 100 г, тоді $m(\text{Cu}) = 60$ г, $m(\text{C}) = 3,75$ г, $m(\text{O}) = 35$ г,
 $m(\text{H}) = 1,25$ г

$$v(\text{Cu}) : v(\text{C}) : v(\text{O}) : v(\text{H}) = \frac{60}{64} : \frac{3,75}{12} : \frac{35}{16} : \frac{1,25}{1}$$

$$v(\text{Cu}) : v(\text{C}) : v(\text{O}) : v(\text{H}) = 0,9375 : 0,3125 : 2,1875 : 1,25 = 3 : 1 : 7 : 4$$



Наявність у продуктах розкладу азуриту води визначаємо за зміною забарвлення купрум(II) сульфату (білого кольору) на блакитний, характерний для купрум(II) сульфату пентагідрату.



Таким чином, до складу азуриту входить відповідно Гідроген.

6

Визначте склад суміші за масою, що містить залізо, мідь та алюміній, якщо відомо, що для хлорування деякої маси суміші потрібно 11,2 л хлору (н.у.). Та ж маса суміші реагує з 292 г 10% -ного розчину хлоридної кислоти та з 100 г 8%-ного розчину натрій гідроксиду, при цьому утворюється комплексна сполука, в якій співвідношення кількості речовини Натрію та Алюмінію становить 1:1

Авторський варіант розв'язку

1. $m(\text{NaOH}) = 100 \cdot 0,08 = 8$ (г)
2. $v(\text{NaOH}) = 8 / 40 = 0,2$ (моль)
3. $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$
 $v(\text{Al}) = v(\text{NaOH}) = 0,2$ моль; $m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 5,4$ (г)
4. $m(\text{HCl}) = 292 \cdot 0,1 = 29,2$ (г)
5. $v(\text{HCl}) = 29,2 / 36,5 = 0,8$ (моль)
6. $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$; $v'(\text{HCl}) = 0,2$ моль $\cdot 3 = 0,6$ моль
7. $v''(\text{HCl}) = 0,8 - 0,6 = 0,2$ (моль)
8. $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$; $v(\text{Fe}) = 1/2 v(\text{HCl})$; $v(\text{Fe}) = 0,1$ моль; $m(\text{Fe}) = 5,6$ г
9. $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$; $v'(\text{Cl}_2) = 1,5v(\text{Al}) = 0,3$ моль.
10. $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$; $v''(\text{Cl}_2) = 1,5 v(\text{Fe}) = 0,15$ моль
11. $\sum v(\text{Cl}_2) = 0,3$ моль + $0,15$ моль = $0,45$ моль
12. $v'''(\text{Cl}_2) = 0,5$ моль - $0,45$ моль = $0,05$ моль
13. $\text{Cu} + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2$; $v(\text{Cu}) = v(\text{Cl}_2) = 0,05$ моль; $m(\text{Cu}) = 3,2$ г
 $m(\text{Al}) = 5,4$ г; $m(\text{Fe}) = 5,6$ г; $m(\text{Cu}) = 3,2$ г

1

Через 740 г розчину з масовою часткою 1% кальцій гідроксиду пропустили 22,4 л (н.у.) газуватої суміші карбон(II) оксиду, карбон(IV) оксиду та азоту. Обчисліть масу утвореного осаду, якщо названа газова суміш має відносну густину за воднем 15,2.

Авторський варіант розв'язку

$$1) m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 740 \cdot 0,01 = 7,4 \text{ г}$$

$$2) \nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 7,4 : 74 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$3) M_{\text{сер.}} = \varphi(\text{CO}) \cdot Mr(\text{CO}) + \varphi(\text{CO}_2) \cdot Mr(\text{CO}_2) + \varphi(\text{N}_2) \cdot Mr(\text{N}_2)$$

$$M_{\text{сер.}} = 2 \cdot 15,2 = 30,4;$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = x; \quad \varphi(\text{CO} + \text{N}_2) = 1 - x; \quad Mr(\text{CO}) = Mr(\text{N}_2) = 28$$

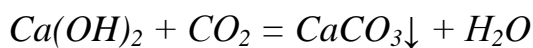
$$30,4 = x \cdot 44 + (1 - x) \cdot 28;$$

$$x = 0,15;$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = 0,15; \quad \chi(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2) = 0,15;$$

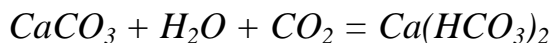
$$4) \nu(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль} \cdot 0,15 = 0,15 \text{ моль};$$

$$5) \quad \begin{array}{ccc} 0,1 \text{ моль} & 0,15 \text{ моль} & 0,1 \text{ моль} \end{array}$$



$$\Delta \nu(\text{CO}_2) = 0,15 - 0,1 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{ccc} 0,1 \text{ моль} & & 0,05 \text{ моль} \end{array}$$

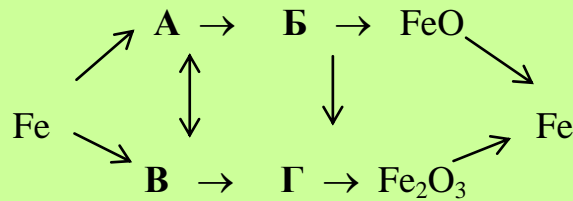


$$\Delta \nu(\text{CaCO}_3) = 0,1 - 0,05 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$6) m(\text{CaCO}_3) = 0,05 \cdot 100 = \underline{5} \text{ (г)}$$

2

Визначте речовини А, Б, В, Г та здійсніть перетворення за схемою, напишіть рівняння відповідних реакцій:



Авторський варіант розв'язку

$\text{А} - \text{FeCl}_2$; $\text{Б} - \text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{В} - \text{FeCl}_3$; $\text{Г} - \text{Fe}(\text{OH})_3$;

1) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$; $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$;

$\text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0} \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{FeO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^0} \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$;

2) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

$\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$;

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^0} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$;

3) $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$;

4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$;

$2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$;

5) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$.

3

В п'яти пробірках знаходяться розчини солей: Na_2S ; Na_2CO_3 ; K_2SiO_3 ; $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; NaCl . Використовуючи один реагент визначте вміст кожної пробірки. Складіть план дослідження, напишіть відповідні рівняння реакцій, вкажіть якісні зміни, які будуть супроводжувати ці реакції.

Авторський варіант розв'язку

1) Пронумеруємо 5 пробірок із зазначеними розчинами. З кожної візьмемо в окремі відповідно пронумеровані пробірки невелику кількість розчинів.

2) До відповідних розчинів в кожену пробірку додамо розведену сульфатну кислоту і фіксуємо якісні зміни.

- 3) 1. $Na_2S + H_2SO_4 (p.) = Na_2SO_4 + H_2S\uparrow$ (безбарвний газ з неприємним запахом).
 2. $Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$ (безбарвний газ).
 3. $K_2SiO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2SiO_3\downarrow$ (утворюється драглистий осад).
 4. $Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HNO_3$ (утворюється білий осад).
 5. $NaCl + H_2SO_4 \neq$ якісні зміни не спостерігаються.

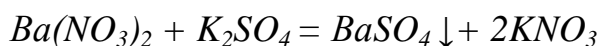
4

Яку масу барій нітрату слід додати до 100 г 8 %-ного розчину калій сульфату, щоб після повного осадження барію і відділення осаду масова частка калій нітрату в утвореному розчині становила 2,7 %.

Авторський варіант розв'язку

$$v(K_2SO_4) = \frac{100 \cdot 0,08}{174} = 0,046 \text{ (моль)}$$

Нехай додали x г $Ba(NO_3)_2$



$$m_{розч} = 100 + x - m(BaSO_4);$$

$$m_{розч} = 100 + x - \frac{x}{261} \cdot 233 = 100 + 0,107x;$$

$$m(KNO_3) = (100 + 0,107x) \cdot 0,027;$$

$$v(KNO_3) = \frac{(100 + 0,107x) \cdot 0,027}{101} \text{ (моль)}$$

$$v(Ba(NO_3)_2) = x/261$$

$$v(KNO_3) = v(Ba(NO_3)_2) \quad \frac{(100 + 0,107x) \cdot 0,027}{101} = \frac{x}{261}$$

$$x = 7,03 \text{ (г)}$$

5

Речовина А містить 24,68 % Калію та 40,51 % Оксигену. При нагріванні 31,6 г речовини А виділилось 1,68 л (н.у.) газу Г.

- 1) Встановіть формулу речовини А.
- 2) Визначте масові частки речовин в твердому залишку після нагрівання.
- 3) Наведіть не менш ніж три рівняння реакцій добування газу Г.

Авторський варіант розв'язку

Присутній ще один елемент $w(X) = 34,81\%$

$$M_{\text{реч.}} = 39 / 0,2468 = 158 \text{ (г/ моль)}$$

Це може бути $KMnO_4$ $2KMnO_4 = MnO_2 + K_2MnO_4 + O_2\uparrow$

$$v(KMnO_4) = 31,6 / 158 = 0,2 \text{ моль}; v(O_2)_{\text{теор}} = 0,1 \text{ моль};$$

$$v(O_2)_{\text{утвор}} = 1,68 / 22,4 = 0,075 \text{ (моль)}, \text{ неповний розклад.}$$

Склад твердого залишку: $v(KMnO_4) = 0,05 \text{ моль}$, $v(MnO_2) = 0,075 \text{ моль}$,

$$v(K_2MnO_4) = 0,075 \text{ моль};$$

$$m(KMnO_4) = 7,9 \text{ г}; m(MnO_2) = 6,525 \text{ г}; m(K_2MnO_4) = 14,775 \text{ г}$$

6

Природні сполуки Купруму – малахіт і азурит уявляють собою основні карбонати Купруму(II). Для встановлення формул малахіту і азуриту в шкільній лабораторії зважені зразки мінералів піддали термічному розкладу. Одержані результати занесли в таблицю:

Мінерал	Маса мінералу, г	Об'єм CO_2 , л (н.у.)	Маса твердого залишку, г
Малахіт	22,20	2,24	16
Азурит	22,14	2,87	15,36

Скориставшись отриманими експериментальними даними визначте формули мінералів.

Авторський варіант розв'язку

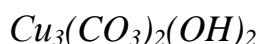
Твердий залишок CuO , по різниці мас мінералу і $CuO + CO_2$, обчислюється маса води. Обчислюється кількість речовини CuO , CO_2 , H_2O та їх співвідношення і виводиться формула.



малахіт



азурит



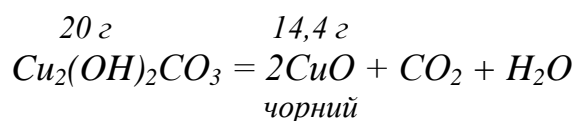
1

В результаті прожарювання зразку порошку зеленувато-блакитного кольору масою 20 г, що містився у склянці з етикеткою «малахіт», було отримано 14,4 г порошкованої речовини чорного кольору і газоваті продукти розкладу, які були пропущені через склянку з концентрованою сульфатною кислотою, при цьому маса склянки збільшилась на 1,62 г, а на виході було отримано 2 л (н.у) безбарвного газу. Встановіть склад «малахіту», напишіть його формулу та рівняння реакції, що відбулась. Запропонуйте три рівняння реакцій утворення «малахіту» в шкільній хімічній лабораторії та на предметах, виготовлених із сплавів бронзи або латуні.

Авторський варіант розв'язку

Зелено-блакитний колір мають сполуки міді. Основні карбонати легко розкладаються з утворенням CO_2 , H_2O , CuO .

Можна передбачити, що мова йде про малахіт: $Cu_2(OH)_2CO_3$,



$$v(CuO) = 14,4 / 80 = 0,18 \text{ (моль)} \quad 2$$

$$v(CO_2) = 2 / 22,4 = 0,09 \text{ (моль)} \quad 1$$

$$v(H_2O) = 1,62 / 18 = 0,09 \text{ (моль)} \quad 1$$



2

Масова частка Нітрогену в суміші, що містить амоній хлорид NH_4Cl та амоній сульфат $(NH_4)_2 SO_4$, становить 23,71%. Визначте масову частку Хлору (%) в суміші.

Авторський варіант розв'язку

I спосіб

$$1. w(E_{в суміш.}) = \frac{n \cdot Ar}{Mr} w \text{ (сполуки в суміші)}$$

$$2. \text{Всю суміш за масою приймаємо за 1. } w'(NH_4Cl) = x; w''((NH_4)_2 SO_4) = (1 - x)$$

$$3. Mr(NH_4Cl) = 53,5; Mr((NH_4)_2 SO_4) = 132$$

$$4. w'(N) = \frac{1 \cdot 14}{53,5} \cdot x ; \quad w''(N) = \frac{2 \cdot 14}{132} (1-x)$$

$$5. w'(N) + w''(N) = 0,2371$$

$$\frac{1 \cdot 14x}{53,5} + \frac{2 \cdot 14 \cdot (1-x)}{132} = 0,2371$$

$$0,2617x + 0,2121(1-x) = 0,2371$$

$$0,2617x + 0,2121 - 0,2121x = 0,2371$$

$$0,0496x = 0,025;$$

$$x = 0,5040$$

$$w(NH_4Cl \text{ в суміш.}) = 0,504$$

$$6. w(Cl \text{ в суміш.}) = \frac{1 \cdot 35,5}{53,5} \cdot 0,504$$

$$w(Cl \text{ в суміш.}) = 0,3344; \quad w\%(Cl \text{ в суміш.}) = \underline{33,44\%}$$

II спосіб

1. Візьмемо 100г суміші $m(NH_4Cl) = x$ г, $m((NH_4)_2SO_4) = (100 - x)$ г

$$2. v'(NH_4Cl) = \frac{x}{53,5} \text{ моль}; \quad v''((NH_4)_2SO_4) = \frac{100-x}{132} \text{ моль}$$

$$3. v'(N) = \frac{x}{53,5} \text{ моль}; \quad v''(N) = \frac{2(100-x)}{132} \text{ моль}$$

$$4. m(N) = 100 \cdot 0,2371 \text{ г} = 23,71 \text{ г}$$

$$5. v(N) = \frac{23,71}{14} = 1,6936$$

$$6. \frac{x}{53,5} + \frac{2(100-x)}{132} = 1,6936$$

$$0,01869x + 1,51515 - 0,015151x = 1,6936$$

$$0,003539x = 0,17845$$

$$x = 50,4;$$

$$m(NH_4Cl) = 50,4 \text{ г}$$

$$7. v(Cl) = v(NH_4Cl); \quad v(NH_4Cl) = 50,4/53,5 = 0,942 \text{ (моль)};$$

$$v(Cl) = 0,942 \text{ моль}$$

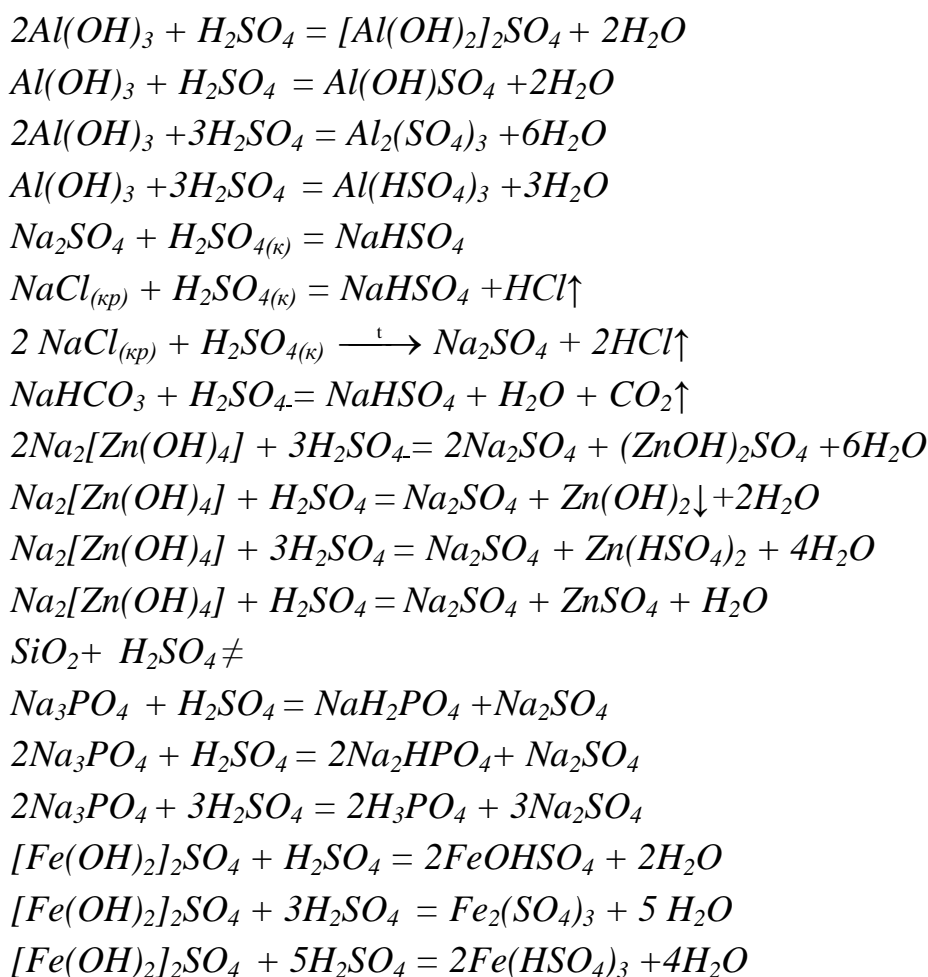
$$8. m(Cl) = 0,942 \cdot 35,5 = 33,44 \text{ (г)}$$

9. В 100 г суміші 33,44 г Хлору, отже $w\%(Cl) = \underline{33,44\%}$

3

З якими із перелічених речовин буде реагувати сульфатна кислота: $\text{Al}(\text{OH})_3$, Na_2SO_4 , NaCl , NaHCO_3 , $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, SiO_2 , Na_3PO_4 , $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$. Складіть всі можливі рівняння хімічних реакцій, зазначте, в якому стані беруться реагенти (розчин, його концентрація, чиста речовина) для проведення обраних реакцій.

Авторський варіант розв'язку

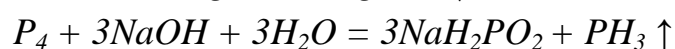
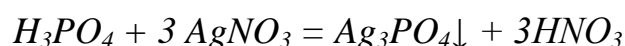
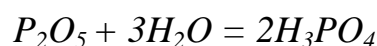
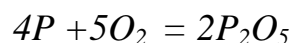


4

Прості речовини **A**, **B**, **C** мають різний колір, а речовина **C** є напівпровідником. При нагріванні **A**, **B**, **C** в кисні утворюється речовина **D**, яка має такий самий колір, як і речовина **A**. При розчиненні речовини **D** у воді утворюється речовина **E**. При додаванні до речовини **E** розчину аргентум нітрату в осад випадає речовина **G**. При взаємодії речовини **A** з розчином натрій гідроксиду утворюється газоподібна речовина **Q** та сіль одноосновної кислоти. Одним з продуктів горіння речовини **Q** є речовина **D**. Визначте речовини **A**, **B**, **C**, **D**, **Q**, **E**, **G**; зазначте їх колір. Складіть хімічні рівняння за участі зазначених речовин.

Авторський варіант розв'язку

A – білий фосфор (P_4) *B* – червоний фосфор (P)
C – чорний фосфор (P) напівпровідник
D – фосфор(V) оксид (P_2O_5) – білого кольору
E – ортофосфатна кислота (H_3PO_4), прозорі кристали
G – аргентум фосфат (Ag_3PO_4) – жовтого кольору
Q – фосфін (PH_3) – газ, безбарвний



5

Яку масу магній хлориду слід розчинити у воді для утворення насиченого при $100\text{ }^\circ\text{C}$ розчину магній хлориду, щоб при його охолодженні до $20\text{ }^\circ\text{C}$ викристалізувалося $415,7\text{ г}$ магній хлориду гексагідрату ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Розчинність при $100\text{ }^\circ\text{C}$ становить 73 г на $100\text{ г H}_2\text{O}$, а при $20\text{ }^\circ\text{C}$ – $54,5\text{ г}$ на $100\text{ г H}_2\text{O}$.

Авторський варіант розв'язку

I спосіб

1) В $MgCl_2 \cdot 6H_2O$:

$$Mr(MgCl_2) = 95; \quad Mr(MgCl_2 \cdot 6H_2O) = 203;$$

$$w(MgCl_2) = \frac{1 \cdot 95}{203} = 0,468; \quad w(H_2O) = \frac{6 \cdot 18}{203} = 0,532.$$

2) Позначимо $m(MgCl_2)$ в насиченому при $100\text{ }^\circ\text{C}$ розчині – $x\text{ г}$.

3) Визначимо $m(H_2O)$ в цьому розчині.

При $100\text{ }^\circ\text{C}$ 73 г MgCl_2 розчиняються в $100\text{ г H}_2\text{O}$

$x\text{ г MgCl}_2$ розчиняються в $y\text{ г H}_2\text{O}$

$$y = (100 \cdot x) : 73 = 1,370 x; \quad m(H_2O) = 1,370 \cdot x$$

4) При $20\text{ }^\circ\text{C}$ магній хлорид викристалізовується у вигляді $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

В $415,7\text{ г MgCl}_2 \cdot 6H_2O$ вміст $MgCl_2$ становить:

$$m(MgCl_2) = 415,7 \cdot 0,468 = 194,548\text{ г};$$

Вміст H_2O : $m(H_2O) = 415,7 \cdot 0,532 = 221,152\text{ г}$.

5) Після кристалізації 415,7г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ при 20 °С в розчині буде:
($x - 194,548$)г $MgCl_2$ і ($1,370x - 221,152$) г H_2O .

6) При 20 °С:

$$\begin{aligned} 54,5 \text{ г } MgCl_2 \text{ розчиняються в } 100 \text{ г } H_2O \\ (x - 194,548) \text{ г } MgCl_2 \text{ розчиняється в } (1,370x - 221,152) \text{ г } H_2O \\ 54,5 \cdot (1,370x - 221,152) = 100 \cdot (x - 194,548); \\ 74,665x - 12052,784 = 100x - 19454,8; \\ 7402,016 = 25,335x; \\ x = 292,166; \quad m \approx \underline{292 \text{ г}} \end{aligned}$$

Отже, необхідно розчинити 292 г $MgCl_2$ у воді для утворення насиченого розчину при 100 °С.

II спосіб

1) $Mr(MgCl_2) = 95$; $Mr(MgCl_2 \cdot 6H_2O) = 203$;
 $w(MgCl_2) = 0,468$; $w(H_2O) = 0,532$.

2) Якщо взяти 73 г $MgCl_2$ при 100 °С і охолодити до 20 °С, то
 $m(MgCl_2 \cdot 6H_2O)$ крист. – x (г); $m(MgCl_2 \text{ в крист.}) = 0,468 \cdot x$ (г);
 $m(H_2O \text{ в крист.}) = 0,532x$ (г)

3) При 100 °С 73 г $MgCl_2$ розчиняється в 100 г H_2O .

4) При 20 °С 54,5 г $MgCl_2$ розчиняється в 100 г H_2O .
При 20 °С ($73 - 0,468x$) г $MgCl_2$ розчиняється в ($100 - 0,532x$) г H_2O .
 $(100 - 0,532x) \cdot 54,5 = 100 \cdot (73 - 0,468x)$;
 $5450 - 29x = 7300 - 46,8x$
 $17,8x = 1850$
 $x = 103,933$ (г)

5) Якщо при 100 °С в насиченому розчині
73 г $MgCl_2$ викристалізовується 103,933 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$
 x г $MgCl_2$ викристалізовується 415,7 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

$$x = \frac{73 \cdot 415,7}{103,933} = 292 \quad m = \underline{292 \text{ г}}$$

6

Суміш водню, карбон(II) оксиду, азоту та карбон(IV) оксиду з відносною густиною за неонем 1,275 пропущена крізь трубку з нагрітим купрум(II) оксидом. Внаслідок цього об'єм суміші зменшився на 25%. Ця газова суміш була пропущена через надлишок розчину калій гідроксиду. В цьому випадку зменшення об'єму склало 60%. Обчислити мольні частки газів у вихідній суміші.

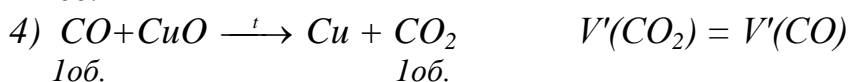
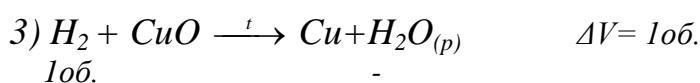
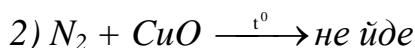
Авторський варіант розв'язку

1 спосіб

$$1. D_{Ne} = \frac{Mr_{ср.}(газів)}{Mr(Ne)}; \quad Mr(газів) = D(Ne) \cdot Mr(Ne);$$

$$Mr_{ср.}(газів) = 1,275 \cdot 20 = 25,5$$

2. Візьмемо 1 моль суміші газів, % χ (комп.) = % φ (комп.)

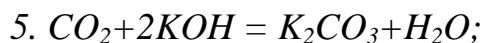


$$\Delta V\% = 25\% \varphi(H_2) = \chi(H_2) = 0,25;$$

$$v(H_2) = 1 \text{ моль} \cdot 0,25 = 0,25 \text{ моль}$$

$$\underline{v(H_2) = 0,25 \text{ моль}}$$

$$4. \sum v(CO_2) + v(N_2) = 1 \text{ моль} - 0,25 \text{ моль} = 0,75 \text{ моль}$$



$$\Delta V''(\%) = 60\%; \quad V'(\%) (N_2) = 40\%;$$

$$\chi'(\%) (N_2) = 40\%; \quad \chi'(N_2) = 0,4$$

$$v(N_2) = 0,75 \text{ моль} \cdot 0,4 = 0,3 \text{ моль}; \quad \chi(N_2) = 0,3;$$

6. $Mr_{ср} = \varphi_1 \cdot Mr_1 + \varphi_2 \cdot Mr_2 + \varphi_3 \cdot Mr_3 + \varphi_4 \cdot Mr_4$

$$M_{ср} = \chi_1 \cdot M_1 + \chi_2 \cdot M_2 + \chi_3 \cdot M_3 + \chi_4 \cdot M_4$$

$$\chi(H_2) = 0,25; \quad \chi(N_2) = 0,3; \quad \chi(CO_2) = x; \quad \chi(CO) = (1 - 0,25 - 0,3 - x) = 0,45 - x$$

$$25,5 = 0,25 \cdot 2 + 0,3 \cdot 28 + x \cdot 44 + (0,45 - x) \cdot 28$$

$$25,5 = 0,5 + 8,4 + 44x + 12,6 - 28x$$

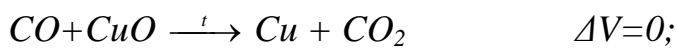
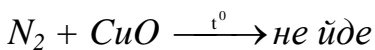
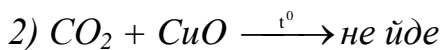
$$x = 0,25;$$

$$\chi(\text{CO}_2) = 0,25; \quad \chi(\text{CO}) = 0,45 - 0,25 = 0,2$$

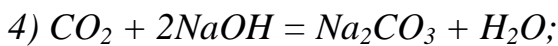
$$\nu(\text{H}_2) : \nu(\text{CO}) : \nu(\text{N}_2) : \nu(\text{CO}_2) = \chi(\text{H}_2) : \chi(\text{CO}) : \chi(\text{N}_2) : \chi(\text{CO}_2) = 0,25 : 0,2 : 0,3 : 0,25 = \underline{5:4:6:5}$$

II спосіб

$$1) M_{\text{сеп}} = \varphi(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) + \varphi(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + \varphi(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) + \varphi(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)$$



$$3) \sum \varphi(\text{CO}_2) + \varphi(\text{N}_2) = 1 - 0,25 = 0,75$$



$$\Delta V''(\%) = 60\%; \quad \sum \varphi(\text{CO}_2) = 0,75 \cdot 0,6 = 0,45; \quad \varphi(\text{N}_2) = 0,75 - 0,45 = 0,3$$

$$5) \varphi(\text{CO}_2) = x; \quad \varphi(\text{CO}) = 1 - 0,25 - 0,3 - x = 0,45 - x;$$

$$6) 25,5 = 0,25 \cdot 2 + (0,45 - x) \cdot 28 + 0,3 \cdot 28 + x \cdot 44$$

$$x = 0,25 \quad \varphi(\text{CO}_2) = 0,25; \quad \varphi(\text{CO}) = 0,45 - 0,25 = 0,2$$

$$7) \nu(\text{H}_2) : \nu(\text{CO}) : \nu(\text{N}_2) : \nu(\text{CO}_2) = \varphi(\text{H}_2) : \varphi(\text{CO}) : \varphi(\text{N}_2) : \varphi(\text{CO}_2) = 0,25 : 0,2 : 0,3 : 0,25 = \underline{5:4:6:5}$$

1

В 11,2 л (н. у.) суміші газів карбон(IV) оксиду, азоту, сульфур(IV) оксиду маса елемента Оксигену становить 6,4 г. Визначте масу та об'ємну частку азоту в суміші газів.

Авторський варіант розв'язку

$$1) \nu (\text{суміші}) = 11,2 / 22,4 = 0,5 (\text{моль})$$

$$\nu (O) = 6,4 / 16 = 0,4 (\text{моль})$$

$$\nu (O) = 2\nu (CO_2 + SO_2) \quad \nu (CO_2 + SO_2) = 0,4 / 2 = 0,2 (\text{моль})$$

$$\nu (N_2) = 0,5 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль}$$

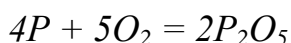
$$m(N_2) = 0,3 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = \underline{8,4 \text{ г}}$$

$$\varphi (N_2) = \chi (N_2) = \frac{0,3 \text{ моль}}{0,5 \text{ моль}} = 0,6 \cdot 100\% = 60\%$$

2

Визначте сіль та її масову частку в розчині, що утвориться в результаті взаємодії 250 мл розчину натрій гідроксиду (густина розчину 1,28 г/мл, масова частка розчиненої речовини 0,025) та фосфор(V) оксиду, який одержаний при спалюванні 0,2 моль фосфору.

Авторський варіант розв'язку



$$\nu (P) = 2\nu (P_2O_5) \quad \nu (P_2O_5) = 0,2 \text{ моль} / 2 = 0,1 \text{ моль}$$

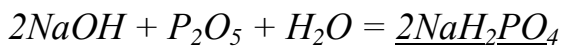
$$m(\text{розчину}) = 250 \text{ мл} \cdot 1,28 \text{ г/мл} = 320 \text{ г};$$

$$m_{p.p} (NaOH) = 320 \text{ г} \cdot 0,025 = 8 \text{ г}$$

$$\nu (NaOH) = 8 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu (NaOH) : \nu (P_2O_5) = 0,2 \text{ моль} : 0,1 \text{ моль} = 2 : 1$$

Відповідно реакція протікає за рівнянням:



$$\nu (NaH_2PO_4) = 0,2 \text{ моль}; \quad m (NaH_2PO_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 24 \text{ г}$$

$$m_2 (\text{розчину}) = m_1 (\text{розчину}) + m (P_2O_5)$$

$$m_2 (\text{розчину}) = 320 \text{ г} + 0,1 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 334,2 \text{ г}$$

$$w (NaH_2PO_4) = 24 \text{ г} / 334,2 \text{ г} = \underline{0,072}$$

3

Відома група сполук, об'єднаних тривіальною назвою «СОДА». В таблиці наведено дані про вміст (в масових відсотках) елементів Натрію та Оксигену в різних «СОДАХ», назви яких також тривіальні.

«Сода», вміст елементів в масових відсотках				
Елемент	«Питна»	«Пральна»	«Кальцинована»	«Каустична»
Na	27,38	16,08	43,40	57,50
O	57,14	72,73	45,28	40,00

- 1) З чим пов'язана загальна назва цієї групи сполук – «Сода»?
- 2) Визначте формули сполук, що відповідають згаданим тривіальним назвам. Зауважте, що, крім вказаних у таблиці елементів, «питна», «пральна» та «каустична» соди містять також найпоширеніший у галактиці елемент, а «питна», «пральна» і «кальцинована» – елемент, за яким визначають вік археологічних знахідок.
- 3) Запишіть два рівняння перетворення питної соди на кальциновану.

Авторський варіант розв'язку

1) *Sodium* (Содіум) – старовинна латинська назва Натрію, а Натрій входить до складу кожного з зазначених речовин.

Елемент галактики H – Гідроген;

Елемент, за яким визначають вік археологічних знахідок – Карбон.

2) «Питна», «пральна», «каустична» містять Na, O, H.

«Питна» Na, O, H, C.

$$n(\text{Na}) : n(\text{O}) = \frac{w(\text{Na}) \cdot Mr}{Ar(\text{Na})} : \frac{w(\text{O}) \cdot Mr}{Ar(\text{O})} = \frac{w(\text{Na})}{Ar(\text{Na})} : \frac{w(\text{O})}{Ar(\text{O})};$$

$$n(\text{Na}) : n(\text{O}) = \frac{0,2738}{23} : \frac{0,5714}{16} = 1:3;$$

$$w(\text{E}) = \frac{n \cdot Ar}{Mr}; Mr = \frac{n \cdot Ar}{w(\text{E})}; n(\text{Na}) = 1; Mr = \frac{23}{0,2738} = 84;$$

$$Mr(\text{NaO}_3) = 71; Mr(\text{HC}) = 84 - 71 = 13; Ar(\text{H}) = 1; Ar(\text{C}) = 13 - 1 = 12;$$

$$n(\text{H}) = 1; n(\text{C}) = 1.$$



«Пральна» Na, O, H, C.

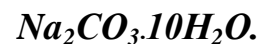
$$n(\text{Na}) : n(\text{O}) = \frac{0,1608}{23} : \frac{0,7273}{16} = 2:13;$$

$$Mr = \frac{2 \cdot 23}{0,1608} = 286;$$

$$Mr(\text{Na}_2\text{O}_{13}) = 2 \cdot 23 + 13 \cdot 16 = 254; Mr(\text{HC}) = 286 - 254 = 32;$$

$$n(\text{C}) = 1; n \cdot Ar(\text{H}) = 32 - 12 = 20; n(\text{H}) = 20;$$

$$\text{Na}_2\text{CH}_{20}\text{O}_{13}; n(\text{H}_2\text{O}) = 10$$



«Каустична» Na, O, H.

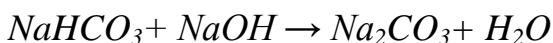
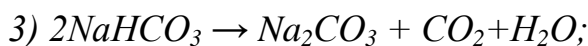
$$w(\text{H}) = 1 - 0,5750 - 0,4 = 0,025;$$

$$n(\text{Na}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) = \frac{0,5750}{23} : \frac{0,4}{16} : \frac{0,025}{1} = 0,025 : 0,025 : 0,025 = 1:1:1 \quad \text{NaOH}.$$

«Кальцинована» Na, O, C.

$$w(\text{C}) = 1 - 0,4340 - 0,4528 = 0,1132$$

$$n(\text{Na}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = \frac{0,4340}{23} : \frac{0,1132}{12} : \frac{0,4528}{13} = 0,189 : 0,0094 : 0,283 = 2:1:3 \quad \text{Na}_2\text{CO}_3$$



4

Спеціальну посудину по черзі заповнювали газами і зважували за однакових умов. Маса її з воднем, киснем та сумішшю газів водню, кисню та вуглекислого газу становила 1045,40 г, 1051,40 г та 1049,24 г відповідно. При кімнатній температурі суміш газів, якою заповнювали посудину втретє, підірвали. В результаті реакції та приведенні газів до початкових умов тиск у посудині зменшився на 15 %, а внесена у посудину жеврюча скіпка гасла. Визначте об'ємні частки водню, кисню та вуглекислого газу у вихідній суміші.

Авторський варіант розв'язку

Нехай маса посудини x г.

$$m(\text{H}_2) = (1045,4 - x) \text{ г};$$

$$m(\text{O}_2) = (1051,4 - x) \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{1045,4 - x}{2};$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{1051,4 - x}{32}$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{O}_2) = V(\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{CO}_2);$$

$$v(\text{H}_2) = v(\text{O}_2) = v(\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{CO}_2);$$

$$\frac{1045,4 - x}{2} = \frac{1051,4 - x}{32};$$

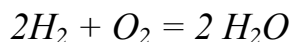
$$x = 1045,00 \text{ (г)} - \text{ маса посудини.}$$

$$m(H_2) = 1045,4 - 1045,00 = 0,4 \text{ (г)}; \nu(H_2) = \frac{0,4\text{г}}{2\text{г/моль}} = 0,2\text{моль}$$

$$\nu(H_2 + O_2 + CO_2) = 0,2 \text{ моль.} \quad m(H_2 + O_2 + CO_2) = 1049,24 - 1045,0 = 4,24 \text{ г;}$$

$$M(H_2 + O_2 + CO_2) = \frac{4,24\text{г}}{0,2\text{моль}} = 21,2\text{г/моль}$$

$$\Delta p = 0,2 \text{ моль} \cdot 0,15 = 0,03 \text{ моль;}$$



$$2 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad - \quad \Delta V = 3$$

$$1 \text{ моль } O_2 \text{ відповідає } \Delta V = 3$$

$$x \text{ моль відповідає } \Delta V = 0,03 \quad x = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(O_2) = 0,01\text{моль}; \quad \chi(O_2) = \frac{0,01\text{моль}}{0,2\text{моль}} = 0,05;$$

$$\chi_1 \cdot M_1 + \chi_2 \cdot M_2 + \chi_3 \cdot M_3 = M_{\text{сеп.}}$$

$$\chi(H_2) = x; \quad \chi(O_2) = 0,05; \quad \chi(CO_2) = (0,95 - x)$$

$$x \cdot 2 + 0,05 \cdot 32 + (0,95 - x) \cdot 44 = 21,2;$$

$$x = 0,53;$$

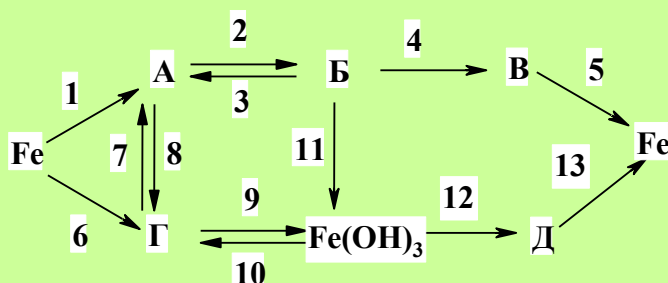
$$\chi(H_2) = 0,53; \quad \chi(CO_2) = 0,95 - 0,53 = 0,42;$$

$$\varphi = \chi$$

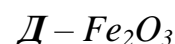
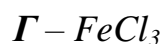
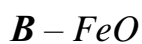
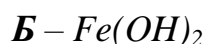
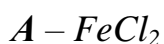
$$\varphi(H_2) = \underline{0,53}; \quad \varphi(O_2) = \underline{0,05}; \quad \varphi(CO_2) = \underline{0,42}.$$

5

Установіть всі невідомі речовини (А, Б, В, Г, Д), що беруть участь у перетвореннях, та напишіть відповідні рівняння реакцій, зазначте умови їх перебігу.



Авторський варіант розв'язку



- 1) $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$
- 2) $FeCl_2 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + NaCl$
- 3) $Fe(OH)_2 + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2O$
- 4) $Fe(OH)_2 \xrightarrow{t^0} FeO + H_2O$
- 5) $FeO + H_2 \xrightarrow{t^0} Fe + H_2O$
- 6) $2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$
- 7) $2FeCl_3 + Cu \rightarrow 2FeCl_2 + CuCl_2$
- 8) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$
- 9) $FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$
- 10) $Fe(OH)_3 + 3HCl \rightarrow FeCl_3 + 3H_2O$
- 11) $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3$
- 12) $2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^0} Fe_2O_3 + H_2O$
- 13) $Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{t^0} 2Fe + 3H_2O$

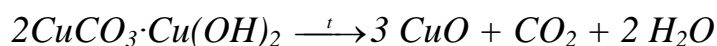
6

Як експериментально довести, що до складу азуриту, формула якого $Cu_3C_2H_2O_8$ або $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, входять елементи Купрум, Карбон, Гідроген. Відповідь супроводжуйте рівняннями реакцій, описом спостережень явищ.

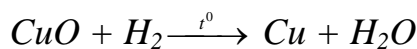
Авторський варіант розв'язку

1) При нагріванні азуриту утворюється три оксиди:

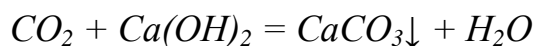
CuO – чорного кольору, CO_2 – безбарвний та без запаху газ та вода.



2) При пропусканні водню над нагрітим купрум(II) оксидом утворюється мідь червоного кольору. До складу азуриту входить Cu .

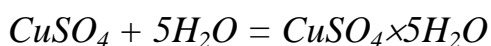


3) Утворений газ пропускаємо через розчин вапняної води, в результаті утворюється осад білого кольору. Це якісна реакція на CO_2 .



До складу азуриту входить Карбон.

4) Наявність у продуктах розкладу азуриту води визначаємо за зміною забарвлення купрум(II) сульфату (білого кольору) на блакитний, характерний для купрум(II) сульфату пентагідрату.

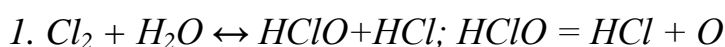


Таким чином, до складу азуриту входить відповідно Гідроген.

1

Які хімічні та фізико-хімічні процеси відбуваються при розчиненні у воді *газів*: хлору, хлороводню, амоніаку, сульфур(IV) оксиду, нітроген(IV) оксиду; *твердих речовин*: літій оксиду, кальцій гідриду, хром(VI) оксиду, фосфор(III) оксиду, натрій карбонату. Відповідь супроводжуйте відповідними схемами та рівняннями хімічних реакцій.

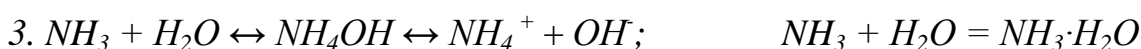
Авторський варіант розв'язку



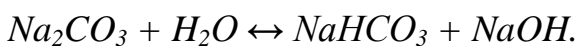
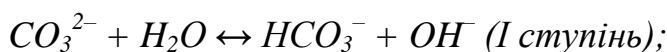
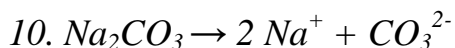
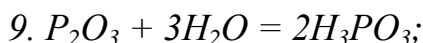
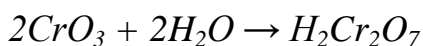
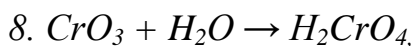
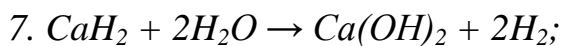
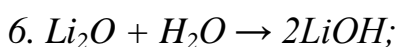
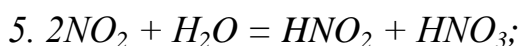
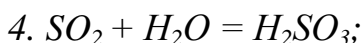
При розчиненні хлору відбувається оборотна реакція диспропорціювання із утворенням гіпохлоритної та хлоридної кислот:



При 0 °С в одному об'ємі води розчиняється близько 500 об'ємів хлороводню. Водний розчин хлороводню називається хлоридною, або хлороводневою, або соляною кислотою.



Амоніак добре розчиняється у воді: при 20 °С один об'єм води розчиняє близько 750 об'ємів аміаку. Висока розчинність аміаку у воді пояснюється утворенням водневого зв'язку між молекулами NH_3 і H_2O , водні розчини аміаку мають слабколужну реакцію.



Внаслідок гідролізу розчин Na_2CO_3 має лужне середовище.

2

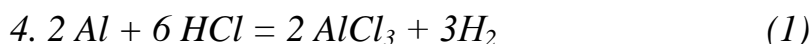
На шальках терезів врівноважені дві склянки, у кожній з яких міститься по 0,05 л розчину гідроген хлориду, густина якого 1,035 г/мл і масова частка гідроген хлориду становить 7,16%. В одну склянку занурили алюмінієву пластинку масою 1,512 г, а в другу – залізну пластинку такої ж маси. Чи зміниться положення шальок терезів після завершення реакції? Якщо так, то як саме? Відповідь підтвердити рівняннями реакцій та відповідними розрахунками.

Авторський варіант розв'язку

$$1. \nu(\text{HCl}) = \frac{50 \cdot 1,035 \cdot 0,0716}{36,5} = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$2. \nu(\text{Al}) = 0,056 \text{ (моль)}$$

$$3. \nu(\text{Fe}) = 0,027 \text{ (моль)}$$



Al в надлишку. $\nu'(H_2) = 1/2 \nu(\text{HCl}) = 1/2 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ (моль)}$;



HCl в надлишку. $\nu''(H_2) = \nu(\text{Fe}) = 0,027 \text{ моль}$;

$$6. \nu'(H_2) > \nu''(H_2)$$

Переважить шалька із залізною пластинкою.

3

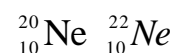
Хімічний елемент складається з двох нуклідів, що знаходяться у співвідношенні кількості атомів 9:1. Ядро першого нукліду містить 10 нейтронів і 10 протонів. В ядрі іншого нукліду нейтронів на 2 більше. Обчисліть відносну атомну масу хімічного елемента.

Авторський варіант розв'язку

$$Ar_{\text{сер.}} = \chi_1 \cdot Ar_1 + \chi_2 \cdot Ar_2$$

$$\chi({}_{10}^{20}\text{E}) = \frac{9}{10} = 0,9;$$

$$\chi({}_{10}^{22}\text{E}) = \frac{1}{10} = 0,1$$



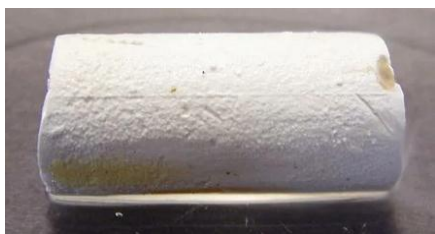
$$Ar_{\text{сер.}}(\text{E}) = 0,9 \cdot 20 + 0,1 \cdot 22 = 20,2.$$

4

Прості речовини **A**, **B** мають різний колір. При згорянні у повітрі речовин **A** та **B** утворюється речовина **C**, яка має такий самий колір, як і речовина **A**. При розчиненні речовини **C** у воді утворюється речовина **D**. При додаванні до розчину речовини **D** розчину аргентум нітрату в осад випадає речовина **E**. При взаємодії речовини **A** з концентрованим розчином натрій гідроксиду на холоді утворюється газоподібна речовина **Q** та сіль одноосновної кислоти (масові частки елементів в цій кислоті складають: $w(H) = 4,55\%$, $w(O) = 48,48\%$, $w(El) = 46,97\%$). Визначте речовини **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **Q**; зазначте колір речовин **A**, **B**, **E**. Складіть хімічні рівняння за участі зазначених речовин. Зобразити структурну формулу невідомої кислоти.

Авторський варіант розв'язку

1. **A** – білий фосфор (P_4)
2. **B** – червоний фосфор (P)
3. **C** – фосфор(V) оксид, P_2O_5 , білого кольору;
4. **D** – ортофосфорна кислота, H_3PO_4 , прозорі кристали;
5. **E** – аргентум фосфат, Ag_3PO_4 , жовтого кольору;
6. **Q** – фосфін, PH_3 , газ, безбарвний.



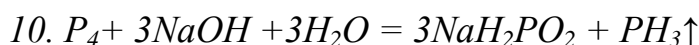
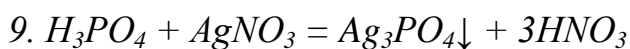
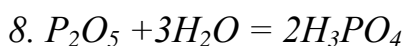
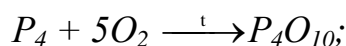
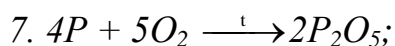
білий фосфор



червоний фосфор



аргентум фосфат



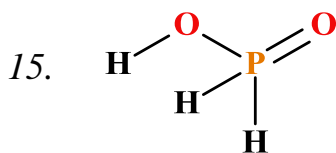
$$11. \nu(H) : \nu(El) : \nu(O) = \frac{4,55}{1} : \frac{46,97}{Ar(El)} : \frac{48,48}{16} = 4,55 : \frac{46,97}{Ar(El)} : 3,03;$$

$$\nu(H) : \nu(O) = 3 : 2; \quad H_3El_xO_2$$

12. Приймаємо, що атомний фактор дорівнює 1. Обчислюємо $Ar(El)$.

$$13. \omega(El) = \frac{\nu \cdot Ar(El)}{M(сполуки)}; \quad 0,4697 = \frac{x \cdot Ar(El)}{35 + x \cdot Ar(El)}$$

14. $Ar(\text{Ел}) = 30,95/x$, при $x=1$, $Ar(\text{Ел}) \approx 31$, Ел- P.



H_3PO_2 , $\text{H}[\text{H}_2\text{PO}_2]$, гіпофосфітна кислота.

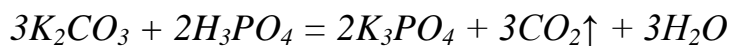
5

В чотирьох пронумерованих пробірках (№1, №2, №3 та №4) знаходяться водні розчини неорганічних сполук: калій карбонату, калій ортофосфату, калій нітрату, ортофосфатної кислоти. Визначте вміст пробірок, якщо відомо, що:

- 1) при змішуванні розчинів із пробірок №1 і №4 виділяється газ;
- 2) між речовинами в розчинах із пробірок №2 і №4 можлива хімічна реакція;
- 3) речовина із пробірки №3 із жодною речовиною з трьох інших пробірок не реагує. Відповідь аргументуйте відповідними хімічними рівняннями.

Авторський варіант розв'язку

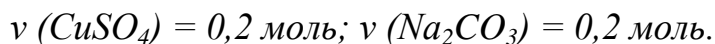
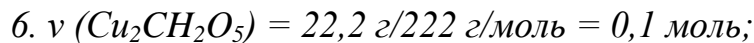
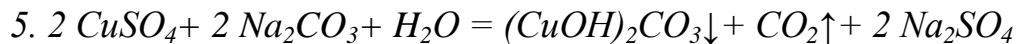
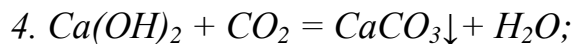
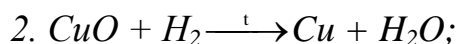
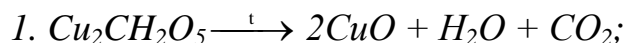
№1 – K_2CO_3 ; №2 – K_3PO_4 ; №3 – KNO_3 ; №4 – H_3PO_4



6

Як експериментально довести, що до складу малахіту ($\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$) входять Купрум, Карбон і Гідроген. Складіть план дослідження. Запропонуйте реакцію одержання малахіту, використовуючи розчин солі Купруму та розчин натрій карбонату. Які кількості речовини солей необхідні для добування 22,2 г малахіту?

Авторський варіант розв'язку



1

Один зразок заліза прореагував з розчином сульфатної кислоти, а інший зразок заліза такої ж маси – з хлором. Виявилося, що маса хлору, що вступила в реакцію, більше маси сульфатної кислоти на 1,7 г. Обчисліть масу заліза.

Авторський варіант розв'язання

1. $\nu(\text{Fe}) = x$ моль
2. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{p}) = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow \quad \nu(\text{Fe}) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = x$ моль
3. $2\text{Fe} + \text{Cl}_2 = \text{FeCl}_3 \quad \nu(\text{Cl}_2) = \frac{3}{2} \nu(\text{Fe}) = 1,5x$ моль
4. $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ г/моль $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98x$ г
5. $M(\text{Cl}_2) = 71$ г/моль $m(\text{Cl}_2) = 1,5x \cdot 71 = 106,5x$ г
6. $m(\text{Cl}_2) - m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,7$
 $106,5x - 98x = 1,7$
 $8,5x = 1,7$
 $x = 0,2$ моль
7. $m(\text{Fe}) = 0,2$ моль $\cdot 56$ г/моль = 11,2 г

2

Три хімічні елементи **A**, **B**, **B** знаходяться в одному й тому ж періоді періодичної системи, що й елемент, найбільш поширений у земній корі. Вища валентність елемента **A** в сполуці з Оксигеном така ж, як і в сполуці з Гідрогеном. В атомі цього елемента за певних умов може бути однакова кількість *s*- і *p*-електронів. Хімічний елемент **B** є металом, а хімічний елемент **B** – неметалом. Хімічні елементи **B** і **B** утворюють з Оксигеном сполуки **B₂O** і **B₂O** відповідно. Речовини, до складу яких входять елементи **B** і **B**, енергійно реагують за звичайних умов. Які елементи позначені **A**, **B**, **B**. Складіть рівняння реакцій за участі простих речовин, утворених елементами **A**, **B**, **B**.

Авторський варіант розв'язання

1. Вища валентність елемента **A** в сполуках з Оксигеном і Гідрогеном 4; кількість *s*- і *p*-електронів в атомі Карбону (збуджений стан атома) однакова: 3 *s* і 3 *p* електрони. Елемент **A** – Карбон.
 2. **B** – Li (утворює оксид Li_2O)
 3. **B** – F (утворює сполуку F_2O оксиген дифторид)
 4. $2\text{Li} + \text{F}_2 = 2\text{LiF}; \quad \text{C} + 2\text{F}_2 = \text{CF}_4 \quad 2\text{Li} + \text{C} \xrightarrow{\text{e}^-} \text{Li}_2\text{C}_2$
- Відповідь: **A** – C; **B** – Li; **B** – F

3

Змішали 100 мл суміші карбон(II) оксиду і карбон(IV) оксиду з 400 мл повітря. Після спалювання карбон(II) оксиду вміст азоту в утвореній суміші збільшився на 3,36%. Визначте мольні частки карбон(II) оксиду і карбон(IV) оксиду у початковій суміші.

Авторський варіант розв'язання

1. $V(N_2) = 400 \text{ мл} \cdot 0,79 = 316 \text{ мл}$

2. $V(\text{суміші}) = 100 \text{ мл} + 400 \text{ мл} = 500 \text{ мл}$

3. $\varphi(N_2) = \frac{316 \text{ мл}}{500 \text{ мл}} = 0,632$

4. $\varphi'(N_2) = 0,623 + 0,0336 = 0,6656$

5. $V'(\text{суміші}) = \frac{316 \text{ мл}}{0,6656} = 475, \text{мл}$

6. $\Delta V = 500 \text{ мл} - 475 \text{ мл} = 25 \text{ мл}$

7. $2 \text{ CO} + \text{O}_2 = 2 \text{ CO}_2$ зменшення об'єму утвореної суміші за рахунок O_2 , тоді

$V(\text{CO}) = 2 V(\text{O}_2) = 2 \cdot 25 \text{ мл} = 50 \text{ мл}.$

8. $V(\text{CO}_2) = 100 \text{ мл} - 50 \text{ мл} = 50 \text{ мл}.$

9. Об'єми газів однакові $\varphi(\text{CO}) = 0,5$; $\varphi(\text{CO}_2) = 0,5$; $\chi = \varphi$

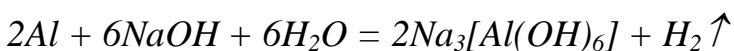
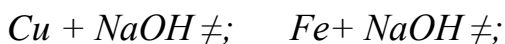
$\chi(\text{CO}) = 0,5$; $\chi(\text{CO}_2) = 0,5.$

4

Дана суміш трьох металів: міді, заліза, алюмінію. Запропонуйте способи розділення цієї суміші, виділивши зазначені метали у вигляді солей. Відповідь супроводжуйте рівняннями реакцій.

Авторський варіант розв'язання

1. Додати розчин NaOH :

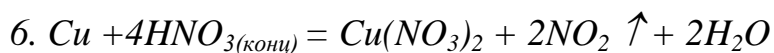


2. Фільтрування розчину (на фільтрі залишиться Cu і Fe)

3. При нагрівання розчину (фільтрату) $2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_3\text{AlO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

4. На Cu і Fe діємо HCl : $\text{Cu} + \text{HCl} \neq; \quad \text{Fe} + \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

5. Утворений розчин солі фільтруємо, на фільтрі залишається Cu .



5

Після втрати кристалогідратом $MnCl_2 \cdot xH_2O$ 7% маси в результаті нагрівання масова частка Хлору в речовині склала 38,6%. Розрахуйте кількість молекул води у формулі вихідного кристалогідрату.

Авторський варіант розв'язання

$$1. m(MnCl_2 \cdot x H_2O) = 100 \text{ г}$$

$$2. m(MnCl_2 \cdot a H_2O) = 100 \text{ г} - 7 \text{ г} = 93 \text{ г}$$

$$3. m(Cl) = 93 \text{ г} \cdot 0,386 = 35,9 \text{ г.}$$

Хлор у сполуці при нагріванні залишився тієї ж маси 35,9 г

$$4. \text{ в } 100 \text{ г сполуки } 35,9 \text{ г Cl; } w(Cl) = 0,359$$

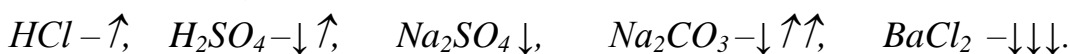
$$5. w = \frac{2 \cdot 35,5}{55 + 2 \cdot 35,5 + 18x}; \quad 45,234 + 6,462 x = 71; \quad x=4 \quad MnCl_2 \cdot 4H_2O$$

6

В п'яти пробірках без надписів містяться розчини гідроген хлориду, сульфатної кислоти, натрій карбонату, натрій сульфату та барій хлориду. Як, не використовуючи інші реактиви, розпізнати ці речовини. Складіть рівняння відповідних реакцій.

Авторський варіант розв'язання

Проводимо мисленнєвий експеримент, складаючи таблицю для з'ясування результатів попарної взаємодії реагентів (утворення осаду, виділення газу, без зовнішніх ознак)



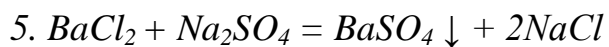
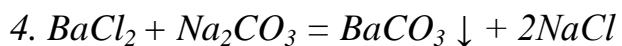
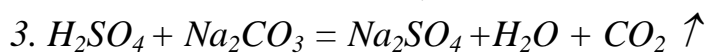
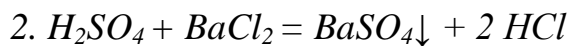
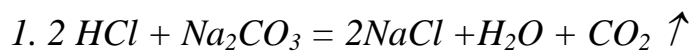
Проведення дослідження:

1) з попередньо пронумерованих пробірок (з розчинами) в 5 відповідно пронумерованих пробірок додають розчини

2) спочатку розчин з пробірки №1 додають в пробірки №2-5, фіксують результати дослідів

3) потім аналогічно досліджують речовини 2, 3, 4, 5 по відношенню до решти 5 розчинів в пронумерованих пробірках, результати фіксують

4) результати експерименту спів ставляють з прогнозованими результатами мисленнєвого експерименту (таблиця взаємодії речовин)



Відповідь: при дії на розчини:

HCl – виділяється газ (CO₂);

H₂SO₄ – утворюється осад (BaSO₄), виділяється газ (CO₂);

Na₂CO₃ – утворюється 1 осад (BaCO₃), виділяється 2 газу (CO₂);

BaCl₂ – утворюється 3 осади (2 осади BaSO₄, 1 осад BaCO₃)

РОЗДІЛ 3

ЗАВДАННЯ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ ДЛЯ 9 КЛАСУ (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА АВТОРСЬКІ РОЗВ'ЯЗКИ

2010/2011 навчальний рік

1

Найпоширеніший серед металів хімічний елемент X утворює сполуку А, що входить до складу більш 250 мінералів, з яких здебільшого складається земна кора. Природний мінерал елемента X, з якого можна одержати сполуку А, відомий людині з античних часів під назвою «галун». Метал X дуже тривалий час був дорожче за золото та срібло, з нього виготовляли царський посуд, ювелірні прикраси, та предмети нагороди хіміків за вагомі внески в розвиток науки.

- 1) Визначте елемент X, якщо для сплавлення з 1 моль його сполуки А витрачається 80 г натрій гідроксиду, а в утвореному продукті масова частка елемента X дорівнює 0,330.
- 2) Напишіть рівняння реакції сполуки А з розчином натрій гідроксиду.
- 3) Чим можна пояснити, що метал X вважали коштовним?

Авторський варіант розв'язку

$X - Al$

1) А – Al_2O_3 «галун» – $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$ $\nu(Al_2O_3) = 1$ моль $\nu(NaOH) = 2$ моль

$w(Al) в NaAlO_2 = 27/82 = 0,33$

2) $Al_2O_3 + 6NaOH + 3H_2O = 2Na_3[Al(OH)_6]$

або

$Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4]$

3) інертністю, неможливістю отримати

2

Суміш нітроген (IV) оксиду та карбон (II) оксиду масою 8,0 г за н.у. займає об'єм 5,6 л. Розрахуйте:

- об'ємні та масові частки газів у суміші;
- кількість атомів кожного елемента у суміші;
- маси речовин, які утворюються при пропусканні даної газової суміші крізь воду, якщо розчинення відбулося повністю.

Авторський варіант розв'язку

Молярна маса суміші газів $M = m \cdot V_m / V = (8 \cdot 22,4) / 5,6 = 32$ (г/моль)

$$32 = x \cdot 46 + (1-x) \cdot 28;$$

$$x = 0,2223; \quad \varphi(\text{NO}_2) = 22,23\%, \quad \varphi(\text{CO}) = 77,77\%.$$

$$V(\text{NO}_2) = 5,6 \cdot 0,2223 = 1,24 \text{ л}; \quad \nu(\text{NO}_2) = 1,24 / 22,4 = 0,055 \text{ (моль)};$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,055 \cdot 46 = 2,55 \text{ (г)}$$

$$V(\text{CO}) = 4,36 \text{ л}; \quad m(\text{CO}) = 8 - 2,55 = 5,45 \text{ (г)}$$

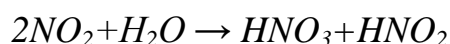
$$w(\text{NO}_2) = 2,55 / 8 = 0,3187; \quad w(\text{CO}) = 1 - 0,3187 = 0,6812.$$

$$\nu(\text{CO}) = (5,6 - 1,24) / 22,4 = 0,1946 \text{ (моль)}$$

$$N(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot N_A = 3,3 \cdot 10^{22}; \quad N(\text{O}) = \nu(\text{O}) \cdot N_A = 6,6 \cdot 10^{22}.$$

$$N(\text{C}) = N(\text{O}) = 0,1946 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,17 \cdot 10^{23}.$$

$$N(\text{O}+\text{O}) = 6,6 \cdot 10^{22} + 1,17 \cdot 10^{23} = 1,83 \cdot 10^{23}.$$



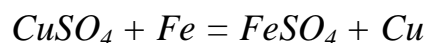
$$\nu(\text{HNO}_3) = \nu(\text{HNO}_2) = 0,055 / 2 = 0,0275 \text{ (моль)};$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,0275 \cdot 63 = 1,73 \text{ (г)}; \quad m(\text{HNO}_2) = 0,0275 \cdot 47 = 1,29 \text{ (г)}$$

3

Залізну пластинку масою 10,0 г на деякий час занурили у 50 мл розчину CuSO_4 з масовою часткою 15% та густиною $1,12 \text{ г/см}^3$. Після того, як пластинку вийняли із розчину, її маса становила 10,15 г. Визначити масові частки речовин в утвореному розчині.

Авторський варіант розв'язку



$$\Delta m = 10,15 - 10,0 = 0,15 \text{ (г)}$$

$$\Delta M = 64 - 56 = 8 \text{ (г/моль)}$$

$$1 \text{ моль Cu} - 8 \text{ г}$$

x моль $Cu - 0,15$ г

$x = 0,019$; $\nu(CuSO_4)_{\text{прореагув.}} = 0,019$ моль

$$\nu(CuSO_4)_{\text{загальне}} = \frac{V \cdot \rho \cdot w}{M} = \frac{50 \cdot 1,12 \cdot 0,15}{160} = 0,053 \text{ (моль)}$$

$\nu(CuSO_4)_{\text{в утвореному р-ні}} = 0,053 - 0,019 = 0,034$ (моль)

$m(CuSO_4)_{\text{в утвореному р-ні}} = 0,034 \cdot 160 = 5,44$ (г)

$m(FeSO_4)_{\text{в утвореному р-ні}} = 0,019 \cdot 152 = 2,89$ (г)

$m_{\text{утвореного р-ну}} = 50 \cdot 1,12 - 0,15 = 55,85$ (г)

$w(CuSO_4)_{\text{в утвореному р-ні}} = 5,44/55,85 = 0,097$

$w(FeSO_4)_{\text{в утвореному р-ні}} = 2,89/55,85 = 0,052$

4

На 1 гектар ґрунту вносять 40 кг подвійного суперфосфату, який містить 5,0 % домішок. Яку масу простого суперфосфату з масовою часткою фосфор(V) оксиду 19,0% треба взяти для внесення необхідної кількості фосфору? Запропонуйте рівняння реакцій одержання простого та подвійного суперфосфату.

Авторський варіант розв'язку

$m_{\text{чистого подвійн. суперфосфату}} = 40 \cdot 0,95 = 38$ (кг)

1 спосіб

$$w(P) = \frac{62}{252} = 0,246$$

$$m(P) = 38 \cdot 0,246 = 9,35 \text{ (кг)}$$

$$\nu(P) = \frac{9,35}{31} = 0,3 \text{ (моль)}; \nu(P_2O_5) = 0,15 \text{ моль}; m(P_2O_5) = 142 \cdot 0,15 = 21,3 \text{ (г)}$$

2 спосіб

$$\nu(Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O) = 38/252 = 0,15 \text{ (моль)};$$

$$\nu(P_2O_5) = 0,15 \text{ моль}; \quad m(P_2O_5) = 142 \cdot 0,15 = 21,3 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{простого суперфосфата}} = m(P_2O_5)/w = 21,3/0,19 = 112,1 \text{ (г)}$$

5

Відносна густина парів органічної речовини за воднем дорівнює 15,5. При спалюванні 0,93 г її утворилось 0,672 л карбон (IV) оксиду, 1,35 г води та азот. Встановить молекулярну формулу речовини та запропонуйте її структурну формулу.

Авторський варіант розв'язку

$$M = 15,5 \cdot 2 = 31 \text{ (г/моль)}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 0,672 / 22,4 = 0,03 \text{ моль} = \nu(\text{C})$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 1,35 / 18 = 0,075 \text{ (моль)}; \nu(\text{H}) = 2 \cdot 0,075 = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{C}) = 0,03 \cdot 12 = 0,36 \text{ (г)};$$

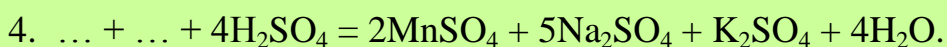
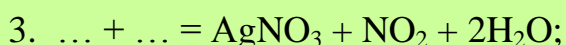
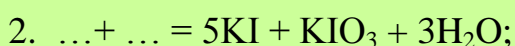
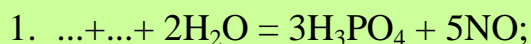
$$m(\text{H}) = 0,15 \text{ г}; \quad m(\text{N}) = 0,93 - 0,36 - 0,15 = 0,42 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{N}) = 0,42 / 14 = 0,03 \text{ (моль)}; \nu(\text{C}) = \nu(\text{H}) = \nu(\text{N}) = 0,03 : 0,15 : 0,03 = 1 : 5 : 1 \quad \text{CH}_5\text{N}$$

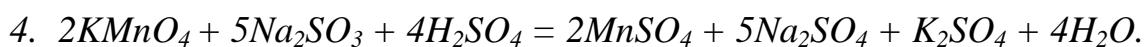
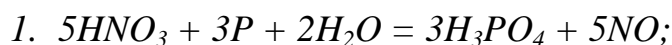
$$M(\text{CH}_5\text{N}) = 31 \text{ г/моль}; \text{CH}_3\text{NH}_2.$$

6

За наведеними речовинами та зберігаючи коефіцієнти написати рівняння реакцій. Визначити окисник, відновник та скласти електронний баланс.



Авторський варіант розв'язку

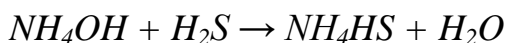


1

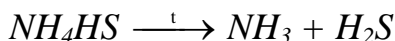
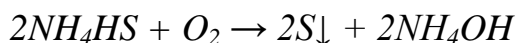
Якщо через розчин амоній гідроксиду пропустити газ *A*, що є одним з продуктів анаеробного гниття білків, утворюється сіль з масовою часткою Нітрогену 27,45%. При зберіганні цього розчину на повітрі він мутніє і набуває жовтого кольору. При спробі виділити утворену сіль в вигляді кристалів в процесі випарювання розчину утворюються амоніак та газ *A*. Визначте газ *A*, складіть рівняння реакцій, які згадані в задачі.

Авторський варіант розв'язку

При взаємодії розчину амоній гідроксиду з газом *A* (H_2S) утвориться кисла сіль:



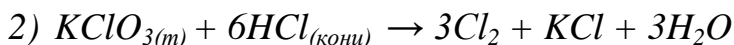
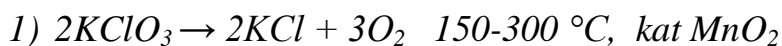
$$w(N) = 14/51 = 0,2745$$



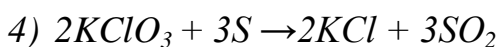
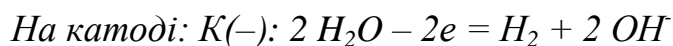
2

Використовуючи одну й ту ж речовину – бертолетову сіль (сполука Хлору) за різних умов, та з використанням додаткових речовин можна одержати кисень, хлор, водень, сірчистий газ (сульфур діоксид). Запропонуйте реагенти та умови, в яких можна здійснити одержання названих газів за допомогою бертолетової солі. Якого газу хлору чи кисню більше утворюється з однакової маси солі? Наведіть приклади практичного використання бертолетової солі.

Авторський варіант розв'язку



3) Електроліз розчину $KClO_3$.



На 2 моль $KClO_3$ утворюється в 2 рази більше хлору, тобто з однієї тієї ж маси бертолетової солі хлору утворюється в 2 рази більший об'єм.

Практичне використання – виробництво сірників тощо.

3

Три різних сполуки елемента X з Гідрогеном мають однаковий склад за масою. Маса 1 л газів за нормальних умов дорівнюють 1,87, 2,5, 3,75 г відповідно. Визначте формули згаданих сполук, якщо відомо, що маса одного атома елемента X дорівнює $1,99 \cdot 10^{-23}$ г. Доведіть розрахунком, що речовини мають однаковий склад за масою.

Авторський варіант розв'язку

Молярні маси газів:

1) $1,87 \cdot 22,4 = 42$ г/моль

2) $2,5 \cdot 22,4 = 56$ г/моль

3) $3,75 \cdot 22,4 = 84$ г/моль

Елемент, що утворив ці сполуки має молярну масу

$$M(E) = 1,99 \cdot 10^{-23} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 12 \text{ (г/моль)} \quad \text{— це Карбон}$$

Різниця молярних мас газів показує, що це гомологи ряду етену C_nH_{2n}

тобто їх формули:

$$C_3H_6; w(C) = 36/42 = 0,8571 \quad w(H) = 6/42 = 0,1429$$

$$C_4H_8; w(C) = 48/56 = 0,8571 \quad w(H) = 8/56 = 0,1429$$

$$C_6H_{12}; w(C) = 72/84 = 0,8571 \quad w(H) = 12/84 = 0,1429$$

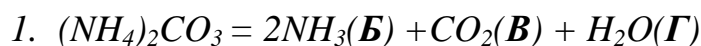
4

Під час виготовлення борошняних виробів до тіста додають речовину – сіль A , яка розкладається при випіканні. При розкладі одного моля солі A утворюється 2 моль речовини B , що є токсичною для людини і по 1 моль оксидів V і G .

1. Поясніть чому речовина B в хлібопеченні не створює небезпеку.

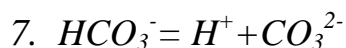
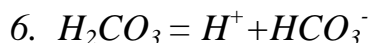
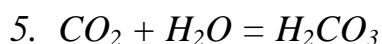
2. Наведіть схеми процесів, які відбуваються при розчинення газу V в речовині G .

Авторський варіант розв'язку



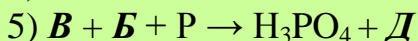
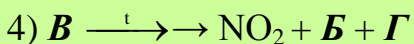
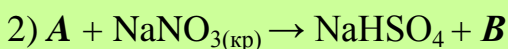
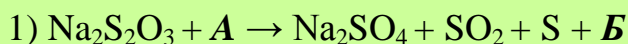
2. Утворення речовини NH_3 є небезпечним для людини, оскільки за температури випікання хлібобулочних виробів вона повністю випаровується.

3. При пропусканні $CO_2(V)$ крізь воду відбувається її розчинення, утворення і дисоціація H_2CO_3 .

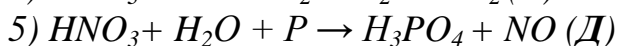
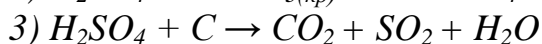
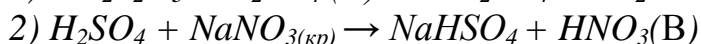
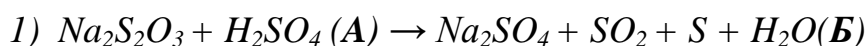


5

Виходячи із наведених схем перетворень, визначте речовини **A**, **Б**, **В**, **Г**, **Д** і складіть рівняння реакцій:



Авторський варіант розв'язку



6

Змішали 100 г 30 % розчину натрій гідроксиду і 250 г 20 % розчину амоній нітрату. Колбу закрили пробкою з газовідводною трубкою, кінець якої занурили в стакан з 100 мл води. Колбу з розчином нагрівали до повного випаровування, а твердий залишок – прожарили.

1. Визначте масові частки речовин в твердому залишку.

2. Розрахуйте об'єми газуватих речовин (н.у.), що випаровувались.

3. Обчисліть масову частку розчиненого газу в стакані.

Авторський варіант розв'язку

$$1. \nu(\text{NaOH}) = 100 \cdot 0,3/40 = 0,75 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 250 \cdot 0,2/80 = 0,625 \text{ (моль)}$$



$$\nu(\text{NaOH})_{\text{зал}} = 0,75 - 0,625 = 0,125 \text{ (моль)} \quad m(\text{NaOH})_{\text{зал.}} = 0,125 \cdot 40 = 5 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{NaNO}_2) = 0,625 \text{ моль}; \quad m(\text{NaNO}_2) = 0,625 \cdot 69 = 43,125 \text{ (г)}$$

$$w \text{ NaOH} = 10,4\%; \quad w(\text{NaNO}_2) = 89,6\%.$$

$$2. \text{Випаровувались } \text{NH}_3 \text{ і } \text{H}_2\text{O}; V(\text{NH}_3) = 0,625 \cdot 22,4 = 14 \text{ (л)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{з р-нів}} = 70 + 200 = 270 \text{ (г)}$$

$$\text{За реакцією (1) утворилось: } m(\text{H}_2\text{O})_{\text{утв.}} = 0,625 \cdot 18 = 11,25 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = (270 + 11,25)/18 = 15,625 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 15,625 \cdot 22,4 = 350 \text{ (л)}$$

$$3. m(\text{NH}_3) = 0,625 \cdot 17 = 10,625 \text{ (г)}$$

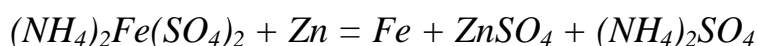
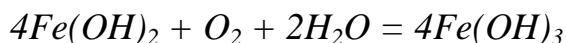
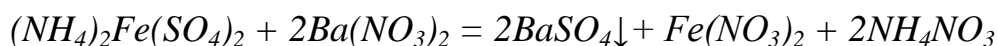
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 270 + 100 + 11,25 = 381,25 \text{ (г)}$$

$$w(\text{NH}_3) = 10,625/(10,625 + 381,25) = 0,027 \text{ або } 2,7\%.$$

1

Розчин кристалів деякої солі слабо зеленуватого кольору масою 3,92 г дає з розчином барій нітрату білий осад масою 4,66 г, нерозчинний у кислотах, а з розчином натрій гідроксиду випадає осад зеленуватого кольору, який при зберіганні на повітрі стає рудобурим. Якщо обробку лугом проводити при нагріванні, то спостерігається виділення газу об'ємом 0,448 л (н.у.) з характерним запахом. В такий же розчин солі занурили цинкову пластинку і після повного виділення всього металу із розчину маса пластинки зменшилась на 0,09 г. Встановіть формулу солі, якщо відомо, що вона утворена п'ятьма хімічними елементами.

Авторський варіант розв'язку



білий осад – $BaSO_4$, $\nu(BaSO_4) = 4,66/233 = 0,02$ моль, $\nu(SO_4^{2-}) = 0,02$ моль

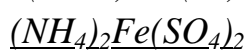
газ з характерним запахом – NH_3 ,

$\nu(NH_3) = 0,448/22,4 = 0,02$ моль, $\nu(NH_4^+) = 0,02$ моль

осад зеленуватого кольору – $Fe(OH)_2$, метал, молярна маса менше ніж 65 моль/л,

це Fe , $\nu(Fe) = m/\Delta M$, $\nu(Fe) = 0,09/9 = 0,01$ (моль)

$\nu(NH_4^+) : \nu(Fe) : \nu(SO_4^{2-}) = 0,02 : 0,01 : 0,02 = 2 : 1 : 2$



2

До 100 мл розчину натрій гідроксиду з молярною концентрацією 0,05 моль/л додали 25 мл розчину хлоридної кислоти з молярною концентрацією 0,25 моль/л. Обчисліть рН утвореного розчину. Який об'єм розчину натрій гідрокарбонату з масовою часткою 2% (густина розчину 1,003 г/см³) необхідно додати до утвореного розчину для його повної нейтралізації.

Авторський варіант розв'язку

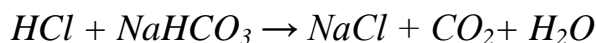
$$\nu(NaOH) = C_m \cdot V = 0,05 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

$$\nu(HCl) = C_m \cdot V = 0,25 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)} - \text{у надлишку}$$

$$pH = -\lg C_m(HCl_{\text{зал.}})$$

$$C_{.m} = \frac{v_{\text{зап.л.}}}{V} = \frac{6,25 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}}{(100 + 25) \cdot 10^{-3}} = \frac{1,25 \cdot 10^{-3}}{125 \cdot 10^{-3}} = 0,01 (\text{моль/л})$$

$$pH = -\lg 0,01 = 2$$



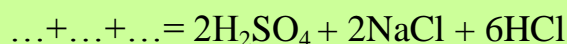
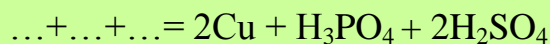
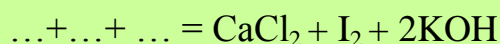
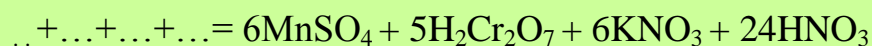
$$w = \frac{m_{p.p}}{m_{p.р}} = \frac{m_{p.p}}{V \cdot \rho} \qquad V = \frac{m_{p.p}}{w \cdot \rho}$$

$$m_{p.p} = v \cdot M = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 84 = 0,105 (г)$$

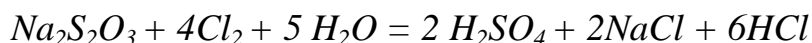
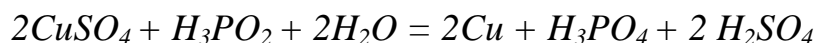
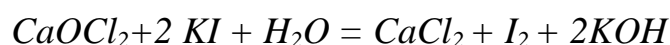
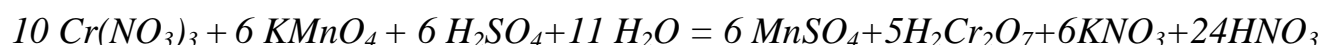
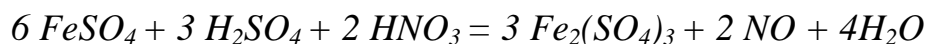
$$V = \frac{0,105}{0,02 \cdot 1,003} = 5,23 (см^3)$$

3

За наведеними правими частинами запропонуйте повні рівняння хімічних реакцій:



Авторський варіант розв'язку



4

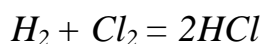
Суміш водню та хлору у закритому посуді опромінювали розсіяним світлом певний час. При цьому об'єм хлору у посудині знизився на 80% та утворилось 30% (за об'ємом) гідроген хлориду.

– Визначте склад вихідної газової суміші (в об'ємних відсотках).

– Розрахуйте константу рівноваги реакції.

– Визначте масову частку розчину, який утвориться , якщо колбу з сухим гідроген хлоридом заповнити водою.

Авторський варіант розв'язку



В вихідному стані: x л Cl_2 ($x/22,4$ моль) та y л H_2 ($y/22,4$ моль)

Залишилося: $0,2 \cdot x/22,4$ моль Cl_2 ($0,2x$ л);

прореагувало 80%, тобто $0,8x$ л хлору, з якого утворилось $1,6x$ л HCl . Залишилось водню ($y - 0,8x$) л.

Частка HCl , що утворився:

$$1,6x / (0,2x + (y - 0,8x) + 1,6x) = 0,3; y = 4,33x$$

$$\varphi(Cl_2) = x / (x + 4,33x) = 0,1875 = \underline{18,75\%}; \quad \varphi(H_2) = 0,8125 = \underline{81,25\%}$$

Для визначення константи рівноваги проведемо розрахунки для 100 л суміші.

Об'єми, л	H_2	Cl_2	$=$	$2HCl$
Початкові	81,25	18,75		0
Прореагувало	15	15		
Рівноважні	66,25	3,75		30

$$K_c = \frac{30^2}{66,25 \cdot 3,75} = 3,62$$

Для визначення концентрації утвореного розчину HCl , прийемо об'єм колби за 1 л, тоді $m(HCl) = 36,5 \cdot 1/22,4 = 1,63$ (г); $m(H_2O) = 1000$ г

$$w(HCl) = \frac{1,63}{1,63 + 1000} = 0,0016 \text{ або } \underline{0,16\%}$$

5

Органічну речовину масою 100 г спалили, одержали 191 г вуглекислого газу і 117,2 г води. Коли таку ж кількість досліджуваної речовини пропустили крізь трубку з нагрітим алюміній оксидом – отримали 33,6 л (н.у.) вуглеводню.

- Встановіть формулу органічної речовини, враховуючи, що вона здатна взаємодіяти з металічним натрієм і є другим членом у відповідному гомологічному ряді;
- Наведіть рівняння всіх реакцій про які йдеться в умові;
- Розрахуйте вихід вуглеводню.

Авторський варіант розв'язку

$$v(CO_2) = v(C) = 191/44 = 4,34 \text{ (моль)}$$

$$v(H_2O) = 117,2/18 = 6,51 \text{ (моль)}; v(H) = 13 \text{ моль}$$

$$m(C) = 4,34 \cdot 12 = 52,08 \text{ (г)}$$

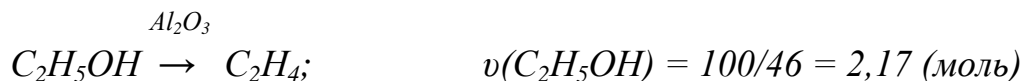
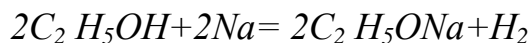
$$m(H) = 13 \text{ г}$$

$$m(C+H) = 65,08 \text{ г}$$

$$m(O) = 100 - 65,08 = 34,92 \text{ (г)}$$

$$v(O) = 34,92 : 16 = 2,18 \text{ (моль)}$$

$$v(C) : v(H) : v(O) = 4,34 : 13 : 2,18 = 2 : 6 : 1. \quad C_2H_5OH$$



$$m(C_2H_4)_{теор} = 2,17 \cdot 28 = 60,78 \text{ (г)}$$

$$m(C_2H_4)_{пр.} = \frac{33,6}{22,4} \cdot 28 = 42 \text{ (г)}$$

$$\eta = 42/60,87 = 0,69 \text{ або } 69\%.$$

6

Розчин слабкої одноосновної кислоти з молярною концентрацією 0,01 моль/л містить $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л гідроген-іонів.

Розрахувати:

– ступінь і константу дисоціації цієї кислоти;

– масу води, яку необхідно додати до 250 мл розчину кислоти, щоб ступінь дисоціації збільшився у 3 рази.

Авторський варіант розв'язку

$$\alpha_1 = [H^+] / C_m = 10^{-4} / 10^{-2} = 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$K_{дис} = \alpha^2 C_{m1} = 10^{-6};$$

$$\alpha_2 = 3 \cdot \alpha_1 = 3 \cdot 10^{-2};$$

$$C_{m2} = K_a / \alpha_2^2 = 0,11 \cdot 10^{-2}$$

$$v \text{ (к-ти)} = C_m \cdot V = 10^{-2} \cdot 0,25 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}; \quad V_2 = v / C_{m2} = 2,27 \text{ (л)}$$

$$V(H_2O) = 2,27 - 0,25 = 2,02 \text{ (л)}$$

$$m(H_2O) = 2,02 \text{ кг}$$

1

50 г натрій сульфату декагідрату і 80 г аргентум нітрату розчинили у 300 г води. Утворений розчин піддали електролізу до повного виділення металу, після чого для нейтралізації отриманого розчину додали 350 г натрій гідроксиду з густиною 1,07 г/мл.

- 1) Наведіть схеми всіх згаданих процесів і реакцій;
- 2) Визначте об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді і масу металу, що відновився на катоді;
- 3) Розрахуйте молярну концентрацію розчину натрій гідроксиду.
- 4) Визначте масу води, що залишилась в розчині після вказаних перетворень.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{AgNO}_3) = 0,47 \text{ моль} = v_E(\text{Ag}) = v_E(\text{O}_2) = v_E(\text{H}^+) = v_E(\text{NaOH})$$

$$m(\text{Ag}) = 50,8 \text{ г}$$

$$V(\text{O}_2) = 2,63 \text{ л}$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-тв}}}{\rho}$$

$$V(\text{NaOH}) = 350/1,07 = 327 \text{ (мл)} = 0,327 \text{ (л)}$$

$$C_{\text{м}}(\text{NaOH}) = 0,47/0,327 = 1,437 \text{ (моль/л)}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 5/322 = 0,155 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 1,55 \text{ моль}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 1,55 \cdot 18 = 27,95 \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{вихідна}} = 300 + 27,95 = 327,95 \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{розкол.}} = 0,47 \cdot 9 = 4,23 \text{ (г)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{залиш.}} = 327,95 - 4,23 = 323,72 \text{ (г)}$$

2

До 100 мл 0,2 М розчину хлоридної кислоти долили 80 мл 0,4 М розчину калій гідроксиду. Утворений розчин упарили до сухого залишку.

- 1) Розрахуйте рН утвореного розчину.
- 2) Визначте масу та склад сухого залишку, утвореного після упарювання продукту взаємодії.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{KOH}) = 0,08 \cdot 0,4 = 0,032 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{KOH})_{\text{залиш.}} = 0,032 - 0,02 = 0,012 \text{ (моль)}$$

$$C_{\text{м}}(\text{KOH}) = 0,012/0,18 = 0,066 \text{ (моль/л)}$$

$$C_{\text{м}}(\text{H}^+) = K_{\text{w}}/C_{\text{м}}(\text{OH}) = 1,5 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = 12,8$$

$$m(\text{KCl}) = 0,02 \cdot 74,5 = 1,49 \text{ (г)}$$

$$m(\text{KOH})_{\text{залиш.}} = 0,012 \cdot 56 = 0,67 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{осаду}} = 2,16 \text{ г}$$

$$w(\text{KOH}) = 0,31 \quad w(\text{KCl}) = 0,69$$

3

Древнім римлянам був відомий сплав, який вони одержували, сплаваючи мідь з галмеем. Сьогодні цей сплав крім названих елементів містить інші метали, що покращують його експлуатаційні властивості.

- 1) Розрахуйте масові частки Cu, Zn, Sn у зразку сучасного подібного сплаву, якщо при аналізі 4,9935 г його було отримано 4,0398 г $\text{Cu}(\text{SCN})_2$ та 0,2520 г SnO_2 .
- 2) Яка сучасна назва сплаву, якого він кольору і які якості дозволяють його широко використовувати?
- 3) Запропонуйте компонент сировини, який повинні були додатково використовувати римляни, враховуючи, що руда галмей містить цинк карбонат.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{Cu}(\text{SCN})_2) = 0,022 = v(\text{Cu}), m(\text{Cu}) = 1,408 \text{ г}$$

$$v(\text{SnO}_2) = 0,00167 = v(\text{Sn}), m(\text{Sn}) = 0,199 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 4,9935 - 1,408 - 0,199 = 3,3865 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Cu}) = 0,2820$$

$$w(\text{Sn}) = 0,0398$$

$$w(\text{Zn}) = 0,6782$$

латунь, зовнішньо нагадує золото, стійка до корозії, легко обробляється
кокс



вироби з латуні

4

Масові частки азоту і чадного газу в трьохкомпонентній суміші дорівнюють 10 і 15% відповідно. Об'ємна частка третього компонента – 72,41%. Обчисліть середню молярну масу суміші, визначте третій компонент.

Авторський варіант розв'язку

$$M(X) = 32 \text{ г/моль; кисень}$$

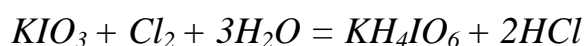
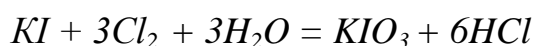
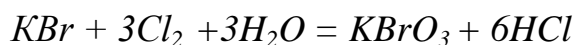
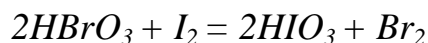
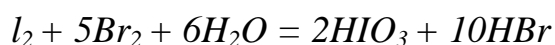
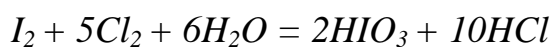
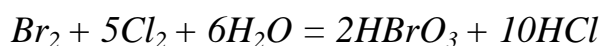
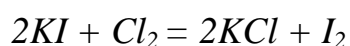
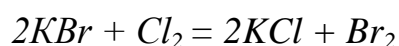
$$\varphi(N_2) = 0,11 \quad \varphi(CO) = 0,1655$$

$$M(\text{сум}) = 30,88 \text{ г/моль}$$

5

Через водний розчин, який містить суміш калій броміду та калій йодиду пропустили надлишок газуватого хлору. Які реакції можуть протікати у цьому розчині? Напишіть рівняння реакцій.

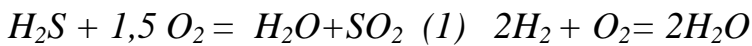
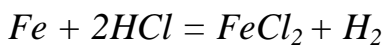
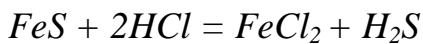
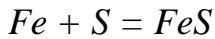
Авторський варіант розв'язку



6

Суміш залізних ошукрок та сірки масою 11,6 г нагріли в полум'ї газового пальника. Утворений продукт розчинили в надлишку хлоридної кислоти і отримали суміш газів, густина якої за повітрям менше 1. Визначте склад за масою вихідної суміші заліза та сірки, а також склад отриманої суміші газів за об'ємом, якщо на спалювання її було витрачено 3,92 л (н.у.) кисню.

Авторський варіант розв'язку



$$v(O_2) = 3,92/22,4 = 0,175 \text{ (моль)}$$

$$\text{Нехай } v(O_2)_1 = x \text{ моль, тоді } v(O_2)_2 = (0,175-x)$$

$$v(H_2S) = v(S) = v(Fe) = x/1,5$$

$$v(H_2) = 2(0,175-x) = v(Fe)_{\text{залиш.}}$$

$$m(S) = 32x/1,5 ;$$

$$11,6 = 32x/1,5 + 56x/1,5 + 56 \cdot 2(0,175-x);$$

$$x = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(S) = 3,2 \text{ г}$$

$$m(Fe) = 8,4 \text{ г}$$

$$v(H_2S) = 0,15/1,5 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$V(H_2S) = 2,24 \text{ л}$$

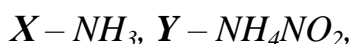
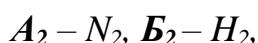
$$v(H_2) = 2(0,175-0,15) = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$V(H_2) = 1,12 \text{ л}$$

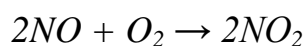
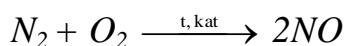
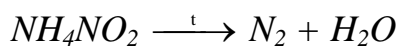
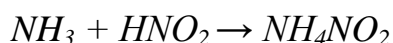
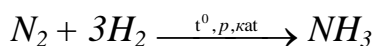
1

Газ A_2 , що є складовою повітря при взаємодії з газом B_2 , який значно легший за повітря утворює сполуку X , що з нітритною кислотою утворює сіль Y , при розкладі якої знов утворюється газ A_2 . Запропонуйте послідовність реакцій одержання солі N , що використовується в якості мінерального добрива, виходячи з газу A_2 та іншої складової повітря, враховуючи, що сіль N у цих перетвореннях утворюється в суміші з сіллю Y . Наведіть рівняння всіх згаданих реакцій, зазначаючи умови їх протікання.

Авторський варіант розв'язку



$N - NH_4NO_3$ (поширене азотне добриво, аміачна селітра).



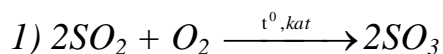
аміачна селітра

2

При проходженні 50 м^3 (н.у.) суміші рівних об'ємів SO_2 і O_2 через контактний апарат 25% сульфур(IV) оксиду перетворилось в сульфур(VI) оксид.

1. Визначте склад за об'ємом суміші газів після контактного апарату.
2. Яку масу 40%-ного розчину кислоти можна одержати з утвореного SO_3 ?
3. Розрахуйте масу 1% олеуму, що можна одержати після абсорбції одержаного сульфур(VI) оксиду 98,3 %-ним розчином сульфатної кислоти.

Авторський варіант розв'язку



За умовою задачі $V(SO_2) = V(O_2) = 25 \text{ м}^3$.

$$V(SO_2)_{\text{прореагувало}} = 25 \cdot 0,25 = 6,25 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V(O_2)_{\text{прореагувало}} = \frac{1}{2} V(SO_2)_{\text{прореагувало}} = \frac{1}{2} \cdot 6,25 = 3,125 \text{ (м}^3\text{)}$$

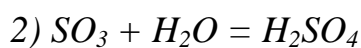
$$V(SO_3)_{\text{утворено}} = 6,25 \text{ м}^3$$

Об'єми газів після контактного апарату:

$$V(SO_3)_{\text{утворено}} = 6,25 \text{ м}^3, V(SO_2)_{\text{не прореагувало}} = 25 - 6,25 = 18,75 \text{ (м}^3\text{)},$$

$$V(O_2)_{\text{не прореагувало}} = 25 - 3,125 = 21,875 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\varphi(SO_3) = \underline{13\%}, \varphi(O_2) = \underline{47\%}, \varphi(SO_2) = \underline{40\%}$$



$$v(SO_3) = 6250/22,4 = 279 \text{ (моль)}, v(H_2SO_4) = v(SO_3) = 279 \text{ моль}$$

Обчислимо масу сульфатної кислоти, що утворилася в результаті реакції.

$$m = v \cdot M; m(H_2SO_4) = 279 \cdot 98 = 2734 \text{ (г)} = 27,34 \text{ (кг)}$$

$$m_{p-ну} = m(H_2SO_4)/w, m_{p-ну} = 27,34/0,4 = \underline{68,35 \text{ (кг)}}$$

3) Олеум – це розчин сульфур(VI) оксиду у сульфатній кислоті. Розчиненою речовиною є SO_3 і $w\%(SO_3) = 1\%$.

Позначено масу 98,3% розчину сульфатної кислоти за m г, тоді

$$m(H_2O) = 0,017 \cdot m \text{ (г)}.$$

При абсорбції відбувається взаємодія сульфур(VI) оксиду з водою, що міститься в 98,3% розчині сульфатної кислоти: $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

$$v(H_2O) = (0,017 \cdot m)/18, v(SO_3) = v(H_2O) = (0,017 \cdot m)/18 = 0,0009 \cdot m \text{ (моль)}.$$

$$m(SO_3) = v \cdot M = 0,0009 \cdot m \cdot 80 = 0,072 m \text{ (г)}$$

$$m(SO_3)_{\text{загальна}} = v \cdot M = 279 \cdot 80 = 22320 \text{ (г)} = 22,320 \text{ (кг)}$$

$$m(SO_3)_{\text{в олеумі}} = 22320 - 0,072 m \text{ (г)}.$$

$$w = \frac{m_{p.p.}(SO_3)}{m(\text{олеума})}$$

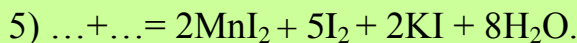
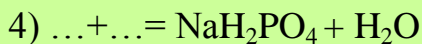
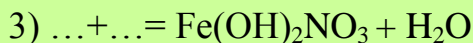
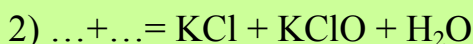
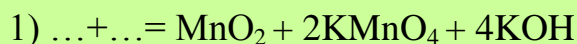
$$m(\text{олеума}) = m(SO_3)_{\text{загальна}} + m_{98,3\%}(H_2SO_4) = 22320 + m$$

$$0,01 = \frac{22320 - 0,072m}{22320 + m}, m = 269473 \text{ г} = 269,5 \text{ кг}$$

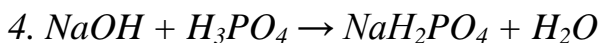
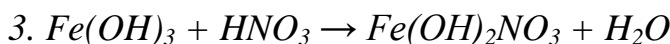
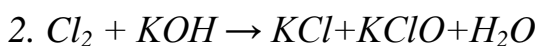
$$m(\text{олеума}) = 22,320 + 269,5 = \underline{291,82 \text{ (кг)}}$$

3

У відповідності з продуктами реакцій, зберігаючи коефіцієнти запропонуйте речовини-реагенти та перетворіть схеми на рівняння:



Авторський варіант розв'язку



4

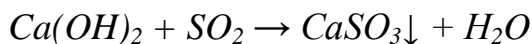
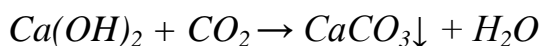
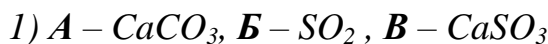
При пропусканні вуглекислого газу крізь вапняну воду випадає осад **A**. Інший газ **B**, що у 1,45 разів важчий за вуглекислий, реагує з вапняною водою з утворенням осаду **B**.

1) Визначте речовини **A**, **B**, **B**. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

2) Запропонуйте методи якісної ідентифікації осадів **A** і **B**.

3) Що відбудеться з речовинами **A** і **B** при пропусканні крізь вказані розчини надлишку відповідних газів.

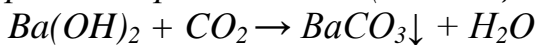
Авторський варіант розв'язку



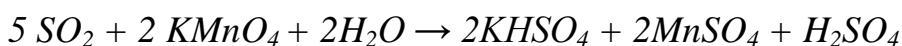
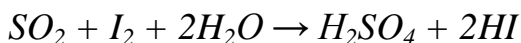
2) Осади ($CaCO_3$, $CaSO_3$) розчиняють в хлоридній кислоті.



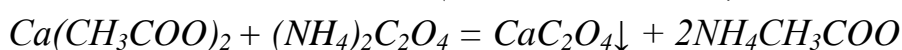
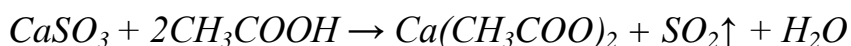
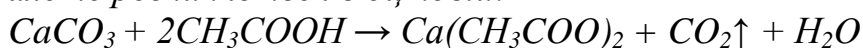
Закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у розчин баритової води (чи кальцій гідроксиду). Спостерігають помутніння розчину:



Розведена хлоридна кислота виділяє із сульфідів сульфур(IV) оксид, який виявляють за характерним різким запахом. А також за допомогою розчинів $KMnO_4$ або I_2 , які знебарвлюються сірчистим газом:

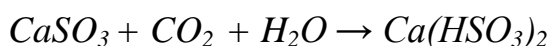
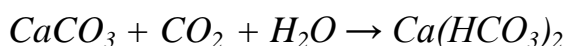


Для ідентифікації Ca^{2+} окрему порцію осадів розчиняють в ацетатній кислоті, потім додають розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Спостерігають утворення білого кристалічного осаду кальцію оксалату, який розчиняється в хлоридній кислоті, але не розчиняється в оцтовій:



*Для одночасної ідентифікації катіону та аніонів можливо розчинення в ацетатній кислоті осадів замість хлоридної.

3) утворюються розчинні солі (кальцій гідрогенкарбонат, кальцій гідрогенсульфіт):



5

До 100 г розчину, що містить 10,8 г суміші купрум та ферум сульфатів додали 100 мл підкисленого сульфатною кислотою розчину калій перманганату з концентрацією 0,1 моль/л до його знебарвлення.

1) Визначте склад суміші сульфатів в масових відсотках.

2) Які маси $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ та $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і води потрібно взяти, щоб приготувати вихідний розчин?

Авторський варіант розв'язку

а) Реакція проходить лише з ферум(II) сульфатом:



$$v(\text{KMnO}_4) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{FeSO}_4) = 0,1 \cdot 51 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = 0,05 \cdot 152 = 7,6 \text{ (г)}$$

$$w(\text{FeSO}_4) = 7,6/10,8 = \underline{0,7 \text{ або } 70\%}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 10,8 - 7,6 = 3,2 \text{ (г)}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 3,2/10,8 = \underline{0,3 \text{ або } 30\%}$$

$$\begin{aligned}
b) \nu(\text{FeSO}_4) &= \nu(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = 0,05 \text{ (моль)} \\
m(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) &= 0,05 \cdot 278 = 13,9 \text{ (г)} \approx \underline{14 \text{ (г)}} \\
\nu(\text{CuSO}_4) &= 3,2/160 = 0,02 \text{ (моль)} \\
m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= 0,02 \cdot 250 = \underline{5 \text{ (г)}} \\
m(\text{H}_2\text{O}) &= 100 - 14 - 5 = \underline{81 \text{ (г)}}
\end{aligned}$$

6

Одним з головних компонентів ракетного палива є гептил, що містить Гідроген, Карбон та Нітроген. Масові частки Карбону та Нітрогену в ньому 0,40 та 0,47 відповідно, густина його пари за воднем дорівнює 30. Якщо спалювати гептил у рідкому кисні, то теплотворна здатність його – 550,9 кДж/моль. Визначте емпіричну формулу гептилу. Розрахуйте кількість теплоти, що виділиться за таких умов при спалюванні 5 м³ (н.у.) гептилу та наведіть реакцію його горіння.

Авторський варіант розв'язку

$$w(\text{H}) = 1 - 0,4 - 0,47 = 0,13$$

$$M_{\text{сполуки}} = D_{\text{H}_2} \cdot 2 = 30 \cdot 2 = 60 \text{ г/моль}$$

$$w(\text{Ел}) = \frac{n(\text{Ел}) \cdot Ar(\text{Ел})}{Mr(\text{речовини})}; \quad n(\text{H}) \approx 8, \quad n(\text{C}) = 2, \quad n(\text{N}) = 2 \quad \text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$$



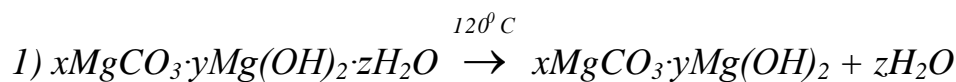
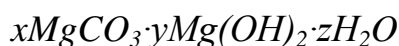
$$\nu(\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2) = 5000/22,4 = 223 \text{ (моль)}$$

$$Q = 223 \cdot 550,9 = \underline{122,85 \text{ кДж}}$$

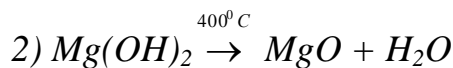
1

Проведений аналіз білого слизького на дотик порошку, який використовується штангістами та гімнастами для натирання рук, показав, що при нагріванні 6,99 г його до 120 °С з нього виділилось 1,08 г речовини. Подальше нагрівання до 400 °С приводить до зменшення маси ще на 0,27 г. Прожарювання залишку порошку при 650 °С приводить до отримання 1,344 л (н.у.) газу. Розчинення в розчині хлоридної кислоти твердого залишку після прожарювання масою 3 г і додавання до утвореного розчину надлишку розчину амоній гідрогенортофосфату в присутності амонійного буфера привело до утворення осаду – шестиводного кристалогідрату подвійної солі. Визначте формулу порошку, напишіть всі згадані в задачі рівняння реакцій, обчисліть масу осаду, що утворився під дією амоній гідрогенортофосфату.

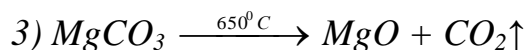
Авторський варіант розв'язку



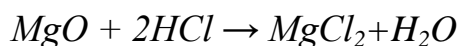
$$z = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 1,08/18 = 0,06 \text{ (моль)}$$



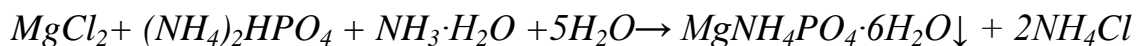
$$y = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,27/18 = 0,015 \text{ (моль)}$$



$$x = \nu(\text{CO}_2) = 1,344/22,4 = 0,06 \text{ (моль)}$$



$$\nu(\text{MgO}) = 3/40 = 0,075 \text{ (моль)}$$

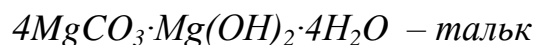


$$\nu(\text{MgO}) = \nu(\text{MgCl}_2) = \nu(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,075 \cdot 245 = 18,375 \text{ (г)}$$

$$x : y : z = 0,06 : 0,015 : 0,06 = 4 : 1 : 4$$

Формула вихідного порошку:



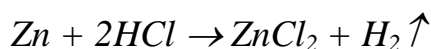
2

При взаємодії цинкової кульки масою 20 г з 20%-ним розчином хлоридної кислоти через 234 хвилини масова частка кислоти стала 10%, а діаметр кульки зменшився у два рази. Обчисліть масу використаного розчину хлоридної кислоти. За який час буде спостерігатися така ж зміна концентрації кислоти, якщо замість кульки використати кубік цинку масою 20 г.

Додаткова інформація:

$$V_{\text{куб}} = a^3; S_{\text{куб}} = 6a^2; V_{\text{шар}} = 4\pi r^3/3; S_{\text{шар}} = 4\pi r^2; \rho_{\text{Zn}} = 7,133 \text{ г/см}^3.$$

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(\text{Zn})_{\text{вих.}} = 20 / 65 = 0,31 \text{ (моль)}$$

Нехай початковий радіус кульки – r . Діаметр зменшився в 2 рази, відповідно і радіус зменшився в 2 рази. Початковий об'єм кульки – $4/3\pi r^3$. Якщо радіус зменшився в 2 рази, то кінцевий об'єм кульки – $4/3\pi(r/2)^3 = 4/24\pi r^3$, тобто об'єм зменшиться в 8 разів. Щільність цинку – величина постійна. Якщо об'єм зменшиться в 8 разів, щільність не змінюється, то маса також зменшиться у 8 разів.

$$m(\text{Zn})_{\text{кін.}} = 20/8 = 2,5 \text{ (г)}; \nu(\text{Zn})_{\text{кін.}} = 2,5/65 = 0,038 \text{ (моль)},$$

$$\nu(\text{Zn})_{\text{прореаг}} = 0,31 - 0,038 = 0,272 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Zn})_{\text{прореаг}} = 20 - 2,5 = 17,5 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{HCl})_{\text{прореаг}} = 2 \nu(\text{Zn})_{\text{прореаг}} = 0,544 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{прореаг}} = 0,544 \cdot 36,5 = 19,856 \text{ (г)}$$

Нехай початкова маса розчину кислоти – x (г), тоді маса речовини в ньому $0,2x$ (г). В результаті реакції маса кислоти в розчині зменшилась на 19,856 (г),
 $\Rightarrow m(\text{HCl})_{\text{реч кін}} = 0,2x - 19,856$ (г).

В результаті реакції в розчин перейшло 17,5 г Zn й виділився з розчину H_2 :
 $m(\text{H}_2) = 0,272 \cdot 2 \cdot 2 = 0,544$ (г), $\Rightarrow m(\text{HCl})_{\text{розч кін}} = x + 17,5 - 0,544$ (г).

Кінцева масова частка розчину:

$$0,1 = 0,2x - 19,856 / x + 16,956$$

$$x = 215,516$$

Тобто маса використаного розчину хлоридної кислоти дорівнює 215,516 г.

Якщо беремо цинковий кубік:

$$V_{\text{поч}} = 20/7,133 = 2,80 \text{ (см}^3\text{)}, \text{ тоді } a = \sqrt[3]{2,80} = 1,41 \text{ (см)}$$

$$V_{\text{кін}} = 17,5/7,133 = 2,45 \text{ (см}^3\text{)}, \text{ тоді } a = \sqrt[3]{2,45} = 1,35 \text{ (см)}$$

$$\Delta S_{\text{кубік}} = 6 \cdot (\Delta a)^2 = 6 \cdot (1,41 - 1,35)^2 = 0,0216 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\Delta S_{\text{кулька}} = 4\pi r^2 - 4\pi (r/2)^2 = 4 \text{ (см}^2\text{)}$$

$$234 \text{ хв} - 4 \text{ см}^2$$

$$x - 0,0216 \text{ см}^2; \quad x = 1,3 \text{ хв}$$

3

Крізь розчин об'ємом 443,6 мл з масовою часткою лугу **A** 10 % та густиною 1,11 г/см³ пропустили 14,93 л (н.у.) газу **B**, який присутній в атмосфері в кількості ~ 0,03 % за об'ємом. При цьому утворилась суміш солей **B** і **Г**. У випадку, коли крізь той же розчин лугу пропускали 11,2 л (н.у.) газу **B**, утворилась тільки сіль **B**. Визначте речовини **A–Г**, враховуючи, що метал, який входить до складу лугу **A** забарвлює полум'я спиртівки в жовтий колір. Наведіть рівняння вказаних перетворень. Обчисліть масові частки розчинених речовин в обох утворених розчинах.

Авторський варіант розв'язку

$$m_{p,p}(\text{NaOH}) = w \cdot V \cdot \rho = 0,1 \cdot 443,6 \cdot 1,11 = 49,24 \text{ (г)}$$

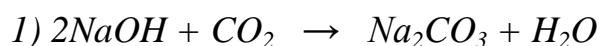
$$v(\text{NaOH}) = 49,24/40 = 1,23 \text{ (моль)}$$

$$v_1(\text{CO}_2) = 14,93/22,4 = 0,67 \text{ (моль)}$$

$$v_2(\text{CO}_2) = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ (моль)}$$

$$k_1 = v(\text{NaOH})/v_1(\text{CO}_2) = 1,23/0,67 = 1,83 \Rightarrow \text{NaHCO}_3 \text{ (Г)}, \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (B)}$$

$$k_2 = v(\text{NaOH})/v_2(\text{CO}_2) = 1,23/0,5 = 2,46 \Rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (B)}$$



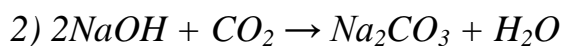
$$1,23 \text{ моль} \quad 0,615 \text{ моль} \quad 0,615 \text{ моль}$$



$$0,055 \text{ моль} \quad (0,67 - 0,615) \text{ моль} \quad 2 \cdot 0,055 \text{ моль}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (0,615 - 0,055) \cdot 106 / 443,6 \cdot 1,11 + 0,67 \cdot 44 = 59,36 / 492,40 + 29,48 = 59,36 / 521,88 = 0,11 \text{ або } 11\%$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = 0,11 \cdot 84 / 443,6 \cdot 1,11 + 0,67 \cdot 44 = 0,018 \text{ або } 1,8\%$$



$$1,23 \text{ моль} \quad 0,5 \text{ моль} \quad 0,5 \text{ моль}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot 106 / 443,6 \cdot 1,11 + 0,5 \cdot 44 = 53 / 492,40 + 22 = 53 / 514,40 = 0,10 \text{ або } 10\%$$

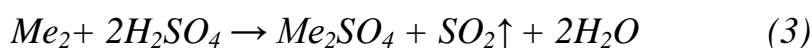
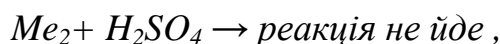
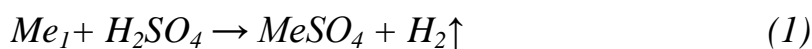
4

Суміш двох двовалентних металів обробили розчином розведеної сульфатної кислоти. При цьому виділився газ, об'ємом 3,45 л (н.у.), частина суміші залишилась нерозчинною. При дії на цю ж кількість суміші концентрованої сульфатної кислоти відбувається повне її розчинення і виділяється 4,34 л (н.у.) суміші двох газів, 1 л якої за н.у. має масу 2,598 г.

– Напишіть рівняння згаданих реакцій.

– Запропонуйте метали та обчисліть їх масові частки у суміші.

Авторський варіант розв'язку



$$v(H_2) = 0,154 \text{ моль}$$

$$v_{z.c} = \frac{V}{V_m} = \frac{1}{22,4} = 0,045 \text{ (моль)}$$

$$M_{z.c} = m/M = 2,598/0,045 = 57,7 \text{ (г/моль)}$$

$$M_{z.c} = \varphi(H_2S) \cdot M(H_2S) + \varphi(SO_2) \cdot M(SO_2)$$

$$\varphi(H_2S) = x, \varphi(SO_2) = 1 - x$$

$$57,7 = 34x + (1-x)64$$

$$x = 0,22$$

$$\varphi(H_2S) = 0,22$$

$$V(H_2S) = 0,95 \text{ л}$$

$$v(H_2S) = 0,042 \text{ моль}$$

$$\varphi(SO_2) = 0,78$$

$$V(SO_2) = 3,39 \text{ л}$$

$$v(SO_2) = 0,15 \text{ моль}$$

Кількість речовини Me_1 загальна, що витрачається на першу та другу реакції

$$v(Me_1) = 0,154 + 0,168 = 0,332 \text{ (моль)}$$

$$v(Me_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\text{Отже, } m_{\text{суми}} = 0,332M(Me_1) + 0,15M(Me_2)$$

Припустимо, що $Me_1 - Zn$, $Me_2 - Cu$

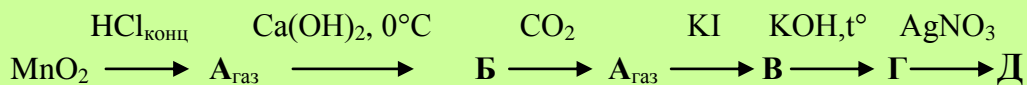
$$m_{\text{суми}} = 0,332 \cdot 65 + 0,15 \cdot 64 = 31,18 \text{ (г)}$$

$$\underline{\omega(Zn) = 0,69 \text{ або } 69\%}$$

$$\underline{\omega(Cu) = 0,31 \text{ або } 31\%}$$

5

За наданою схемою визначте речовини та складіть рівняння всіх хімічних реакцій



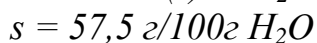
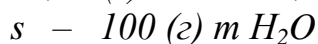
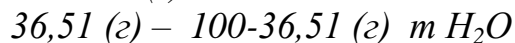
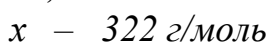
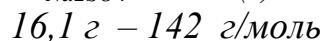
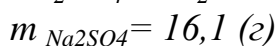
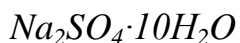
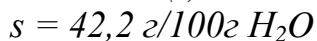
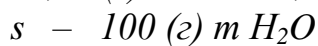
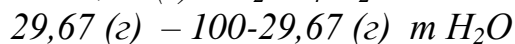
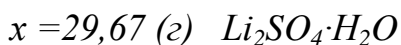
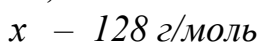
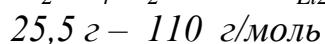
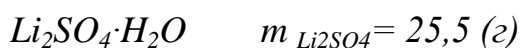
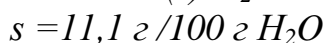
Авторський варіант розв'язку

- 1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow (\text{A}_{\text{газ}}) + 2\text{H}_2\text{O}$;
- 2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaClO}_2 (\text{Б}) + \text{H}_2\text{O}$;
- 3) $\text{CaClO}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Cl}_2 \uparrow (\text{A}_{\text{газ}})$;
- 4) $\text{Cl}_2 + 2\text{KJ} \rightarrow \text{J}_2 (\text{В}) + 2\text{KCl}$;
- 5) $\text{J}_2 + 6\text{KOH} \rightarrow \text{KJO}_3 + 5\text{KJ} (\text{Г}) + 3\text{H}_2\text{O}$;
- 6) $\text{KJ} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{AgJ} \downarrow (\text{Д})$.

6

Хімічним аналізом встановлено, що масові частки сульфатів калію, літію, натрію в насичених при 20 °С розчинах становлять 0,100; 0,255 і 0,161 відповідно. Обчисліть розчинність у воді (в г/100 води) за даної температури наступних речовин: K_2SO_4 ; $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

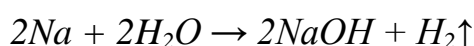
Авторський варіант розв'язку



1

Маса водню, який виділився при взаємодії розчину фосфатної кислоти з надлишком металічного натрію становить 5% від маси взятого розчину кислоти. Визначте масову частку фосфатної кислоти у розчині, що був використаний в цій реакції.

Авторський варіант розв'язку



Нехай $m_{p-ну}(H_3PO_4) = 100$ г і $w(H_3PO_4) = x$, тоді $m_{p.p.} = 100 \cdot x$,

$$m(H_2O) = m_{p-ну} - m_{p-ну} \cdot w = 100 - 100x = 100 \cdot (1 - x)$$

$$v(H_2O) = \frac{100(1-x)}{18} = 5,56 \cdot (1-x) = 5,56 - 5,56x$$

$$v(H_2) = 1/2 \quad v(H_2O) = 2,78 - 2,78x$$

$$m(H_2) = 5,56 - 5,56x$$

$$5,56 - 5,56x = 0,05 \cdot 100$$

$$5,56 \cdot (1-x) = 5$$

$$1-x = 0,899$$

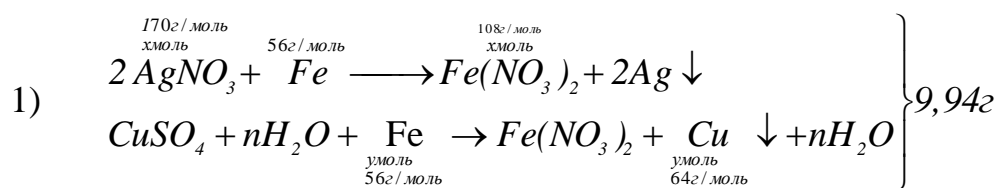
$$x = 0,101$$

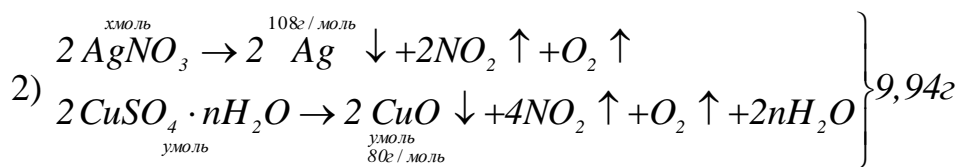
$$w(H_3PO_4) = \underline{10,1\%}$$

2

Суміш масою 9,94 г, що містила срібло(I) нітрат та кристалогідрат купрум(II) нітрату з невідомим вмістом кристалізаційної води, розчинили у воді і в розчин помістили 5 г порошкоподібного заліза. Після повного витіснення металів із їх солей утворена тверда частина була відфільтрована, промита водою, висушена на повітрі і зважена, маса її дорівнювала 7,36 г. Визначте склад кристалогідрату, якщо відомо, що при прожарюванні такої ж кількості суміші утворюється 4,84 г твердого залишку.

Авторський варіант розв'язку





3) за першим рівнянням блока 1:

$$1 \text{ моль Fe} - \Delta M = 2 \cdot 108 - 56 = 160 \text{ г/моль}$$

$$\frac{1}{2} x \text{ Fe} - \frac{1}{2} x \cdot 160 = 80x$$

за другим рівнянням блока 1:

$$1 \text{ моль Fe} - \Delta M = 64 - 56 = 8 \text{ г/моль}$$

$$y \text{ Fe} - 8y$$

$$\text{Оскільки } \Delta m = 7,36 - 5, \text{ то } 80x + 8y = 2,36 \text{ і відповідно } x = \frac{2,39 - 8y}{80}$$

4) за рівняннями блока 2:

$$108x + 80y = 4,84$$

Підставляючи вираз для x отримуємо, що $y = 0,024$ моль, $x = 0,027$ моль.

$$5) m(\text{AgNO}_3) = 0,027 \cdot 170 = 4,59 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 9,94 - 4,59 = 5,35 \text{ г}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 5,35 / 0,024 = 222,92 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = (222,92 - 188) / 18 = 1,94 \approx 2 \text{ отже формула } \underline{\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$$

3

Проста речовина **A** білого кольору самоспалахує на повітрі з утворенням гігроскопічної речовини **B**. Речовина **A** розчиняється у розчині сполуки **C** з утворенням двох речовин – кислоти **D** і газу **E**, рудого кольору і з характерним запахом. Кислоту **D** можна отримати також при реакції речовин **B** і **F**. Якщо прокип'ятити речовину **A** у розчині лугу **KOH**, то утвориться отруйний газ **G** і сіль деякої одноосновної кислоти **H**.

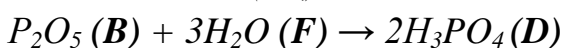
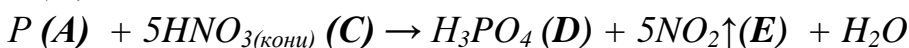
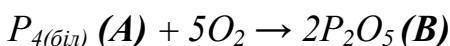
– Розшифруйте речовини **A-H**.

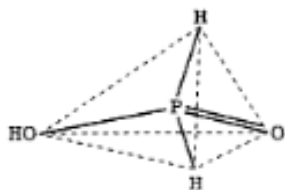
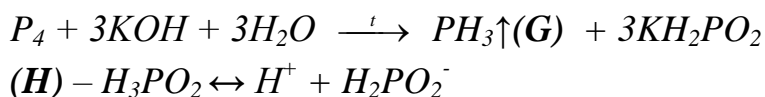
– Напишіть всі рівняння реакцій згаданих перетворень.

– Зобразіть графічну формулу кислоти **H**, обґрунтуйте її одноосновність.

– Напишіть рівняння реакції кислоти **H** із розчином мідного купоросу. Де використовується ця реакція?

Авторський варіант розв'язку





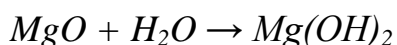
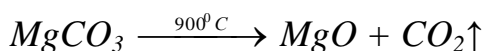
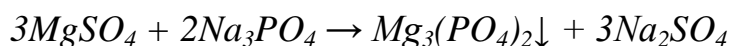
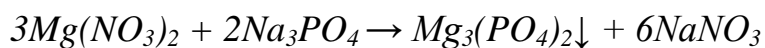
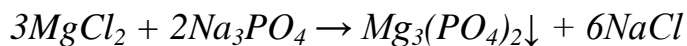
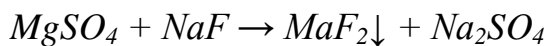
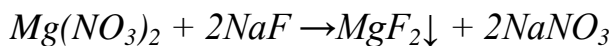
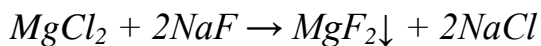
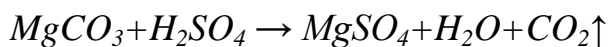
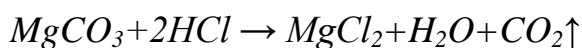
Це одноосновна кислота, оскільки тільки один атом H, що входить в OH-групу, заміщується на Me.

$3H_3PO_2 + 2CuSO_4 + 3H_2O \rightarrow 3H_3PO_3 + 2CuH + 2H_2SO_4$ – використовують у техніці, для хімічної металізації

4

В хімічній лабораторії серед реактивів знайдена склянка без надпису. В ній містився білий порошок, що погано розчинявся в воді (< 1,5 г в 100 г води), але дуже добре розчинявся у розчинах хлоридної, нітратної та сульфатної кислот з виділенням безбарвного газу та характерним шипінням. Кожний з утворених розчинів давав осад з насиченими розчинами натрій флуориду та натрій ортофосфату. Невідомий порошок виявився термічно нестійким і за температури 900 °С при розкладі втрачав 59,46 % маси, а твердий залишок добре розчинявся у воді, утворюючи лужний розчин. Встановіть формулу білого порошку, напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Авторський варіант розв'язку



5

В сполуці *A* масові частки елементів Гідрогену та Алюмінію становлять 10,62% і 71,09% відповідно. Решта – елемент *X*. Визначте сполуку *A*, тип гібридизації атомних орбіталей центрального атома Алюмінію в аніоні сполуки *A*, електронну і просторову будову цього аніона. Запропонуйте рівняння хімічної реакції внаслідок якої із бінарних сполук Алюмінію та елемента *X* з Гідрогеном утвориться сполука *A*.

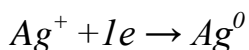
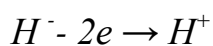
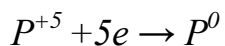
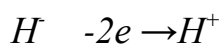
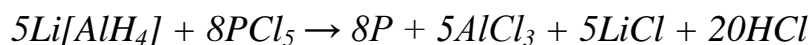
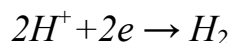
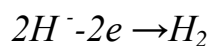
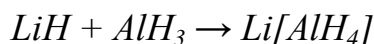
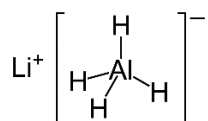
Запропонуйте рівняння реакцій сполуки *A* з H_2O , PCl_5 та $AgCl$. Складіть для них схеми процесів окиснення і відновлення елементів.

Авторський варіант розв'язку



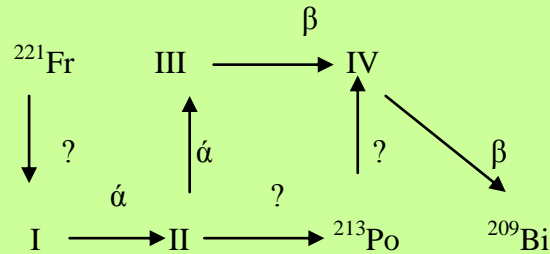
$$x : y : z = \frac{10,62}{1} : \frac{71,09}{27} : \frac{18,29}{7} = 10,62 : 2,63 : 2,61 \approx 4:1:1, \text{ тобто сполука } Li[AlH_4]$$

sp^3 -гібридизація атома *Al*

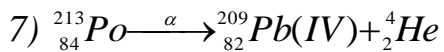
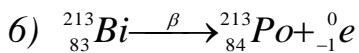
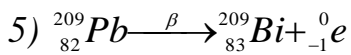
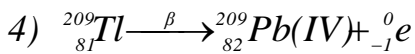
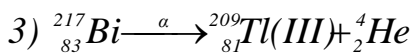
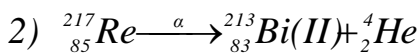
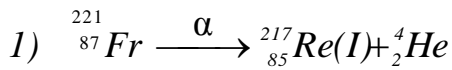


6

Для наведеного ланцюга радіоактивних перетворень наведіть схеми радіоактивного розпаду, визначте нукліди зашифровані цифрами I, II, III, IV, а також замість знаків «?» впишіть тип розпаду.



Авторський варіант розв'язку



1

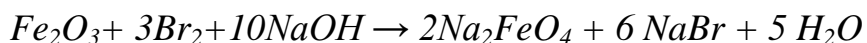
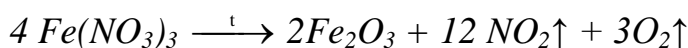
Розчин, що містить 10 г суміші ферум(III) нітрату і калій карбонату прокипятили, спостерігали виділення газу і випадіння осаду. Якщо виділений осад відфільтрувати і висушити до постійної маси, то одержують 2,67 г речовини, яку називають «іржею». При додаванні надлишку розчину лугу і бромної води одержана «іржа» переходить у розчин. Напишіть всі рівняння згаданих в задачі реакцій, який колір мав вихідний розчин і розчин після розчинення «іржи». Обчисліть склад за масою вихідної суміші солей у %.

Авторський варіант розв'язку



«іржа»

$K_2CO_3 \xrightarrow{t}$ не відбувається розклад



Fe_2O_3 може мати забарвлення від темно-червоного до чорно-фіолетового.

Ферати надають розчинам фіолетового забарвлення.

$$v(Fe_2O_3) = m/M = 2,67/160 = 0,0167 \text{ (моль)}$$

$$v(Fe(NO_3)_3) = 2 \cdot 0,0167 = 0,0334 \text{ (моль)}$$

$$m(Fe(NO_3)_3) = 0,0334 \cdot 242 = 8,08 \text{ (г)}$$

$$w(Fe(NO_3)_3) = 8,08/10 = 0,808 \text{ або } \underline{80,8 \%}$$

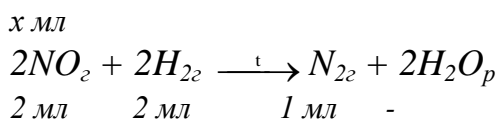
$$w(K_2CO_3) = 100 - 80,8 = \underline{19,2 \%}$$

2

Для повного відновлення 200 мл суміші NO і NO₂ при нагріванні за наявності Ni – Pt каталізатору використали 500 мл (н.у.) водню. Після закінчення реакції та приведення продуктів до нормальних умов, об'єм зменшився на 400 мл і газова суміш налічувала три гази. Обчисліть об'ємні частки NO і NO₂ у вихідній суміші та об'ємний склад кінцевої газової суміші.

Авторський варіант розв'язку

Обидві речовини реагують з воднем. При цьому відбувається зміна об'єму газової суміші в кожній реакції. Позначимо об'єм NO за x мл, тоді об'єм NO₂ дорівнює $(200 - x)$ мл. За законом об'ємних відношень знаходимо зміну об'єму газової суміші за першим і другим рівняннями.

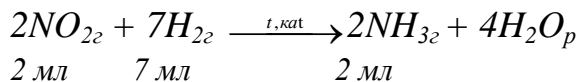


$$\Delta V = 3/2 x = 1,5 x \text{ мл}$$

$$\Delta V = 4 - 1 = 3 \text{ мл}$$

(200-x) мл

$$\Delta V = \frac{7}{2} (200 - x) \text{ мл} = 3,5 (200 - x) \text{ мл}$$



$$\Delta V = 9 - 2 = 7 \text{ мл}$$

ΔV за рівняннями становить (2+2+2+7 - 1+2 = 10), $\Delta V = 10$ (мл)

$$1,5 x + 3,5 (200 - x) = 400$$

$$x = 150$$

$$V(\text{NO}) = 150 \text{ мл}, \varphi(\text{NO}) = 150/200 = 0,75 \text{ або } \underline{75\%}$$

$$V(\text{NO}_2) = 50 \text{ мл}, \varphi(\text{NO}_2) = 50/200 = 0,25 \text{ або } \underline{25\%}$$

Кінцева суміш:

$$V(\text{N}_2) = 75 \text{ мл}, V(\text{NH}_3) = 50 \text{ мл},$$

$$V(\text{H}_2)_{\text{не прореагував}} = 500 - (150 + 175) = 175 \text{ (мл)}$$

3

Мінерал полуцит, названий за ім'ям давньогрецького міфічного героя Поллукса, є алюмосилкатом цезію та натрію. Масові частки Цезію, Натрію, Силіцію та Оксигену відповідно дорівнюють: 38,77 %, 6,70 %, 16,33 % та 30,32 %. Встановити формулу сполуки. Яку масу цезію можна добути з 1 т полуциту, якщо вміст корисної речовини по цезію в мінералі складає 30 %?

Авторський варіант розв'язку

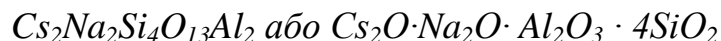


мінерал полуцит

$$v(\text{Cs}) : v(\text{Na}) : v(\text{Si}) : v(\text{O}) : v(\text{Al}) =$$

$$\frac{38,77}{133} : \frac{6,70}{23} : \frac{16,33}{28} : \frac{30,32}{16} : \frac{7,88}{27} =$$

$$0,29 : 0,29 : 0,58 : 1,895 : 0,29 = 1 : 1 : 2 : 6,5 : 1 = 2 : 2 : 4 : 13 : 2$$



$$m(\text{Cs}_2\text{O})_{\text{в мінералі}} = 1000 \cdot 0,3 = 300 \text{ кг} \quad v(\text{Cs}_2\text{O}) = 300 / 282 = 1,064 \text{ (кмоль)}$$

$$v(\text{Cs}) = 2 \cdot 1,064 = 2,128 \text{ (кмоль)}$$

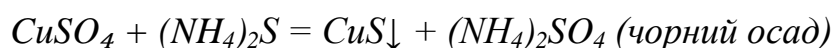
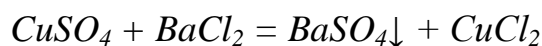
$$m(\text{Cs}) = 2,128 \cdot 133 = 283 \text{ (кг)}$$

4

Змішали тверді солі K_2SO_4 ; $CuSO_4$; KCl ; KNO_3 і розчинили суміш у воді. Які реагенти необхідно використати, щоб добути із розчину суміші солей калій нітрат. Запропонуйте план експеримента. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

Авторський варіант розв'язку

Реактив	K_2SO_4	$CuSO_4$	KCl	KNO_3
$AgNO_3$	-	-	$AgCl\downarrow$	-
$BaCl_2$	$BaSO_4\downarrow$	$BaSO_4\downarrow$	-	-
$(NH_4)_2S$	-	$CuS\downarrow$	-	-

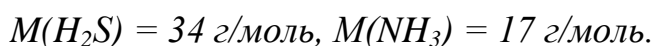
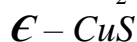
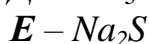
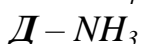
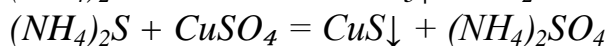
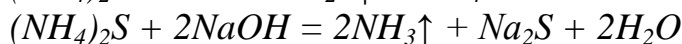
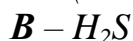
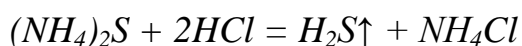
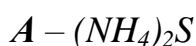


Осади відокремлюють фільтруванням (центрифугуванням). У фільтраті знаходяться іони K^+ , NO_3^- , розчин випаровуємо та добуваємо калій нітрат.

5

Водний розчин сполуки **A** є аналітичним реагентом, який використовується для якісного визначення багатьох катіонів. При додаванні до нього розчину хлоридної кислоти виділяється безбарвний газ **B**, який має неприємний запах, а у розчині залишається сіль **C**. При додаванні до розчину сполуки **A** розчину лугу виділяється безбарвний газ **D** з неприємним запахом, а в розчині залишається сіль **E**. При додаванні до розчину сполуки **A** розчину $CuSO_4$ випадає чорний осад сполуки **Є** і утворюється сіль **Ж**. Визначте сполуки **A** – **Ж**, якщо газ **B** в два рази важчий за газ **D**, напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Авторський варіант розв'язку



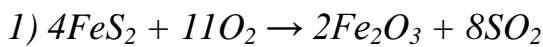
Отже, сірководень в два рази важчий за амоніак.

6

В результаті спалювання 900 г піриту, при виході 80 % одержали 300 л (70 °С і 1 атм) сульфур(IV) оксиду.

- 1) Розрахуйте масову частку домішок в піриті, що не містять Сульфуру;
- 2) Опишіть подальші перетворення сульфур діоксиду в товарний продукт цього виробництва – олеум;
- 3) Розрахуйте концентрацію олеуму (масову частку SO_3), який утвориться при пропусканні одержаного SO_3 крізь 3,6 кг 96 %-ного розчину сульфатної кислоти.

Авторський варіант розв'язку



$$v(SO_2)_{\text{практичне}} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1013,3 \cdot 10^3 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 343} = 10,66 \text{ (моль)}$$

$$v(SO_2)_{\text{теоретичне}} = 10,66/0,8 = 13,325 \text{ (моль)}$$

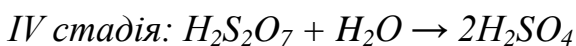
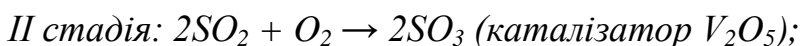
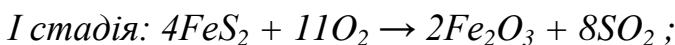
$$v(FeS_2) = 13,325/2 = 6,66 \text{ (моль)}$$

$$m(FeS_2) = 6,66 \cdot 120 = 799,5 \text{ (г)}$$

$$m(\text{домішок}) = 900 - 799,5 = 100,5 \text{ (г)}$$

$$w(\text{домішок}) = 100,5/900 = 0,11 \text{ або } 11\%.$$

2) При контактному способі виробництва сірчаної кислоти відбуваються наступні процеси:



3) Проходить реакція взаємодії сульфур(VI) оксиду з водою із 96% розчину сульфатної кислоти: $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

Масова частка SO_3 в утвореному олеумі розраховується за формулою:

$$w = \frac{m(SO_3)}{m(\text{олеум})}$$

$$v(SO_3)_{\text{загальне}} = 10,66 \text{ моль}$$

$$m(SO_3)_{\text{загальна}} = 10,66 \cdot 80 = 852,8 \text{ (г)}$$

$$v(H_2O) = 144/18 = 8 \text{ (моль)}$$

$$v(SO_3)_{\text{рівняння}} = v(H_2O) = 8 \text{ моль}$$

$$v(SO_3)_{\text{в олеумі}} = 10,66 - 8 = 2,66 \text{ (моль)}$$

$$m(SO_3)_{\text{в олеумі}} = 2,66 \cdot 80 = 212,8 \text{ (г)}$$

$$w(SO_3)_{\text{олеум}} = \frac{212,8}{852,8 + 3600} = 0,048 \text{ або } 4,8 \%$$

1

Сплав металів міді, магнію та алюмінію масою 10 г розчинили у надлишку 10%-ного розчину сульфатної кислоти і одержали 9 л (н.у.) газу. Ця ж маса сплаву при спалюванні в кисні перетворюється на 16,935 г суміші оксидів. Визначте масові частка металів у сплаві.

Авторський варіант розв'язку



мідь

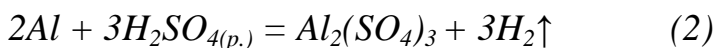
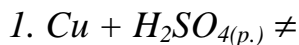


магній



алюміній

I спосіб



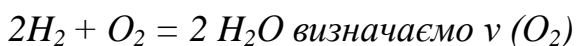
$$\nu(\text{H}_2) = 9/22,4 = 0,4 \text{ моль}$$



$$m(\text{O}_2) = 16,935 - 10 = 6,935 \text{ г}$$

$$\nu(\text{O}_2) = 6,935/32 = 0,217 \text{ моль}$$

3. Відношення кількості речовини водню, який утворився при взаємодії Mg і Al з кислотою, до кисню, який взаємодіє з Mg і Al, 2:1.



$$\nu(\text{O}_2) = 0,4/2 = 0,2 \text{ (моль)}$$

4. Кількість речовини кисню, що взаємодіє з міддю:

$$\nu(\text{O}_2) = 0,217 - 0,2 = 0,017 \text{ (моль)}$$

$$5. \nu(\text{Cu}) = 2 \nu(\text{O}_2), \nu(\text{Cu}) = 2 \cdot 0,017 = 0,034 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,034 \cdot 64 = 2,17 \text{ г} \approx 2,2 \text{ г}$$

$$6. m(\text{Mg} + \text{Al}) = 10 - 2,2 = 7,8 \text{ (г)}$$

$$7. m(\text{Mg}) = x \text{ г}, m(\text{Al}) = (7,8-x) \text{ г}$$

$$v(\text{Mg}) = x/24 \text{ моль}, v(\text{Al}) = (7,8-x)/27 \text{ моль}$$

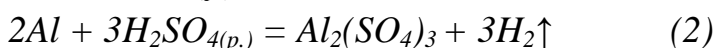
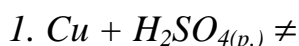
$$8. \text{ Згідно рівняння 1, } 2 v'(\text{H}_2) = x/24 \text{ моль}, v''(\text{H}_2) = 1,5 \frac{7,8-x}{27} \text{ моль}$$

$$9. x/24 + 1,5((7,8-x)/27) = 0,4$$

$$x = 2,4 \text{ г}, \underline{m(\text{Mg}) = 2,4 \text{ г}}$$

$$\underline{m(\text{Al}) = 7,8 - 2,4 = 5,4 \text{ (г)}}$$

II спосіб



$$v(\text{H}_2) = 9/22,4 = 0,4 \text{ (моль)}$$



$$m(\text{O}_2) = 16,935 - 10 = 6,935 \text{ (г)}$$

$$v(\text{O}_2) = 6,935/32 = 0,217 \text{ (моль)}$$

$$3. \Sigma v_{\text{екв.}}(\text{Mg} + \text{Al}) = v_{\text{екв.}}(\text{H}_2) \text{ згідно 1, 2.}$$

$$1 \text{ моль (H)} = 2 \text{ моль (H}_2), v_{\text{екв.}}(\text{H}) = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ (моль)}$$

$$v_{\text{екв.}}(\text{H}) = 0,8 \text{ моль}$$

$$v_{\text{екв.}}(\text{Mg} + \text{Al}) = 0,8 \text{ моль}, v_{\text{екв.}}(\text{O}) = v_{\text{екв.}}(\text{Mg} + \text{Al}) \text{ згідно рівнянь 4, 5.}$$

$$v_{\text{екв.}}(\text{O}) = 0,8 \text{ моль}$$

$$1 \text{ моль O}_2 \text{ містить 4 моль еквівалентів O}$$

$$x \text{ моль O}_2 \text{ містить 0,8 моль еквівалентів O}$$

$$x = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

Пункти 4 – 9 згідно I способу розв'язку.

2

Суміш амоніаку та вуглекислого газу об'ємом 5,6 л (н.у) і масою 8,3 г пропустили через 3 л води. Визначте склад суміші газів за об'ємом, молярну концентрацію речовин в утвореному розчині, враховуючи, що 0,04 моль/л CO_2 залишається у вигляді розчиненого газу, а решта утворює вуглекислоту. Зміною об'єму при розчиненні газів знехтувати.

Авторський варіант розв'язку

$$1. \nu(\text{г.с}) = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ (моль)}$$

$$2. M(\text{г.с}) = 0,83/0,25 = 33,2 \text{ (г/моль)}$$

$$M(\text{г.с.}) = \varphi(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) + \varphi(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)$$

$$\varphi(\text{NH}_3) = x, \varphi(\text{CO}_2) = 1 - x$$

$$33,2 = 17x + (1 - x)44$$

$$x = 0,4$$

$$\varphi(\text{NH}_3) = 0,4, \varphi(\text{CO}_2) = 0,6$$

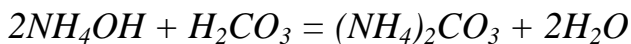
$$\underline{V(\text{NH}_3) = 2,24 \text{ л}}$$

$$\underline{V(\text{CO}_2) = 3,36 \text{ л}}$$

$$3. \nu(\text{NH}_3) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ (моль)} \quad \nu(\text{CO}_2) = 3,36/22,4 = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{CO}_2) \text{ залишається у вигляді розчиненого газу} = C_m \cdot V = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{CO}_2) \text{ що перетворюється в кислоту} = 0,15 - 0,12 = 0,03 \text{ (моль)}$$



$$\nu((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,03 \text{ моль}$$

$$\underline{C_m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,03/3 = 0,01 \text{ моль/л}}$$

$$\nu(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,1 - 0,06 = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$\underline{C_m(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,04/3 = 0,013 \text{ моль/л}}$$

3

При розчиненні у холодній воді 1,03 г рідкої бінарної сполуки А (вміст Хлору – 68,93 %) виділилась проста речовини Б жовтого кольору масою 0,16 г, виділився газ В та утворився розчин речовини Г, який нейтралізували розчином натрій гідроксиду. Цей розчин випарили, одержали білі кристали речовини Д. Визначте сполуки А – Д. Яку масу речовини Д одержали? Яке практичне застосування має речовина Д?

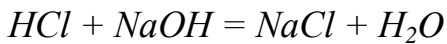
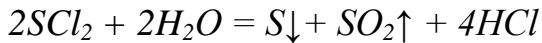
Авторський варіант розв'язку

$$1. S_xCl_y$$

$$\nu(S) : \nu(Cl) = x : y = 31,08/32 : 69,93/35,5 = 1:2$$



2. *A – SCl₂, Б – S, В – SO₂, Г – HCl, Д – NaCl*



$$3. \nu(S) = 0,16/32 = 0,005 \text{ моль}$$

$$\nu(HCl) = 4 \cdot 0,005 = 0,02 \text{ моль}$$

$$\nu(NaCl) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(NaCl) = 0,02 \cdot 58,5 = \underline{1,17 \text{ (г)}}$$

NaCl – найдавніша смакова добавка та консервант. Розчин натрій хлориду 0,9% використовують для поповнення нестачі рідини в організмі та у комплексі заходів інтенсивної терапії; як розчинник інших сумісних лікарських засобів. Можна застосовувати місцево для промивання ран, слизової оболонки носа, а також катетерів і систем для трансфузії.

4

Визначте кількість атомів у молекулі газоподібного фосфору, якщо при 400 °С і тиску $1,013 \cdot 10^5$ Па 75 см^3 пари фосфору в 1,937 разів важче ніж 150 см^3 кисню, що знаходиться за тих же умов.

Авторський варіант розв'язку

$$m(P_x) = 1,937 m(O_2)$$

$$\nu(P_x) \cdot M(P_x) = \nu(O_2) \cdot M(O_2)$$

$$\nu(P_x) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 75 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 673} = 1,36 \text{ (моль)}$$

$$\nu(O_2) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 150 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 673} = 2,72 \text{ (моль)}$$

$$1,36 \cdot M(P_x) = 1,937 \cdot 2,72 \cdot 32$$

$$M(P_x) = 125 \text{ г/моль}$$

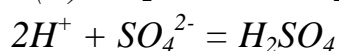
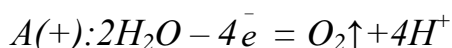
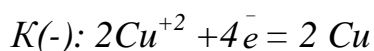
$$x = 125/31 = 4$$

P₄

5

Визначте склад розчину після пропускання струму силою 2 А протягом 20 хвилин через розчин, який приготували розчиненням 5 г мідного купоросу (купрум(II) сульфат пентагідрат) в 200 мл води, за умови, що вихід за струмом становить 100 %.

Авторський варіант розв'язку



$$1. \nu(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = m/M = 5/250 = 0,02 \text{ (моль)}$$

$$\nu(CuSO_4) = \nu(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 0,02 \text{ (моль)}$$

$$m_{p.p.}(CuSO_4) = 0,02 \cdot 160 = 3,2 \text{ (г)}$$

Масу утвореної міді срібла обчислюють за рівнянням Фарадея: $m = \frac{M}{z \cdot F} \cdot I \cdot \tau$, де

M – молярна маса речовини, г/моль; z – число електронів; I – струм, А; τ – час електролізу, с; F – число Фарадея, $1F=96500$ (А·с/моль).

$$m(Cu) = \frac{64}{2 \cdot 96500} \cdot 2 \cdot 1200 = 0,8 \text{ (г)} \quad \nu(Cu) = m/M = 0,8/64 = 0,0125 \text{ (моль)}$$

$$\nu(O_2) = \frac{1}{2} \nu(Cu) = 1/2 \cdot 0,0125 = 0,00625 \text{ (моль)} \quad m(O_2) = 0,00625 \cdot 32 = 0,2 \text{ (г)}$$

2. Розчин після електролізу містить $\nu(CuSO_4)_{\text{не прореагувало}}$, $\nu(H_2SO_4)_{\text{утворено}}$.

$$\nu(CuSO_4)_{\text{розклалося}} = \nu(Cu) = 0,0125 \text{ (моль)}$$

$$m(CuSO_4)_{\text{розклалося}} = 0,0125 \cdot 160 = 2 \text{ (г)}$$

$$m(CuSO_4)_{\text{не прореагувало}} = m(CuSO_4)_{\text{загальне}} - m(CuSO_4)_{\text{розклалося}} = 3,2 - 2 = 1,2 \text{ (г)}$$

$$\nu(H_2SO_4)_{\text{утворено}} = \frac{1}{2} \nu(H^+),$$

$$\nu(H^+) = 2 \nu(Cu) = 2 \cdot 0,0125 = 0,025 \text{ (моль)}$$

$$\nu(H_2SO_4)_{\text{утворено}} = \frac{1}{2} \cdot 0,025 = 0,0125 \text{ (моль)}$$

$$m(H_2SO_4)_{\text{утворено}} = 0,0125 \cdot 98 = 1,225 \text{ (г)}$$

$$m_{p-ну} \text{ після електролізу} = m_{p-ну} - m(Cu) - m(O_2)$$

$$m_{p-ну} = m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) + m(H_2O) = 200 + 5 = 205 \text{ (г)}$$

$$m_{p-ну} \text{ після електролізу} = 205 - 0,8 - 0,2 = 204 \text{ (г)}$$

Отже, після електролізу склад розчину:

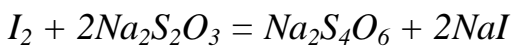
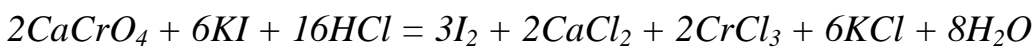
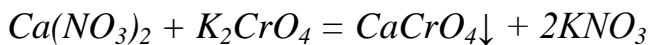
$$w(H_2SO_4) = 1,225/204 = 0,006 \text{ або } 0,60\%$$

$$w(CuSO_4) = 1,2/204 = 0,0059 \text{ або } 0,59\%$$

6

Для визначення молярної концентрації кальцій нітрату у розчині до 100 мл його додали достатню кількість розчину калій хромату з концентрацією 0,2 моль/л. Утворений осад відфільтрували, промили і повністю розчинили в 200 мл суміші розчинів хлоридної кислоти та калій йодиду. На взаємодію з цим утвореним розчином витратили 37,8 мл розчину натрій тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ з концентрацією 0,5 моль/л. Обчисліть молярну концентрацію розчину кальцій нітрату, а також похибку визначення, якщо $\text{ДР}_{\text{CaCrO}_4} = 7 \cdot 10^{-4}$.

Авторський варіант розв'язку



$$v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = C_m \cdot V, \quad v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,5 \cdot 0,0378 = 0,0189 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{I}_2) = 0,0189/2 = 0,00945 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{CaCrO}_4) = 0,0063 \text{ (моль)} \quad \text{це в 200 мл}$$

$$C_m(\text{CaCrO}_4) = 0,0063 / 0,2 = 0,0315 \text{ моль/л}$$

$$C_m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,0315 \text{ моль/л,}$$

$$\text{а в 100 мл розчину } v(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = C_m \cdot V = 0,0315 \cdot 0,1 = 0,00315 \text{ моль}$$

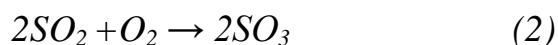
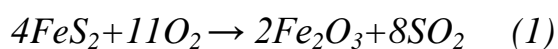
$$\text{ДР} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = 0,00315 \cdot 0,2 = 6,3 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta = \frac{\Delta \text{ДР}}{\text{ДР}_{\text{теоретичне}}} \times 100\%, \quad \Delta = 7 \cdot 10^{-5} / 7 \cdot 10^{-4} = 0,1 \text{ або } 10\%$$

1

При випалі 16 г піриту що містить домішки, одержали 4,48 л (н.у.) газу. Враховуючи, що основна речовина піриту – FeS_2 , обчисліть вміст домішок у піриті. Запропонуйте рівняння реакцій, які характеризують промислове використання одержаного газу. Яку масу речовини отримують в багатотонажному виробництві неорганічного синтезу, з 16 т піриту, за умови відсутності втрат.

Авторський варіант розв'язку



$$1) \nu(\text{SO}_2) = V/V_m = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{FeS}_2) = 0,2/2 = 0,1 \text{ (моль)} - \text{за рівнянням реакції (1)}$$

$$m(\text{FeS}_2) = \nu \cdot M = 0,1 \cdot 120 = 12 \text{ (г)}$$

$$w(\text{дом.}) = \frac{16-12}{16} \cdot 100\% = 25\%$$

$$2) \nu(\text{FeS}_2) = m/M = 16000/120 = 133,3 \text{ (кмоль)}$$

$$\nu(\text{SO}_2) = 2 \cdot 133,3 = 266,6 \text{ (кмоль)}$$

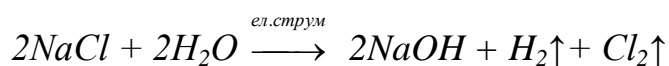
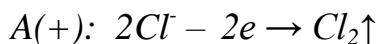
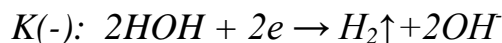
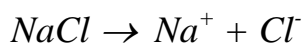
$$\nu(\text{SO}_2) = \nu(\text{SO}_3) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

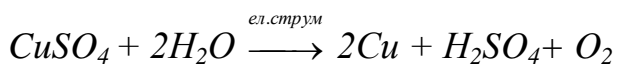
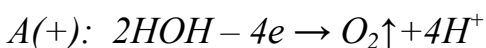
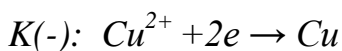
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 266,6 \cdot 98 = 26126,8 \text{ (кг)} \approx 26 \text{ (т)}$$

2

В дві послідовно з'єднані електролітичні комірки помістили розчини натрій хлориду та купрум(II) сульфату. При пропусканні крізь обидва розчини електричного струму маса катоду в розчині купрум(II) сульфату збільшилася на 3,2 г, а на аноді виділився газ **A**, який важче повітря. В розчині натрій хлориду на катоді виділився газ **B**, який легше повітря, а на аноді – забарвлений газ **B**. Визначте гази **A**, **B**, **B** та їх об'єми (н.у.).

Авторський варіант розв'язку



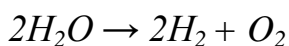


Речовини: **A** – O₂, **B** – H₂, **B** – Cl₂.

$$\nu(\text{Cu}) = 3,2/64 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{O}_2) = \nu(\text{Cu})/2 = 0,05/2 = 0,025 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{O}_2) = 0,025 \cdot 22,4 = 0,56 \text{ (л)}$$



$$\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Cl}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot 2 = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{Cl}_2) = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ (л)}$$

3

Лаборант випадково розбив склянку з реактивом. На підлозі серед безбарвних кристалів лежав шматок етикетки з надписом: «...стий перегнаний». Здогадавшись, що було в склянці (сіль, що не містить рідкісних та отруйних елементів), лаборант почав прибирати з підлоги залишки мокрою ганчіркою... Відбувся доволі гучний хлопок, кімната наповнилася клубами їдкою туману. Здивований лаборант (він працював у масці) вирішив проаналізувати кристали, що залишилися. Наважку масою 0,445 г він обережно розчинив у 100 мл 5%-вого розчину нітратної кислоти та додав надлишок розчину аргентум нітрату. Утворився білий сироподібний осад, маса якого після висушування становить 1,435 г. Яка формула солі містилася в склянці? Написати рівняння реакцій взаємодії солі з водою.

Авторський варіант розв'язку

Білий сироподібний осад – це AgCl .

$$\nu(\text{AgCl}) = m/M = 1,435/143,5 = 0,01 \text{ (моль)},$$

відповідно $\nu(\text{AgCl}) = \nu(\text{Cl})$ в невідомій солі, тож $m(\text{Cl}) = 0,01 \cdot 35,5 = 0,355 \text{ (г)}$.

Таким чином на невідомий метал приходить 0,445-0,355=0,09 (г), тоді на 1 моль (Cl) приходить 9 г другого елемента (металу). Таким чином, підходить лише тривалентний метал ($3 \cdot 9 = 27$) це – Алюміній. Тобто, в розбитій склянці був безводний алюміній хлорид AlCl_3 .

Безводний AlCl_3 бурно реагує з водою:



крім того, у наслідок гідролізу відбувається виділення хлороводню.

4

За наведеними схемами та зберігаючи коефіцієнти визначити речовини в лівій частині схеми та написати рівняння реакцій. Визначити окисник, відновник та скласти електронний баланс.

1. ...+...+ 2H₂O = 3H₃PO₄ + 5NO;
2. ...+ ... = 5KI + KIO₃ + 3H₂O;
3. ... + ... = AgNO₃ + NO₂ + H₂O;
4. ... + ... + 3H₂SO₄ = 2MnSO₄ + 5Na₂SO₄ + K₂SO₄ + 3H₂O.

Авторський варіант розв'язку

- 1) 5HNO₃ + 3P + 2H₂O = 3H₃PO₄ + 5NO (окисник – HNO₃; відновник – P)
- 2) 3I₂ + 6KOH = 5KI + KIO₃ + 3H₂O (реакція диспропорціювання)
- 3) Ag + 2HNO₃ = AgNO₃ + NO₂ + H₂O (окисник – HNO₃; відновник – Ag)
- 4) 2KMnO₄ + 5Na₂SO₃ + 3H₂SO₄ = 2MnSO₄ + 5Na₂SO₄ + K₂SO₄ + 3H₂O
(окисник – KMnO₄; відновник – Na₂SO₃)

5

Скільки теплоти виділиться при спалюванні 44,8 л (н.у.) етилену, якщо стандартна теплота його згоряння становить 1410,97 кДж/моль. Обчисліть стандартну ентальпію утворення етилену (C₂H₄) з простих речовин, якщо ентальпії згоряння C та H₂ відповідно становлять - 393,51 кДж/моль та -285,84 кДж/моль.

Авторський варіант розв'язку

$$1) C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O; \Delta H = -1410,97 \text{ кДж}$$

$$v(C_2H_4) = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$q = \frac{\Delta H \cdot v}{n} = \frac{1410,97 \cdot 0,2}{1} = 282,19 \text{ (кДж)}$$

$$2) 2C_{(m)} + 2H_{2(e)} = C_2H_{4(e)}; \Delta H^0 - ?$$

$$H_{2(e)} + 1/2O_{2(e)} = H_2O_{(p)}; \Delta H^0_1 = -285,84 \text{ кДж}; \quad \times 2$$

$$C_{(m)} + O_{2(e)} = CO_{2(e)}; \Delta H^0_2 = -393,51 \text{ кДж}; \quad \times 2$$

$$C_2H_{4(e)} + 3O_{2(e)} = 2CO_{2(e)} + 2H_2O_{(p)}; \Delta H^0_3 = -1410,97 \text{ кДж}$$

Тож,

$$\Delta H^0 = 2\Delta H^0_1 + \Delta H^0_2 - \Delta H^0_3 =$$

$$= 2 \cdot (-285,84) + 2 \cdot (-393,51) - (-1410,97) = 52,27 \text{ (кДж/моль)}$$

6

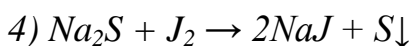
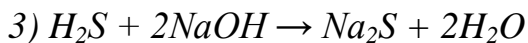
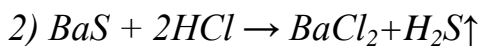
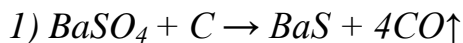
Для отримання розчинних солей Барію використовують природний мінерал барит, що містить (за масою) 58,80% Барію, 27,47% Оксигену та 13,73% Сульфуру. Подрібнений барит змішують з коксом, суміш нагрівають до температури 900 °С та витримують певний час. При цьому утворюються два продукти: тверда речовина і газ, що горить на повітрі блакитним полум'ям. Твердий продукт після охолодження розчиняють у розбавленому розчині хлоридної кислоти, що супроводжується виділенням безбарвного газу, який був поглинутий розчином натрій гідроксиду з утворенням середньої солі. При додаванні до утвореного розчину солі спиртового розчину йоду, утворюється тверда речовина жовтого кольору. Визначте хімічну формулу солі, що входить до мінералу бариту та складіть рівняння всіх згаданих перетворень.

Авторський варіант розв'язку



$$x : y : z = \frac{58,80}{137} : \frac{13,73}{32} : \frac{27,47}{16} = 0,43 : 0,43 : 1,72 = 1 : 1 : 4 \text{ відповідно формула}$$

бариту $BaSO_4$



1

В сполуці CaX_2Y_2 масова частка Кальцію дорівнює 28,0 %, а в сполуці CaXY_2 – 31,5 %.

- 1) Визначте елементи X та Y . Напишіть формули та назви вказаних сполук.
- 2) Вкажіть ступені окислення всіх елементів в цих сполуках.
- 3) Приведіть рівняння реакцій, які перебігають при прожарюванні цих сполук.
- 4) Поясніть, чому сполуку CaX_2Y_2 слід захищати від променів сонячного світла та вологи.
- 5) Запропонуйте рівняння одержання сполуки CaX_2Y_2 з простої речовини елемента Y .

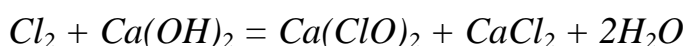
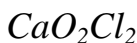
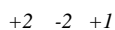
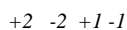
Авторський варіант розв'язку

$$M(\text{X}_2\text{Y}_2) = 103 \quad M(\text{XY}_2) = 87$$

$$2x + 2y = 103$$

$$x + 2y = 87$$

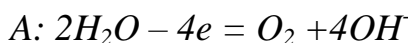
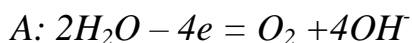
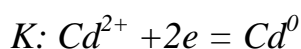
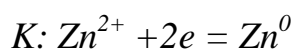
$$x = 16 \text{ (O)} \quad y = 35,5 \text{ (Cl)}$$



2

Маса суміші цинк нітрату гексагідрату і кадмій нітрату тетрагідрату становить 24,42 г. Для повного виділення цинку і кадмію з 200 мл розчину, який приготували розчиненням зазначеної суміші у воді, пропустили електричний струм силою 1,08 А протягом 4 години. Визначте масові частки солей (%) у суміші та молярну концентрацію (моль/л) солей в розчині. Вихід за струмом становить 100 %.

Авторський варіант розв'язку



$$m = k \cdot Q \quad Q = I \cdot \tau = 1,08 \cdot 4 = 4,32$$

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = x \text{ г}$$

$$v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{x}{297} \text{ моль} \quad v(\text{Zn}) = \frac{x}{297} \text{ моль} \quad m(\text{Zn}) = \frac{65x}{297} \text{ г}$$

$$m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 24,42 - x \text{ (г)}$$

$$v(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{24,42 - x}{308} \text{ моль} \quad v(\text{Cd}) = \frac{24,42 - x}{308} \text{ моль} \quad m(\text{Cd}) = \frac{112 \cdot (24,42 - x)}{308} \text{ г}$$

$$k(\text{Zn}) = \frac{65}{2 \cdot 26,8} = 1,21 \quad k(\text{Cd}) = \frac{112}{2 \cdot 26,8} = 2,09$$

$$Q(\text{Zn}) = \frac{65x}{297 \cdot 1,21} \quad Q(\text{Cd}) = \frac{(24,42 - x) \cdot 112}{308 \cdot 2,09}$$

$$\frac{65x}{297 \cdot 1,21} + \frac{(24,42 - x) \cdot 112}{308 \cdot 2,09} = 4,32$$

$$\frac{65x}{359,37} + \frac{(24,42 - x) \cdot 112}{646,8} = 4,32$$

$$42042x + 982891,32 - 40248,44x = 1004143,09$$

$$1792,56x = 21251,71$$

$$x = 11,85$$

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 11,85 \text{ г} \quad w(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{11,85}{24,42} = 0,49 = \underline{49\%}$$

$$m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 12,84 \text{ г} \quad w(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,51 = \underline{51\%}$$

$$v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \frac{11,85}{297} = 0,04 \text{ моль} \quad v(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{12,84}{308} = 0,04 \text{ моль}$$

$$v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,04 \text{ моль} \quad C_m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,04/0,2 = \underline{0,2 \text{ моль/л}}$$

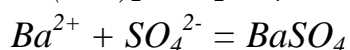
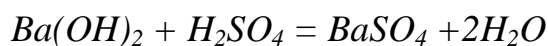
$$v(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 0,04 \text{ моль} \quad C_m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 0,04/0,2 = \underline{0,2 \text{ моль/л}}$$

3

При додаванні до 100 мл розчину, який містить 0,04 моль барій гідроксиду, 39,2 г 10% розчину сульфатної кислоти виділилося 5120 Дж теплоти, а при додаванні до тієї ж кількості розчину барій гідроксиду 100 мл розчину, який містить 0,04 моль хлоридної кислоти, виділилося 2200 Дж теплоти.

- 1) Запишіть іонні та молекулярні рівняння всіх згаданих реакцій.
- 2) Визначте масу осаду.
- 3) Визначте теплові ефекти: а) реакції нейтралізації; б) реакції взаємодії йонів барію з сульфат йонами, що призводить до осадження барій сульфату.

Авторський варіант розв'язку



Мольне співвідношення 1 : 1 при взаємодії $\text{Ba}(\text{OH})_2$ та HCl відповідає утворенню



$$\Delta H_{\text{нейтралізації}} = \frac{2200}{0,04} = 55000 \text{ (Дж/моль)}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{39,2 \cdot 0,1}{98} = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{BaSO}_4) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,04 \cdot 232 = 9,32 \text{ (г)}$$

$$\Delta H_{\text{реакції 1}} = \frac{5120}{0,04} = 128000 \text{ (Дж/моль)}$$

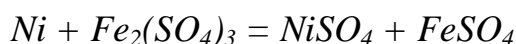
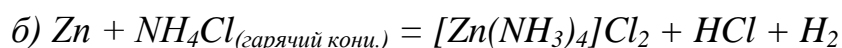
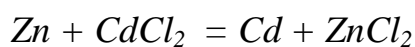
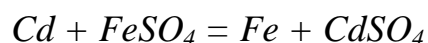
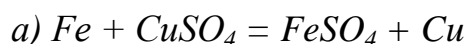
$$\Delta H(\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}) = 128000 - 55000 = 73000 \text{ (Дж/моль)}$$

4

Наведіть по 3 приклади реакцій та дайте необхідні пояснення, чому відбуваються ці реакції:

- між металами та водними розчинами солей, при яких відбувається виділення вільних металів;
- між металами та водними розчинами солей, при яких НЕ відбувається виділення вільних металів.

Авторський варіант розв'язку



5

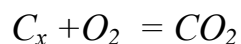
При спалюванні 0,05 моль невідомої простої речовини утворилося 67,2 л (н.у.) газу, який в 2,75 рази важче за метан. Встановіть хімічну формулу та вкажіть назву простої речовини (відомо, що вона при розчиненні в карбон сульфіді та 1-хлоронафталіні утворює розчин фіолетового кольору). Вкажіть всі відомі алотропні модифікації елемента, що утворює цю речовину.

Авторський варіант розв'язку

$$M(\text{газа}) = 2,75 \cdot 16 = 44 \quad \text{CO}_2$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ (моль)}$$

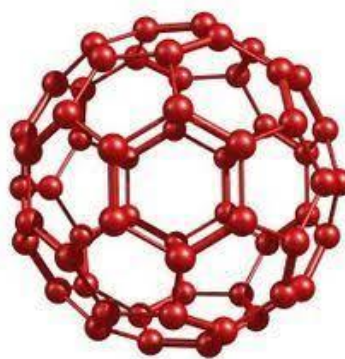
$$0,05 \quad 3$$



$$x = \frac{3}{0,05} = 60 \quad C_{60} - \text{фулерен.}$$

Алотропні модифікації:

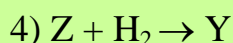
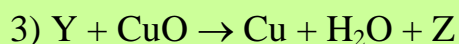
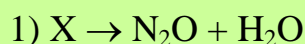
алмаз, графіт, карбін, букібол



фулерен

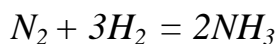
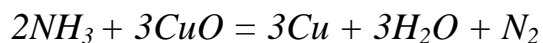
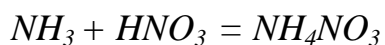
6

Встановіть речовини зашифровані під літерами X, Y та Z у схемах хімічних перетворень:



Запишіть рівняння хімічних реакцій, які відповідають запропонованим схемам. Обчисліть масу сполуки X, яку можна отримати з 22,4 л (н.у) газуватої речовини Y та 105 г 60% розчину нітратної кислоти за рівнянням, що відповідає схемі 2. Вкажіть застосування сполуки X.

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(NH_3) = \frac{22,4}{22,4} = 1 \text{ (моль)} \quad \nu(HNO_3) = \frac{105 \cdot 0,6}{63} = 1 \text{ (моль)} \quad m(NH_4NO_3) = 80 \text{ (г)}$$

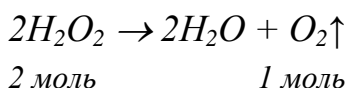
Застосування амоній нітрату: добриво та одержання вибухівки.

1

Гідроген пероксид (перекис водню) належить до групи антисептичних препаратів. Під дією складових крові перекис водню розкладається, а численні бульбашки кисню вбивають хвороботворні бактерії та закупорюють рани. Встановіть, який об'єм кисню (н.у.) виділиться при дезінфекції рани, якщо в неї потрапить 20 мл розчину гідроген пероксиду з масовою часткою розчиненої речовини 3,0% та густиною 1,0 г/мл. Скласти електронний баланс реакції розкладу гідроген пероксиду.

Авторський варіант розв'язання

1. Складаємо рівняння хімічної реакції:



$$2. m_{p-ny} = V_{p-ny} \cdot \rho_{p-ny} \quad m_{p-ny}(H_2O_2) = 20 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 20$$

$$3. m_{p.p} = w_{p.p} \cdot m_{p-ny} \quad m_{p-ny}(H_2O_2) = 0,03 \cdot 20 = 0,6 \text{ (г)}$$

4. Обчислюємо кількість речовини гідроген пероксиду за формулою

$$v = m/M. \quad M(H_2O_2) = 34 \text{ г/моль}; \quad v(H_2O_2) = 0,6 \text{ г}/34 \text{ г/моль} = 0,0176 \text{ моль}$$

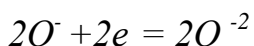
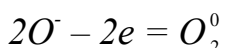
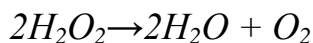
5. Обчислюємо кількість речовини кисню за рівнянням хімічної реакції:

$$v(H_2O_2) : v(O_2) = 2 : 1, \text{ тому } v(O_2) = 0,0088 \text{ моль.}$$

6. Обчислюємо об'єм кисню за формулою $V = v \cdot V_m$

$$V(O_2) = 0,0088 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,1976 \text{ л} \approx 0,2 \text{ л}$$

$$\underline{V(O_2) = 0,2 \text{ л.}}$$

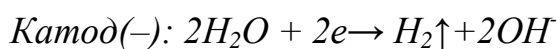


2

При електролізі 200 г розчину з масовою часткою калій хлориду 7,45% на електродах утворюються гази, які видаляються з поверхні електродів. Обчислити об'єми газів (н.у.), що утворилися на електродах, при електролізі. До розчину, що залишився після електролізу, додали 50 г розчину з масовою часткою фосфатної кислоти 19,6 %. Обчисліть масу утвореної солі.

Авторський варіант розв'язання

1. Рівняння електролізу розчину калій хлориду:



$$2. m_{p.p.} = m_{p-ny} \cdot w_{p.p.} \quad m_{p.p.}(\text{KCl}) = 0,0745 \cdot 200 = 14,9 \text{ (г)}$$

$$v = m/M \quad v(\text{KCl}) = 14,9/74,5 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$3. v(\text{Cl}_2) = v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} v(\text{KCl}) = 0,2/2 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{Cl}_2) = V(\text{H}_2) = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ (л)}$$

4. Розчин, що залишився після електролізу, це розчин калій гідроксиду. При цьому

$$v(\text{KOH}) = v(\text{KCl}) = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$5. m_{p.p.}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{p-ny}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot w_{p.p.} \quad (\text{H}_3\text{PO}_4) = 50 \text{ г} \cdot 0,196 = 9,8 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = m/M = 9,8 / 98 = 0,1 \text{ (моль)}$$

6. При взаємодії KOH з H_3PO_4 можливо з утворенням трьох типів солей:



При співвідношенні $v(\text{H}_3\text{PO}_4)$: $v(\text{KOH}) = 0,1:0,2$ або $1:2$ протікає друга реакція (2) і утворюється калій гідрогенфосфат, $v(\text{K}_2\text{HPO}_4) = v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1$ моль.

$$7. m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,1 \cdot 174 = 17,4 \text{ (г)}$$

$$\underline{V(\text{Cl}_2) = V(\text{H}_2) = 2,24 \text{ л; } m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 17,4 \text{ г}}$$

3

Визначте масу купрум(II) сульфату пентагідрату, яку потрібно розчинити в 110 мл води, щоб отримати розчин з масовою часткою купрум(II) сульфату 0,2? Як довести наявність іонів Cu^{2+} та SO_4^{2-} в розчині?

Авторський варіант розв'язання

$$1. w(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{160\text{г/моль}}{250\text{г/моль}} = 0,64$$

2. Нехай $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = x$ (г), тоді $m(\text{CuSO}_4) = 0,64 x$ (г).

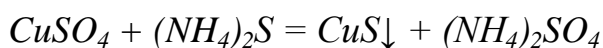
$$w(\text{CuSO}_4)_{p.p} = \frac{m_{p.p}(\text{CuSO}_4)}{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 110 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 110 \text{ г}$$

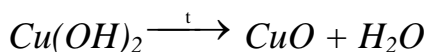
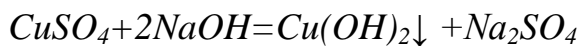
$$0,2 = \frac{0,64x}{x + 110} \quad x = 50 \text{ г}$$

3) Якісні реакції катіона Cu^{2+} :

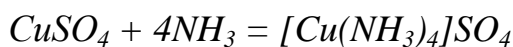
1. Сірководень, сульфід амонія утворюють з іонами Cu^{2+} чорний осад CuS :



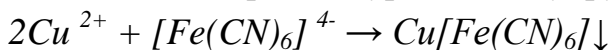
2. Луги утворюють з іонами Cu^{2+} блакитний осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$, від якого при нагріванні відщеплюється вода, і купрум(II) гідроксид перетворюється на чорний CuO :



3. Амоніак у надлишку утворює з іонами Cu^{2+} аміачний комплекс інтенсивно синього кольору:

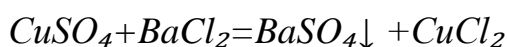


4. Калій гексаціаноферат (II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (жовта кров'яна сіль) утворює з іонами Cu^{2+} червоно-бурий осад купрум гексаціаноферату (II):



Якісна реакція аніона SO_4^{2-} :

Барій хлорид при взаємодії із SO_4^{2-} утворює білий кристалічний осад BaSO_4 :



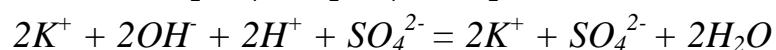
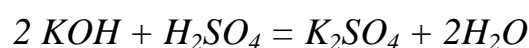
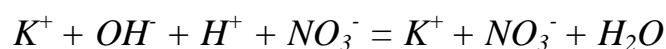
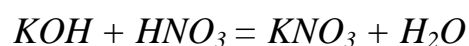
$$\underline{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г}}$$

4

Взаємодія сильних кислот з сильними основами у розбавлених водних розчинах супроводжується виділенням однакової кількості теплоти: $\Delta H_{\text{нейтр}} = -55,9$ кДж/моль.

1. Наведіть три приклади взаємодії сильної кислоти та сильної основи і запропонуйте молекулярні, повні та скороченні йонно – молекулярні рівняння, що відповідають даному процесу.
2. Поясніть сталість кількості теплоти нейтралізації.
3. Яку масу 10% розчинів хлоридної кислоти та натрій гідроксиду потрібно взяти, щоб виділилось 83,85 кДж теплоти?

Авторський варіант розв'язання



2) *Сталість кількостей тепла нейтралізації пов'язана з тим, що при взаємодії сильних кислот з сильними основами, які повністю дисоційовані у розбавлених водних розчинах, з йонів H^+ (H_3O^+) кислоти та йонів OH^- основи утворюється молекула $\text{H}_2\text{O}_{(р)}$: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}_{(р)}$, $\Delta H = -55,9$ кДж/моль теплота утворення H_2O з йонів.*



Якщо виділилось 83,85 кДж теплоти в реакції, то

$$v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH}) = 83,85/55,9 = 1,5 \text{ (моль)}$$

$$m_{p,p} = v \cdot M$$

$$m_{p,p}(\text{HCl}) = 1,5 \cdot 36,5 = 54,75 \text{ (г)}$$

$$m_{p-ну} = m_{p,p} / w_{p,p}$$

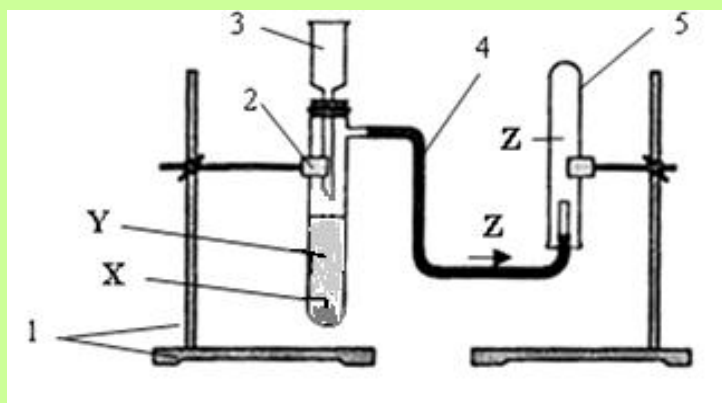
$$m_{p-ну}(\text{HCl}) = 54,75/0,1 = \underline{547,5 \text{ (г)}}$$

$$m_{p,p}(\text{NaOH}) = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ (г)}$$

$$m_{p-ну}(\text{NaOH}) = 60/0,1 = \underline{600 \text{ (г)}}$$

5

Розгляньте запропонований рисунок та виконайте наступні завдання:



1. Дати назву хімічному обладнанню та хімічному посуду, позначеному цифрами.
2. Визначте невідомі речовини X, Y, Z та укажіть їх агрегатні стани.
3. Запишіть можливе рівняння реакції, що ілюструють зазначений на рисунку хімічний процес, укажіть її тип.
4. Укажіть спосіб збирання газу, який утворюється в результаті даної реакції та як можна перевірити наявність газу в пробірці. Відповідь обґрунтуйте.

Авторський варіант розв'язання

1)

1 – лабораторний штатив; 2 – тримач лапки штативу; 3 – хімічна лійка;
4 – газовідвідна трубка; 5 – пробірка.

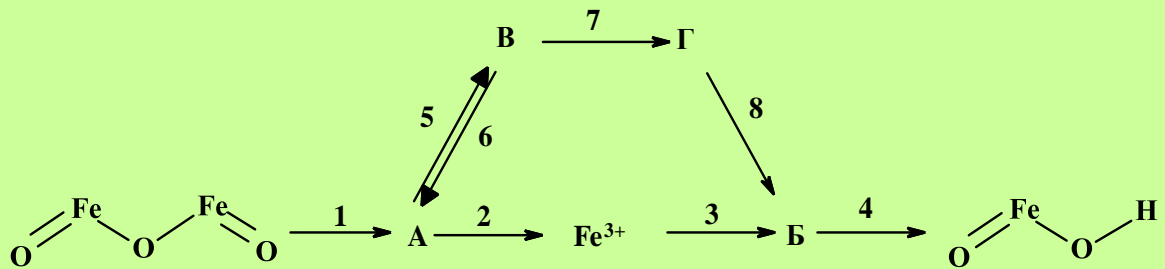
2) X – метал середньої активності, наприклад Zn, тверда речовина, Y – кислота, наприклад, хлоридна кислота (HCl), рідина, Z – водень (H₂), газ.

3) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$, реакція заміщення.

4) В результаті реакції утворюється газ водень, який легше за повітря ($M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$, $M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}$), тому його можна збирати у пробірку дном догори (отвором донизу) методом витіснення повітря. Для перевірки наявності газу в пробірці піднести запалену скіпку до отвору пробірки і якщо в ній є водень, то буде чути невеличкий хлопок.

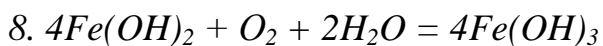
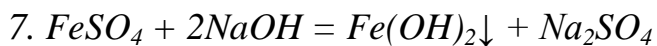
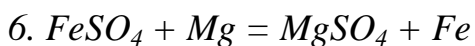
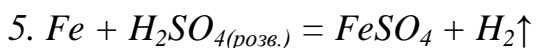
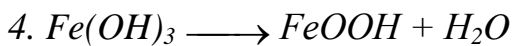
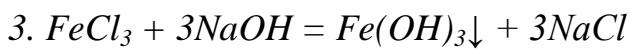
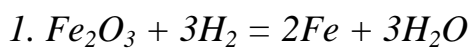
6

Установіть всі невідомі речовини (*A*, *Б*, *В*, *Г*), що беруть участь у перетвореннях, та напишіть відповідні рівняння реакцій, зазначте умови їх перебігу.



Авторський варіант розв'язання

A – ферум (*Fe*), *Б* – ферум(III) гідроксид ($Fe(OH)_3$), *В* – Fe^{2+} (ферум(II) хлорид $FeCl_2$, або ферум(II) сульфат $FeSO_4$), *Г* – ферум(II) гідроксид ($Fe(OH)_2$).



РОЗДІЛ 4

ЗАВДАННЯ ДЛЯ 10 КЛАСУ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА АВТОРСЬКІ РОЗВ'ЯЗКИ

2010/2011 навчальний рік

1

Азбест масою 4,16 г розчинили у 10%-ній хлоридній кислоті. Після розчинення залишилося 2,4 г нерозчинного осаду. На реакцію витратилося 29,2 г розчину хлоридної кислоти. Встановіть хімічну формулу азбесту (у вигляді оксидів), враховуючи, що до його складу входять наступні елементи: Кальцій, Магній, Силіцій, Оксиген.

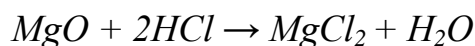
Авторський варіант розв'язку

$$V(\text{HCl}) = 2,92/36,5 = 0,08 \text{ (моль)}; m(\text{SiO}_2) = 2,4 \text{ г.}$$

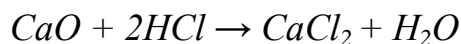
$$n(\text{SiO}_2) = 0,04 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CaO} + \text{MgO}) = 1,76 \text{ г}$$

$$x \quad 2x$$



$$y \quad 2y$$



$$2x + 2y = 0,08; \quad x = 0,04 - y;$$

$$40x + 56y = 1,76$$

$$y = 0,01 \quad \text{CaO}$$

$$x = 0,01 \quad \text{MgO}$$

Формула азбесту: $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$



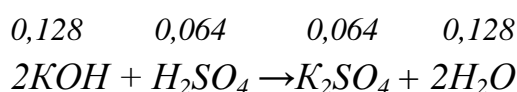
азбест

2

Водний розчин калій гідроксиду нейтралізували водним розчином сульфатної кислоти. Масові частки розчинених речовин у обох розчинах однакові. Яку мінімальну відсоткову концентрацію повинні мати розчини калій гідроксиду та сульфатної кислоти, щоб утворився насичений при 20 °С розчин калій сульфату. Розчинність калій сульфату при 20 °С складає 11,1 г на 100 г води.

Авторський варіант розв'язку

1-ий варіант розв'язку:



$$\nu(\text{K}_2\text{SO}_4) = 11,1/174 = 0,064 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,27 \text{ г}; m(\text{KOH}) = 56 \cdot 0,128 = 7,17 \text{ (г)}; m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,128 = 2,3 \text{ (г)}$$

$$\Delta m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 2,3 = 97,7 \text{ (г)}$$

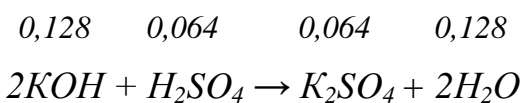
$$m(\text{KOH})/m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,17/6,27 = 1,14x - m(\text{H}_2\text{O}) \text{ на розчинення } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

$$1,14x - m(\text{H}_2\text{O}) \text{ на розчинення } \text{KOH } x + 1,14x = 97,7x = 45,7$$

$$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,27/(6,27 + 45,7) = 0,121$$

2-ий варіант розв'язку:

$$\nu(\text{K}_2\text{SO}_4) = 11,1/174 = 0,064 \text{ (моль)}$$



$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,27 \text{ г}; m(\text{KOH}) = 56 \cdot 0,128 = 7,17 \text{ (г)}; m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,128 = 2,3 \text{ (г)}$$

x – маса води для приготування розчину калій гідроксиду.

$$7,17 / (7,17+x) = 6,27 / (6,27 + 100 - 2,3); \quad x = 52,1$$

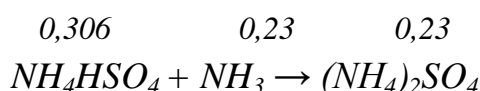
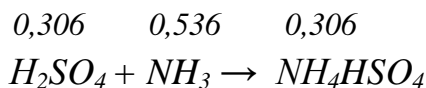
$$w(\text{KOH}) = 7,17 / (7,17+52,1) = 0,121 = 12,1 \%$$

3

Крізь 150 г водного розчину сульфатної кислоти з масовою часткою 0,2 пропустили 12 л (н.у.) газоподібного аммоніаку. Визначте масові частки солей в отриманому розчині.

Авторський варіант розв'язку

$$\nu(H_2SO_4) = 30 / 98 = 0,306 \text{ (моль)}; \nu(NH_3) = 12 / 22,4 = 0,536 \text{ (моль)}$$



$$\nu(NH_4HSO_4) = 0,306 - 0,23 = 0,076 \text{ (моль)} \quad \nu((NH_4)_2SO_4) = 0,23 \text{ моль}$$

$$m(NH_4HSO_4) = 0,076 \cdot 115 = 8,74 \text{ (г)} \quad m((NH_4)_2SO_4) = 0,23 \cdot 132 = 30,36 \text{ (г)}$$

$$m(NH_3) = 0,536 \cdot 17 = 9 \text{ (г)}$$

$$w(NH_4HSO_4) = \frac{8,74}{159} = 0,055 \text{ або } 5,5\%$$

$$w((NH_4)_2SO_4) = \frac{30,36}{159} = 0,1909 \text{ або } 19,09\%$$

4

Скільки мл розчину 0,1М хлоридної кислоти слід додати до 100 мл 0,15М розчину натрій гідроксиду, щоб одержати розчин з рН=2.

Авторський варіант розв'язку

1-ий варіант розв'язку:

Для нейтралізації до рН = 7 необхідно додати 150 мл 0,1М HCl

V розчину при цьому загальний становить 250 мл

$$\text{При рН} = 2 \Rightarrow [H^+] = 1 \times 10^{-2}$$

x – V(HCl) який слід додати до рН = 2

$$0,01 = \frac{0,1 \cdot x}{0,25 + x}$$

$$x = 0,0278 \text{ л (27,8 мл)}.$$

При цьому загальний об'єм розчину HCl буде становить $150 + 27,8 = 177,8 \text{ (мл)}$

2-ий варіант розв'язку:

$$\begin{aligned}V(\text{HCl}) - x \text{ л}; V(\text{розчину}) - (0,1 + x) \text{ л при } \text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-2} \\0,1x - 0,15 \cdot 0,1 = (0,1 + x) \cdot 10^{-2} \\0,1x - 0,015 = 0,001 + 0,01x \\0,1x - 0,01x = 0,001 + 0,015 \\0,09x = 0,016 \\x = 0,178 \text{ л}\end{aligned}$$

5

Насичений вуглеводень, об'ємом 6,72 л (н.у.) обробили еквімолярною кількістю бромів. Гідроген бромід, що при цьому виділився, поглинули 30 г 50% водного розчину ацетатної кислоти. Визначити формулу вуглеводню та масу 10% водного розчину КОН, що витратиться на нейтралізацію отриманого розчину. Для доведення молекулярної формули вуглеводню 2,9 г його спалили і в результаті отримали 4,48 л (н.у.) вуглекислого газу та 4,5 г води.

Авторський варіант розв'язку

Для доведення молекулярної формули вуглеводню, 2,9 г його спалили і в результаті отримали 4,48 л (н.у.) вуглекислого газу та 4,5 г води.

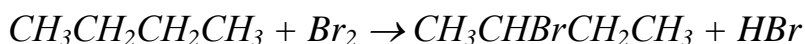
1) Знаходимо молекулярну формулу вуглеводня:

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{C}) = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 4,5 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль};$$

маємо співвідношення $2:2,5 = 4:10$; сполука – C_4H_{10} .

2) Взаємодія з бромом відбувається за рівнянням:



$$v(\text{бутану}) = v(\text{HBr}) = 6,72 \text{ л} / 22,4 \text{ л} = 0,3 \text{ моль}$$

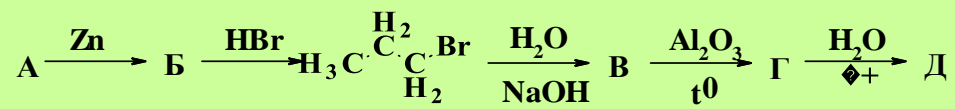
$$v(\text{оцтової кислоти}) = 30 \text{ г} \cdot 0,5 / 60 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

$$\text{сума } v(\text{кислот}) = 0,25 + 0,3 = 0,55 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH}) = 0,55 \cdot 56 \text{ г/моль} / 0,1 = 308 \text{ г}$$

6

Визначте сполуки, що приймають участь у запропонованому ланцюзі перетворень:



Авторський варіант розв'язку

A – 1,3-дибромпропан;

Б – циклопропан;

В – пропан-1-ол;

Г – пропен;

Д – пропан-2-ол.

1

У шести пронумерованих бюксах знаходяться кристалічні солі барію: сульфат, карбонат, сульфід, ортофосфат, хлорид та перманганат. Як використовуючи тільки воду та розбавлені водні розчини хлоридної та сульфатної кислот встановити, що знаходиться у кожному з бюксів. Напишіть відповідні рівняння реакцій, обґрунтуйте необхідність використання розчинів обох кислот.

Авторський варіант розв'язку

 $BaSO_4$  $BaCO_3$  $BaSO_3$  $Ba_3(PO_4)_2$  $BaCl_2$  $BaMnO_4$

1) За забарвленням визначаємо $Ba(MnO_4)_2$;

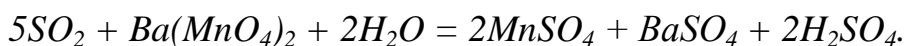
2) За розчинністю у воді ідентифікуємо $BaCl_2$ (єдиний розчинний у воді).

3) За розчинністю у хлоридній кислоті визначаємо нерозчинний у воді та кислоті $BaSO_4$ (1 б) та розчинний у кислоті без виділення газу $Ba_3(PO_4)_2$.

4) Щоб розрізнити барій карбонат і сульфід слід пропустити газу, що виділяються при дії на солі розчину хлоридної кислоти, через пробірки з підкисленим сульфатною кислотою розчином барій перманганату. Там, де буде відбуватися обезбарвлення розчину, у пробірці з приливою хлоридною кислотою знаходився $BaSO_3$. Там, де обезбарвлення розчину не буде спостерігатися, у пробірці з приливою хлоридною кислотою знаходився $BaCO_3$.

Для дослідження розчинності у кислоті використовується хлоридна кислота. Сульфатна кислота не підходить, оскільки барій сульфат нерозчинний ні у воді, ні у кислотах.

При підкисленні розчину перманганату використовується розчин сульфатної кислоти, оскільки хлоридна кислота, що містить відновник (Cl^-) також може знебарвлювати розчин перманганату:



2

Рівноважна суміш в реакції $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (всі гази) має склад за об'ємом 59% CO, 1% H_2O , і по 20% CO_2 і H_2 . Константа рівноваги реакції при $1,013 \cdot 10^5$ Па та 650 К дорівнює 6,78. Який об'єм водяної пари необхідно додати до 100 м^3 такої рівноважної суміші, щоб після встановлення нової рівноваги і конденсації надлишку водяної пари об'ємна частка CO дорівнювала б 10%.

Авторський варіант розв'язку

Нехай об'єм доданої водяної пари дорівнює $x \text{ м}^3$. В реакцію вступить об'єм $y \text{ м}^3$ CO і H_2O . Тоді склад за об'ємом нової рівноважної суміші стане:
 $V_{(\text{CO})} = (59 - y) \text{ м}^3$;

$$V_{(\text{H}_2\text{O})} = (1 + x - y) \text{ м}^3; \quad V_{(\text{H}_2)} = V_{(\text{CO}_2)} = (20 + y) \text{ м}^3$$

Константа рівноваги має вираз:

$$6,78 = (20 + y)^2 / (59 - y) \cdot (1 + x - y)$$

Склад газової суміші після конденсації води стане:

$$V_{(\text{CO})} = (59 - y) \text{ м}^3; \quad V_{(\text{H}_2)} = V_{(\text{CO}_2)} = (20 + y) \text{ м}^3;$$

Об'ємна частка CO в ній 0,1

$$0,1 = (59 - y) / [(59 - y) + 2(20 + y)]; \quad y = 44,64 \text{ м}^3;$$

$$6,78 = (20 + 44,64)^2 / (59 - 44,64)(1 + x - 44,64);$$

$$x = 86,56 \text{ м}^3$$

3

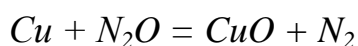
При розчиненні наважки масою 5 г двохкомпонентного сплаву «магналію» в 850 г 6%-ного розчину нітратної кислоти утворилось 1,478 л (н.у.) газу. Його пропустили через розжарену мідь, при цьому маса міді збільшилась на 1,056 г, а об'єм газу не змінився. Визначте масовий склад (у відсотках) сплаву та розчину, що утворився, якщо назва сплаву складається з часток назв обох металів.

Авторський варіант розв'язку

Магналій – сплав магнію та алюмінію.

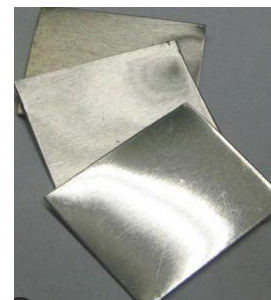
З розжареною міддю вступають в реакцію оксиди Нітрогену.

$\nu(\text{O}) = 1,056 / 16 = 0,066$ моль, а об'єм газу не змінився, то це можливо лише з N_2O .



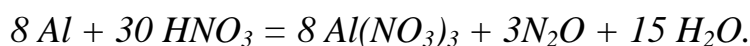
$$\nu(\text{N}_2\text{O}) = 1,478 / 22,4 = 0,066 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{N}_2\text{O}) = 0,066 \cdot 44 = 2,9 \text{ (г)}$$



магналій

Реакції з нітратною кислотою:



Нехай маса магнію x г, а маса алюмінію $(5 - x)$ г, тоді

$$v_1(\text{N}_2\text{O}) = \frac{x}{4 \cdot 24} = 0,01x; \quad v_2(\text{N}_2\text{O}) = \frac{3(5-x)}{8 \cdot 27} = 0,069 - 0,014x$$

$$\text{Рівняння: } 0,01x + 0,069 - 0,014x = 0,06$$

$$x = 0,75 \text{ г} - \text{це маса Mg}$$

$$v(\text{Mg}) = 0,031 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 4,25 \text{ г}; \quad v(\text{Al}) = 0,157 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,157 \cdot 213 = 33,44 \text{ (г)}$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 0,031 \cdot 148 = 4,59 \text{ (г)}$$

$$\text{Маса розчину: } 850 + 5 - 2,9 = 852,1 \text{ (г)}$$

$$\text{Маса залишку нітратної кислоти: } m_{\text{заг}}(\text{HNO}_3) = 850 \cdot 0,06 = 51 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{прореаг}}(\text{HNO}_3) = 63(0,031 \cdot 10/4 + 0,157 \cdot 30/8) = 42 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{залиш}}(\text{HNO}_3) = 51 - 42 = 9 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 4,59/852 = 0,00538$$

$$w(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 33,44/852 = 0,0392$$

$$\text{Масові частки речовин у розчині: } w(\text{HNO}_3) = 9/852 = 0,011$$

4

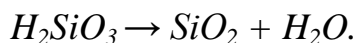
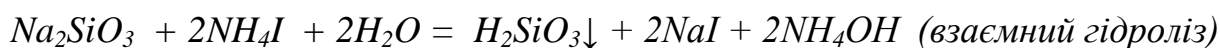
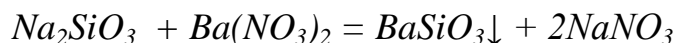
Розчин, що містить 5,34 г солі **A** розділили на 2 рівних частини. До однієї з них додали надлишок розчину барій нітрату, при цьому утворилось 4,66 г білого осаду солі **B**, що не розчиняється в воді і сильних кислотах. До другої частини додали надлишок водного розчину амоній йодиду і в результаті утворився осад речовини **C**, який після відділення та прожарювання перетворюється на залишок **D** масою 1,31 г, що не розчиняється в воді та в сильних кислотах. Визначте речовини **A**, **B**, **C**, **D**. Напишіть рівняння реакцій, які перебігають за умовами задачі.

Авторський варіант розв'язку

Сіль **B** – сіль Барію, але він утворює кілька нерозчинних солей – карбонати, сульфати, сульфіти, силікати. За умов задачі, взаємодії розчину солі **A** з розчином амоній йодиду підходить лише силікат, тому сіль **A** – силікат.

Наприклад: Na_2SiO_3

Рівняння реакцій:



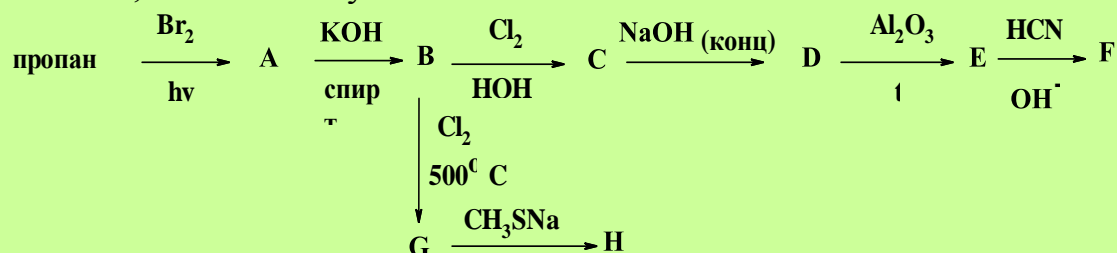
$$\nu(\text{BaSiO}_3) = 4,66 / 213 = 0,022 \text{ (моль)} \quad \nu(\text{SiO}_2) = 1,31 / 60 = 0,022 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 0,022 \cdot 2 = 0,044 \text{ (моль)} \quad M(A) = 5,34 / 0,044 = 121 \text{ (г/моль)}$$

сіль А – Na_2SiO_3

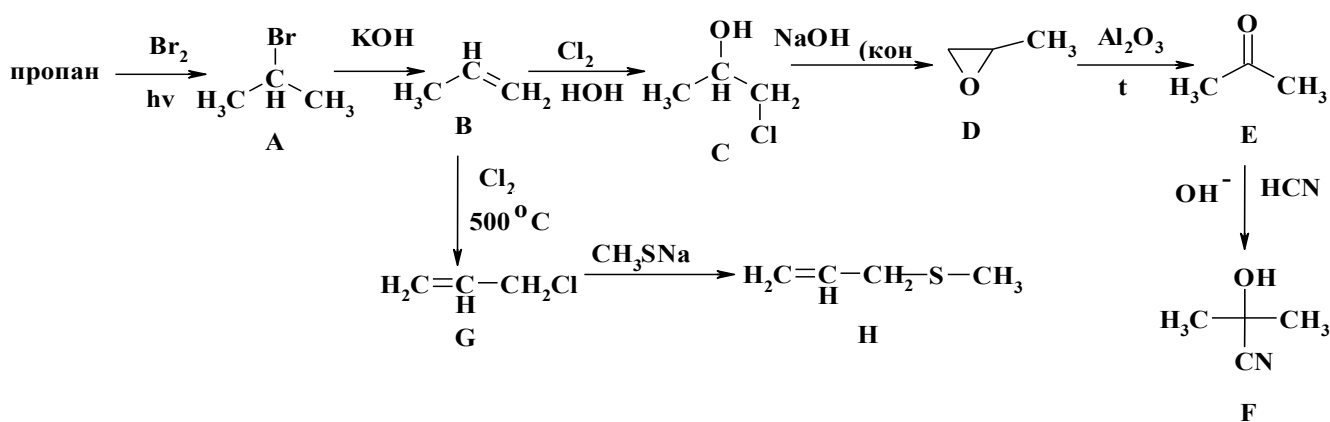
5

Напишіть рівняння відповідних реакцій згідно із запропонованою схемою, назвіть сполуки А-Н

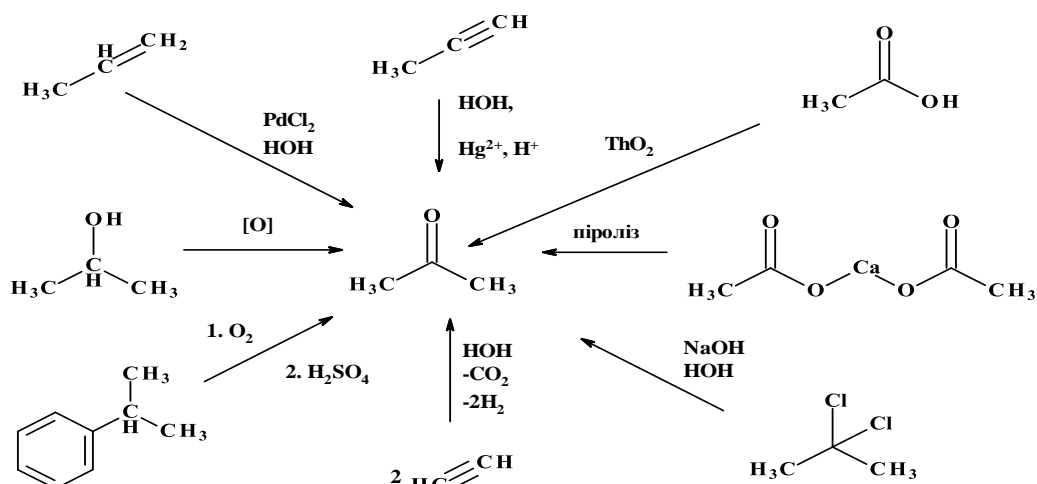


Запропонуйте інші методи одержання сполуки E.

Авторський варіант розв'язку



Методи одержання сполуки E (ацетону):



6

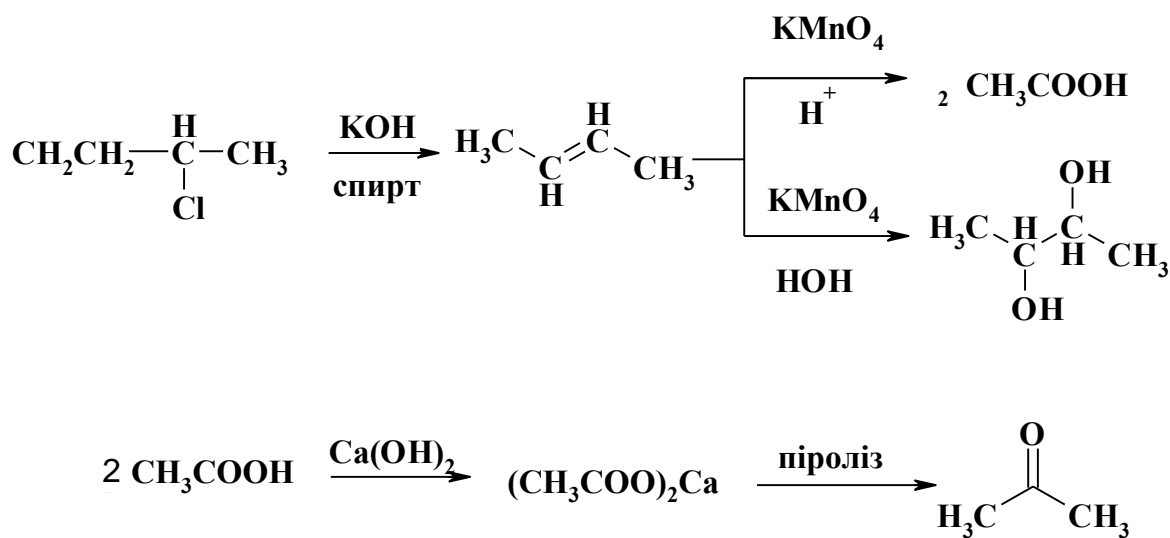
При обробці спиртовим розчином KOH деякого хлоралкану *A* було отримано сполуку *B*, яка при окисненні надлишком KMnO₄ в кислому середовищі перетворюється в сполуку *C*. Піроліз кальцієвої солі сполуки *C* призводить до утворення продукту *D*. Визначте сполуки *A-D*, напишіть всі згадані в умові рівняння реакцій. Розрахуйте масу речовини *D*, яку можна отримати з 42 г сполуки *C*. Відомо, що при бромованні 0,35 г сполуки *B* маса отриманого продукту становить 1,35 г, а при окисненні її водним розчином калій перманганату утворюється симетричний двохатомний спирт.

Авторський варіант розв'язку

$$m(\text{Br}_2) = 1,35 - 0,35 = 1 \text{ (г)}; \quad \nu(\text{Br}_2) = 0,00625 \text{ моль}; \quad \nu(\text{Br}_2) = \nu(\text{алкену})$$

$$M(\text{алкену}) = \frac{0,35}{0,00625} = 56 \text{ (г/моль)}; \quad \text{бутен.}$$

Оскільки при окисненні алкену водним розчином перманганату калію утворюється симетричний двохатомний спирт то кратний зв'язок в бутені знаходився в 2 положенні.



$$\nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = 42/60 = 0,7 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 0,7/2 = 0,35 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 0,35 \cdot 58 = 20,3 \text{ (г)}$$

1

Наважку одновалентного металу, масою 0,56 г, спалили у закритій колбі, що містила 1,6 л (н.у.) кисню. Продукт спалювання повністю розчинили у 47,45 г хлоридної кислоти з масовою часткою 10 %. На нейтралізацію надлишку кислоти витратили 20 г водного розчину NaOH з масовою часткою 10%. Потім таку ж за масою наважку металу спалили у колбі, що містила 1,6 л (н.у.) повітря. Який метал було взято? Визначте кількісний склад продуктів, що утворилися внаслідок спалювання другої наважки металу.

Авторський варіант розв'язку

1) Кількість речовини лугу для нейтралізації надлишку кислоти:

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{20 \cdot 0,1}{40} = 0,05 \text{ (моль)}$$

Загальна кількість речовини кислоти:

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{47,45 \cdot 0,1}{36,5} = 0,13 \text{ (моль)}$$

Кількість речовини кислоти, що прореагувала:

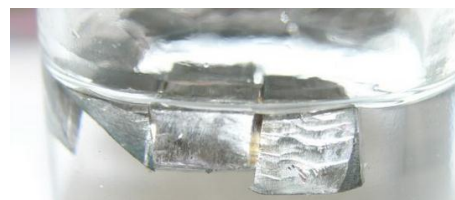
$$\nu(\text{HCl})_{\text{пр}} = 0,13 - 0,05 = 0,08 \text{ (моль)}$$

Кількість еквівалентів кислоти:

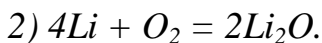
$$\nu_{\text{екв}}(\text{HCl}) = 0,08 \text{ мольекв}; \quad \nu_{\text{екв}}(\text{Me}) = 0,08 \text{ мольекв.}$$

$$m_{\text{екв}} = \frac{0,56}{0,08} = 7;$$

Метал – Li.



літій



Кількість речовини кисню в повітрі:

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{1,6 \cdot 0,21}{22,4} = 0,015 \text{ (моль)} - \text{недостача для окиснення } 0,08 \text{ моль літію;}$$

$$\nu(\text{Li}) = 0,015 \cdot 4 = 0,06 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Li})_{\text{зал}} = 0,08 - 0,06 = 0,02 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Li})_{\text{зал}} = 0,14 \text{ г}$$

$$\nu(\text{Li}_2\text{O}) = 0,015 \cdot 2 = 0,03 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Li}_2\text{O}) = 0,9 \text{ г}$$

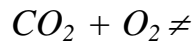
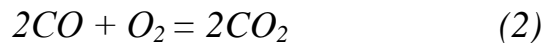
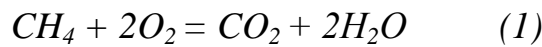
2

При пропусканні 1,792 л (н.у.) суміші метану, вуглекислого та чадного газів крізь 828 г водного розчину поташу з масовою часткою 1%, об'єм вихідної суміші зменшився на 0,896 л (н.у.). Для повного спалювання вихідної суміші витрачається 0,784 л (н.у.) кисню. Визначте об'ємні частки компонентів у вихідній суміші та масовий склад водного розчину після поглинання.

Авторський варіант розв'язку

$$1) V(\text{CO}_2) = 0,896 \text{ л}$$

$$V(\text{CH}_4 + \text{CO}) = 1,792 - 0,896 = 0,896 \text{ (л)}$$



$$V(\text{O}_2)_2 = x \text{ (л)}; \quad V(\text{O}_2)_1 = 0,784 - x \text{ (л)}$$

$$V(\text{CH}_4) = \frac{x}{2} \text{ (л)}; \quad V(\text{CO}) = 2(0,784 - x) \text{ (л)}$$

$$\frac{x}{2} + 2(0,784 - x) = 0,896$$

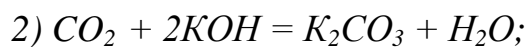
$$x + 3,136 - 4x = 1,792$$

$$3x = 1,344$$

$$x = 0,448$$

$$V(\text{CH}_4) = 0,224 \text{ (л)}; \quad V(\text{CO}) = 0,672 \text{ (л)};$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = 0,5; \quad \varphi(\text{CO}) = 0,375; \quad \varphi(\text{CO}_2) = 0,125.$$



$$\nu(\text{CO}_2) = 0,04 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{828 \cdot 0,01}{56} = 0,15 \text{ (моль)} - \text{надлишок};$$

$$\nu(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,04 \text{ моль}; \quad \nu(\text{KOH})_{\text{зал}} = 0,15 - 0,08 = 0,07 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{KOH}) = 3,92 \text{ г}; \quad m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 5,52 \text{ г}$$

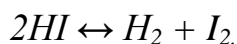
$$w(\text{KOH}) = \frac{3,92}{828 + 0,04 \cdot 44} = 0,0044 \text{ або } 0,47\%$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{5,52}{829,76} = 0,0067 \text{ або } 0,67\%$$

3

Обчисліть константу рівноваги реакції термічної дисоціації гідроген йодиду, якщо при певній температурі з 1 моль HI утворюється 0,12 моль I₂. Яка маса йоду повинна бути у вихідній суміші, що містить 1 моль HI, щоб ступінь дисоціації HI становив 10%?

Авторський варіант розв'язку



Якщо утворилося 0,12 моль I₂, то згідно рівнянню продисоціювало 0,24 моль HI. Знайдемо рівноважні концентрації:

$$[HI]_{\text{рівн}} = 1 - 0,24 = 0,76 \text{ (моль)}$$

$$[H_2]_{\text{рівн}} = [I_2]_{\text{рівн}} = 0,12 \text{ (моль)}$$

$$K = \frac{[H_2]_{\text{рівн}} \cdot [I_2]_{\text{рівн}}}{[HI]_{\text{рівн}}^2}; \quad K = \frac{0,12 \cdot 0,12}{0,76^2} = 0,025$$

	2HI	↔	H ₂	+	I ₂
V ₀ , моль	1		0		x
V _{пр} , моль	0,1		0,05		0,05
V _{рівн} , моль	0,9		0,05		x+0,05.

$$0,025 = \frac{0,05 \cdot (x + 0,05)}{0,9^2}$$

$$x + 0,05 = 0,405$$

$$x = 0,4$$

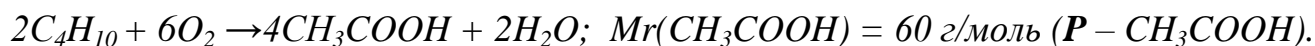
$$m(I_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 254 \text{ г/моль} = 101,6 \text{ г}$$

4

При нагріванні сполуки X з сульфатною кислотою утворюються сполука Y та одноосновна карбонова кислота P. Кислота P має молярну масу 60 г/моль та може бути одержана при окисненні бутану. Сполука Y при додаванні розчину ферум(III) хлориду утворює сполуку M фіолетового кольору. Відомо, що сполука X має склад: 60,00 % C, 35,56 % O та 4,44% H та є складовою протизапальних фармпрепаратів. Обчисліть масу кислоти P, що утвориться при кислотному гідролізі X масою 36 г з виходом 80%. Встановіть формули сполук X, Y, P, M. Складіть рівняння згаданих перетворень. Запропонуйте спосіб одержання сполуки X, виходячи з бензину.

Авторський варіант розв'язку

З бутану може бути отримана оцтова кислота. Цей метод є один з найпоширеніших завдяки низькій вартості сировини. У присутності металевих каталізаторів (кобальт, хром, марганець), бутан окиснюється киснем повітрям за схемою:

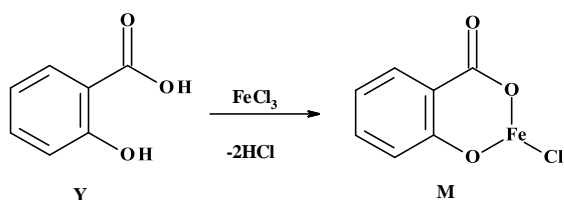
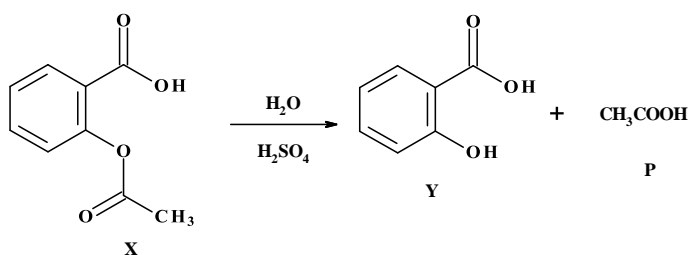


Також в якості каталізатора може бути використаний $Co(CH_3COO)_2$.

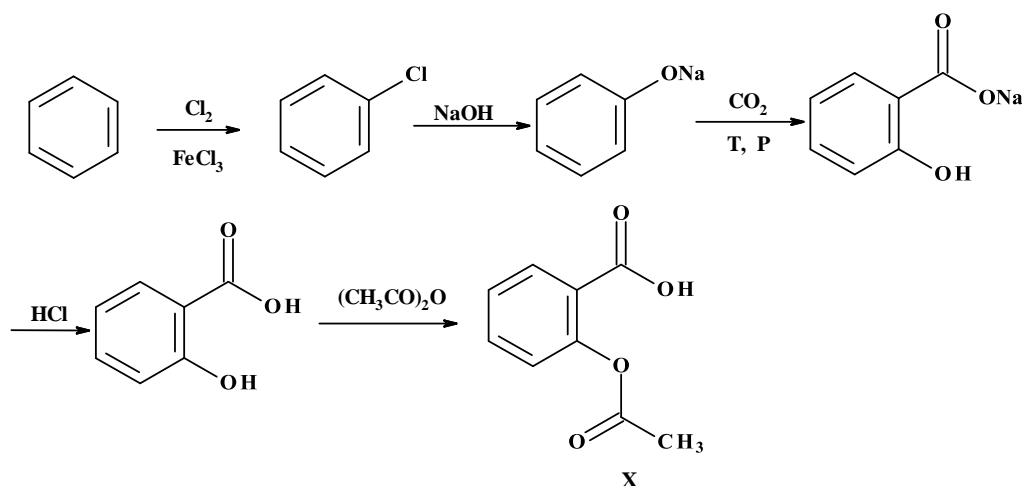
Фенольні сполуки при взаємодії з ферум(III) хлоридом утворюють забарвлені комплекси. Відомі протизапальні засоби, які є похідними фенолів та оцтової кислоти – ацетилсаліцилова кислота та парацетамол. Оскільки за даними елементного аналізу це не нітрогенвмісна сполука, то можливо речовина X є ацетилсаліциловою кислотою.

$Mr(C_9H_8O_4) = 180 \text{ г/моль}$ ($w(C) = 60,00\%$; $w(H) = 35,56\%$; $w(O) = 4,44\%$).

Оскільки елементний склад співпадає, то речовина X – ацетилсаліцилова кислота.



$$m(CH_3COOH) = 36/180 \cdot 60 \cdot 0.8 = 9,6 \text{ (г)}$$



5

При розчиненні суміші ошурок міді, заліза та золота у димлячій нітратній кислоті ($w > 96\%$) утворилося 6,72 л (н.у.) газу та 9,3 г твердого залишку. При розчиненні такої ж за складом та масою суміші у хлоридній кислоті виділилося 3,36 л (н.у.) газу. Встановіть масову частку золота у суміші.

Авторський варіант розв'язку

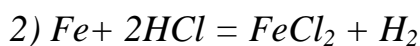


твердий залишок – Fe (пасивується) та Au.

$$\nu(\text{NO}_2) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Cu}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 9,6 \text{ г}$$



$$\nu(\text{H}_2) = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Fe}) = \nu(\text{H}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 8,4 \text{ г}$$

$$3) m(\text{Au}) = 9,3 - 8,4 = 0,9 \text{ (г)}$$

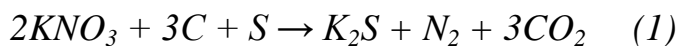
$$w(\text{Au}) = \frac{0,9}{0,9 + 9,6 + 8,4} = 0,048 \text{ або } 4,8\%.$$

6

Чорним (димним) порохом називають суміш калій нітрату, вугілля та сірки. Під час вибуху пороху утворюються дві складні сполуки (сіль, оксид) та проста речовина. В закритому об'ємі підірвали 48,4 г пороху і отримали твердий залишок та 15,07 л (н.у.) суміші газів, яку пропустили крізь надлишок розчину NaOH, при цьому не поглинутим залишилось 3,78 л (н.у.) газу. Якщо обробити водою твердий залишок, то утворюється розчин і залишається 2,5 г чорної дрібно дисперсної речовини. Утворений розчин поділили навпіл. Половина утвореного розчину знебарвлює 67,5 мл підкисленого сульфатною кислотою розчину калій перманганату з молярною концентрацією 0,5 моль/л, при цьому реакція супроводжується помутнінням розчину. Друга половина цього розчину оброблялась розчином алюміній хлориду, при цьому виділявся газ з характерним запахом та випадав драглистий осад. Напишіть 4 рівняння реакцій про які йдеться в умові, обчисліть склад пороху у масових частках.

Авторський варіант розв'язку

Вибух чорного пороху:



При пропусканні через розчин NaOH суміші одержаних газів не буде поглинатися азот.

$$V(\text{N}_2) = 3,78 \text{ л}$$

$$V(\text{CO}_2) = 15,07 - 3,78 = 11,29 \text{ (л)}$$

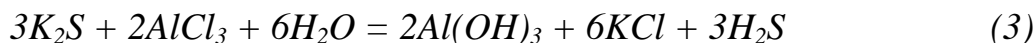
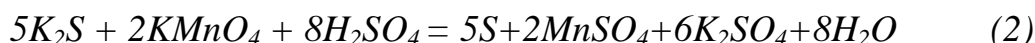
$$V(\text{N}_2) : V(\text{CO}_2) = 3,78 : 11,29 = 1 : 3,$$

узгоджується з рівнянням.



чорний порох

При обробці водою твердого залишку K_2S розчиниться, а нерозчинна тверда чорна речовина – вугілля (2,5 г).



За рівнянням (2):

$$\nu(\text{KMnO}_4) = 0,0675 \cdot 0,5 = 0,034 \text{ (моль)}$$

Оскільки для досліду брали половину розчину, то загальна кількість

речовини калій сульфіді $\nu(\text{K}_2\text{S}) = 2 \cdot \frac{5}{2} \cdot 0,034 = 0,17 \text{ (моль)}$;

$$\nu(\text{KNO}_3)_{\text{прореаг.}} = 2 \cdot 0,17 = 0,34 \text{ (моль)} \quad m(\text{KNO}_3)_{\text{прореаг.}} = 0,34 \cdot 101 = 34,34 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{C})_{\text{прореаг.}} = \frac{3}{2} \cdot 0,34 = 0,51 \text{ (моль)} \quad m(\text{C})_{\text{прореаг.}} = 0,51 \cdot 12 = 6,12 ;$$

$$m(\text{C}) = 6,12 + 2,5 = 8,62 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{S}) = \frac{1}{2} \cdot 0,34 = 0,17 \text{ (моль)} \quad m(\text{S}) = 0,17 \cdot 32 = 5,44 \text{ (г)}$$

Склад пороху: $w(\text{KNO}_3) = \frac{34,34}{48,4} = 0,71$ або 71%.

$w(\text{C}) = 0,178$ або 17,8% ; $w(\text{S}) = 0,112$ або 11,2%.

1

Сполука *A* є вуглеводнем ($w(C)=85,7\%$). При взаємодії сполуки *A* з концентрованим розчином бромідної кислоти переважно утворюється речовина *B*, а при дії газуватого гідроген броміду у присутності пероксидів основним продуктом є сполука *B*. При пропусканні вуглеводню *A* масою 5,6 г крізь підкислений сульфатною кислотою розчин калій перманганату при нагріванні виділяється газ *Г* об'ємом 2,24 л (н.у.). Дія спиртового розчину калій гідроксиду на продукт *B* призводить до утворення вихідної сполуки *A*, у цих же умовах сполука *B* перетворюється на вуглеводень *Д*, ізомерний сполуці *A*.

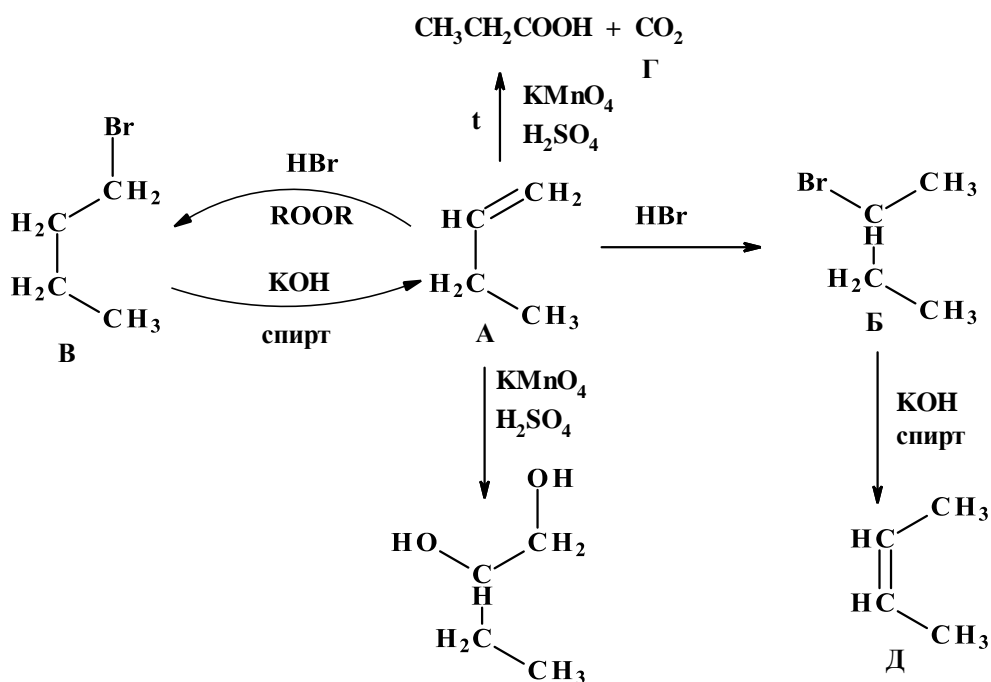
- Визначте сполуки *A* – *Д*.
- Запропонуйте рівняння реакцій, вказаних в умові завдання.
- Вкажіть, які органічні сполуки будуть утворюватися в реакції речовини *A* з калій перманганатом у кислому середовищі без нагрівання.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{газу}) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ (мол)}. Mr(A) = 5,6 / 0,1 = 56 \text{ (г/моль)}$$

$$n(C) = 56 \cdot 0,857 / 12 = 4; n(H) = 56 - 48 = 8 \text{ Сполука } A - \text{ бутен.}$$

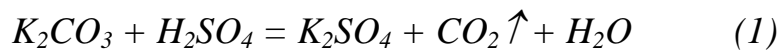
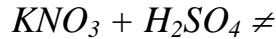
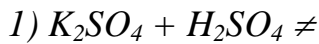
Оскільки при дії HBr в різних умовах утворюються різні сполуки, то сполука *A* – бут-1-ен.



2

Суміш калій сульфату, калій нітрату та калій карбонату масою 48,6 г обробили 14%-ним розчином сульфатної кислоти масою 105 г. При цьому виділилося 2,24 л (н.у.) газу. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій хлориду, при цьому випав осад масою 58,25 г. Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші.

Авторський варіант розв'язку



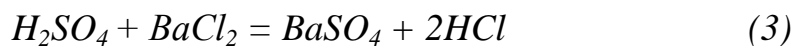
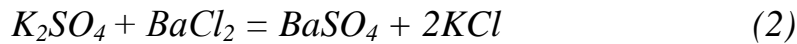
$$\nu(CO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1(\text{моль});$$

$$\nu(K_2CO_3) = \nu(CO_2) = 0,1 \text{ моль}; \quad m(K_2CO_3) = 0,1 \cdot 138 = 13,8 \text{ (г)}$$

2) Кількість речовини кислоти, якою обробляли вихідну суміш:

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{105 \cdot 0,14}{98} = 0,15(\text{моль})$$

На реакцію з K_2CO_3 витратилося лише 0,1 моль сульфатної кислоти, що слід врахувати при утворенні осаду в реакції з $BaCl_2$.



$$\nu(BaSO_4) = \frac{58,25}{233} = 0,25 \text{ (моль)}$$

На реакцію (1) витратиться 0,1 моль H_2SO_4 , тож залишиться 0,05 моль на реакцію (3).

$$\nu(BaSO_4)_2 = 0,25 - 0,05 = 0,2 \text{ (моль)}$$

у вихідній суміші було:

$$\nu(K_2SO_4) = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$m(K_2SO_4) = 0,1 \cdot 174 = 17,4 \text{ (г)}$$

$$3) m(KNO_3) = 48,6 - 17,4 - 13,8 = 17,4 \text{ (г)}$$

$$4) w(KNO_3) = \frac{17,4}{48,6} = 0,36 \text{ або } 36\%;$$

$$w(K_2SO_4) = 0,36 \text{ або } 36\%;$$

$$w(K_2CO_3) = \frac{13,8}{48,6} = 0,28 \text{ або } 28\%.$$

3

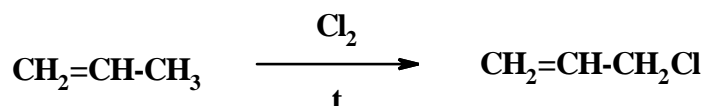
Суміш складається з двох газоподібних вуглеводнів **A** та **B**. Сполука **A** належить до алканів, а речовина **B** – до алкенів. При взаємодії сполуки **B** з еквімолярною кількістю хлору при 300 °С утворюється хлоропохідне, що містить 46,4% за масою Хлору. Внаслідок спалювання 6,72 л (н.у.) суміші газів **A** та **B**, що містила 0,2 моль сполуки **A**, утворилось 15,68 л (н.у.) карбон(IV) оксиду та 16,2 г води. Визначте вуглеводні **A** та **B**. Запропонуйте рівняння хімічної взаємодії вуглеводню **B** з хлором без нагрівання.

Авторський варіант розв'язку

$$Mr(R-Cl) = 35,5/0,464 = 76,5 \text{ (г/моль)}$$

$$Mr(R) = 76,5 - 35,5 = 41 \text{ г/моль. } R = C_3H_5.$$

Газ **B** – пропен C_3H_6 .



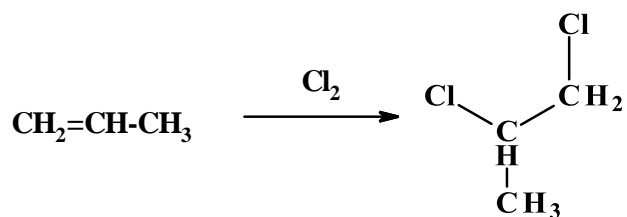
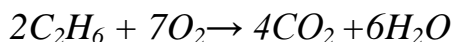
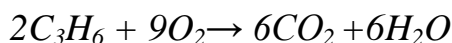
$$v(\text{суміші}) = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{алкану}) = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$v_{\text{загальне}}(CO_2) = 15,68/22,4 = 0,7 \text{ (моль)}$$

$$V_{\text{з алкану}}(CO_2) = 0,7 - 0,3 = 0,4 \text{ (моль)}$$

$$n(C) = 0,4/0,2 = 2. \text{ Газ } A \text{ – етан.}$$



4

Суміш речовин, що одержали при прожарюванні сірки з цинком без доступу повітря, розчинили в надлишку хлоридної кислоти. При цьому залишився нерозчинний залишок масою 24,0 г та виділився газ **A**. При спалюванні газу **A** у надлишку повітря утворюється газ **B**, що здатний відновити натрій дихромат масою 104,8 г у сірчано-кислому середовищі. Визначте масу суміші, які гази позначені літерами **A** та **B**?

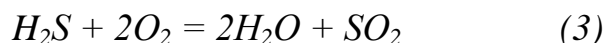
Авторський варіант розв'язку



Нерозчинним залишком могла бути лише сірка, тож в реакції (1) сірка була у надлишку.

$$m(\text{S})_{\text{надл}} = 24 \text{ г}$$

газ А – H_2S



газ Б – SO_2



$$\nu(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{104,8}{262} = 0,4 \text{ моль.}$$

За рівнянням (4) $\nu(\text{SO}_2) = 1,2 \text{ моль.}$

За рівнянням (3) $\nu(\text{H}_2\text{S}) = 1,2 \text{ моль;}$ за рівнянням (2) $\nu(\text{ZnS}) = 1,2 \text{ моль.}$

$$m(\text{ZnS}) = 116,4 \text{ г.}$$

При прожарюванні цинку та сірки утворилася суміш з цинк сульфїду та сірки (була взята у надлишку).

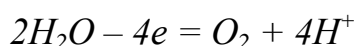
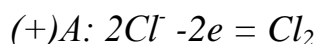
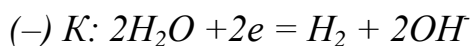
$$m(\text{суміші}) = 116,4 + 24 = 140,4 \text{ (г)}$$

5

У результаті електролізу 47,2 мл 11,1%-ного розчину кальцій хлориду з густиною 1,06 г/мл, який також містив невелику кількість інертного електроліту (розчин натрій нітрату) на аноді утворилось 3,36 л газів (н.у.). Одержану суміш газів при нагріванні пропустили крізь трубку, наповнену 15 г порошкоподібного магнію. Розрахуйте масові частки речовин у трубці після закінчення досліду.

Авторський варіант розв'язку

При електролізі на електродах будуть відбуватися відповідні процеси



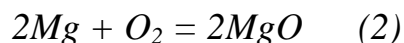
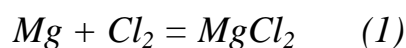
$$\nu(\text{CaCl}_2) = \frac{V \cdot w \cdot \rho}{M} = \frac{47,2 \cdot 0,111 \cdot 1,06}{111} = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль;}$$

$$\nu(\text{газів}) = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{O}_2) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{Mg}) = \frac{15}{24} = 0,625 \text{ (моль)}$$



$$\nu(\text{Mg})_1 = 0,05 \text{ моль}; \quad \nu(\text{Mg})_2 = 0,2 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Mg})_{\text{зал}} = 0,625 - 0,25 = 0,375 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{MgCl}_2) = 0,05 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{MgO}) = 0,2 \text{ моль};$$

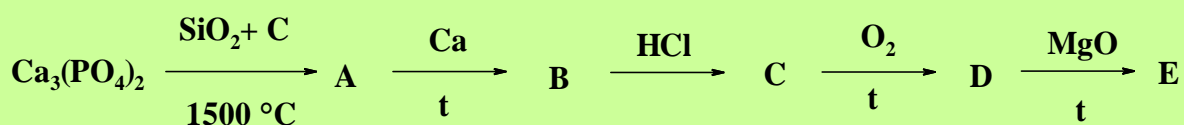
$$m(\text{Mg}) = 0,75 \text{ г} \quad w = \frac{0,75}{13,75} = 0,056; \quad 56\%.$$

$$m(\text{MgCl}_2) = 4,75 \text{ г} \quad w = \frac{4,75}{13,75} = 0,352; \quad 352\%.$$

$$m(\text{MgO}) = 8 \text{ г} \quad w = \frac{8}{13,75} = 0,592; \quad 59,2\%.$$

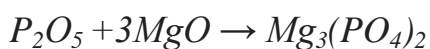
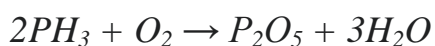
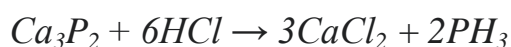
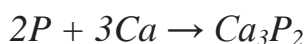
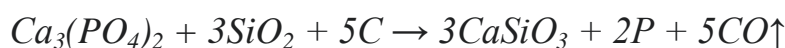
6

Напишіть рівняння хімічних реакцій, що відповідають наведеному ланцюгу перетворень. Які речовини зашифровані літерами А – Е, якщо всі вони містять один спільний елемент.



Авторський варіант розв'язку

P	Ca ₃ P ₂	PH ₃	P ₂ O ₅	Mg ₃ (PO ₄) ₂
A	B	C	D	E



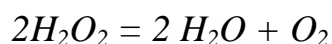
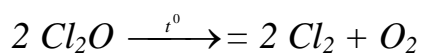
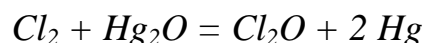
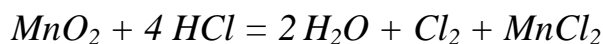
1

При дії на 8,7 г сполуки **У**, яка є головним компонентом мінералу утвореного елементом VII-Б групи, концентрованою хлоридною кислотою виділяється 2,24 л (н.у.) газу **А**. При взаємодії газу **А** з оксидом металу (метал використовується у приладах для вимірювання температури) утворюється газ **В** жовтого-бурого кольору. При нагріванні газу **В**, відбувається його розклад з утворенням газів **А** та **Х**. Речовина **Х** є простою речовиною елемента, що входить до складу мінералу **У**. Відомо, що при дії газу **А** на папір просочений крохмалем та калій йодидом, забарвлення паперу змінюється на синє. Газ **Х** утворюється при розкладі бінарної сполуки **З**, яка використовується в медицині і має таку ж молярну масу, що і газ **М** з запахом тухлих яєць. Відомо, що сполуки **У** та **В** також мають однакову молярну масу. Встановіть сполуки **У**, **А**, **В**, **Х**, **З**, **М**. Складіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Авторський варіант розв'язку

$A - Cl_2$ (реакція на папір)

$M - H_2S$ (запах тухлих яєць)



$Y = MnO_2$ (87 г/моль); $A = Cl_2$

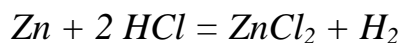
$Z = H_2O_2$ (34 г/моль); $X = O_2$

$B = Cl_2O$ (87 г/моль); $M = H_2S$ (34 г/моль)

2

Обчисліть об'єм водню (н.у.), що виділиться при взаємодії 6,5 г цинку з 50 г розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 0,1. Скільки крапель води містить таку ж кількість атомів Гідрогену, що і одержаний водень? Одна крапля води має об'єм 0,03 см³.

Авторський варіант розв'язку



$\nu(Zn) = 0,1$ моль;

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{50 \cdot 0,1}{36,5} = 0,14 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{HCl}) = 0,07 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,07 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,26 \text{ г};$$

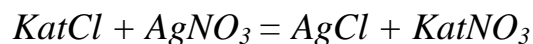
$$m(\text{краплі}) = \rho V = 0,03 \text{ г}.$$

$$n = \frac{1,26}{0,03} = 42.$$

3

Для якісного визначення солі X її наважку масою 1,335 г розчинили у воді. Розчин розділили на дві однакові порції. До першої порції додали надлишок розчину аргентум нітрату, у результаті чого випав осад білого кольору масою 2,15 г. До другої порції розчину додали розчин натрій гідроксиду. Спостерігали утворення білого осаду, який при додаванні надлишку NaOH повністю розчинився внаслідок утворення сполуки Y . Визначте сіль X . Встановіть склад сполуки Y , якщо загальна кількість витраченого на реакцію 20% розчину натрій гідроксиду становила 6 г. Запропонуйте, яким чином зі сполуки Y можна одержати сіль X .

Авторський варіант розв'язку

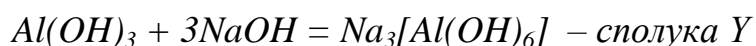
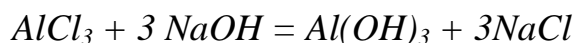


$$\nu(\text{AgCl}) = \frac{2,15}{143,5} = 0,015 \text{ (моль)}$$

$$\nu_{\text{екв}}(\text{KatCl}) = 0,015 \text{ мольекв} \cdot 2 = 0,03 \text{ мольекв};$$

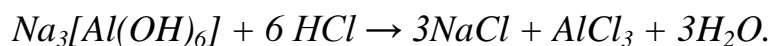
$$M_{\text{екв}}(\text{KatCl}) = \frac{m}{\nu_{\text{екв}}} = \frac{1,335}{0,03} = 44,5$$

$$M_{\text{екв}}(\text{Kat}) = 9 \quad \text{Kat} - \text{Al}^{3+}; \quad X = \text{AlCl}_3.$$



$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{6 \cdot 0,2}{40} = 0,03 \text{ (моль)}$$

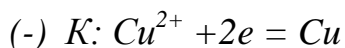
$$\nu(\text{Al(OH)}_3) = 0,09 \text{ моль}$$



4

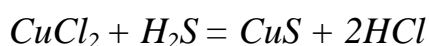
Провели електроліз розчину купрум(II) хлориду масою 100 г з масовою часткою 10% (сила струму 2А на протязі 70 хвилин). Через розчин, який залишився після електролізу, пропустили надлишок сірководню. При цьому утворилося 3,84 г осаду. Визначте вихід за струмом та обчисліть який об'єм газу виділився при електролізі на аноді (тиск – 101,3 кПа, температура – 20 °С).

Авторський варіант розв'язку



$$m(\text{CuCl}_2)_m = k I t = \frac{135}{2 \cdot 96500} \cdot 70 \cdot 60 = 5,88 \text{ (г)}$$

$$m(\text{CuCl}_2)_m = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ (г)} - \text{маса солі до електролізу}$$



$$v(\text{CuS}) = \frac{3,84}{96} = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,04 \cdot 135 = 5,4 \text{ (г)} - \text{залишилося}$$

$$m(\text{CuCl}_2)_{np} = 10 - 5,4 = 4,6 \text{ (г)}$$

$$\eta_I = \frac{4,6}{5,88} = 0,78; \quad 78\%$$

$$m(\text{Cl}_2)_{np} = k I t \eta_I;$$

$$m(\text{Cl}_2)_{np} = \frac{71}{2 \cdot 96500} \cdot 2 \cdot 70 \cdot 60 \cdot 0,78 = 2,41 \text{ (г)}$$

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{m R T}{M P};$$

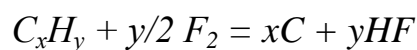
$$V(\text{Cl}_2) = \frac{2,41}{71} \cdot \frac{8,314 \cdot 293}{1,013 \cdot 10^5} = 8,16 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)} = 0,81 \text{ (л)}$$

5

В автоклаві змішали стехіометричні кількості невідомого алкану та фтору. Відбулась бурхлива реакція, внаслідок чого утворилась суміш неорганічних продуктів, яку змішали з водою та відфільтрували нерозчинний залишок чорного кольору. Маса його після висушування склала 0,48 г, а об'єм одержаного фільтрату становив 120 мл. На титрування частини фільтрату об'ємом 10 мл витратили 20 мл водного розчину натрій гідроксиду з концентрацією 0,5 моль/л. Визначте формулу вуглеводню. Напишіть рівняння реакцій хімічних перетворень та запропонуйте метод синтезу монофлуоропохідного визначеного вуглеводню.

Авторський варіант розв'язку

Взаємодія алкану з фтором:



$$v(C) = 0,48 / 12 = 0,04 \text{ (моль)}$$

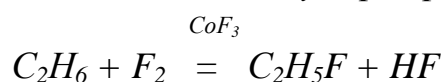
$$v(HF) = (C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}) / V_{HF} = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ (моль)}$$

$$v(H) = v(HF)_{заг} = 0,01 \cdot 12 = 0,12 \text{ (моль)}$$

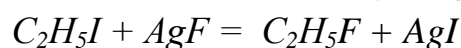
$$v(C) : v(H) = 0,4 : 1,2 = 1 : 3 = 2 : 6. \quad C_2H_6.$$

Способи отримання монофлуоропохідного:

1) взаємодія етану з фтором у присутності CoF_3 :



2) взаємодія йодоетану з AgF :



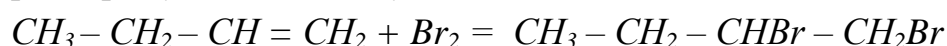
6

Суміш бут-1-ену та вуглеводню, що має формулу C_5H_{10} і у спектрі ПМР містить лише один сигнал, повністю знебарвлює у темряві 200 г розчину бром у тетрачлорометані, з масовою часткою Br_2 16%. У той же час аналогічна маса суміші вказаних вуглеводнів здатна знебарвити при освітленні розчин 51,2 г бром у CCl_4 . Визначте масовий склад суміші вуглеводнів, запропонуйте рівняння згаданих хімічних перетворень та структурну формулу C_5H_{10} .

Авторський варіант розв'язку

У спектрі ПМР серед вуглеводнів загальною формулою C_5H_{10} має циклопентан.

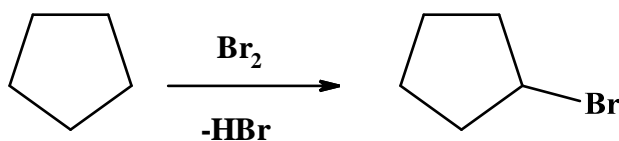
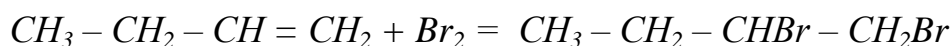
У темряві бромується лише бут-1-ен:



$$m(Br_2) = 200 \cdot 0,16 = 32 \text{ (г)}; \quad v(Br_2) = v(\text{бутену}) = 32/160 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{бутену}) = 0,2 \cdot 56 = 11,2 \text{ (г)}$$

При освітленні відбувається взаємодія з бромом обох вуглеводнів:



$$v(Br_2) = 51,2 / 160 = 0,32 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{циклопентану}) = 0,32 - 0,2 = 0,12 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{циклопентану}) = 0,12 \cdot 70 = 8,4 \text{ (г)}$$

1

2,5-Динітрофенол використовується як індикатор і являє собою слабку кислоту, формулу якої в загальному вигляді можна уявити як HInd. В дисоційованому стані згаданий індикатор має жовте забарвлення, а в недисоційованому – безбарвний. Напишіть спрощене рівняння дисоціації індикатора. В якому середовищі появляється жовте забарвлення? Відповідь обґрунтуйте. Обчисліть ступінь дисоціації 2,5-динітрофенолу в ацетатному буферному розчині з $pH = 5$, при концентрації індикатора у розчині $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Константа дисоціації 2,5-динітрофенолу дорівнює $7,59 \cdot 10^{-6}$.

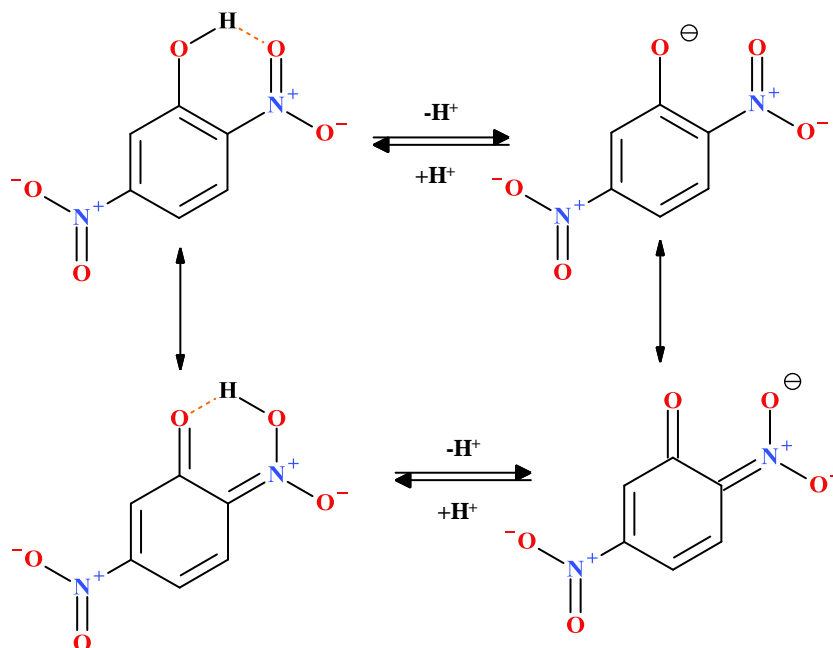
Авторський варіант розв'язку

Зміна забарвлення індикатора пов'язана з його дисоціацією при $pH > 5,28$, що обумовлено значенням його K_d (константи дисоціації) та таутомерними перетвореннями.

Для кислотно-основних індикаторів важливою аналітичною характеристикою є pT – показник титрування індикатора, який визначає pH зміни забарвлення індикатора.

$$\text{Отже: } pT = pK_d = -\lg K_d = -\lg (7,59 \cdot 10^{-6}) = 5,28$$

Рівняння дисоціації 2,5-динітрофенолу як слабкої кислоти:



Таким чином, при pH розчину $> 5,28$ розчин набуває жовтого забарвлення, т.т. відбувається дисоціація 2,5-динітрофенолу і реакція зміщена праворуч.

При рН розчину < 5,28 реакція зміщена ліворуч та відбувається протонування індикатора, а розчин становиться безбарвним.

Ступінь електролітичної дисоціації слабких електролітів (α) залежить від концентрації електролітів та температури розчину.

Для слабких електролітів рівня Оствальда: $K_d = C \cdot \alpha^2$.

Але, слід врахувати вплив рН буферного розчину. Тому спочатку розрахуємо молярну концентрацію 2,5-динітрофенолу як слабкої кислоти:

$$pH = \frac{1}{2} pK_d - \frac{1}{2} \lg C_k$$

$$\text{де: } pK_d = -\lg K_d = -\lg (7,59 \cdot 10^{-6}) = 5,28$$

Звідси виражаємо C_k :

$$5 = \frac{1}{2} \cdot 5,28 - \frac{1}{2} \lg C_k$$

$$2,36 = -\frac{1}{2} \lg C_k$$

$$4,72 = -\lg C_k$$

$$C_k = 10^{-4,72} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/л)}$$

Отже, молярна концентрація 2,5-динітрофенолу при рН=5 становить $1,9 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Отримане значення підставляємо у вираз для розрахунку ступеня дисоціації 2,5-динітрофенолу як слабкої кислоти:

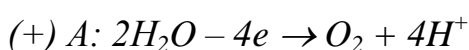
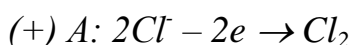
$$\alpha = \sqrt{\frac{7,59 \cdot 10^{-6}}{1,9 \cdot 10^{-5}}} \cdot 100\% = 63\%.$$

2

При електролізі 111,43 мл 5%-го розчину натрій хлориду ($\rho=1,05$ г/мл) на аноді виділилось 3,69 л газів (27 °С, 1 атм). Одержані газу при нагріванні пропустили крізь трубку, що містить 15 г порошку Магнію. Визначте масові частки речовин, що знаходяться в трубці після закінчення досліду. Яка сполука Натрію утворилася в результаті реакції в електролізері? Яка її масова частка в утвореному розчині? Яку кількість електрики (Кл) пропустили крізь розчин (вважати вихід за струмом 100%).

Авторський варіант розв'язку

Якщо на аноді виділилася суміш газів, то відбувалося окиснення хлорид йонів та води:



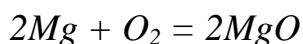
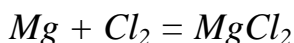
$$2) \nu(\text{NaCl}) = \frac{m \cdot \rho \cdot w}{M} = \frac{111,43 \cdot 1,05 \cdot 0,05}{58,5} = 0,1 (\text{моль})$$

$$\nu(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

Загальна кількість речовини газів:

$$PV = \nu RT; \nu = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 3,69 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 300} = 0,15 (\text{моль})$$

$$\nu(\text{O}_2) = \nu - \nu(\text{Cl}_2) = 0,15 - 0,1 = 0,05 (\text{моль})$$



$$\nu(\text{Mg}) = \frac{15}{24} = 0,625 (\text{моль})$$

З хлором прореагує 0,05 моль Mg, і утвориться 0,05 моль MgCl₂.

З киснем прореагує 0,1 моль Mg, і утвориться 0,1 моль MgO.

Тож у трубці ще залишиться $\nu(\text{Mg})_{\text{зал}} = 0,625 - 0,05 - 0,1 = 0,475$ (моль)

$$m(\text{MgCl}_2) = 0,05 \cdot 95 = 4,75 (\text{г})$$

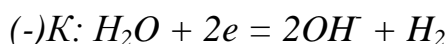
$$m(\text{MgO}) = 0,1 \cdot 40 = 4 (\text{г})$$

$$m(\text{Mg}) = 0,475 \cdot 24 = 11,4 (\text{г})$$

$$m(\text{загальна}) = 20,15 (\text{г})$$

$$w(\text{MgCl}_2) = \frac{4,75}{20,15} = 0,24 \text{ або } 24\%; \quad w(\text{MgO}) = 0,20 \text{ або } 20\%; \quad w(\text{Mg}) = 0,56 \text{ або } 56\%.$$

В результаті реакції утвориться натрій гідроксид, тому що катодною реакцією буде відновлення води з утворенням гідроксид йонів:



$$\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{Na}^+) = \nu(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 40 = 4 (\text{г})$$

Маса розчину після електролізу зменшиться за рахунок виділення газів (хлору, кисню та водню):

$$m(\text{розчину}) = 111,43 \cdot 1,05 - 0,05 \cdot 71 - 0,05 \cdot 32 - (0,05 + 0,1) \cdot 2 = 111,55 (\text{г})$$

Якщо маса газів, що виділяються, значно менша за масу розчину, можна це зазначити у розв'язку та нехтувати зменшенням маси розчину.

$$w(\text{NaOH}) = \frac{4}{111,55} = 0,036 \text{ або } 3,6\%$$

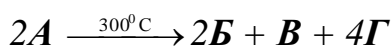
$$Q = \frac{m}{k} = \nu \cdot n \cdot F$$

$$\text{За катодним процесом } Q = 0,05 \cdot 2 \cdot 96500 + 0,05 \cdot 4 \cdot 96500 = \underline{28950 (\text{Кл})}$$

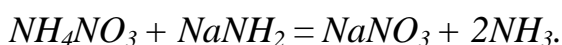
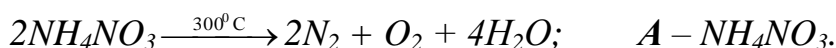
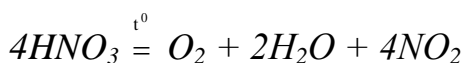
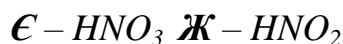
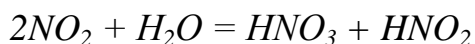
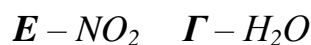
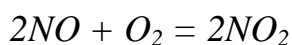
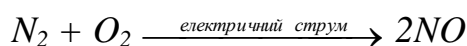
3

Неорганічна сполука **A**, яка в рідкому аміаку є сильною кислотою, складається з трьох елементів. При нагріванні 2 моль речовини **A** до температури вище 300 °С утворюються гази **Б**, **В** і **Г** у кількостях 2, 1 та 4 моль відповідно. Гази **Б** і **В** не реагують з водою та за звичайних умов не взаємодіють між собою, але при температурі електричної дуги утворюють газ **Д**, який в надлишку **В** переходить у газ **Е**. Газ **Г** за нормальних умов конденсується в прозору рідину без запаху та кольору. Речовини **Е** і **Г** реагують між собою з утворенням речовин **Є** та **Ж**. Чиста речовина **Є** при нагріванні розкладається з утворенням речовин **В**, **Г** та **Е**. Речовина **Ж**, що являє собою слабку кислоту, може існувати тільки в розведених водних розчинах. Визначте всі речовини **A-Ж**, напишіть всі згадані рівняння реакцій. Запропонуйте рівняння реакції речовини **A** з NaNH_2 в рідкому аміаку.

Авторський варіант розв'язку

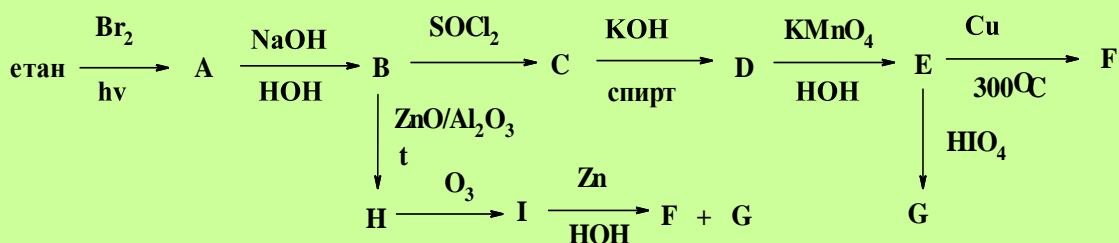


Можна припустити **Б** – N_2 ; **В** – O_2



4

Здійсніть всі перетворення та назвіть сполуки **A–G**.



Авторський варіант розв'язку

A	B	C	D	E
F	G	H	I	

5

Речовина *A* має у своєму ПМР-спектрі лише один сигнал. Її бромовання приводить до утворення сполуки *B*, яка в результаті лужного гідролізу перетворюється в сполуку *C*, а при дії спиртового розчину луку – в сполуку *D*. При окисненні сполуки *D* концентрованим розчином калій перманганату в кислому середовищі утворюється сполука *E*. Визначте всі сполуки, якщо при термічному дегідруванні сполуки *A*, в присутності платини, утворюється ароматична сполука *F*, молярна маса якої складає 92,86 % від молярної маси сполуки *A*. Яке практичне значення має сполука *E*? Напишіть реакції окиснення сполуки *D*: а) озonom, б) киснем в присутності срібла, в) калій перманганатом в нейтральному середовищі. Який продукт утвориться при нагріванні сполуки *E* до температури 300 °С?

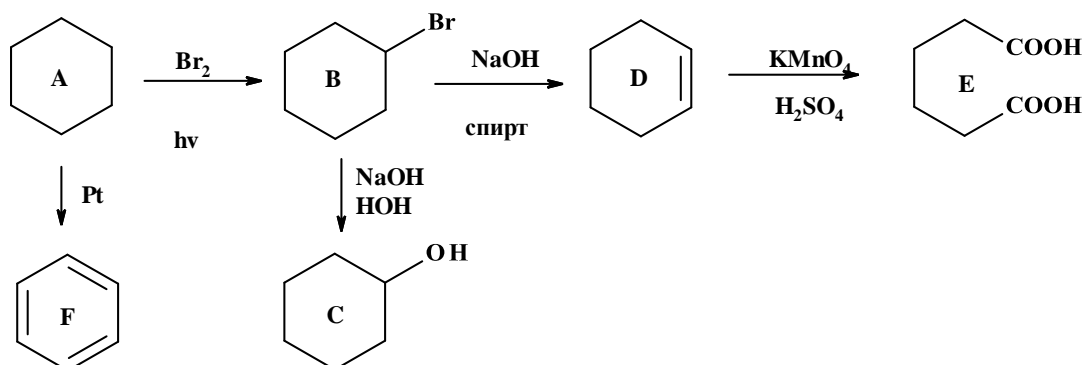
Авторський варіант розв'язку

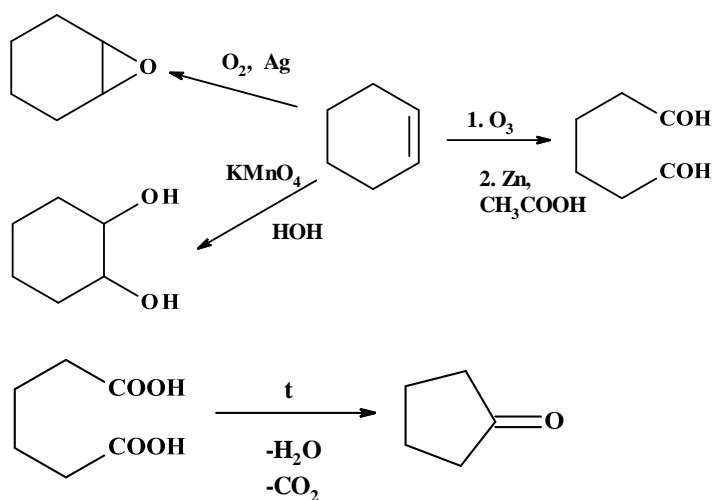
При термічному дегідруванні сполуки *A*, в присутності платини, утворюється ароматична сполука *F* та виділяється 3 молі водню, що відповідає зміні маси на 7,14% (100 – 92,86).

$$Mr(C_xH_y) = \frac{6}{0,0714} \cdot 0,9286 = 78 \text{ (г/моль)}$$

Сполука *A* – циклогексан (C_6H_{12})

Сполука *F* – бензен (C_6H_6)





6

На дно склянки, що містить 50 г водного розчину комплексної двохосновної кислоти, з масовою часткою розчиненої речовини 49,2%, помістили пластинку з невідомого двохвалентного металу. В результаті реакції виділилось 1,344 л (н.у.) горючого газу та утворився розчин індивідуальної солі, яка з надлишком розчину аргентум нітрату дає 51,66 г білого осаду, що є бінарною сполукою і темнішає на світлі. Після закінчення реакції пластинку вилучили з розчину, промили, посушили та зважили. Маса пластинки виявилася незмінною. Визначте метал, з якого була виготовлена пластинка, кислоту, розчин якої брали для дослідів, наведіть рівняння реакцій.

Авторський варіант розв'язку

$$m(\text{солі}) = 50 \cdot 0,492 = 24,6 \text{ (г)}$$

Горючий газ, який виділяється в реакціях з кислотами, це – водень.

$$\nu(H_2) = \frac{1,344}{22,4} = 0,06 \text{ (моль)}, \text{ оскільки кислота 2-х основна } \nu(\text{солі}) = 0,06 \text{ моль.}$$

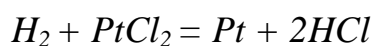
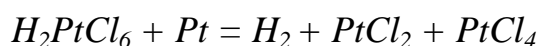
Білий осад з аргентум нітратом – $AgCl$.

$$\nu(AgCl) = \frac{51,66}{143,5} = 0,36 \text{ моль} \quad \nu(Cl) = 0,36 \text{ моль}$$

$$M(\text{речовини}) = \frac{24,6}{0,06} = 410 \text{ (г/моль)} \quad M([MeCl_6]^{-2}) = 408 \text{ г/моль}$$

$$M(Me) = 408 - 6 \cdot 35,5 = 195 \text{ (г/моль)} - (Pt).$$

Кислота – $H_2[PtCl_6]$ $Me - Pt$



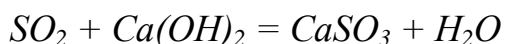
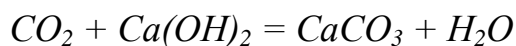
1

Суміш газів об'ємом 13,44 л (н.у.) з азоту, вуглекислого газу та сульфур(IV) оксиду спочатку пропустили через склянку з водним розчином, що містив 6,32 г калій перманганату, який повністю прореагував і при цьому об'єм газової суміші дещо зменшився, а потім через склянку з надлишком розчину кальцій гідроксиду, внаслідок чого об'єм газової суміші ще зменшився на 6,72 л (н.у.) і утворилося 32 г осаду. Визначте склад (об'ємні частки) початкової газової суміші.

Авторський варіант розв'язку



з умови задачі можна зрозуміти, що SO_2 був у надлишку



$$1) \nu(KMnO_4) = \frac{6,32}{158} = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$\nu_1(SO_2) = \frac{5}{2} \nu(KMnO_4) = \frac{5}{2} \cdot 0,04 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{газ}) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$\nu(CO_2) = x \text{ моль}; \nu(CaCO_3) = x \text{ моль}; m(CaCO_3) = 100x \text{ (г)}$$

$$\nu_2(SO_2) = 0,3 - x \text{ (моль)}; \nu(CaSO_3) = 0,3 - x \text{ (моль)}; m(CaSO_3) = (0,3 - x) \cdot 120 \text{ (г)}$$

$$100x + 120 \cdot (0,3 - x) = 32$$

$$100x + 36 - 120x = 32$$

$$20x = 4$$

$$x = 0,2$$

$$\nu(CO_2) = 0,2 \text{ моль}; \nu_2(SO_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{газ. суміші}) = \frac{13,44}{22,4} = 0,6 \text{ (моль)}$$

$$\varphi_i = \frac{\nu_i}{\nu(\text{газ. суміші})}; \quad \varphi(CO_2) = \frac{0,2}{0,6} = 0,33; \quad \varphi(SO_2) = \frac{0,1 + 0,1}{0,6} = 0,33$$

$$\varphi(N_2) = 1 - 0,33 - 0,33 = 0,34$$

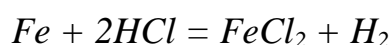
2

При дії розчину хлоридної кислоти на суміш залізних, мідних та золотих ошурок маса розчину збільшилася на 2,7 г та залишилася нерозчинна частина. Цю нерозчинну частину обробили гарячою концентрованою сульфатною кислотою. При цьому виділилося 1,12 л (н.у.) газу і залишився твердий залишок масою 4,02 г.

Визначте:

- маси металів у вихідній суміші;
- масу розчину хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 10%, що витратили на реакцію.

Авторський варіант розв'язку



Збільшення маси розчину відбувається за рахунок розчинення заліза, тож.

$$m(Fe) = \underline{2,7 \text{ г}}$$



$$m(Au) = \underline{4,02 \text{ г}}$$

$$v(SO_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ (моль)} \quad v(Cu) = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$m(Cu) = 0,05 \cdot 64 = \underline{3,2 \text{ (г)}}$$

$$v(Fe) = \frac{2,7}{56} = 0,048 \text{ (моль)} \quad v(HCl) = 0,096 \text{ (моль)}$$

$$m(HCl) = 0,096 \cdot 36,5 = 3,504 \text{ (г)}$$

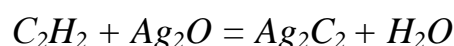
$$m(HCl)_{\text{розчину}} = 3,504 / 0,1 = \underline{35,04 \text{ (г)}}$$

3

Газоподібну суміш етану, етену та етину об'ємом 1,344 л (н.у.) пропустили крізь колбу, що містила надлишок розчину бром у органічному розчиннику. При цьому маса колби збільшилась на 800 мг. При пропусканні такого ж об'єму газової суміші крізь надлишок водного розчину аргентум оксиду в амоніаку випав осад масою 4,8 г. Визначте об'ємний склад (у %) вихідної суміші.

Авторський варіант розв'язку

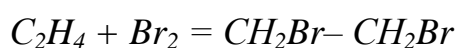
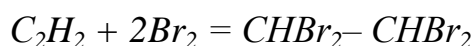
$$v(\text{суміші}) = 1,344/22,4 = 0,06 \text{ (моль)}$$



$$v(Ag_2C_2) = v(C_2H_2) = 4,8/240 = 0,02 \text{ (моль)} \quad V(C_2H_2) = 0,448 \text{ л.}$$

$$\varphi(C_2H_2) = 0,448/1,344 = 0,333;$$

$$m(C_2H_2) = 0,02 \cdot 26 = 0,52 \text{ (г)}$$



$$m(C_2H_4) = 0,8 - 0,52 = 0,28 \text{ (г)}$$

$$\nu(C_2H_4) = 0,28/28 = 0,01 \text{ (моль)}$$

$$V(C_2H_2) = 0,224 \text{ л}$$

$$\varphi(C_2H_2) = 0,224/1,344 = 0,167$$

$$\nu(C_2H_6) = 0,06 - \nu(C_2H_4) - \nu(C_2H_2) = 0,03 \text{ (моль)} \quad V(C_2H_6) = 0,672 \text{ л}$$

$$\varphi(C_2H_6) = 0,672/1,344 = 0,5$$

4

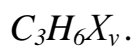
Органічна сполука **A** масою 5,65 г при 150 °С та тиску 4 атм займає об'єм 433,8 мл. За даними елементного аналізу встановлено, що сполука **A** містить за масою 31,86% Карбону та 5,31% Гідрогену і не містить Оксигену. При взаємодії з цинковим пилом в етанолі речовина **A** перетворюється на сполуку **B** нелінійної будови. Внаслідок реакції сполуки **B** з еквімолярною кількістю хлору отримано хлоропохідне **B**. Встановіть сполуки **A–B**. Визначте масу речовини **B**, що може бути отримана із 5,65 г сполуки **A**, якщо ступінь перетворення на обох стадіях становить 60%..

Авторський варіант розв'язку

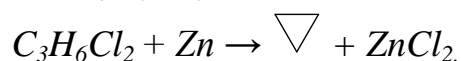
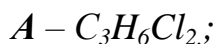
$$M(A) = \frac{mRT}{PV} = \frac{5,64 \cdot 8,314 \cdot 423}{4 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot 433,8 \cdot 10^{-6}} = 113 \text{ (г/моль)}$$

$$n(C) = \frac{M \cdot w(C)}{12} = \frac{113 \cdot 0,3186}{12} = 3$$

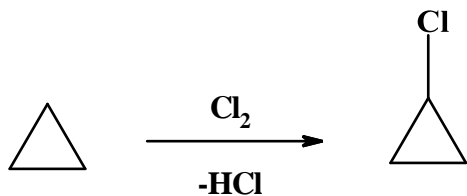
$$n(H) = \frac{M \cdot w(H)}{1} = \frac{113 \cdot 0,0531}{1} = 6$$



$$yAr(X) = 113 - 3 \cdot 12 - 6 \cdot 1 = 71; \quad \text{Елемент } X - Cl.$$



Б – циклопропан.



В – хлороциклопропан.

$$v(C_3H_6Cl_2) = \frac{5,65}{113} = 0,05 \text{ (моль)}$$

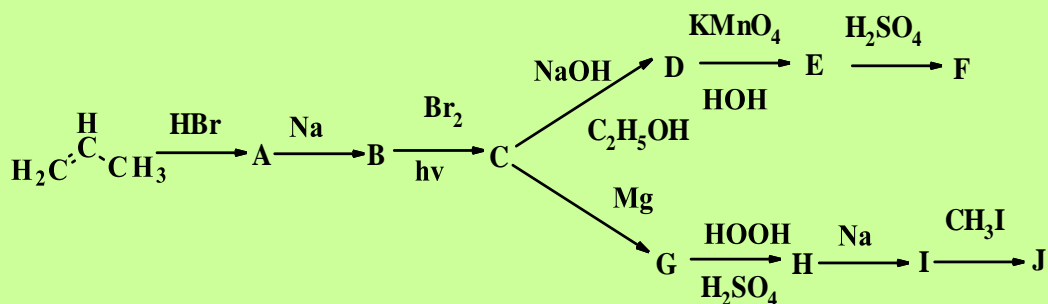
$$v(C_3H_5Cl) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m_m(C_3H_5Cl) = 0,05 \cdot 76,5 = 3,825 \text{ (г)}$$

$$m_{np}(C_3H_5Cl) = 3,825 \cdot 0,6 = 2,295 \text{ (г)}$$

5

Запропонуйте сполки **A – J** та складіть рівняння реакцій для наведеної схеми перетворень:



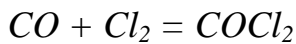
Авторський варіант розв'язку

A	B	C	D	E
F	G	H	I	J

6

В реактор об'ємом 1 л помістили 0,03 моль карбон(II) оксиду та 0,04 моль хлору. При 0 °С початкова швидкість реакції утворення фосгену дорівнювала $1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/(л·с), а при 25 °С – $2,64 \cdot 10^{-4}$ моль/(л·с). Запишіть кінетичне рівняння. Вкажіть загальний порядок реакції. Розрахуйте константи швидкості реакції при зазначених температурах, температурний коефіцієнт швидкості та енергію активації реакції. Запропонуйте механізм реакції.

Авторський варіант розв'язку



$$V = k[CO] \cdot [Cl_2]$$

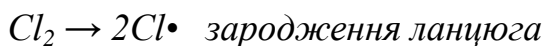
$$n = 2.$$

$$k = \frac{V}{[CO] \cdot [Cl_2]}; \quad k_{0^\circ C} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{0,03 \cdot 0,04} = 0,125; \quad k_{25^\circ C} = \frac{2,64 \cdot 10^{-4}}{0,03 \cdot 0,04} = 0,22.$$

$$\frac{k_{0^\circ C}}{k_{25^\circ C}} = \gamma^{\frac{25-0}{10}}; \quad \frac{0,22}{0,125} = \gamma^{2,5}; \quad 1,76 = \gamma^{2,5} \quad \gamma = 1,25$$

$$E = \frac{RT_1 T_2 \ln \frac{k_2}{k_1}}{T_2 - T_1} = \frac{8,314 \cdot 273 \cdot 298 \cdot \ln \frac{0,22}{0,125}}{298 - 273} = 15295 (\text{Дж / моль})$$

Реакція відбувається при освітленні за радикальним механізмом



1

Наважку деякої середньої солі масою 1,96 г розчинили у воді, додали надлишок лугу та нагріли до кипіння. При цьому було зібрано 0,224 л індивідуального газу, який у 1,7 раз легше за повітря та відфільтровано осад, після висушування і прожарювання якого, утворився твердий залишок ферум(III) оксиду масою 0,40 г. Розчин цієї солі з розчином барій хлориду утворює нерозчинний в кислотах білий осад.

Визначити формулу солі, якщо вона містить 5 хімічних елементів, а кількість речовини катіонів в 1,5 рази більше, ніж аніонів.

Назвіть цю сіль за систематичною номенклатурою. Які ще назви цієї солі Вам відомі?

Написати хімічні рівняння всіх зазначених реакцій..

Авторський варіант розв'язку

Середня сіль є подвійною сіллю $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – амонійферум(II) сульфат гексагідрат ($M = 392$ г/моль) або залізоамонійні квасці або залізо амонійний галун.

N, S, O, Fe, H – 5 елементів.

2NH_4^+ та 1Fe^{2+} – 3 катіони 2SO_4^{2-} – 2 аніони.



Газ – NH_3 ($M = \frac{29}{1,7} = 17$ (г/моль)).

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = 2\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4$ (білий осад).

2) $\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{0,4}{160} = 0,0025$ (моль)

$\nu(\text{NH}_3) = 0,01$ моль; $\nu(\text{Fe}) = 0,005$ моль; $\nu(\text{солі}) = 0,005$ моль;

$m(\text{солі}) = 0,005 \cdot 392 = 1,96$ (г) – відповідає умові.

2

Кислота A містить елемент X , масова частка якого в ній дорівнює 95,0%. Водний розчин з невідомою масовою часткою кислоти A реагує з розчином їдкою калі і утворює сіль C , в якій $w(X) = 32,76\%$. В хімічно чистому стані завдяки водневим зв'язкам кислота A утворює димери і тоді з їдким калі утворюється сіль E , в якій $w(X) = 48,72\%$. Визначити елемент X , кислоту A , солі C та E . Записати рівняння відповідних реакцій. Визначте масову частку згаданого розчину кислоти A , якщо в ньому $w(X) = 26,6\%$.

Авторський варіант розв'язку

Якщо $A = HX$, то $M(HX) = \frac{1}{0,05} = 20$ (г/моль)

$X = F$ (Флуор), $A - HF$.

$HF + KOH = KF + H_2O$,

$w(F) = \frac{19}{58} = 0,3276$, що збігається з даними задачі, $C - KF$.

$2HF \rightarrow (HF)_2$

$(HF)_2 + KOH = KHF_2 + H_2O$,

$w(F) = \frac{19 \cdot 2}{78} = 0,4872$, що збігається з даними задачі, $E - KHF_2$.

Якщо маса розчину 100 г, то:

$m(F) = 100 \cdot 0,226 = 26,6$ (г)

$m(HF) = \frac{26,6}{19} \cdot 20 = 28$ (г)

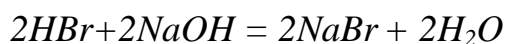
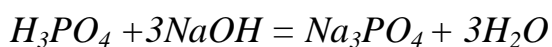
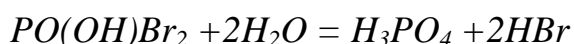
$w(HF) = \frac{28}{100} = 0,28$ або 28%.

3

Аліфатичну насичену оксигеновмісну сполуку, що не реагує з лугами, масою 3,7 г піддали взаємодії з еквімолярною кількістю $POBr_3$. Отриману після реакції суміш охолодили та обережно розбавили холодною водою. Органічний продукт відділили, а водний розчин, що залишився, повністю нейтралізували 125 мл 2М водного розчину натрій гідроксиду. Визначте вихідну сполуку, якщо відомо, що в спектрі ПМР міститься характерний мультиплетний сигнал з інтенсивністю 1. Відповідь підтвердіть розрахунками. Вважати, що взаємодія з $POBr_3$ відбулася без втрат жодного з продуктів.

Авторський варіант розв'язку

Насиченою оксигеновмісною сполукою може бути, спирт, альдегід або карбонова кислота. Не реагує з лугом тільки спирт, кислоту утворює солі а альдегіди вступають в альдольну конденсацію.



Отже на нейтралізацію продуктів гідролізу 1 моля $PO(OH)Br_2$ необхідно 5 моль лугу.

$$v(ROH) = v(POBr_3) = v(NaOH)/5 = \frac{2 \cdot 0,125}{5} = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$M_r(C_nH_{2n+1}OH) = 3,7/0,05 = 74 \text{ (г/моль)}$$

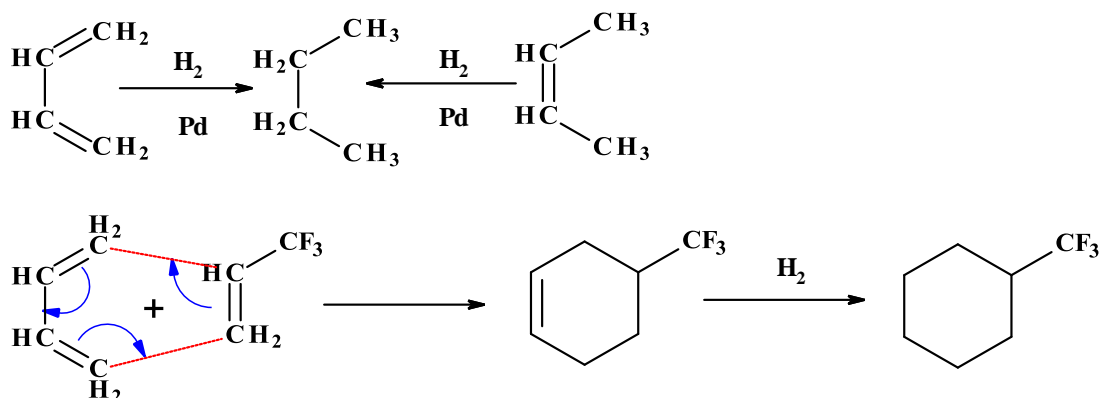
$$n=4$$

Враховуючи наявність в спектрі ПМР характерного мультиплетного сигналу з інтенсивністю 1 можна припустити що це або бутан-2-ол або 2-метилпропан-1-ол.

4

Суміш бута-1,3-дієну та бут-2-єну вичерпно взаємодіє з воднем, об'ємом 15,32 л (22 °С, 120 кПа) за наявності паладію. Така ж наважка суміші вступає у реакцію з 288 г 10% розчину 3,3,3-трифлуоропроп-1-єну в бензолі. Утворений продукт із суміші виділили та відновили воднем у присутності PtO_2 . Визначте маси усіх згаданих сполук.

Авторський варіант розв'язку



$$v(CH_2=CH-CF_3) = v(CH_2=CH-CH=CH_2) = \frac{288 \cdot 0,1}{96} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$m(CH_2=CH-CH=CH_2) = 54 \cdot 0,3 = 16,2 \text{ (г)}$$

$$v(H_2) = PV/RT = \frac{15,32 \cdot 120}{8,314 \cdot 295} = 0,75 \text{ (моль)}$$

$$v(CH_3-CH=CH-CH_3) = 0,75 - 0,3 \cdot 2 = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$m(CH_3-CH=CH-CH_3) = 0,15 \cdot 56 = 8,4 \text{ (г)}$$

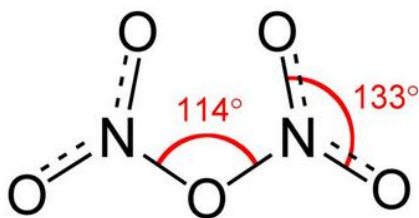
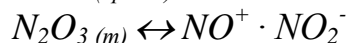
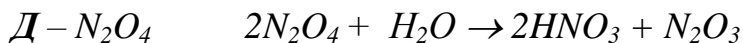
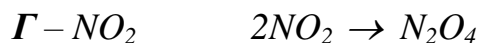
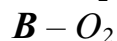
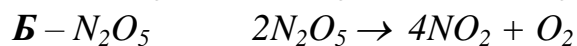
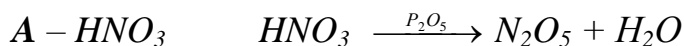
$$m(C_7H_9F_3) = 150 \cdot 0,3 = 45 \text{ (г)}$$

$$m(C_7H_{11}F_3) = 152 \cdot 0,3 = 45,6 \text{ (г)}$$

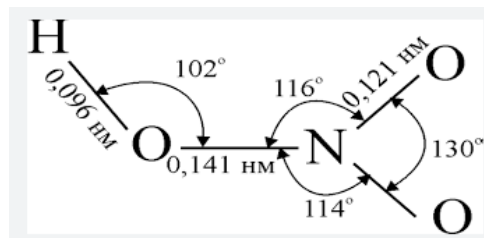
5

При зневодненні на холоді кислоти *A* (сильного окисника) вищим оксидом Фосфору, утворюється тверда речовина *B*, яка при 20 °С плавиться і частково сублимується, а при нагріванні до 50 °С розкладається з вибухом на дві газуватих речовини *B* та *Г*. Газ *Г* при охолодженні в сухій атмосфері конденсується в безбарвну рідину *Д*, при внесенні в яку краплі холодної води утворюється кислота *A* і нестійка речовина *Є*, завдяки якій виникає синє забарвлення. Визначте речовини *A - Є*, напишіть рівняння всіх згаданих реакцій. Опишіть будову речовин *B* і *Є* у твердому стані, якщо відомо про їх кристалічну йонну структуру. Запропонуйте рівняння реакцій речовин *Г* та *Д* з водою та розчином луку.

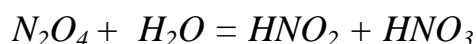
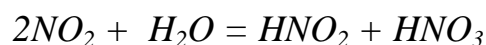
Авторський варіант розв'язку



N_2O_5 за звичайних умов є білою кристалічною речовиною, що повільно розкладається та сублимує за 33 °С.



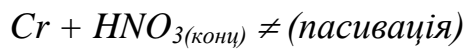
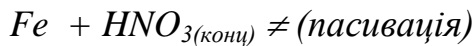
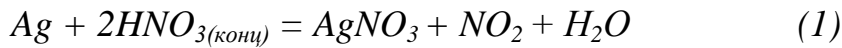
Речовина є стійкою лише за низьких температур (нижче -4 °С), і перебуває у вигляді блакитної рідини або синіх кристалів; за вищих температур розкладається.



6

При дії на 124 г суміші срібла, заліза та хрому на холоді концентрованої нітратної кислоти виділяється 22,4 л (н.у.) газу і частка суміші залишилась нерозчиненою. При дії на ту ж саму кількість суміші металів також на холоді надлишку розбавленої нітратної кислоти залишається нерозчиненим один метал і виділяється 11,87 л (н.у.) газу. Визначте масові частки металів у суміші.

Авторський варіант розв'язку

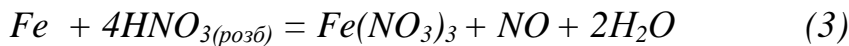
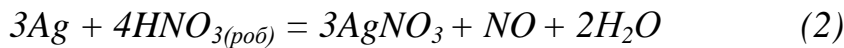


$$\nu(\text{NO}_2) = \frac{22,4}{22,4} = 1(\text{моль})$$

$$\nu(\text{Ag}) = \nu(\text{NO}_2) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = 108 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}, \text{Cr}) = m(\text{суміші}) - m(\text{Ag}) = 124 - 108 = 16 \text{ (г)}$$



$$\nu(\text{NO}) = \frac{11,87}{22,4} = 0,53(\text{моль}), \text{ в реакції (3) з залізом виділяється}$$

$$\nu(\text{NO}) = 0,53 - \frac{1}{3} = 0,2(\text{моль}) \quad \nu(\text{Fe}) = \nu(\text{NO}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Cr}) = 16 - 11,2 = 4,8 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Ag}) = \frac{108}{124} = \underline{0,87 \text{ або } 87\%}$$

$$w(\text{Fe}) = \underline{0,09 \text{ або } 9\%}$$

$$w(\text{Cr}) = \underline{0,04 \text{ або } 4\%}$$

1

Зразок солі **A** масою 18,4 г розділили на 2 частини. Одну з них ввели в реакцію з 16,0 г бром у органічному розчиннику, причому було отримано летку сполуку **B**, що легко полімеризується, та 20,0 г кальцій броміду. На другу частину солі **A** подіяли надлишком сірки, в результаті чого було виділено лише сіль **C**. Сіль **C** ввели в реакцію з бромом масою 16,0 г в органічному розчиннику, причому було отримано лише нестабільну летку сполуку **D** масою 11,6 г та кальцій бромід масою 20,0 г. Визначте зашифровані речовини, наведіть рівняння реакцій. Відомо, що формульна маса солі **C** знаходиться в інтервалі 150–160 г/моль, а речовини **A**, **B**, **D** є сильно токсичними.

Авторський варіант розв'язку

Оскільки, $\nu(\text{CaBr}_2) = \nu(\text{Br}_2)$, то **A** якась кальцієва сіль; бром є окисником, а аніон, окиснюючись, виділяється в індивідуальному вигляді.

Середня молярна маса еквіваленту аніону:

$$M(E_{(\text{аніон} A)}) = \frac{\frac{m(A)}{2} - m(\text{Ca})}{2\nu(\text{Ca})} = 26 \text{ (г/моль)}$$

Аналогічно знаходимо для **C**:

$$m(\text{C}) = m(\text{CaBr}_2) + m(\text{D}) \quad m(\text{Br}_2) = 15,6 \text{ г}$$

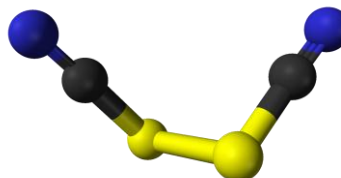
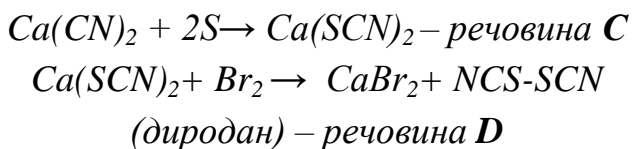
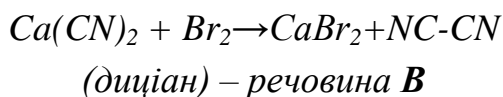
$$M(E_{(\text{аніон} C)}) = \frac{m(\text{C}) - m(\text{Ca})}{2\nu(\text{Ca})} = 58 \text{ (г/моль)}$$

Враховуючи, що $M(\text{C}) < 160$ г/моль, визначаємо кількість еквівалентів аніонів у молекулі: $n = (M(\text{C}) - A(\text{Ca})) / M(E_{(\text{аніон} C)}) = 2$

Тобто, $M(\text{C}) = (40 + 2 \cdot 58) = 156$ (г/моль)

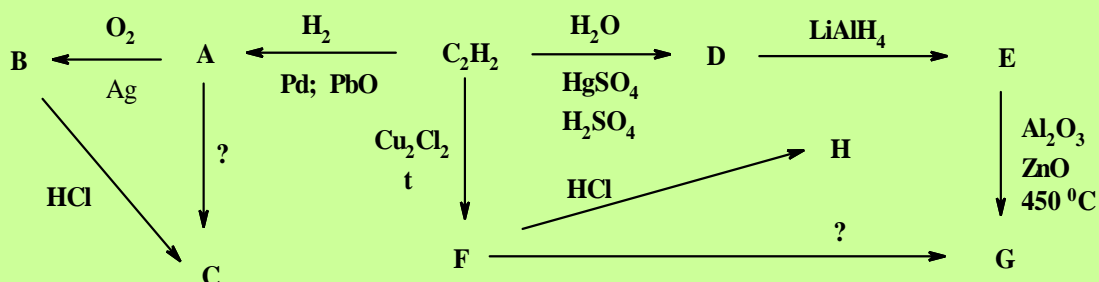
Зіставляючи $M(E_{(\text{аніон} A)})$ та $M(E_{(\text{аніон} C)})$, що різниця складає один атом Сульфуру. Тож, $M(\text{аніон} A) = 26$ г/моль. Це ціанід-іон.


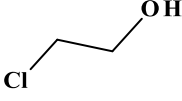
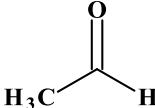
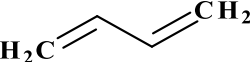
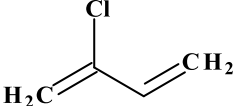
Таким чином, $\text{Ca}(\text{CN})_2$ – речовина **A**.

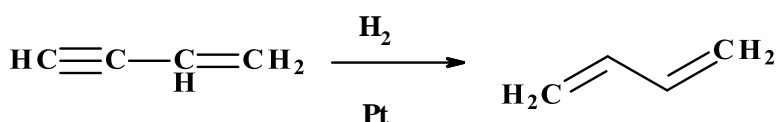
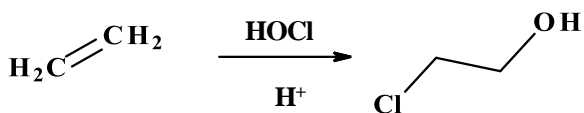


2

Визначте сполуки А – Н та напишіть всі рівняння реакцій

*Авторський варіант розв'язку*

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$			
A	B	C	D
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{HC}\equiv\text{C}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}_2$		
E	F	G	H



3

Суміш двох насичених газоподібних при 20 °С вуглеводнів, яка має густину за воднем 15, реагує з хлором при опроміненні світлом і утворює суміш, що складається лише з двох моноклоропохідних вуглеводнів. Визначте якісний та кількісний склад суміші. Який об'єм повітря буде витрачено на спалювання 100 л (н.у.) зазначеної суміші.

Авторський варіант розв'язку

Згідно умови підходять сполуки CH_4 та 2,2-диметилпропан.

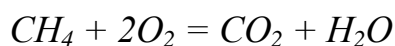
$$M_{\text{сер}} = 2D(\text{H}_2) = 30 \text{ г/моль}$$

Якщо $\varphi(\text{CH}_4) = x$, то $\varphi(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 1 - x$

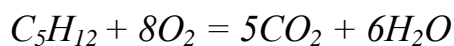
$$30 = 16x + 72(1-x);$$

$$x = 0,75$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = 75\% \quad \varphi(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 25\%$$



$$V(\text{O}_2) = 25 \cdot 2 = 50 \text{ (л)}$$



$$V(\text{O}_2) = 75 \cdot 8 = 600 \text{ (л)}$$

$$V(\text{пов}) = \frac{650}{0,21} = 3095 \text{ (л)}$$

4

До 100 мл розчину нітратної з концентрацією 1,28 г/л додали 20 мл 0,4%-ного розчину натрій гідроксиду (густина 1,0 г/мл). Визначте молярні концентрації речовин в одержаному розчині. Обчисліть рН вихідного розчину кислоти.

Авторський варіант розв'язку

$$C_M(\text{HNO}_3) = 1,89/63 = 0,03 \text{ (моль/л)} \quad \text{pH} = 1,52$$

$$v(\text{HNO}_3) = 0,003 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = 0,002 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaNO}_3) = 0,002 \text{ моль}$$

$$C_M(\text{HNO}_3) = 0,0083 \text{ моль/л}$$

$$C_M(\text{NaNO}_3) = 0,017 \text{ моль/л}$$

5

Суміш може містити дві з перелічених речовин: K_2CO_3 , KHCO_3 , KOH . Наважку суміші масою 4,177 г розчинили у воді і довели об'єм до 100 мл. На титрування 10,0 мл розчину в присутності індикатора фенолфталеїну було витрачено 21,15 мл розчину з молярною концентрацією хлороводневої кислоти 0,2482 моль/л. На титрування такої ж порції розчину суміші в присутності індикатора метилоранжу витрачено 27,20 мл того ж розчину кислоти. Відомо, що фенолфталеїн змінює забарвлення в інтервалі рН 8-10, метилоранж – в інтервалі рН 3,0-4,4.

Авторський варіант розв'язку

Порівнюючи інтервали зміни забарвлення індикаторів з інтервалами переважання окремих кислотно-основних форм карбонату, приходимо до висновку, що при зміні забарвлення фенолфталеїну карбонат у розчині знаходиться у вигляді гідрокарбонату, а при зміні забарвлення метилоранжу – у вигляді карбонатної кислоти.

Кисла сіль KHCO_3 та луг KOH не можуть разом знаходитись в суміші, бо взаємодіють між собою. Отже, суміш містила KOH та K_2CO_3 .

При титруванні в присутності фенолфталеїну в точці стехеометричності має місце рівність:

$$C(\text{HCl}) \cdot V_{\text{ф/ф}} = \nu(\text{CO}_3^{2-}) + \nu(\text{OH}^-)$$

В присутності метилоранжу:

$$C(\text{HCl}) \cdot V_{\text{м/о}} = 2\nu(\text{CO}_3^{2-}) + \nu(\text{OH}^-)$$

Звідси:

$$\Delta V_{\text{HCl}} = V_{\text{м/о}} - V_{\text{ф/ф}} = 6 \text{ мл}$$

$$m(\text{KOH}) = C(\text{HCl}) \cdot (V_{\text{ф/ф}} - \Delta V_{\text{HCl}}) \cdot M(\text{KOH}) \cdot \nu_{\text{к}} / \nu_{\text{ал}} = 2,112 \text{ (г)}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = C(\text{HCl}) \cdot 2\Delta V_{\text{HCl}} \cdot M(1/2 \text{ K}_2\text{CO}_3) \cdot \nu_{\text{к}} / \nu_{\text{ал}} = 2,055 \text{ (г)}$$

Значення масових часток: K_2CO_3 – 49,20%; KOH – 50,56%.

6

В таблиці наведені значення стандартних енергій Гіббса утворення (ΔG^0_f) оксигеновмісних сполук Натрію та Калію.

Формула сполуки	ΔG^0_f , кДж/моль	
	Me – Натрій	Me – Калій
$\text{Me}_2\text{O}_{(т)}$	–377	–322
$\text{Me}_2\text{O}_{2(т)}$	–447	–430
$\text{MeO}_{2(т)}$	–218	–209

- Обчисліть ΔG^0 хімічних реакцій 1) і 2) для обох металів:
1) $2\text{Me}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Me}_2\text{O}_2$; 2) $2\text{Me}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 2\text{MeO}_2$,
та оцініть можливість їх самовільного перебігу за стандартних умов (25°C, 101,3 кПа).
- Які продукти переважно утворюються при спалюванні кожного з металів в кисні.
- За якої температури помітно відбувається розклад калій супер-оксиду на калій оксид і кисень, якщо

$$\begin{aligned} H^0_f(\text{KO}_2) &= -280 \text{ кДж/моль}; S^0(\text{KO}_2) = 117 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}; \\ H^0_f(\text{K}_2\text{O}) &= -363 \text{ кДж/моль}; S^0(\text{K}_2\text{O}) = 94 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}. \\ S^0(\text{O}_2) &= 204 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}. \end{aligned}$$

Авторський варіант розв'язку

Для сполук Na

$$1) \Delta G^0_{x.p.} = -140 \text{ кДж};$$

$$2) \Delta G^0_{x.p.} = -118 \text{ кДж};$$

Для сполук K

$$1) \Delta G^0_{x.p.} = -216 \text{ кДж};$$

$$2) \Delta G^0_{x.p.} = -192 \text{ кДж}.$$

Переважно утворюються пероксиди та оксиди.

За II законом термодинаміки можна обчислити температуру:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta H^0_{x.p.} = 394 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^0_{x.p.} = 332 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta G^0_{x.p.} = 2 \cdot (-322) - 4(-209) = 192 \text{ (кДж/моль)}$$

$$192 = 394 - 0,332T;$$

$$T = \frac{202}{0,332} = 608 \text{ K}; \quad t \text{ } ^\circ\text{C} = 335 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

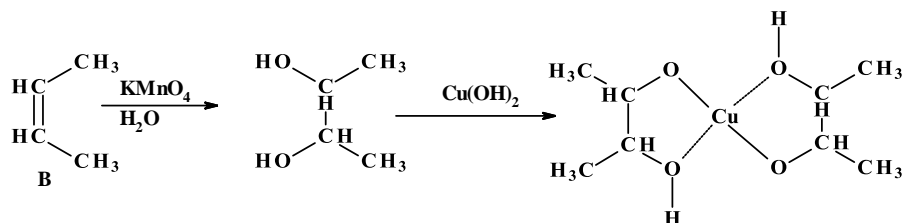
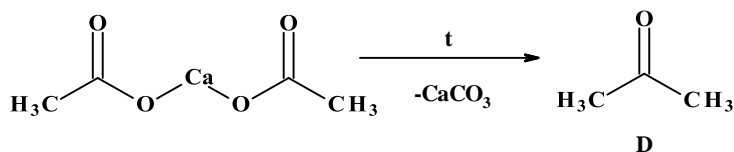
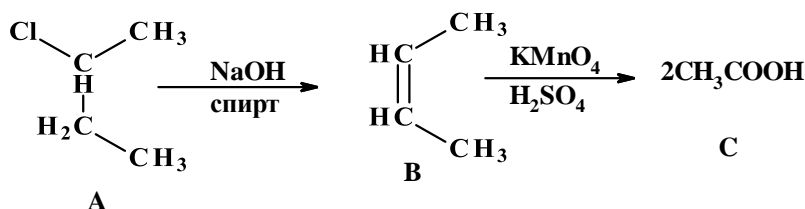
1

При обробці спиртовим розчином NaOH деякого хлоралкану **A** було отримано сполуку **B**, яка при окисненні надлишком KMnO₄ в кислому середовищі перетворюється в сполуку **C**. Піроліз кальцієвої солі сполуки **C** призводить до утворення продукту **D**, яка в спектрі ПМР має лише один сигнал. Визначте сполуки **A-D**. Напишіть всі згадані в умові рівняння реакцій. Розрахуйте масу речовини **D**, яку можна отримати з 100 г сполуки **C**. Відомо, що при бромуванні 0,7 г сполуки **B** маса отриманого продукту становить 2,7 г, а при окисненні її водним нейтральним розчином калій перманганату утворюється сполука, яка розчиняє осад купрум(II) гідроксиду з утворенням темно-синього розчину.

Авторський варіант розв'язку

$$v(\text{Br}_2) = v(\mathbf{B}) = \frac{2,7 - 0,7}{160} = 0,0125 \text{ (моль)}$$

$$M_r(\mathbf{B}) = 0,7 / 0,0125 = 56 \text{ (г/моль)} \quad \mathbf{B} = \text{C}_4\text{H}_8$$



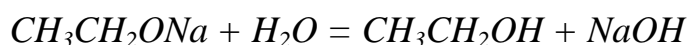
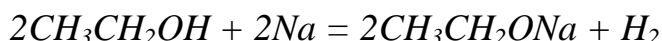
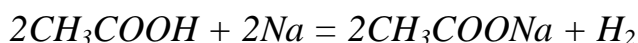
$$v(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = \frac{1}{2} v(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{100}{60 \cdot 2} = 0,833 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 0,833 \cdot 58 = 48,3 \text{ (г)}$$

2

До деякої кількості натрію додали 10 мл розчину оцтової кислоти в абсолютному етиловому спирті. Після закінчення реакції суміш розбавили водою у 2 рази, і з одержаного розчину повністю видалили розчинник. При прожарюванні суміші твердих продуктів виділилось 0,56 л газу (н. у.), а маса сухого залишку дорівнювала 3,65 г. Напишіть всі згадані в умові рівняння реакцій. Визначте масу натрію та концентрацію вихідного розчину оцтової кислоти?

Авторський варіант розв'язку



$$v(\text{CH}_4) = 0,56 / 22,4 = 0,025 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{CH}_4)$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,025 \cdot 106 = 2,65 \text{ (г)}$$

$$m_1(\text{CH}_3\text{COONa}) = 3,65 - 2,65 = 1 \text{ (г)}$$

$$v(\text{CH}_3\text{COOH}) = v_1(\text{CH}_3\text{COONa}) + v(\text{CH}_4) = \frac{1}{82} + 0,025 = 0,037 \text{ (моль)}$$

$$C_M = 0,037 / 0,01 = 3,7 \text{ (моль/л)}$$

$$v(\text{Na}) = v_1(\text{CH}_3\text{COONa}) + 2v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,012 + 0,050 = 0,062 \text{ (моль)}$$

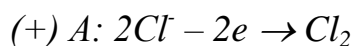
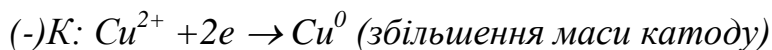
$$m(\text{Na}) = 0,062 \cdot 23 = 1,43 \text{ (г)}$$

3

Через 500 г розчину, що містить калій хлорид та купрум(II) хлорид пропустили струм силою 4А протягом 2,69 годин до повного виділення хлору. При цьому маса катоду збільшилась на 6,4 г. Визначте масові частки солей у вихідному розчині та склад розчину після електролізу.

Авторський варіант розв'язку

При пропусканні електричного струму:



$$\nu(\text{Cu}) = \frac{6,4}{64} = 0,1(\text{моль}); \nu(\text{Cu}) = 0,1 \text{ моль}; \nu(\text{Cl}_2) = 0,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,1 \cdot 135 = 13,5 \text{ (г)}$$

$$w = \frac{13,5}{500} = 0,027 \text{ або } 2,7\%$$

За законом Фарадея $\nu(\text{Cl}_2) = \frac{I \cdot \tau}{n \cdot F} = \frac{4 \cdot 2,69}{2 \cdot 26,8} = 0,2(\text{моль})$, то

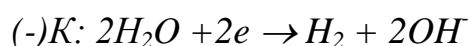
$$\nu(\text{Cl}_2)_{\text{з KCl}} = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{KCl}) = 2 \nu(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{KCl}) = 0,2 \cdot 74,5 = 14,9 \text{ (г)}$$

$$w = \frac{14,9}{500} = 0,03 \text{ або } 3\%$$

Після відновлення йонів Купруму(II) на катоді буде відновлюватися вода:



Після електролізу маса розчину зменшиться за рахунок виділення з розчину міді (осадиться на катоді) та хлору (газоподібний продукт). В розчині залишаться йони K^+ та гідроксид йони. Тож необхідно визначити масову частку калій гідроксиду.

$$m(\text{розчину після електролізу}) = 500 - 6,4 - 0,1 \cdot 71 = 486,5 \text{ (г)}$$

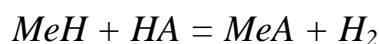
$$\nu(\text{KOH}) = \nu(\text{KCl}) = 0,2 \text{ моль}; m(\text{KOH}) = 0,2 \cdot 56 = 11,2 \text{ (г)}$$

$$w = \frac{11,2}{486,5} = 0,023 \text{ або } 2,3\%$$

4

Після розчинення 0,28 г гідриду одновалентного металу в 2,5 л 0,02М розчину сильної одноосновної кислоти рН розчину становив 2,22. Встановіть формулу гідриду.

Авторський варіант розв'язку



$p\text{H} = 2,22$ вказує на те, що кислота була у надлишку

$$[\text{H}^+] = 10^{-p\text{H}} = 10^{-2,22} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$C(\text{HA})_{\text{зал}} = [\text{H}^+];$$

$$C(\text{HA})_{\text{прореаг}} = 0,02 - 0,006 = 0,014 \text{ (моль/л)}$$



літій гідрид

$$\nu(\text{HA}) = 0,014 \cdot 2,5 = 0,035 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{MeH}) = \nu(\text{HA}) = 0,035 \text{ (моль)}$$

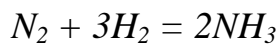
$$M = \frac{0,248}{0,035} = 7 \text{ (г/моль)}$$

Формула гідриду – LiH

5

Суміш азоту та водню об'ємом 6 л, в якій водню у 2 рази менше ніж азоту, пропустили над каталізатором за умов: температура 450 °С та тиск 300 атм. Отриману речовину розчинили в воді. На нейтралізацію утвореного водного розчину було витрачено 400 мл розчину з концентрацією сульфатної кислоти 3 моль/л. Обчислити константи рівноваги K_c та K_p реакції взаємодії азоту та водню.

Авторський варіант розв'язку

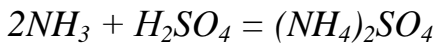


Склад початкової суміші:

$$V(H_2) = x; V(N_2) = 2x;$$

$$x + 2x = 6; x = 2$$

$$V(H_2) = 2 \text{ л}; V(N_2) = 4 \text{ л}$$



$$\nu(H_2SO_4) = C \cdot V = 3 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ (моль)}$$

$$\nu(NH_3) = 2,4 \text{ моль}$$

Склад рівноважної суміші:

$$\nu(N_2) = \nu_0(N_2) - \nu(N_2)_{np} = \frac{300 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 723} - 1,2 = 20,2 - 1,2 = 19 \text{ (моль)}$$

$$\nu(H_2) = \frac{300 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 723} - 3,6 = 10,1 - 3,6 = 6,5 \text{ (моль)}$$

$$K_\chi = \frac{\chi(NH_3)^2}{\chi(N_2) \cdot \chi(H_2)^3}$$

$$\chi(NH_3) = \frac{2,4}{2,4 + 19 + 6,5} = \frac{2,4}{27,9} = 0,086$$

$$\chi(N_2) = \frac{19}{27,9} = 0,681$$

$$\chi(H_2) = \frac{6,5}{27,9} = 0,232$$

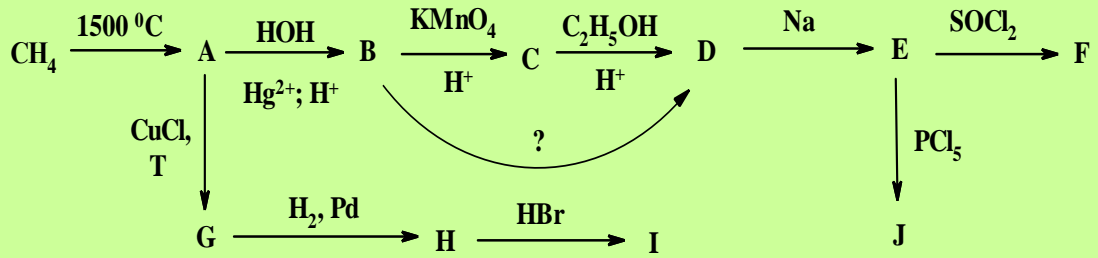
$$K_x = \frac{0,086^2}{0,68 \cdot 0,232^3} = 0,87$$

$$K_P = K_x \cdot P^{\Delta\nu} = 0,87 \cdot (300 \cdot 1,013 \cdot 10^5)^2 = 9,42 \cdot 10^{-16}$$

$$K_C = \frac{K_P}{(RT)^{\Delta\nu}} = \frac{9,42 \cdot 10^{-16}}{(8,314 \cdot 723)^2} = 3,4 \cdot 10^{-8}$$

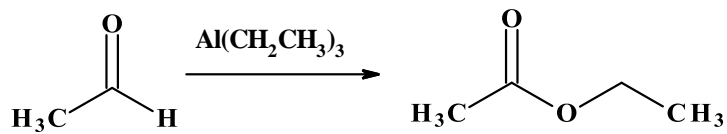
6

Здійснити наступні перетворення та назвіть сполуки А – J:



Авторський варіант розв'язку

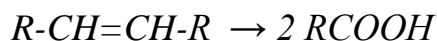
A	B	C	D	E
F	G	H	I	J



1

Португальці, відкривши Японію в 1542 р., побачили що, всі дорослі жінки аристократії мали повністю чорні зуби. Ця традиція чорніння зубів має назву «охагуро». Одним із компонентів суміші для чорніння зубів є сіль BA_x . Відомо, що $M_r(B) = M_r(\text{алкену } C)$. Окиснення сполуки C калій перманганатом в кислому середовищі приводить до утворення лише сполуки HA , молярна маса якої на 7,14 % більша за молярну масу сполуки C , і в 3,883 рази менша за $M_r(BA_x)$. Визначте сполуки B , BA_x , HA та C . Які реакції обміну можливі між сполукою BA_x та компонентами зубної емалі? Яким чином в середньовічній Японії могли отримувати сполуки HA та BA_x ? Наведіть сучасні методи синтезу сполуки HA .

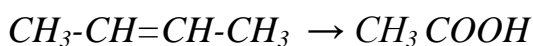
Авторський варіант розв'язку



$$M_r(R-CH=CH-R)/M_r(R-COOH) = 1 - 0,0714$$



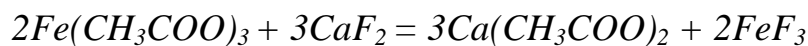
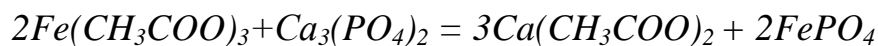
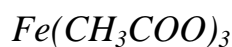
$$\frac{2R+26}{R+45} = 0,9286 \quad R=15$$



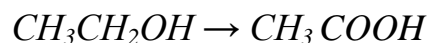
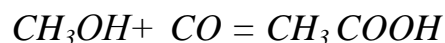
$$M_r(CH_3-CH=CH-CH_3) = 56 \text{ (г/моль)} = M_r(Fe); \quad Fe - B$$

$$M_r(BA_x) = 60 \cdot 3,883 = 233 \text{ (г/моль)}$$

$$x=3;$$



Глюкоза \rightarrow етанол \rightarrow етанова кислота.

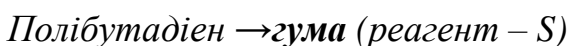
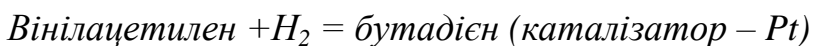
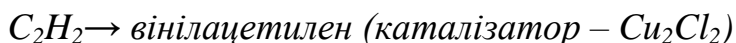
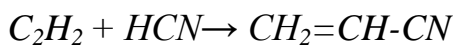
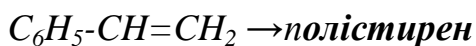
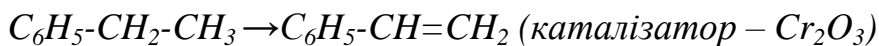
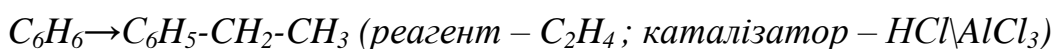
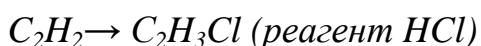
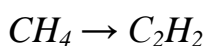
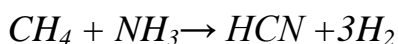
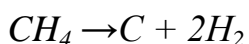
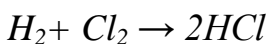
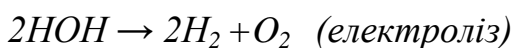
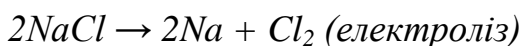


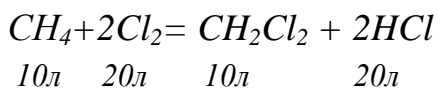
Ферментативне окислення глюкози.

2

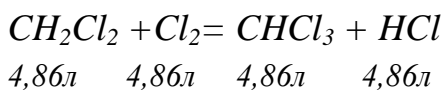
Найбільш перспективним місцем для колонізації Сонячної системи після Марсу є супутник Сатурна – Титан. Припустимо, що перші поселенці заснують колонію на березі вуглеводневого моря Кракена. Запропонуйте методи виробництва полімерів, які можна організувати в колонії, якщо вихідними речовинами використати **метан** та **воду** і **аміак**, які є продуктами кріовулканічної діяльності на Титані, а також **натрій хлорид**, який доставлено в обмеженій кількості з Землі. Напишіть всі можливі реакції. Вкажіть, які каталізатори також слід доставити з Землі?

Авторський варіант розв'язку





Після утворення дихлорометану, залишилося 4,86 л хлору.



$$V(\text{CHCl}_3) = 4,86 \text{ л}$$

$$V(\text{CH}_2\text{Cl}_2) = 10 - 4,86 = 5,14 \text{ (л)}$$

$$\varphi(\text{CHCl}_3) = 48,6 \%$$

$$\varphi(\text{CH}_2\text{Cl}_2) = 51,4 \%$$

$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH});$$

$$m(\text{NaOH}) = 1,11 \cdot 40 = 44,4 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{розч.}} = 44,4 / 0,1 = 444 \text{ (г)}$$

5

Яку масу мідного купоросу необхідно додати до розчину об'ємом 0,5 дм³ з масовою часткою речовини CuSO₄ 5,00 % і густиною розчину 1,040 г/см³, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини CuSO₄ 15,00 %? Визначте масу кристалогідрату (CuSO₄·5H₂O), яка виділяється при випаровуванні утвореного розчину купрум (II) сульфату?

Авторський варіант розв'язку

$$m_1(\text{CuSO}_4) = w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 = 0,05 \cdot 500 \cdot 1,04 = 26 \text{ (г)}$$

$$250 \text{ г} - 160 \text{ г}$$

$$x \text{ г} - y \text{ г}$$

$$y = 160x / 250 = 0,64x$$

$$w_2(\text{CuSO}_4) = m(\text{p.p.}) / m(\text{p-ну}) = \frac{m(\text{p.p.})_1 + y}{m(\text{p-ну})_1 + x}$$

$$0,15 = \frac{26 + 0,64x}{520 + x} \quad x = 106,12 \text{ (г)}$$

$$m_2(\text{CuSO}_4) = 0,64 \cdot 106,12 = 67,92 \text{ (г)}$$

$$m'(\text{CuSO}_4) = 26 + 93,92 = 93,92 \text{ (г)}$$

$$250 \text{ г} - 160 \text{ г}$$

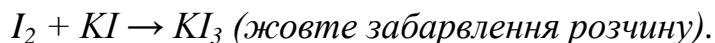
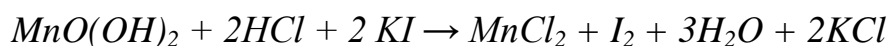
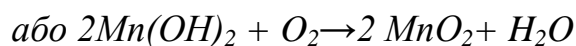
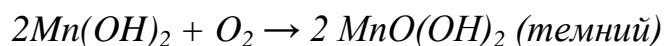
$$z \text{ г} - 119,92 \text{ г}$$

$$z = 146,75 \text{ (г)}$$

6

Один з показників якості природної води визначається за зменшенням у воді речовини X за час інкубації (витримки) води при 20°C в темряві без доступу повітря. Для визначення кількості речовини X в пробу води додають розчин манган (II) хлориду або сульфату та лужний розчин калій іодиду. Після додавання утворюється білий осад, який швидко темнішає. Суміш витримують без доступу повітря від 10 хв до 24 годин. Потім додають хлоридну кислоту, при цьому осад розчиняється, а розчин забарвлюється в жовтий колір. Розчин титрують натрій тіосульфатом до появи слабкожовтого кольору. Після цього додають розчин крохмалю й титрують до знебарвлення. Вкажіть речовину X та напишіть рівняння реакцій, які відбуваються.

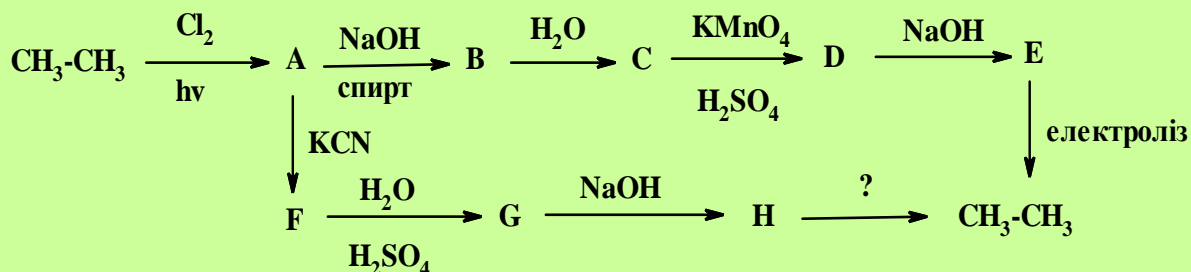
Авторський варіант розв'язку



Речовина X – розчинний кисень.

1

Ланцюг перетворень. Складіть рівняння хімічних реакцій:



Авторський варіант розв'язку

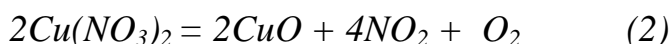
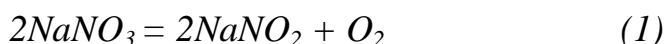
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl}$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
$\text{CH}_3\text{-COONa}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CN}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa}$
<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>

Етан отримують із $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa}$ при сплавленні з NaOH і умовах реакції Дюма.

2

Суміш нітратів. Суміш нітратів натрію, міді та срібла масою 63,1 г прожарили при 600°C . Об'єм газів, що при цьому виділився, склав 22,4 л (н.у.). Твердий залишок обробили водою, і його маса зменшилася на 6,9 г. Наведіть рівняння розкладу нітратів. Обчисліть масові частки нітратів у суміші. Обчисліть масу твердого залишку після обробки водою. Запропонуйте спосіб розділення твердого залишку на чисті речовини.

Авторський варіант розв'язання



Газоподібні продукти: суміш NO_2 та O_2 .

Тверді продукти: NaNO_2 , CuO , Ag .

При обробці водою твердого залишку, розчиниться NaNO_2 , тож

$$m(\text{NaNO}_2) = 6,9 \text{ г}$$

$$v(\text{NaNO}_2) = \frac{6,9}{69} = 0,1 (\text{моль}) \quad v_1(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NaNO}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaNO}_3) = v(\text{NaNO}_2) = 0,1 \text{ моль} \quad m(\text{NaNO}_3) = 0,1 \cdot 85 = 8,5 (\text{г})$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) + m(\text{AgNO}_3) = 63,1 - 8,5 = 54,6 (\text{г})$$

Кількість речовини газів, що виділилися за рахунок реакцій (2) та (3):

$$v(\text{газів})_{2,3} = \frac{22,4}{22,4} - 0,05 = 0,95 (\text{моль})$$

Нехай в реакції (2) виділяється x моль газів, тоді $v_2(\text{O}_2) = \frac{x}{5}$ (моль);

$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{2x}{5} (\text{моль})$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{2x}{5} \cdot 188 (\text{г})$$

В реакції (3) виділяється $0,95 - x$ (моль) газів, тоді $v_3(\text{O}_2) = \frac{0,95 - x}{3}$ (моль)

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{0,95 - x}{3} \cdot 170 (\text{г})$$

$$54,6 = \frac{0,95 - x}{3} \cdot 170 + \frac{2x}{5} \cdot 188$$

$$x = 0,04$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{2 \cdot 0,04}{5} \cdot 188 = 3 (\text{г}) \quad m(\text{AgNO}_3) = \frac{0,95 - 0,04}{3} \cdot 170 = 51,6 (\text{г})$$

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{8,5}{63,1} = 0,1347 \text{ або } 13,47\%$$

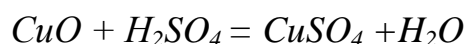
$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,0475 \text{ або } 4,75\%$$

$$w(\text{AgNO}_3) = 0,8177 \text{ або } 81,77\%$$

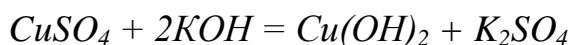
Маса твердого залишку після обробки водою:

$$m(\text{залишку}) = m(\text{CuO}) + m(\text{Ag}) = \frac{2 \cdot 0,04}{5} \cdot 80 + \frac{0,95 - 0,04}{3} \cdot 108 = 34,04 (\text{г}).$$

Для розділення суміші купрум(II) оксиду та срібла на чисті речовини можна обробити її розчином розбавленої сульфатної кислоти. При цьому срібло залишиться (його можна відфільтрувати), а купрум(II) оксид розчиниться:



При додаванні до розчину лугу, утвориться осад:



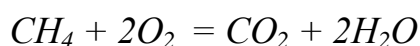
Осад можна відфільтрувати та прожарити: $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

3

Обираємо теплоносії. У якому випадку виділиться більше теплоти – у результаті повного згоряння 100 г суміші метану з киснем чи згоряння 100 г суміші пропану з киснем, якщо кожна суміш містить речовини у стехіометричному співвідношенні? Відомо, що під час згоряння 1 моль метану виділяється 890 кДж теплоти, а 1 моль пропану 2200 кДж теплоти. Відповідь обґрунтуйте розрахунками.

Авторський варіант розв'язання

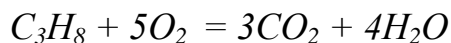
Встановимо склад сумішей:



позначимо кількість речовини метану за x моль, тоді :

$$x \cdot 16 + 2x \cdot 32 = 100$$

$$x = 1,25, \text{ тож } \nu(\text{CH}_4) = 1,25 \text{ моль}$$



позначимо кількість речовини пропану за y моль, тоді:

$$y \cdot 44 + 5y \cdot 32 = 100$$

$$y = 0,49, \text{ тож } \nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,49 \text{ моль}$$

Визначимо кількість теплоти:

$$\text{при згорянні метану } Q = 890 \cdot 1,25 = 1112,5 \text{ (кДж)}$$

$$\text{при згорянні пропану } Q = 2200 \cdot 0,45 = 990 \text{ (кДж)}$$

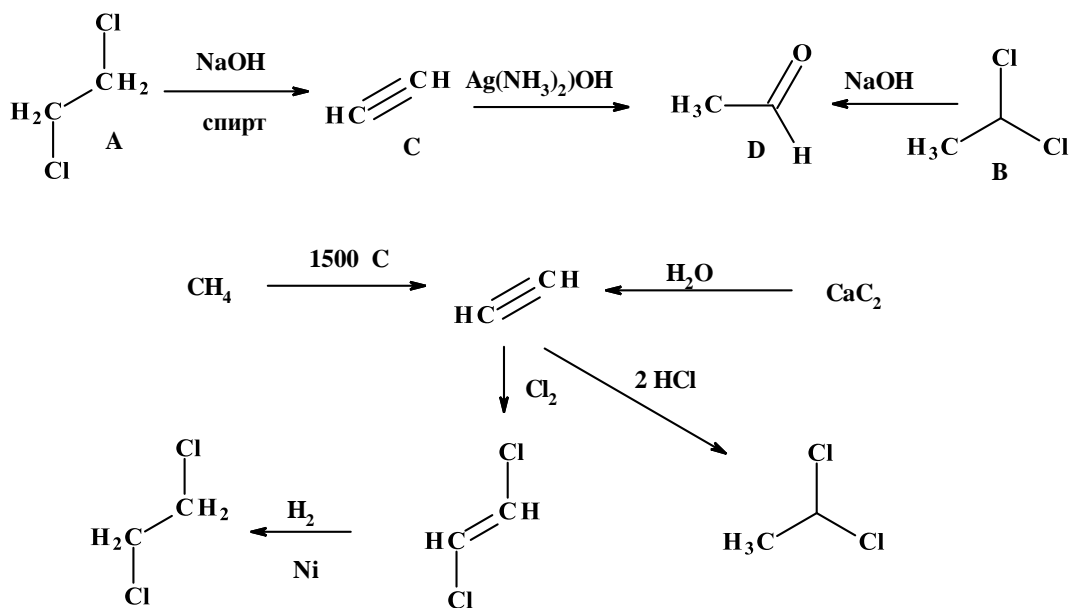
Більше теплоти утвориться при згорянні суміші метану з киснем.

4

Хлоровуглеводні та продукти їх перетворення. Два дихлоровуглеводні **A** та **B** мають однаковий елементний склад. При додаванні сполуки **A** до спиртового розчину лугу було отримано газ **C** ($D_{\text{H}_2} = 13$), який після пропускання через розбавлений розчин сульфатної кислоти перетворюється в летку сполуку **D** з запахом, що нагадує яблучний. Відомо, що сполука **D** здатна вступати в реакцію срібного дзеркала. Сполука **B** при пропусканні через водний розчин лугу також перетворюється у сполуку **D**. Визначте сполуки **A** – **D**, та напишіть всі описані рівняння реакцій. Яке практичне значення має сполука **C**? Якими методами можна її синтезувати? Яким чином із сполуки **D** можна отримати вихідні дихлоровуглеводні **A** та **B**?

Авторський варіант розв'язку

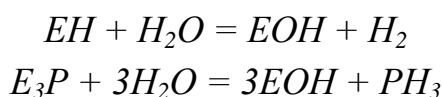
$$Mr(\text{C}) = 13 \cdot 2 = 26 \text{ г/моль; } \text{C} - \text{C}_2\text{H}_2 \text{ (ацетилен).}$$



5

Невідомий елемент. Суміш, що містить однакові маси гідриду і фосфіду лужного елемента, обробили водою. При цьому утворилась газова суміш із відносною густиною за неоном 0,4096. Визначте лужний елемент. Запропонуйте хімічні формули природних сполук визначеного елемента. Вкажіть можливі способи одержання гідриду та фосфіду визначеного елемента.

Авторський варіант розв'язання



Газова суміш – суміш водню та фосфіну.

$$M_{\text{сум}} = 0,4096 \cdot 20 = 8,192$$

$$M_{\text{сум}} = \varphi(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) + \varphi(\text{PH}_3) \cdot M(\text{PH}_3)$$

$$8,192 = \varphi(\text{H}_2) \cdot 2 + (1 - \varphi(\text{H}_2)) \cdot 34;$$

$$\varphi(\text{H}_2) = 0,806$$

$$\varphi(\text{PH}_3) = 1 - 0,8065 = 0,1935$$

$$\varphi(\text{H}_2) : \varphi(\text{PH}_3) = 0,8065 : 0,1935 = 4,168 : 1, \text{ тож } \nu(\text{H}_2) : \nu(\text{PH}_3) = 4,168 : 1$$

$$m(\text{EH}) = m(\text{E}_3\text{P})$$

$$4,168 \cdot (\text{Ar} + 1) = (3\text{Ar} + 31)$$

$$\text{Ar} = 23 \qquad \text{E} = \text{Na}$$

Природні сполуки Натрію: кам'яна сіль (галіт) NaCl , чилійська селітра NaNO_3 , криолит Na_3AlF_6 , глауберова сіль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

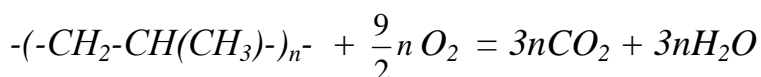
Одержання гідриду: $2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}$ (температура $200 - 400^\circ\text{C}$, під тиском).

Одержання фосфіду: $3\text{Na} + \text{P} = \text{Na}_3\text{P}$ (спікання натрію з елементарним фосфором в вакуумі при 400°C).

6

Вуглекислий газ. Вуглекислий газ в кількості, що може утворитися при спалюванні 100 г поліпропіленової плівки у надлишку кисню, пропустили через 3 л 10% розчину натрій гідроксиду (густина 1,109 г/мл). Встановіть склад (масові частки) розчину. Яка з речовин, що утворилась застосовується в медицині? Чи зміниться якісний та кількісний склад розчину після пропускання електрично+го струму 10 А протягом 24 годин? Відповідь підтвердить розрахунками.

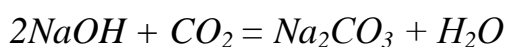
Авторський варіант розв'язання



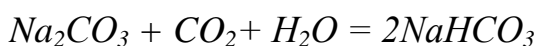
$$v(\text{PP}) = \frac{100}{42n} = \frac{2,38}{n} \text{ (моль)}$$

$$v(\text{CO}_2) = 7,14 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{3000 \cdot 1,109 \cdot 0,1}{40} = 8,32 \text{ (моль)}$$



$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{8,32}{2} = 4,16 \text{ (моль)} ; \quad v(\text{CO}_2)_{\text{надл}} = 7,14 - 4,16 = 2,98 \text{ (моль)}$$



$$v(\text{NaHCO}_3) = 5,96 \text{ моль}; \quad v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 4,16 - 2,98 = 1,18 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 5,96 \cdot 84 = 500,64 \text{ (г)}$$

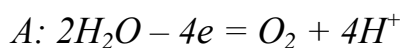
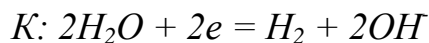
$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,18 \cdot 106 = 125,08 \text{ (г)}$$

$$m(\text{розчину}) = m(\text{поч.розчину}) + m(\text{CO}_2) = 3000 \cdot 1,109 + 7,14 \cdot 44 = 3019,3 \text{ (г)}$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{500,64}{3019,3} = 0,1658; \quad w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{125,08}{3019,3} = 0,0414$$

В медицині натрій гідрогенкарбонат застосовують як антисептик, муколітик, антацид, при кон'юктивітах та грибкових захворюваннях.

При пропусканні електричного струму на катоді та аноді буде розкладатися вода:



$$m(H_2O) = k \cdot I \cdot \tau;$$

$$m(H_2O) = \frac{18}{2 \cdot 26,8} 10 \cdot 24 = 80,6 (г)$$

$$m(\text{розчину}) = 3019,3 - 80,6 = 2938,7 (г)$$

Після електролізу масова частка солей збільшиться за рахунок зменшення маси розчинника, оскільки електроліз води призводить до утворення і виділення водню (на катоді) та кисню (на аноді):

$$w(NaHCO_3) = \frac{500,64}{2938,7} = 0,1704; \quad w(Na_2CO_3) = \frac{125,08}{2938,7} = 0,0426$$



РОЗДІЛ 5

ЗАВДАННЯ ІІІ ЕТАПУ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ ДЛЯ 11 КЛАСУ (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА АВТОРСЬКІ РОЗВ'ЯЗКИ

1

Природний мінерал елемента X під назвою «галун» відомий людині з античних часів як засіб вичинки шкір тварин та протрави при фарбуванні тканин. Галун в середині XVIII сторіччя хімікам вдалось перевести в основу – глинозем, який Лавуазьє вважав оксидом невідомого елемента X , з якого наприкінці XIX сторіччя почали видобувати метал A .

- 1) Визначте елемент X , формули глинозему та галуону, якщо масові частки елементів в ньому відповідні: $w(X) = 5,96 \%$; $w(N) = 3,10 \%$; $w(H) = 6,20 \%$; $w(S) = 14,10 \%$; $w(O) = 70,64 \%$
- 2) Напишіть рівняння реакцій переводу галуону в глинозем, сплавлення глинозему з кальцинованою содою, калій гідрогенсульфатом та калій дисульфатом.
- 3) Чим можна пояснити, що метал A тривалий час був коштовним? Опишіть технологію сучасного одержання металу з глинозему.

Авторський варіант розв'язку

1) $X - Al$; $A - Al$

«галун» – $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

$M = 237 + 216 = 453$ г/моль

$w(Al) = 5,96 \%$; $w(N) = 3,10 \%$; $w(H) = 6,20 \%$;

$w(S) = 14,10 \%$; $w(O) = 70,64 \%$

«глинозем» – Al_2O_3 .

2) $AlNH_4(SO_4)_2 + NaOH$ при нагріванні $\rightarrow Al_2O_3 + (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

$Al_2O_3 + Na_2CO_3 \rightarrow NaAlO_2 + CO_2$

$Al_2O_3 + KHSO_4 \rightarrow KAlO_2 + SO_3 + H_2O$

$Al_2O_3 + K_2S_2O_7 \rightarrow K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3$

3) Неможливістю отримання. Зараз отримують електролізом розплаву глинозему.

На катоді утворюється металічний алюміній, графітовий анод згоряє в кисні.

2

При хлоруванні 48 г насиченого вуглеводню X утворилась суміш моно-, ди- і трихлорзаміщених похідних вуглеводню, об'ємні співвідношення яких у газовій фазі 1:2:3, а густина пари за воднем для дихлорзаміщеної сполуки 42,5. Визначте масовий склад утвореної суміші хлорпохідних. Запропонуйте методи синтезу етанолу, оцтового альдегіду та оцтової кислоти, використовуючи монохлорпохідну вуглеводню X та неорганічні реагенти.

Авторський варіант розв'язку

$$Mr(C_xH_{2x}Cl_2) = 85 \text{ г/моль}$$

$$12x + 2x + 71 = 85$$

$$x = 1$$

Отже насичений вуглеводень $X \in CH_4$ а галогенпохідні – CH_3Cl , CH_2Cl_2 , $CHCl_3$.

$$v(CH_4) = 48/16 = 3 \text{ (моль)}$$

$$v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 2 : 3$$

$$x + 2x + 3x = 3x$$

$$3x = 0,5 \text{ моль}$$

$$v(CH_3Cl) = 0,5 \text{ моль}; v(CH_2Cl_2) = 1 \text{ моль}; v(CHCl_3) = 1,5 \text{ моль};$$

$$m(CH_3Cl) = 0,5 \cdot 50,5 = 25,25 \text{ (г)}$$

$$m(CH_2Cl_2) = 1 \cdot 85 = 85 \text{ (г)}$$

$$m(CHCl_3) = 1,5 \cdot 119,5 = 179,25 \text{ (г)}$$

3

При окисненні реактивом Фелінга 2,2 г суміші речовин A і B , що належать до одного класу органічних сполук утворилося 2,0 г осаду B червоно-бурого кольору, що відноситься до оксидів. Розрахувати масові частки речовин в вихідній суміші. Охарактеризуйте умови протікання реакції окиснення, хімічні властивості та клас сполук, до яких відносяться речовини A і B . Які інші органічні сполуки можна ідентифікувати за допомогою реактиву Фелінга? Слід врахувати, що речовина A входить до складу РНК, а сполука B має тривіальну назву «віноградний цукор». (Реактив Фелінга – розчин $CuSO_4$, калій натрій тартрату у 10%-ному розчині натрій гідроксиду).

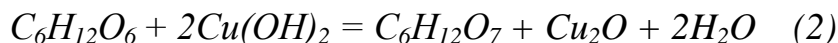
Авторський варіант розв'язку

Оскільки речовини A і B реагують з реактивом Фелінга (лужний розчин мідного купоросу в присутстві калію-натрію виннокислого), який використовується як м'який окиснювач при визначенні альдегідних груп, то передбачаємо відношення невідомих речовин до класу **альдегідів**.

Виходячи з інформації, що речовина *A* входить до складу РНК, а сполука *B* має тривіальну назву «віноградний цукор», передбачаємо, що *A* – є рибозою (пентозою) з емпіричною формулою $C_5H_{10}O_5$, а *B* – моносахаридом глюкозою ($C_6H_{12}O_6$).

Підтвердженням, що ймовірна реакція є окисно-відновною є те, що один з продуктів реакцій – речовина червоно-бурого кольору, отже, **осад В – Cu_2O** . Відповідно, інший продукт реакції – карбонова кислота.

Рівняння реакцій:



Знаходимо кількість Купрум оксиду(I): $\nu = m/M = 2/144 = 0,014$ моль.

Позначимо кількість Купрум оксиду(I), що утворюється в реакції (1) за *x* (моль). Тоді в реакції (2) його утвориться $(0,014 - x)$ моль.

Враховуючи, що молярна маса пентоз ($C_5H_{10}O_5$) складає 150 г/моль, а гексоз ($C_6H_{12}O_6$) – 180 г/моль, складаємо рівняння з одним невідомим:

$$x \cdot 150 + (0,014 - x) \cdot 180 = 2,22$$

Звідси знаходимо, що $x = 0,01$ моль

$$\text{Отже, } m(\text{рибози}) = \nu \cdot M = 0,01 \cdot 150 = 1,5 \text{ (г)}$$

Тоді кількість глюкози у суміші складатиме:

$$\nu(\text{гл}) = 0,014 - 0,01 = 0,004 \text{ (моль)}$$

$$\text{Відповідно, } m(\text{глюкози}) = \nu \cdot M = 0,014 \cdot 180 = 0,72 \text{ (г)}$$

Знаходимо масові частки компонентів суміші:

$$w(\text{рибози}) = m(p) \cdot 100\% / m(\text{суміші}) = 1,5 \cdot 100\% / 2,22 = 67,57 \%$$

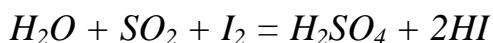
$$w(\text{глюкози}) = m(\text{гл}) \cdot 100\% / m(\text{суміші}) = 0,72 \cdot 100\% / 2,22 = 32,43 \%$$

4

Зразок сталі містить домішки неметалічного елемента *A*. При спалюванні у електропечі 20,0 г зразка сталі отримано 3,76 мл (н.у.) газу *B*, який має характерний запах та окисно-відновні властивості. Газ *B* було поглинуто водою, а отриманий розчин повністю прореагував з 33,6 мл 0,005 М розчину йоду. Визначити масову частку елемента *A* у сталі.

Авторський варіант розв'язку

Газ B, що утворюється з неметалу *A* та має відновлювальні властивості – SO_2 . SO_2 утворюється при спалюванні сталі з елемента **Сульфуру (сполука A)**. цьому $\nu(S) = \nu(SO_2)$. При розчиненні у воді він утворює слабку сульфитну кислоту, яка відтитровується розчином йоду в присутності індикатора крохмалю за реакцією:



При цьому кількість витраченого йоду еквівалентна кількості SO_2 :

$$v(I_2) = v(SO_2)$$

Знаходимо кількість I_2 : $v = C_M \cdot V = 0,005 \cdot 0,0336 = 0,000168$ (моль)

Тоді $v(SO_2) = 0,000168$ моль

Знаходимо об'єм SO_2 :

$$v = V / V_m$$

$$V = v \cdot V_m = 0,000168 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,00376 \text{ л} = 3,76 \text{ мл}$$

Отриманий об'єм узгоджується з даними, що визначені в умові задачі.

Стехіометрично: $v(I_2) = v(SO_2) = v(S)$

Тому маса сульфору у зразку сталі складає:

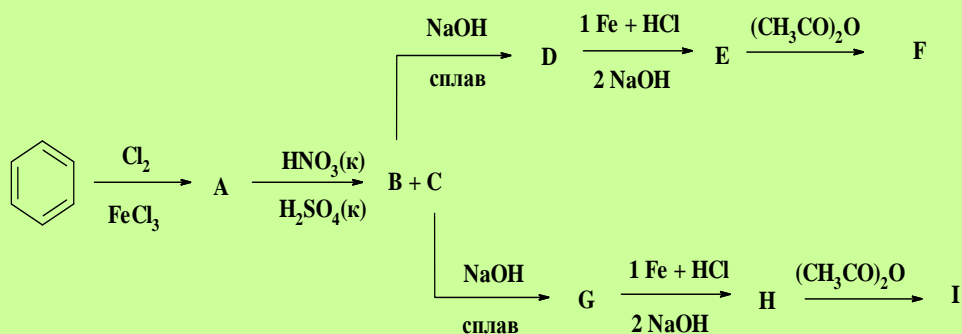
$$m = v \cdot M = 0,000168 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 0,005376 \text{ г}$$

Масова частка Сульфору у сталі:

$$w(S) = m(S) \cdot 100\% / m(\text{сталі}) = 0,005376 \cdot 100\% / 20 = \mathbf{0,0269\%}$$

5

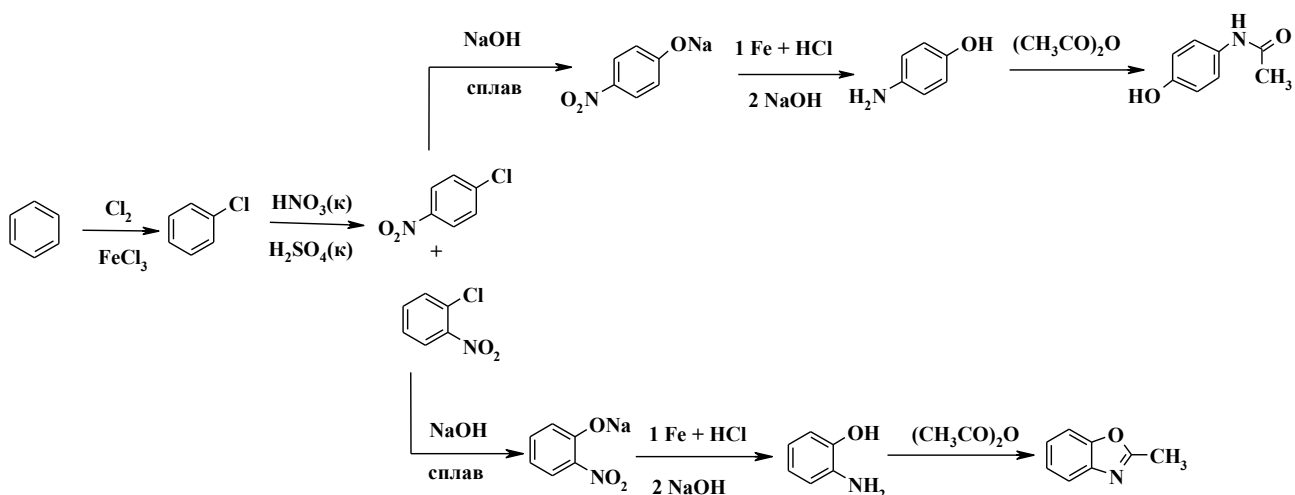
Здійсніть ланцюг перетворень та назвіть сполуки $A - I$.



(де B – n -ізомер; C – o -ізомер). Під якою назвою застосовується сполука F в медицині?

Авторський варіант розв'язку

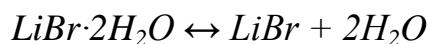
- A – хлорбензен;
- B – n -нітрохлорбензен;
- C – m -нітрохлорбензен;
- D – n -нітрофенолят натрію;
- E – n -амінофенол;
- F – n -ацетамідофенол (парацетамол);
- G – o -нітрофенолят натрію;
- H – o -амінофенол;
- I – 2-метилбензоксазол.



6

Кристалогідрат $\text{LiBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ масою 0,047 кг помістили при $t^\circ = -143^\circ\text{C}$ у вакуумовану посудину об'ємом 6 м^3 . Через певний час частина кристалізаційної води вивітрилася, в наслідок чого у балоні встановився тиск 133,3 Па. Визначте масу води, що залишилася в кристалогідраті; масу твердої фази в момент рівноваги; константи рівноваги (K_p , K_c) процесу відщеплення води від кристалогідрату.

Авторський варіант розв'язку



$$1. K_p = P_{\text{H}_2\text{O}}^2 = 133,3^2 = 1,7769 \cdot 10^4 \text{ Па}^2$$

$$2. K_c = K_p / (RT)^2 = \frac{1,7769 \cdot 10^4}{(8,314 \cdot 130)^2} = 0,0152 \text{ (моль/м}^3)^2$$

$$3. \nu(\text{H}_2\text{O})_{\text{вивітр.}} = PV/RT = \frac{133,3 \cdot 6}{8,314 \cdot 130} = 0,740 \text{ (моль)}$$

$$4. \nu(\text{H}_2\text{O})_{\text{початкове}} = 2\nu(\text{LiBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{2 \cdot 47}{123} = 0,764 \text{ (моль)}$$

$$5. m(\text{H}_2\text{O})_{\text{залиш.}} = (0,764 - 0,740) \times 18 = 0,43 \text{ (г)}$$

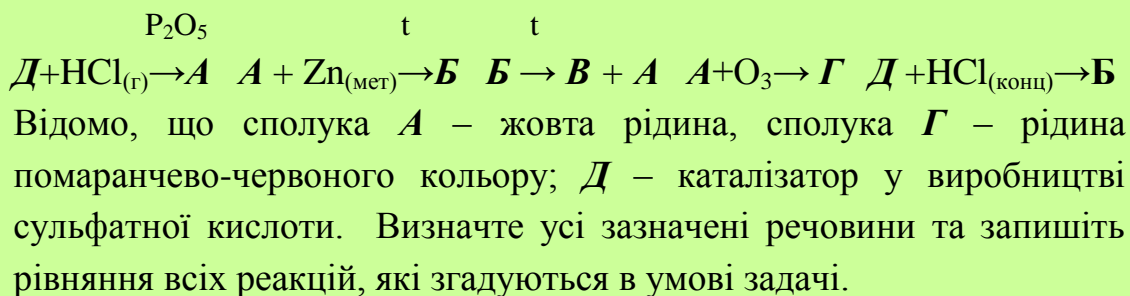
$$6. m_{\text{тв. зал.}} = 47 - (0,740 \cdot 18) = 33,68 \text{ (г)}$$

Константу хімічної рівноваги (п. 2) також можна розрахувати таким чином:

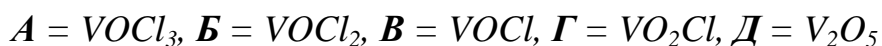
$$K_c = (C_{\text{H}_2\text{O}})^2 = (0,740/6)^2 = 0,0152 \text{ (моль/м}^3)^2$$

1

Сполуки $A - G$ складаються з трьох елементів та мають однаковий якісний склад. Масовий вміст (%) одного з елементів у сполуках $A, B, B, G - 61,38; 51,45; 34,63; 29,95$ відповідно. Вихідною речовиною для синтезу всіх сполук ($A - G$) є помаранчево-жовтий порошок D (оксид). Перетворення сполук можна представити схемами:



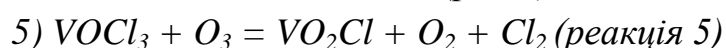
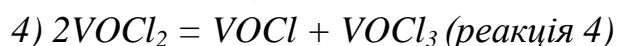
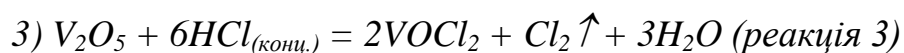
Авторський варіант розв'язку



Вміст елемента у сполуках $A - G$ це вміст Cl (подано в умові).



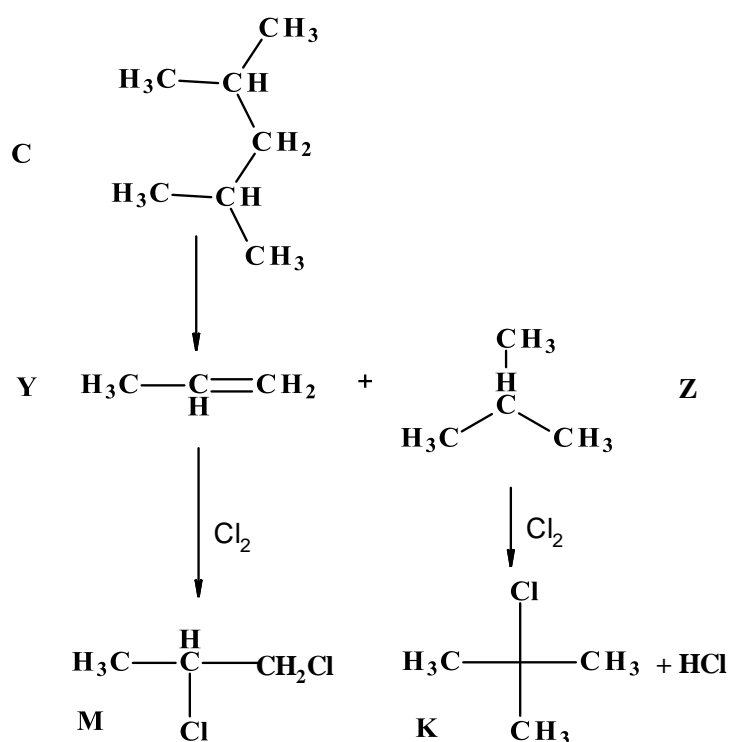
P_2O_5 необхідний для зв'язування води, що утворюється: $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$



2

У ПМР-спектрі алкану X є дублет біля 0.86 м.ч. з інтенсивністю 12 протонів, дублет біля 1.04 м.ч. з інтенсивністю 2 протони та складний мультиплет в області 1.6 м.ч. з інтенсивністю 2 протони. Внаслідок крекінгу алкану X з виходом 80% утворюються вуглеводні Y та Z . При пропусканні суміші вуглеводнів крізь розчин хлоридної кислоти утворюється сполука M складу: $\omega(\text{C}) = 0,3186$; $\omega(\text{H}) = 0,0531$; $\omega(\text{Cl}) = 0,6283$. При хлоруванні вуглеводню Z при опроміненні утворюється хлоропохідна K , яка містить лише первинні та третинні атоми Карбону. Встановіть формули всіх згаданих сполук та складіть рівняння перетворень. Обчисліть, яка маса продукту P утвориться при обробці M надлишком спиртового розчину KOH , якщо маса X становить 19,2 г. Наведіть приклад реакції заміщення для сполуки P .

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{Cl}) = \frac{31,86}{12} : \frac{5,31}{1} : \frac{62,83}{35,5} = 3 : 6 : 2$$

12 – H 0,86 мд; 2 – H 1,6 мд; 2 – H 1,04 мд.

Реакція заміщення:



$$\nu(\text{X}) = 19,2/100 = 0,192 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{P}) = 0,192 \text{ (моль)}$$

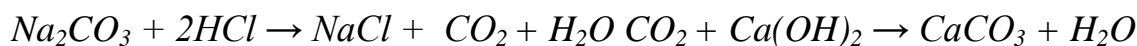
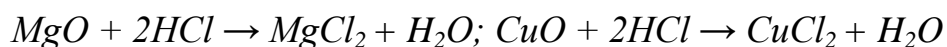
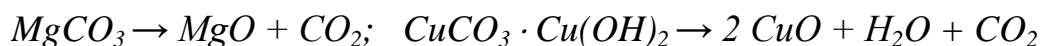
$$m(\text{P}) = 0,192 \cdot 40 = 7,68 \text{ (г)}$$

3

Суміш карбонатів натрію, магнію та основного карбонату Купруму(II) масою 6,34 г нагріли до температури 650 °С. Після охолодження з'ясували, що маса твердого залишку становить 4,66 г. Твердий залишок обробили надлишком розчину хлоридної кислоти і спостерігали виділення газу, при пропусканні якого через вапняну воду утворився осад масою 1 г. Встановіть склад (масові частки) карбонатів у вихідній суміші. Запропонуйте тривіальні назви солей. Який об'єм вапняної води з масовою часткою кальцій гідроксиду 0,05 ($\rho = 1,032 \text{ г/см}^3$) використано. Встановіть склад (масові частки) твердого залишку.

Авторський варіант розв'язку

Na_2CO_3 не розкладається.



$$\nu(\text{CaCO}_3) = 1/100 = 0,01 \text{ (моль)} = \nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,01 \cdot 106 = 1,06 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,01 \text{ моль}$$

$$V(\text{розчину Ca}(\text{OH})_2) = \frac{0,01 \cdot 74}{0,05 \cdot 1,032} = 14,34 \text{ (мл)}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = x \text{ г};$$

$$m(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = 6,34 - 1,06 - x$$

$$\nu(\text{MgCO}_3) = x/84 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = (5,28 - x) / 222$$

$$\nu(\text{MgO}) = x/84 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{CuO}) = (5,28 - x) / 111;$$

$$\frac{40 \cdot x}{84} + \frac{(5,28 - x) \cdot 80}{111} = 3,6$$

$$0,476x + 3,805 - 0,721x = 3,6$$

$$0,245x = 0,205$$

$$x = 0,84$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 0,84 \text{ г}$$

$$w(\text{MgCO}_3) = 0,84/6,34 = 0,13$$

$$m(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = 4,44 \text{ г} \quad w(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,70$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,17$$

4

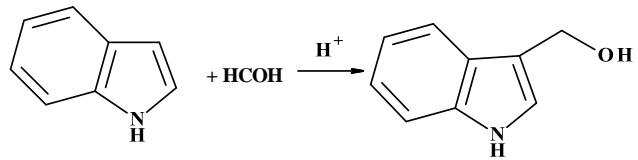
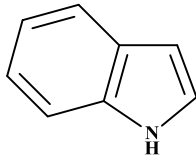
Невідома гетероциклічна сполука має наступний склад:

$\omega(\text{C}) = 0,8205$; $\omega(\text{H}) = 0,0598$; $\omega(\text{N}) = 0,1197$. Встановіть формулу сполуки та поясніть, чи має вона ароматичні властивості. Яка маса продукту з виходом 95% утвориться при взаємодії 11,7 г вказаної сполуки з формальдегідом у кислому середовищі?

Авторський варіант розв'язку

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{N}) = 82,05/12 : 5,98/1 : 11,97/14 = 6,84 : 5,98 : 0,855 = 8 : 7 : 1$$

Враховуючи, що гетероцикл: сполука має ароматичні властивості за рахунок участі пари електронів Нітрогену у спільній електронній системі



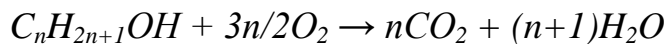
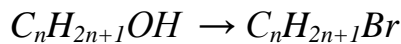
$$\nu(C_8H_7N) = 1,17/117 = 0,01 \text{ (моль)}; \quad \nu(np) = 0,01 \text{ моль};$$

$$m(np) = 0,01 \cdot 147 \cdot 0,95 = 1,4 \text{ (г)}$$

5

При перетворенні насиченого одноатомного спирту у бромпохідне встановлено, що при початковій концентрації спирту 8,14 ммоль/л за 4 хвилини вона зменшується до 6,1 ммоль/л, а при початковій концентрації спирту 4,24 ммоль/л за той же час вона зменшується до 3,14 ммоль/л. Відомо, що на спалювання 4,6 г спирту витрачається 4,9 л кисню (298 К, $1,52 \cdot 10^5$ Па). Визначте спирт. Обчисліть порядок реакції утворення бромпохідного та запропонуйте реагент за допомогою якого можна здійснити дане перетворення.

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(O_2) = \frac{1,52 \cdot 10^5 \cdot 4,9 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$\nu(C_nH_{2n+1}) = 0,3 \cdot 2/3n = 0,2/n \text{ (моль)}$$

$$M(C_nH_{2n+1}) = 4,6n/0,2 = 23n \text{ (г/моль)}$$

$$17 + 12n + 2n + 1 = 23n \quad n=2$$

Хімічна формула C_2H_5OH

$$V = kC^n; \quad \lg V = \lg k + n \lg C; \quad n = \Delta \lg V / \Delta \lg C;$$

$$V_1 = \frac{8,14 - 6,1}{4} = 0,51 \text{ (ммоль/л·хв)} \quad \lg V_1 = -0,29$$

$$V_2 = \frac{4,24 - 3,14}{4} = 0,275 \text{ (ммоль/л·хв)} \quad \lg V_2 = -0,56$$

$$C_{1cp} = \frac{8,14 + 6,1}{2} = 7,12 \text{ (ммоль/л)} \quad \lg C_1 = 0,85;$$

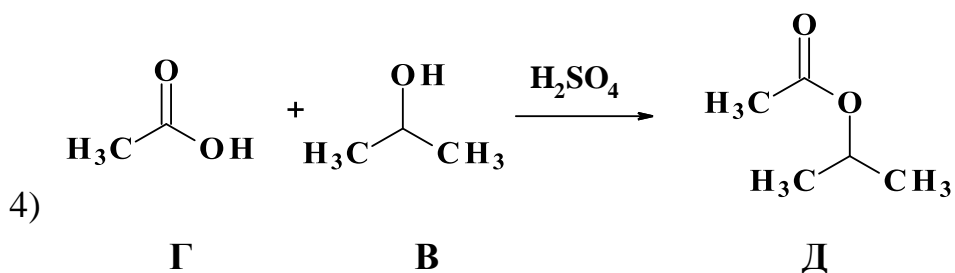
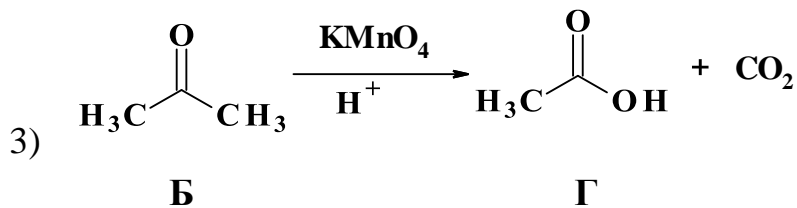
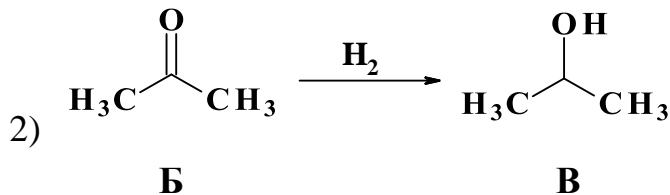
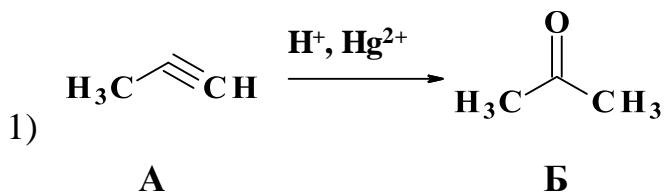
$$C_{2cp} = \frac{4,24 + 3,14}{2} = 3,69 \text{ (ммоль/л)} \quad \lg C_2 = 0,56;$$

$$n = \frac{-0,29 + 0,56}{0,85 - 0,56} \approx 1$$

6

Речовину **A** складу C_3H_6 задіяли в реакцію Кучерова (вказіть умови). При цьому одержали рідину **B**, яку поділили на дві частини. Одну частину речовини **B** відновили воднем на паладієвому каталізаторі (н.у.) з утворенням рідини **B**, іншу – окиснили при нагріванні калій перманганатом у кислому середовищі, при цьому одержали єдиний органічний продукт – рідину **Г**. До суміші 120 г речовини **Г** та 60 г речовини **B** додали 20 мл концентрованої сульфатної кислоти та нагріли. По закінченню реакції виділили 71,4 г речовини **Д**, що являє собою прозору рідину з сильним запахом. Визначте речовини **A–Д**, зобразіть їх структурні формули, дайте назви за номенклатурою ІЮПАК. Розрахуйте вихід речовини **Д** в останній реакції.

Авторський варіант розв'язку



- 5) А – пропін;
Б – пропанон;
В – проп-2-ол (ізопропанол);
Г – етанова (ацетатна, оцтова) кислота;
Д – ізопропіл ацетат.

$$6) \nu (Г) = 120 / 60 = 2 \text{ (моль)}$$

$$\nu (В) = 58 / 58 = 1 \text{ (моль)}$$

$$\nu (Д) = 71,4 / 102 = 0,7 \text{ (моль)}$$

$$\eta = 0,7 / 1 = 0,7 \text{ або } 70\%$$

1

В результаті прожарювання при 650 °С наважки оксигеновмісної солі **A** масою 26,4 г утворився твердий залишок речовини **B** масою 11,2 г та газові продукти **C** та **D** об'ємом 8,96 л (н.у.). Якщо газу пропустити через надлишок розчину NaOH, об'єм їх зменшується в 2 рази, а газ **C**, що не поглинувся має густину за воднем 15. Дія води на твердий залишок речовини **B** приводить до бурхливої реакції з утворенням білої речовини **F** та виділенням значної кількості теплоти. Визначте формули сполук **A**, **B**, **C**, **D**, **F**, якщо масова частка Оксигену в солі **A** дорівнює 48,48%, напишіть рівняння всіх згаданих в умові реакцій.

Авторський варіант розв'язку

В результаті прожарювання при 650 °С наважки оксигеновмісної солі **A** масою 26,4 г утворився твердий залишок речовини **B** масою 11,2 г та газові продукти **C** та **D** об'ємом 8,96 л (н.у.). Якщо газу пропустити через надлишок розчину NaOH, об'єм їх зменшується в 2 рази, та залишається газ **C**, що має густину за воднем 15. Дія води на твердий залишок речовини **B** приводить до бурхливої реакції з утворенням білої речовини **F** та виділенням значної кількості теплоти. Визначте формули сполук **A**, **B**, **C**, **D**, **F**, якщо масова частка Оксигену в солі **A** дорівнює 48,48%, напишіть рівняння всіх згаданих в умові реакцій.

$$m(\text{газів}) = 26,4 - 11,2 = 15,2 \text{ (г)}$$

$$M_{\text{сер.}}(\text{газів}) = \frac{15,2 \cdot 8,96}{22,4} = 38 \text{ (г/моль)}$$

$$M(\text{непогл. газу}) = 15 \cdot 2 = 30 \text{ (г/моль)}$$

$$38 = 30 \cdot 0,5 + x \cdot 0,5 ; x = 46 \text{ (г/моль)}$$

В суміші газів входять оксиди Нітрогену, можливо NO і NO_2 , тоді – сіль **A** – нітрит.

Якщо нітрит одновалентного металу то:

$$M(\text{солі A}) = 32/0,4848 = 66 \text{ (г/моль)}$$

$$M(\text{Me}) = 66 - 46 = 20 \text{ (г/моль)} - \text{не можливо}$$

Якщо нітрит двохвалентного металу, то:

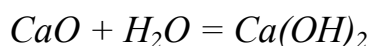
$$M(\text{солі A}) = 64/0,4848 = 132 \text{ (г/моль)}$$

$$M(\text{Me}) = 132 - 92 = 40 \text{ (г/моль)}; \text{це може бути Ca, а сіль A} - \text{Ca(NO}_2)_2$$

Речовина **B** – CaO , оксид, який дуже бурхливо взаємодіє з водою з виділенням значної кількості теплоти.

$$\text{Газ C} - \text{NO}; \text{D} - \text{NO}_2; \text{F} - \text{Ca(OH)}_2$$

Рівняння реакцій:

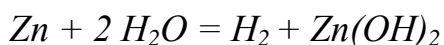
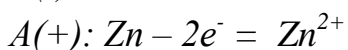
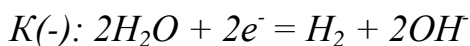


2

В лабораторії провели електроліз 218,5 мл 10% розчину натрій хлориду (густина 1,071 г/мл), використавши два латунних електроди (38% цинку та 62% міді за масою). Початкова маса кожного електроду 72 г. Під час електролізу утворилось 200 мг газу. Розрахуйте масові частки речовин в розчині та металів в аноді по закінченню процесу.

Авторський варіант розв'язку

Електроліз:



$$v(\text{H}_2) = 0,2/2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль}; m(\text{Zn}) = 6,5 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль}; m(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ г}$$

Маса розчину зменшилась на масу води, що розкладалась:

$$m(\text{вихідного розчину}) = 218,5 \text{ мл} \cdot 1,071 \text{ г/мл} = 234,0 \text{ г}$$

$$m(\text{кінцевого розчину}) = 234,0 \text{ г} - 3,6 \text{ г} = 230,4 \text{ г}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{234 \cdot 0,1}{230,4} \cdot 100\% = 10,16\%$$

Маса цинку та міді, та їх масові частки в електроді:

$$m(\text{Zn}) = 72 \cdot 0,38 - 6,5 = 20,86 \text{ (г)}$$

$$m(\text{Cu}) = 72 \cdot 0,62 = 44,64 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Zn}) = \frac{20,86}{65,50} \cdot 100\% = 31,85\%$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{44,64}{65,50} \cdot 100\% = 68,15\%$$

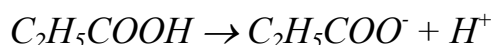
3

До 1 літру водного розчину пропіонової кислоти ($K_a = 1,32 \cdot 10^{-5}$), рН якого дорівнює 2,44 додали подвійну кількість речовини гідроксиду натрію. Розчин випарили, а твердий залишок прожарили, при цьому утворилася тверда речовина **A** та газ **B**. Газ **B** спалили в надлишку кисню. Для поглинання карбон діоксиду, що утворився при спалюванні газу **B** знадобилось 8,8 л насиченого розчину (20 °C) барій гідроксиду густина якого 1,04 г/мл . Напишіть рівняння всіх згаданих хімічних перетворень, визначте:

- молярну концентрацію пропіонової кислоти в розчині;
- речовини **A** та **B**, їх маси;
- розчинність барій гідроксиду (г/100г води) при 20 °C

Авторський варіант розв'язку

Рівняння дисоціації пропіонової кислоти:



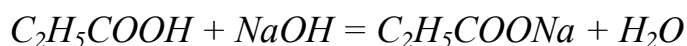
Константа дисоціації $K(C_2H_5COOH) = 1,32 \cdot 10^{-5}$

$[C_2H_5COO^-] = [H^+]$, таким чином $[C_2H_5COOH] = [H^+]^2/K$

$pH = -\lg[H^+]$, відповідно $[H^+] = 10^{-2,44} = 3,63 \cdot 10^{-3}$

$[C_2H_5COOH] = (3,63 \cdot 10^{-3})^2 / 1,32 \cdot 10^{-5} = 1$ моль/л

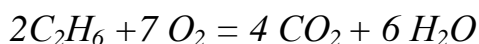
$v(C_2H_5COOH) = 1$ моль



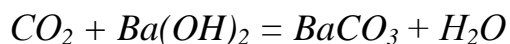
Після випаровування та прожарювання:



*Речовина **A** – Na_2CO_3 , речовина **B** – C_2H_6 .*



За рівняннями реакцій з 1 моль кислоти утворилося 2 моль карбон(IV) оксиду.



$v(Ba(OH)_2) = v(CO_2) = 2$ моль

$m(Ba(OH)_2) = 2 \text{ моль} \cdot 171 \text{ г/моль} = 342 \text{ г}$

$m(\text{розчину барій гідроксиду}) = 8,8 \text{ л} \cdot 1,04 \text{ кг/л} = 9,15 \text{ кг}$

$m(\text{води в розчині барій гідроксиду}) = 9150 \text{ г} - 342 \text{ г} = 8810 \text{ г}$

Тоді, за пропорцією в 100 г води розчинено 3,88 г барій гідроксиду. За умовою задачі розчин насичений, тобто це і є розчинність барій гідроксиду у воді.

4

Ациклічна органічна сполука *A*, яка не знебарвлює бромну воду, містить 66,67 % Карбону, 11,11 % Гідрогену та 22,22 % Оксигену. Відносна густина пари речовини *A* за воднем дорівнює 36. Зразок сполуки масою 0,288 г піддали окисненню калій дихроматом в присутності сульфатної кислоти. Продукт окиснення кількісно виділили, він являє собою органічну кислоту *B*. Її перетворили в натрієву сіль та спалили в надлишку кисню. Для нейтралізації нелеткого залишку витратили 20 мл 0,2М розчину хлоридної кислоти. Встановіть формули речовин *A* та *B*, запропонуйте всі можливі варіанти ізомерів та їх назви. Запишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Авторський варіант розв'язку

$$C : H : O = \frac{66,67}{12} : \frac{11,11}{1} : \frac{22,22}{16} = 5,56 : 11,11 : 1,39 = 4 : 8 : 1$$

Найпростіша формула C_4H_8O ($M = 72$ г/моль), що співпадає із значенням відносної густини.

За умовою задачі сполука нециклічна, та не містить подвійних та потрійних зв'язків.

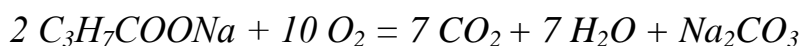
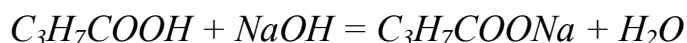
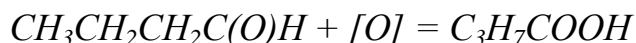
Можливі варіанти:

Бутаналь $CH_3CH_2CH_2C(O)H$;

2-метилпропаналь $(CH_3)_2CHC(O)H$;

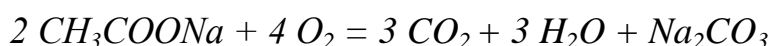
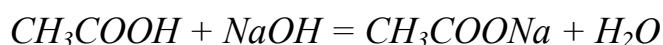
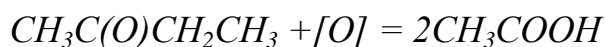
бутанон-2 $CH_3C(O)CH_2CH_3$.

Розглянемо перетворення у випадку бутаналю: утворення бутанової кислоти, її солі та спалення цієї солі.

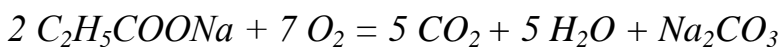
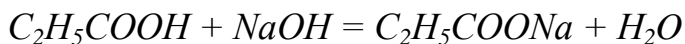
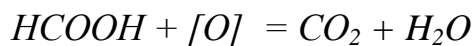
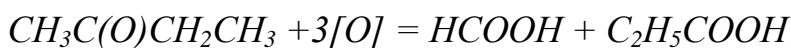


Відповідно з 1 моль бутаналю утворюється 0,5 моль Na_2CO_3 . Таке саме співвідношення справедливе і для 2-метилпропаналю (утворюється ізобутанова кислота).

Окиснення бутанона-2 можливе за двома рівняннями реакції:



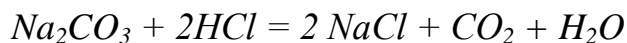
Відповідно з 1 моль бутанона-2 утворюється 1 моль Na_2CO_3 .



Відповідно з 1 моль бутанона-2 утворюється 0,5 моль Na_2CO_3 .

На практиці будуть відбуватися всі наведені перетворення тому співвідношення молей бутанона-2 та соди буде мати якесь проміжне значення 1 : (0,5-1).

Проаналізуємо результати окиснення титрування нелеткого залишку після спалення:

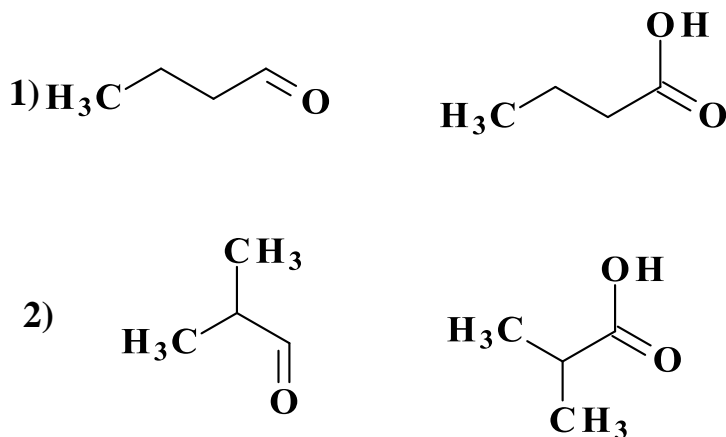


$$v(\text{HCl}) = 0,02 \text{ мл} \cdot 0,2 \text{ моль/л} = 0,004 \text{ моль}$$

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot v(\text{HCl}) = 0,002 \text{ моль}$$

Відповідно, з 0,004 моля невідомої речовини (0,288 г / 72 г/моль) утворюється 0,002 моль карбонату натрію. Співвідношення 1 : 0,5.

Тобто невідома речовина **бутаналь** або **2-метилпропаналь**. Кислота **Б** – бутанова або ізобутанова.



Продуктом спалення замість соди може бути гідроксид натрію, це не впливає на результати розрахунків.

5

Деякий алкен можна окиснити різними окисниками. Після обробки водним розчином калій перманганату було отримано сполуку *A*, яка при взаємодії з сполукою *B* утворює яскраво-синій розчин сполуки *C*. Окиснення алкену калій перманганатом в кислому середовищі призводить до утворення сполуки *D*, яка після обробки P_2O_5 утворює сполуку *E*. Окиснення алкену за допомогою надоцтової кислоти призводить до утворення сполуки *F*. Визначте сполуки *A–F* та напишіть усі схеми реакцій. Яка структурна формула алкену, якщо 2,8 г його реагує з 8 г бромом? Напишіть схеми реакцій взаємодії сполуки *A* з речовинами *D*, *E*, *F* та періодатною (HIO_4) кислотою і вкажіть умови реакцій.

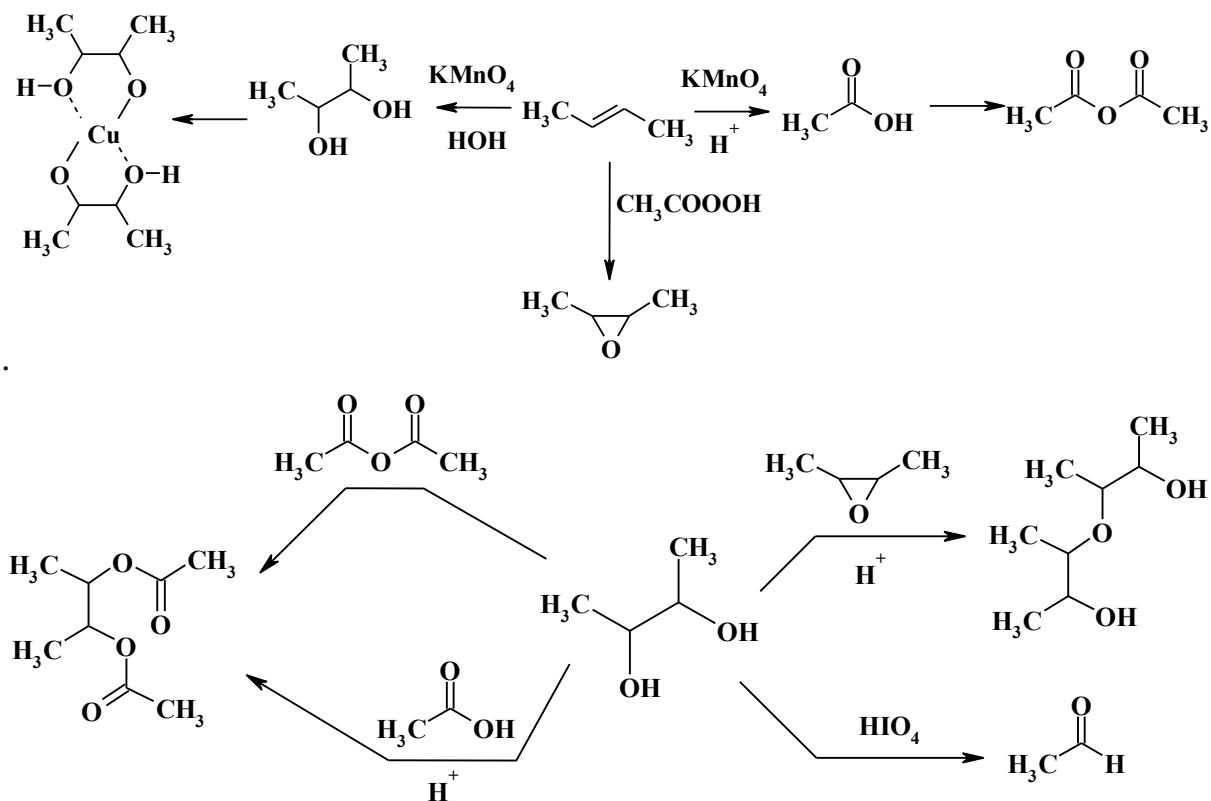
Авторський варіант розв'язку

Алкен + Br_2 = дибромалкан

$\nu(Br_2) = \nu(\text{алкену}) = 8/160 = 0,05$ (моль)

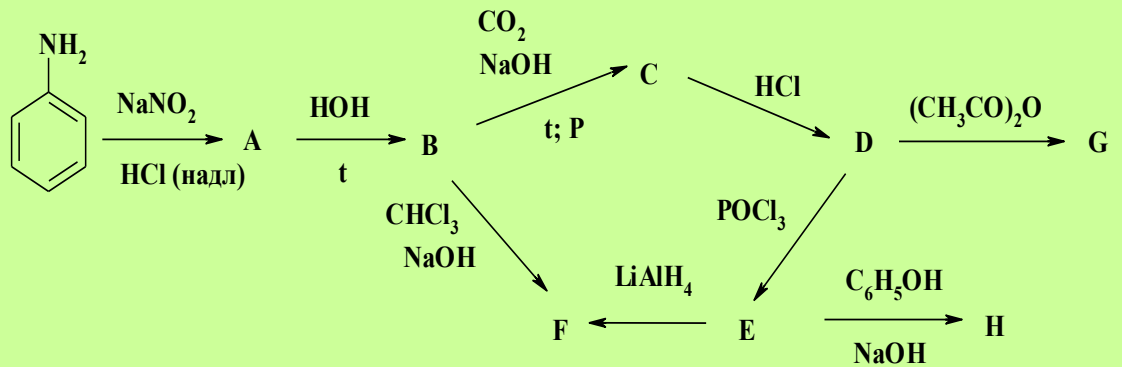
$M(\text{алкену}) = 2,8/0,05 = 56$ (г/моль); це – бутен.

Оскільки окиснення алкену перманганатом калію в кислому середовищі призводить тільки до утворення сполуки *D* то це бут-2-ен.



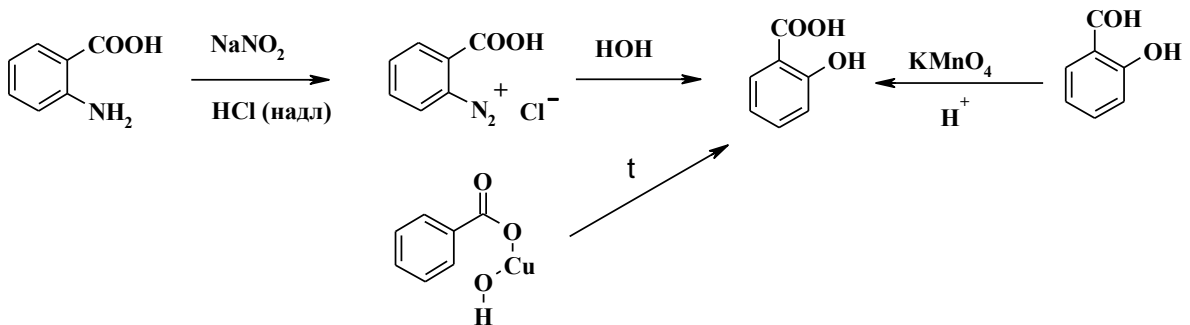
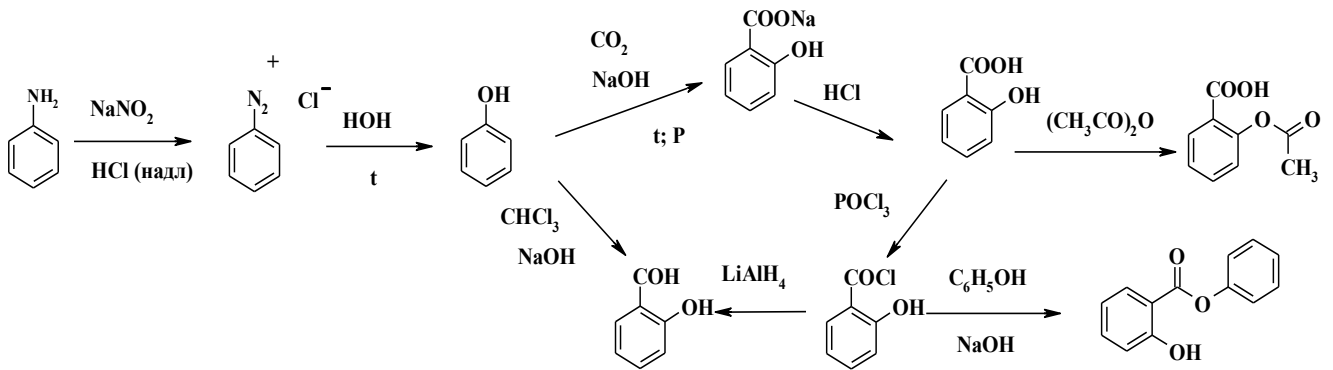
6

Напишіть схеми всіх реакцій та назвіть всі сполуки:



Запропонуйте інші методи синтезу сполуки D. Яке практичне значення мають сполуки D, G, H.

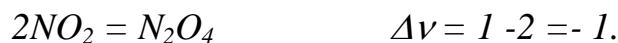
Авторський варіант розв'язку



1

При нагріванні 0,33 г суміші $PbCl_2$ та $Pb(NO_3)_2$ виділилося $28,95 \text{ см}^3$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$ і 1 атм) газів. Встановіть вміст (масову частку) $Pb(NO_3)_2$ у вихідній суміші та склад газоподібних продуктів (об'ємні частки), якщо K_p реакції $2NO_2 \leftrightarrow N_2O_4$ при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ дорівнює 7 атм^{-1} . (1 атм відповідає тиску $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$).

Авторський варіант розв'язку



$$K_p = \frac{P(N_2O_4)}{P^2(NO_2)} = 7 \text{ атм}^{-1} = K_N = \frac{K_p}{P^{\Delta \nu}} = \frac{7}{1^{-1}} = 7$$

$$\Sigma \nu = 1 - x + \frac{x}{2} = 1 - \frac{x}{2}$$

$$N(NO_2) = \frac{1-x}{1-\frac{x}{2}} \quad N(N_2O_4) = \frac{\frac{x}{2}}{1-\frac{x}{2}}$$

$$x = 0,178$$

$$\alpha = 17,8 \%$$

$$\nu(NO_2) = y \text{ моль}$$

$$\nu(NO_2) = y \cdot (1 - 0,178) = 0,822y$$

$$\nu(O_2) = 0,822y / 4 = 0,2055y$$

$$\nu(N_2O_4) = 0,089y$$

$$\nu = \frac{PV}{RT} = 0,0012$$

$$y = 0,001 \text{ (моль)}$$

$$\nu(NO_2) = 0,00082 \text{ (моль)}$$

$$\nu(Pb(NO_3)_2) = 0,00041 \text{ (моль)}$$

$$m = 0,136 \text{ (г)}$$

$$w = 0,1361 / 0,33 = 0,41 \text{ або } 41\%$$

2

Густина газової суміші пропану, бут-1-ену, етину та парів 1,2-діхлорпропану за вуглекислим газом становить 1,334. Якщо зазначену суміш газів обробити при нагріванні цинком відносна густина пари утворених продуктів за вуглекислим газом за тих же умов зменшилась до 0,850. Після обробки початкової суміші надлишком бромоводню відносна густина пари утвореної при цьому суміші газів за вуглекислим газом зростає до 2,991. Наведіть рівняння всіх згаданих реакцій. Розрахуйте об'ємні частки речовин в парах вихідної суміші.

Авторський варіант розв'язку

$$M(C_3H_8; C_4H_8; C_2H_2; C_3H_6Cl_2) = 58,7 \text{ г/моль};$$

$$M(C_3H_8; C_4H_8; C_2H_2; C_3H_6) = 37,4 \text{ г/моль};$$

$$M(C_3H_8; C_4H_9Br; C_2H_4Br_2; C_3H_6Cl_2) = 131,6 \text{ г/моль};$$

$$44 \varphi_1 + 56 \varphi_2 + 26 \varphi_3 + 113 (1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \varphi_3) = 58,7; \quad x + 113y = 58,7;$$

$$44 \varphi_1 + 56 \varphi_2 + 26 \varphi_3 + 42 (1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \varphi_3) = 37,4; \quad x + 42y = 37,4;$$

$$y = 0,3; \quad x = 24,8;$$

$$\varphi(C_3H_6Cl_2) = 0,3;$$

$$44 \varphi_1 + 137 \varphi_2 + 188 \varphi_3 + 113 \cdot 0,3 = 131,6; \quad 44 \varphi_1 + 137 \varphi_2 + 188 \varphi_3 = 97,7; \quad (1)$$

$$44 \varphi_1 + 56 \varphi_2 + 26 \varphi_3 + 113 \cdot 0,3 = 58,7; \quad 44 \varphi_1 + 56 \varphi_2 + 26 \varphi_3 = 24,8; \quad (2)$$

$$\varphi_1 = 0,7 - \varphi_2 - \varphi_3;$$

$$(1) - (2) \quad 81 \varphi_2 + 162 \varphi_3 = 72,9;$$

$$\varphi_2 + 2 \varphi_3 = 0,9; \quad \varphi_2 = 0,9 - 2 \varphi_3; \quad (3)$$

$$\varphi_1 = 0,7 - 0,9 + 2 \varphi_3 - \varphi_3 = \varphi_3 - 0,2 \quad (4)$$

(3) та (4) підставляємо в (1) і одержуємо

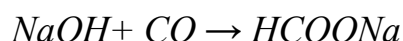
$$\varphi_3 = 0,4 = \varphi(C_2H_2); \quad \varphi_2 = 0,1 = \varphi(C_4H_8); \quad \varphi_1 = 0,2 = \varphi(C_3H_8).$$

3

Через надлишок нагрітого до 150 °С розчину натрій гідроксиду пропустили під тиском 200 г суміші азоту, кисню та карбон(II) оксиду. Масові частки газів у суміші становили: N₂ – 70,00 %, O₂ – 29,86 %. До охолодженого утвореного розчину додали суміш купрум(II) сульфату та натрій сульфату масою 10 г, в результаті чого випало 4,37 г осаду. Встановіть склад суміші сульфатів (у мас. %).

Авторський варіант розв'язку

3 компонентів наведеної суміші за таких умов з натрій гідроксидом реагує тільки CO:



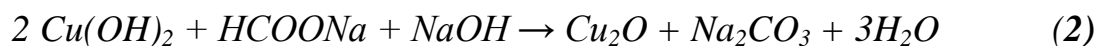
$$m(\text{CO}) = 200 \text{ г} \cdot 0,0014 = 0,28 \text{ г}; \quad \nu(\text{CO}) = 0,28 \text{ г} / 28 \text{ г/моль} = 0,01 \text{ моль},$$

$$\text{тому } \nu(\text{NaHCOO}) = 0,01 \text{ моль}$$

При зливанні розчинів випадає осад купрум(II) гідроксиду:



Частина осаду перетворюється за присутності натрій формиату у осад купрум(I) оксиду:



Виходячи з рівняння реакції (2), 0,01 моль NaHCOO реагує з $\nu_1(\text{Cu(OH)}_2) = 0,02 \text{ моль}$, що призводить до утворення $\nu(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,01 \text{ моль}$, $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 1,43 \text{ г}$.

$$\text{Відповідно в осаді знаходиться: } m(\text{Cu(OH)}_2) = 4,37 - 1,43 = 2,94 \text{ (г)},$$

$$\nu_2(\text{Cu(OH)}_2) = 0,03 \text{ моль}.$$

Виходячи з рівняння (1), у вихідній суміші було:

$$\nu(\text{CuSO}_4) = 0,02 \text{ моль} + 0,03 \text{ моль} = 0,05 \text{ моль}.$$

$$\text{Це становить: } m(\text{CuSO}_4) = 0,05 \text{ г} \cdot 160 \text{ г/моль} = 8 \text{ г}$$

Відповідно у вихідній суміші було 80 мас.% купрум(II) сульфату та 20 мас.% натрій сульфату.

4

На нейтралізацію розчину, що містить 4,4 г невідомої карбонової кислоти *A* було витрачено 20 г 10 %-ного розчину натрій гідроксиду. При електролізі частини розчину отриманої солі *B* на інертному аноді виділилась суміш газів *C* і *D*, а сплавлення сухого залишку після випаровування другої частини розчину з натрій гідроксидом привело до утворення сполуки *G* та натрій карбонату. Відомо, що хлорування сполуки *G* на світлі приводить до галогенопохідного *E*, який при взаємодії з натрієм утворює сполуку *D*. Визначте сполуки *A* – *E*.

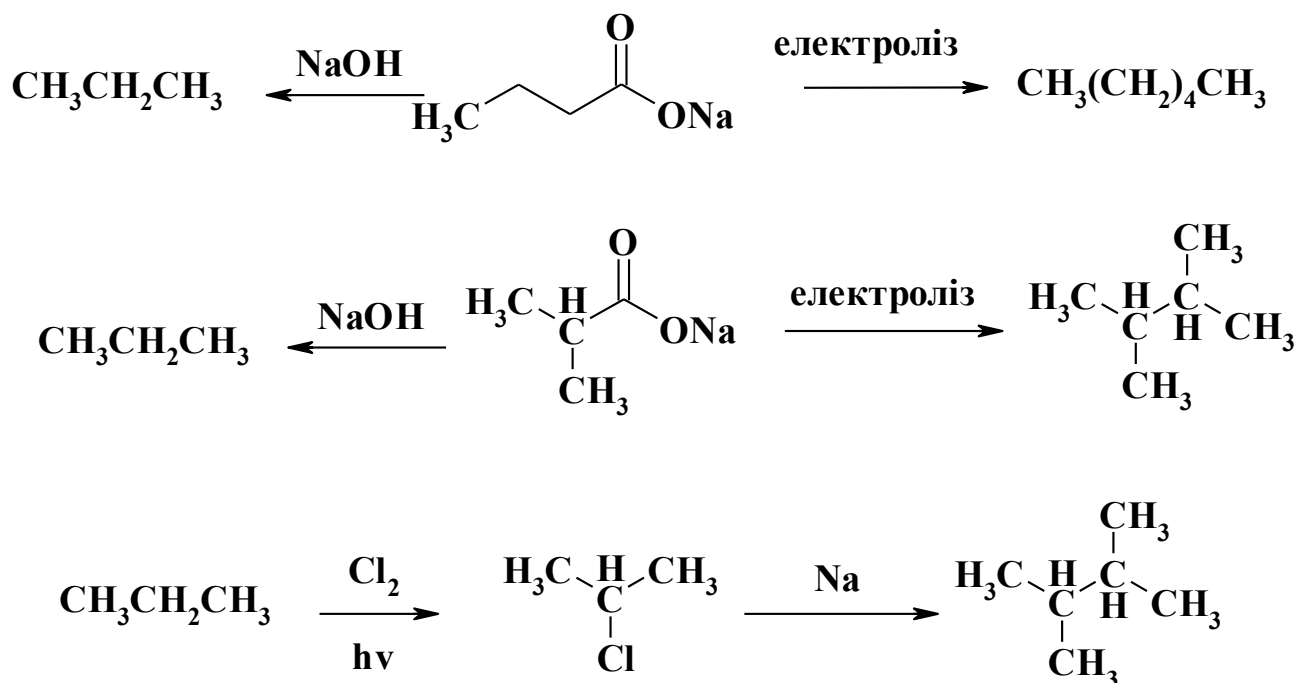
Авторський варіант розв'язку

$$m(\text{NaOH}) = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ (г)}$$

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{кислоти}) = 2/40 = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$M(\text{кислоти}) = 4,4/0,05 = 88 \text{ (г/моль)}$$

Хімічна формула кислоти – $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ (масляна або ізомасляна).

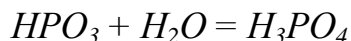


Отже невідома карбонова кислота – ізомасляна кислота.

5

До 100 мл 10%-ного розчину ($\rho = 1,053$ г/мл) ортофосфатної кислоти додали 50 мл розчину метафосфатної кислоти з концентрацією 0,5 моль/л і прокип'ятили. Визначте рН одержаного розчину, враховуючи $K_1(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,6 \cdot 10^{-3}$. Обчисліть маси продуктів, які утворяться при додаванні до одержаного розчину кислоти 330 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією 1 моль/л.

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 100 \cdot 1,053 \cdot 0,1 / 98 = 0,107 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{HPO}_3) = 0,05 \cdot 0,5 = 0,025 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4)_3 = 0,107 + 0,025 = 0,132 \text{ (моль)}$$

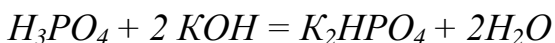
$$C(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,132 / 0,15 = 0,88 \text{ (моль/л)}$$

$$K = C\alpha^2$$

$$\alpha = \sqrt{K/C} = \sqrt{7,6 \cdot 10^{-3} / 0,88} = 0,0086$$

$$C(\text{H}^+) = 0,88 \cdot 0,0086 = 0,0076 \text{ (моль/л)} \quad \text{pH} = 2,12$$

$$\nu(\text{KOH}) = 0,33 \cdot 1 = 0,33 \text{ (моль)}$$



$$\nu(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,132 \text{ моль} \quad \nu(\text{KOH}) = 0,33 - 0,264 = 0,066 \text{ (моль)}$$



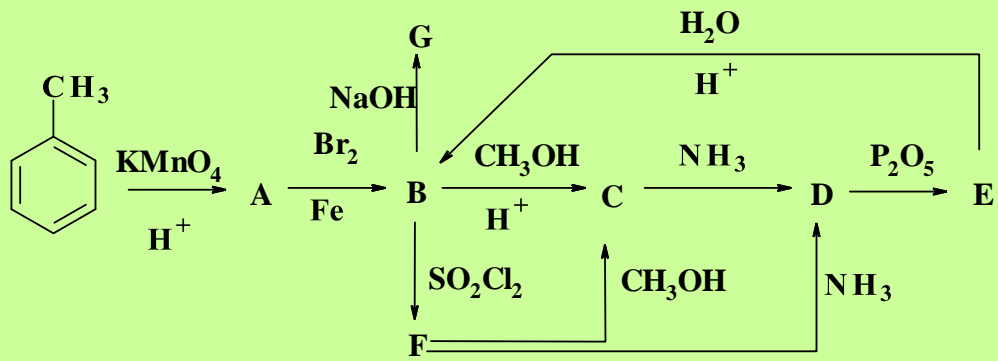
$$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,066 \text{ моль} \quad m = 0,066 \cdot 212 = 13,99 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,132 - 0,066 = 0,066 \text{ (моль)};$$

$$m = 0,066 \cdot 174 = 11,48 \text{ (г)}$$

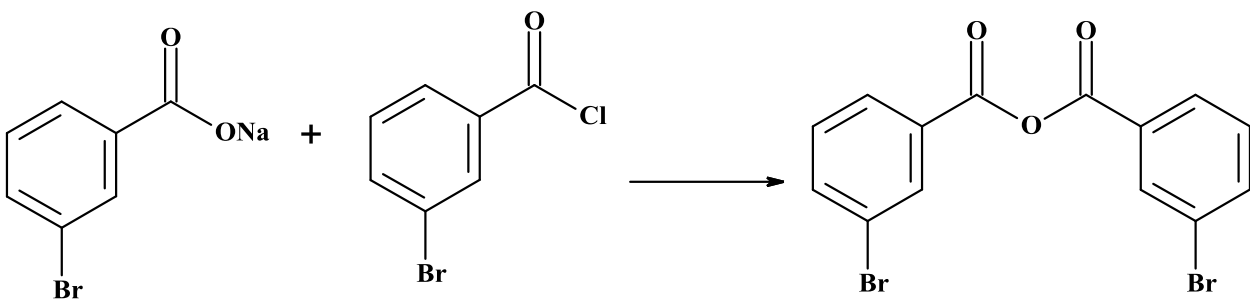
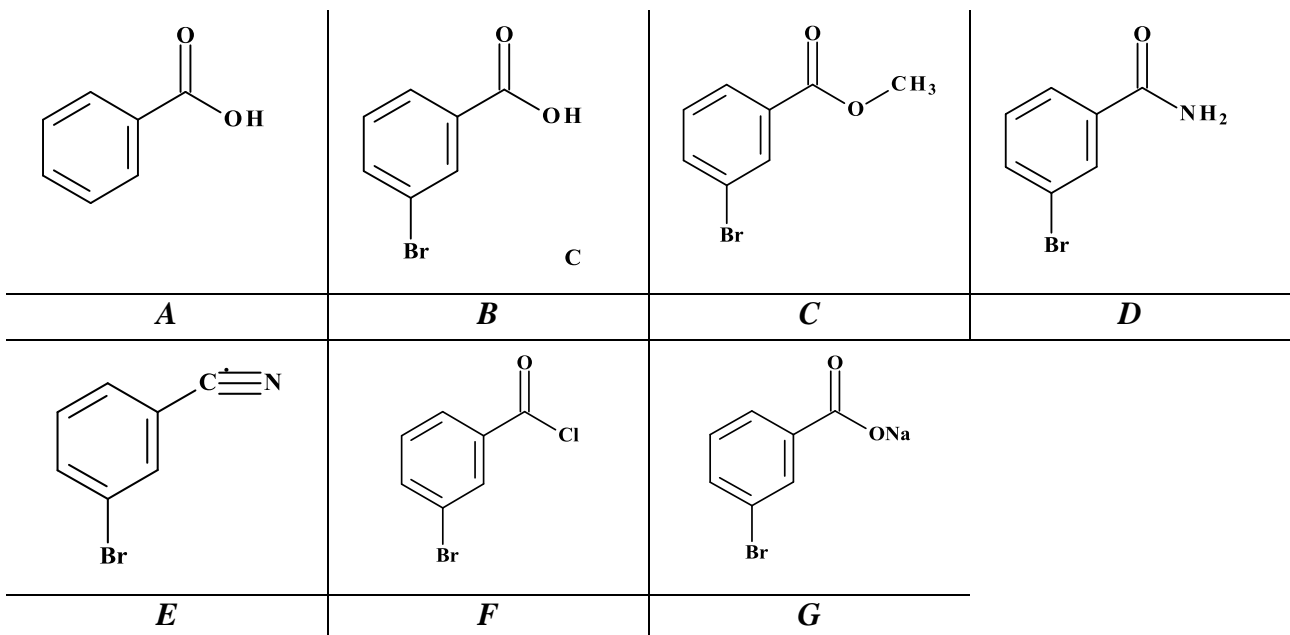
6

Напишіть схеми всіх реакцій та назвіть сполуки **A-F** :



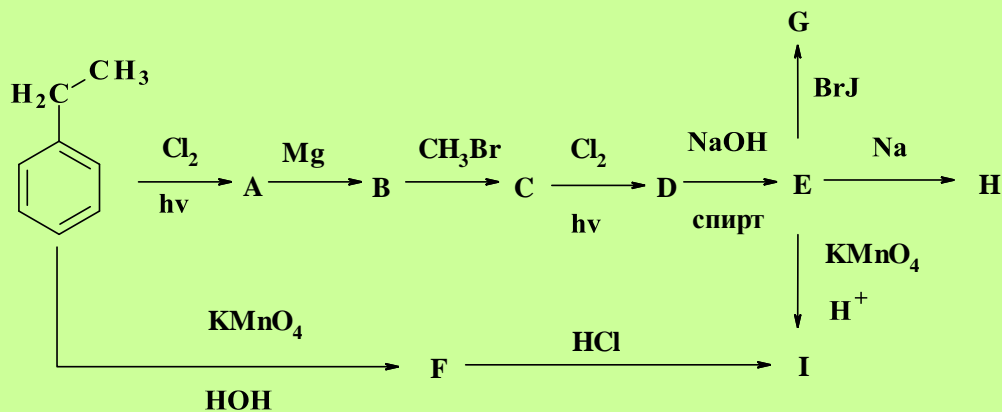
Яка сполука утвориться при взаємодії речовин **F** та **G**.

Авторський варіант розв'язку



1

Визначте сполуки А-І та запишіть всі рівняння реакцій



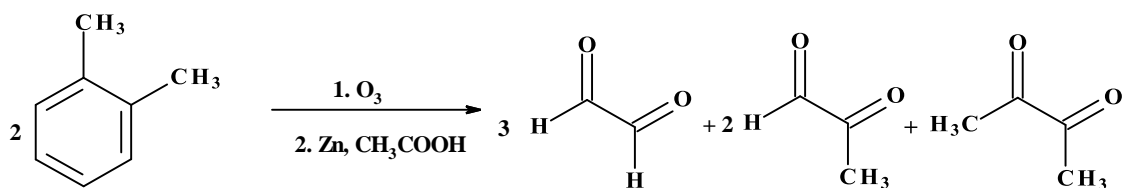
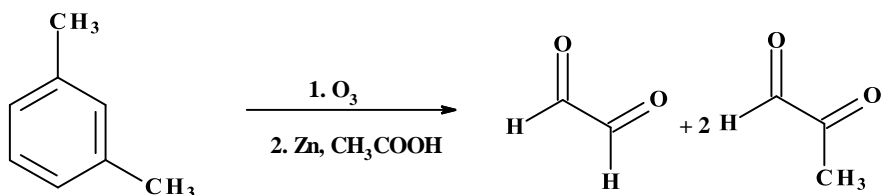
Авторський варіант розв'язку

A	B	C	D	E
F	G	H	I	

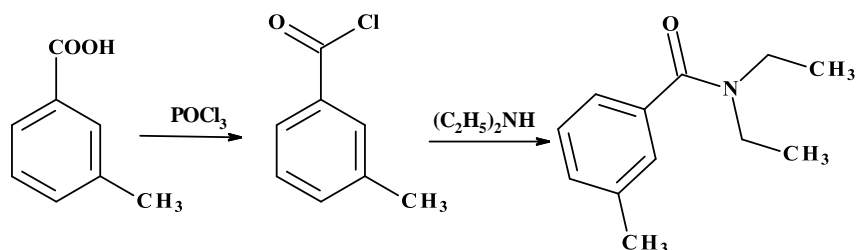
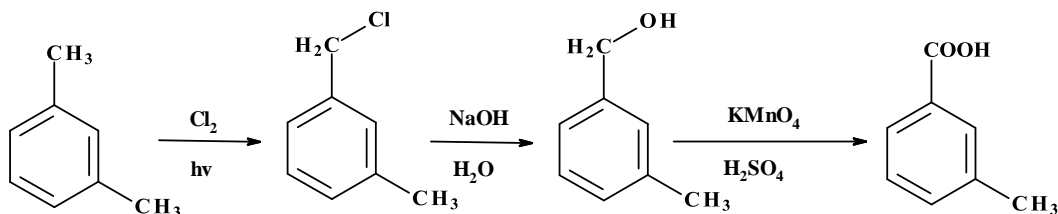
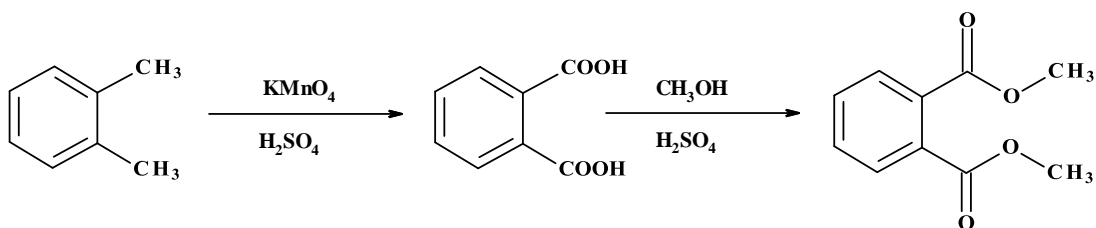
2

Влітку, збираючись за чорницями, аспірант Олексій вирішив самостійно синтезувати репелент (засіб захисту від комах) диметилфталат. Зайшовши на склад реактивів він виявив, що етикетки на пляшках з *орто*- та *мета*-ксилолом частково зіпсовані. Ідентифікацію ксилолів він вирішив провести за допомогою озонолізу. При озонолізі першої проби було отримано суміш двох дикарбонільних сполук у молярному співвідношенні 1 : 2, а озоноліз другої проби привів до утворення трьох продуктів у молярному співвідношенні 1:2:3. Ідентифікуйте в якій пробі знаходиться *орто*-ксилол та запишіть всі рівняння реакцій. Запропонуйте метод синтезу диметилфталату з *орто*-ксилолу. Чи можливо з *мета*-ксилолу синтезувати інший репелент – N,N-диетил-3-метилбензамід?

Авторський варіант розв'язку



орто-ксилол знаходиться у другій пробі

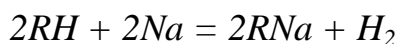


3

Піроліз кальцієвої солі невідомої карбонової кислоти **A** призводить до утворення сполуки **B**, яка при бромованні на світлі перетворюється в речовину **B**, а при взаємодії з йодом в надлишку луку випадає жовтий осад **Г**. Сполуку **B** ввели в реакцію з надлишком PCl_5 , а отриманий продукт **Д** обробили спиртовим розчином луку, що привело до утворення газоподібної сполуки **E**. Остання в умовах реакції Кучерова перетворюється в сполуку **Б**. Визначте сполуки **A-E** та напишіть всі рівняння реакцій, якщо відомо, що при взаємодії 2 г сполуки **E** з металічним натрієм утворилась сіль масою 3,1 г. Напишіть рівняння реакцій взаємодії сполуки **E** з реактивами Толленса та Фелінга. За яких умов можлива реакція між сполуками **B** та **E**?

Авторський варіант розв'язку

Сполука **E** – алкін. Оскільки **У** реагує з металічним натрієм то потрібний звязок знаходиться в 1 положенні.

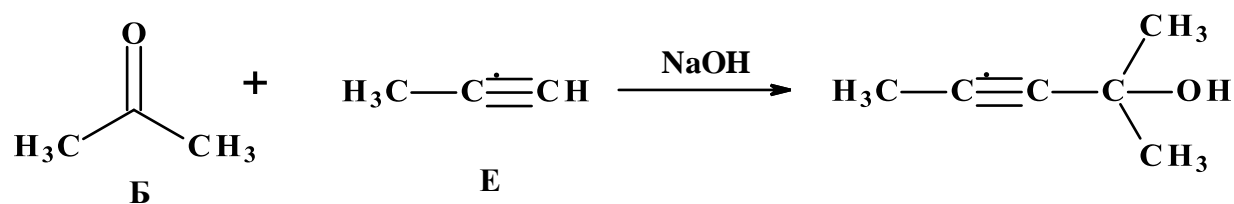
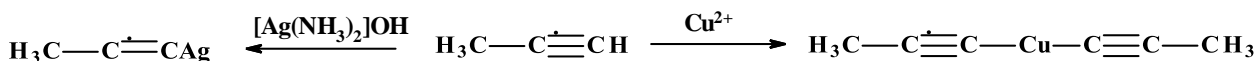
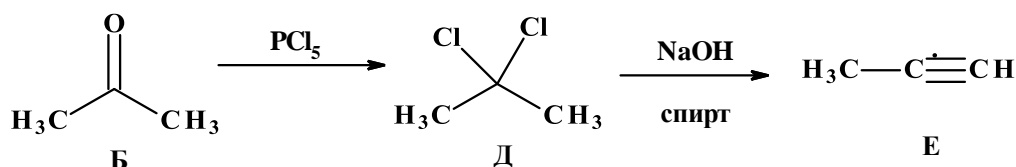
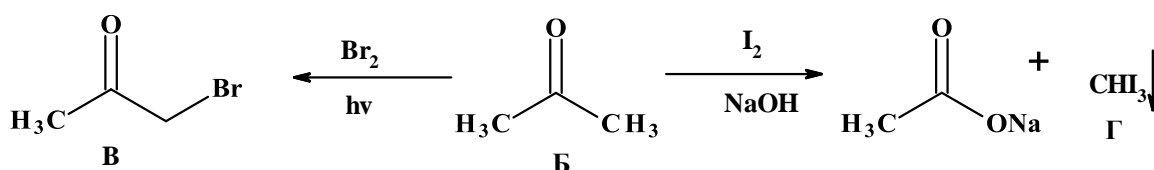
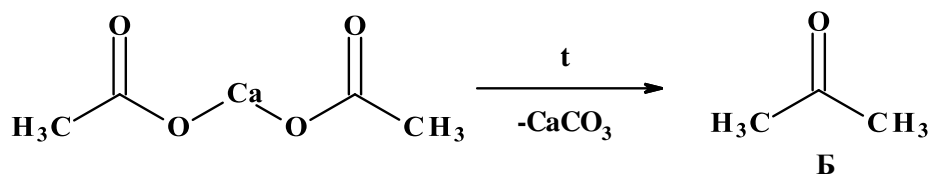


$$Mr(RH) = x+1$$

$$Mr(RNa) = x+23$$

$$2 \cdot (x+23) = 3,1 \cdot (x+1)$$

$$x=39; RH - \text{пропін.}$$



4

Органічна речовина **A** містить 41,38 % Карбону, 3,45 % Гідрогену, 55,17 % Оксигену. При нагріванні **A** з етанолом в присутності кислоти утворюється речовина **B**, що містить 55,81 % Карбону, 6,97 % Гідрогену та Оксиген. При взаємодії з HBr речовини **A** утворюється сполука **B**, що при кип'ятінні у воді дає продукт **Г**, який містить 35,82 % Карбону, 4,48 % Гідрогену та Оксиген. На реакцію з 2,68 г речовини **Г** витрачено 20 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією 2 моль/л. Наведіть структурні формули речовин **A**, **B**, **Г**, якщо відомо, що речовина **A** при нагріванні втрачає воду. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Авторський варіант розв'язку

Речовина **A** є кислотою, оскільки утворює естер **B**, та ймовірно містить кратний зв'язок, бо приєднує HBr з утворенням сполуки **B**, яка гідролізує до гідроксопохідного **Г**. Це підтверджується ростом вмісту Оксигену та зменшенням вмісту Карбону в сполуці **Г** (дані елементного аналізу) у порівнянні з сполукою **A**.

Допустимо що кислота **Г** одноосновна.

$$Mr(\text{KOH}) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ (моль)}$$

$$Mr(\text{Г}) = 2,68 / 0,04 = 67 \text{ (г/моль)}$$

Розрахуємо молекулярну формулу речовини **Г**:

$$n(\text{C}) = 67 \cdot 0,3582 / 12 = 2$$

$$n(\text{H}) = 67 \cdot 0,0449 / 1 = 3$$

$$n(\text{O}) = \frac{67 \cdot (1 - 0,3582 - 0,0448)}{16} = 2,5$$

Оскільки до складу молекули не може входити 2,5 атома Оксигену, то кислота ймовірно двоосновна.

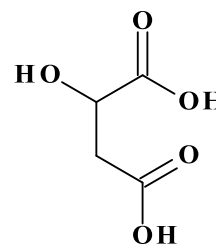
$$\text{Тоді } Mr(\text{Г}) = 2,68 / 0,02 = 134 \text{ (г/моль)}$$

Розрахуємо молекулярну формулу речовини **Г**:

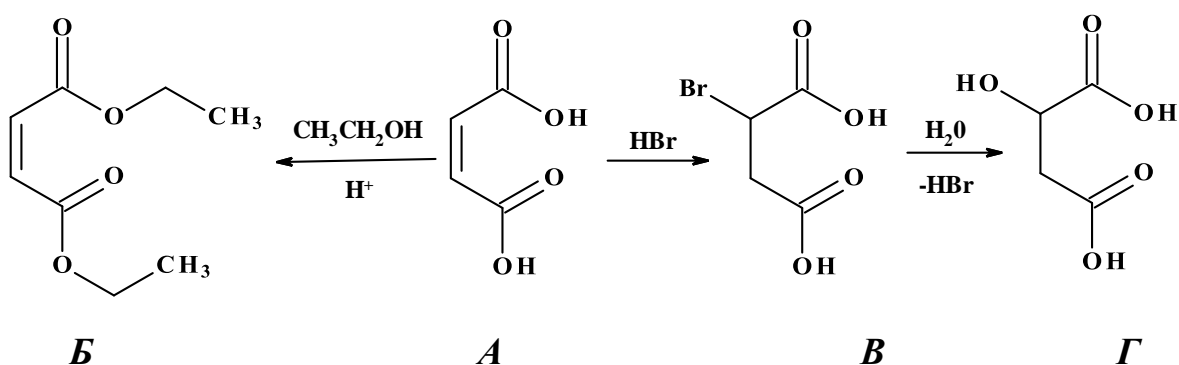
$$n(\text{C}) = 134 \cdot 0,3582 / 12 = 4$$

$$n(\text{H}) = 134 \cdot 0,0449 / 1 = 6$$

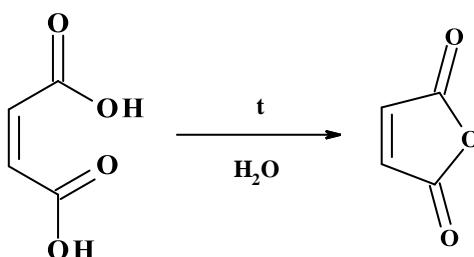
$$n(\text{O}) = \frac{134 \cdot (1 - 0,3582 - 0,0448)}{16} = 5$$



Це яблучна кислота.



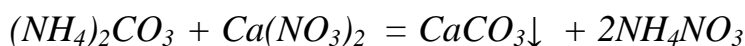
$Mr(C_8H_{12}O_4) = 172 \text{ г/моль}$	$Mr(C_4H_4O_4) = 116 \text{ г/моль}$
$n(C) = \frac{172 \cdot 0,558}{12} = 8$	$n(C) = \frac{116 \cdot 0,4138}{12} = 4$
$n(H) = \frac{172 \cdot 0,0697}{1} = 12$	$n(H) = \frac{116 \cdot 0,0345}{1} = 4$
$n(O) = \frac{172 \cdot 0,3722}{16} = 4$	$n(O) = \frac{116 \cdot 0,5517}{16} = 4$



5

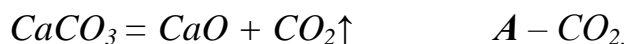
Розчини двох невідомих солей змішали в стехіометричному співвідношенні, при цьому утворилось 1,25 г осаду, що являє собою сіль двовалентного металу *M*. При нагріванні до 1100 °С осад розкладається з утворенням 0,70 г твердого оксиду *MO* та газоподібного оксиду *A*. При випаровуванні фільтрату, що залишився після відділення осаду, одержано 2,0 г сухого залишку, при термічному розкладі якого за температури 215 °С утворюються два продукти об'ємом 1,68 л (н. у.): газ *B* та 0,90 г водяної пари. Визначте невідомі речовини, запишіть рівняння всіх реакцій.

Авторський варіант розв'язку



Сіль металу $M - CaCO_3$; $M - Ca$; оксид – CaO .

1,25 г 0,7 г



2,0 г 0,9 г 0,56 л



6

Гальванічний елемент складається з мідного та платинового електродів, що занурені, відповідно, в розчин купрум(II) сульфату та в сульфатнокислий розчин калій перманганату.

$$\varphi^0(MnO_4^-/Mn^{2+}) = +1,51 \text{ В}, \quad \varphi^0(Cu^{2+}/Cu^0) = +0,34 \text{ В}.$$

1) Складіть схему роботи гальванічного елемента, запишіть рівняння реакцій, що відбуваються на катоді та аноді, запишіть йонно-молекулярне рівняння струмоутворюючої реакції.

2) Розрахуйте електродні потенціали катоду та аноду, електрорушійну силу гальванічного елемента, ΔG та константу рівноваги струмоутворюючої реакції за таких умов:

$t^\circ = 20^\circ\text{C}$, $C_M(CuSO_4) = 0,5$ моль/л, $C_M(KMnO_4) = 0,8$ моль/л, $C_M(MnSO_4) = 0,4$ моль/л, рН сульфатнокислого розчину калій перманганату дорівнює 1. Вважати, що активності йонів дорівнюють їх молярним концентраціям.

Авторський варіант розв'язку

1) Анод – мідний електрод $Cu^0 - 2e \rightarrow Cu^{+2}$

Катод – складний окисно-відновний електрод

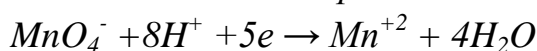
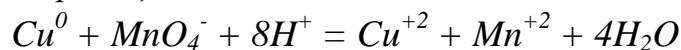


Схема гальванічного елемента: $(-) Cu | Cu^{+2} || MnO_4^-; Mn^{+2} | Pt (+)$

Струмоутворююча реакція:



$$2) \varphi(Cu^{+2}/Cu) = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Cu^{+2}} = +0,34 + \frac{8,314 \cdot 293}{2 \cdot 96500} \ln 0,5 = 0,331 \text{ (В)}$$

$$\varphi(MnO_4^-/Mn^{+2}) = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a(MnO_4^-)}{a(Mn^{+2})} = +1,51 + \frac{8,314 \cdot 293}{5 \cdot 96500} \ln \frac{0,8}{0,4} = 1,513 \text{ (В)}$$

$$EPC = \varphi_k - \varphi_a = 1,513 - 0,331 = 1,183 \text{ (В)}$$

$$3) \Delta G = -nFE$$

$$\Delta G = -10 \cdot 96500 \cdot 1,182 = -1140630 \text{ (Дж)}$$

$$\ln K_a = \frac{nFE^0}{RT} = \frac{10 \cdot 96500 \cdot (1,51 - 0,34)}{8,314 \cdot 298} = 455,7$$

$$K_a = e^{455,7}$$

1

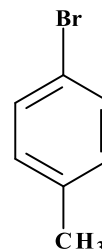
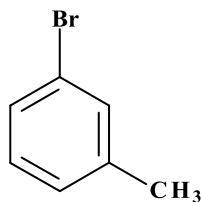
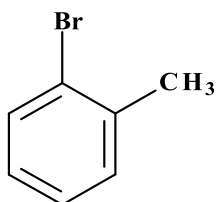
Ароматичне монобромпохідне **A**, що містить 46,78% Брому, сплавили з 8 г натрій гідроксиду. Після того як компоненти повністю прореагували, утворений плав розчинили у воді. Розчин, що утворився нейтралізували 20 мл водного розчину хлоридної кислоти з молярною концентрацією 5 моль/л. З отриманої суміші виділили органічний продукт **B**, на який подіяли надлишком бромної води. У результаті отримали сполуку **B**, спектр ПМР якої мав три сигнали, інтегральна інтенсивність яких має співвідношення 3:2:1. Враховуючи, що вихід продуктів у вказаних реакціях дорівнює 100%, визначте маси органічних продуктів **A-B** та аргументуйте їх структуру на основі спектральних даних. Запишіть рівняння хімічних перетворень.

Авторський варіант розв'язку

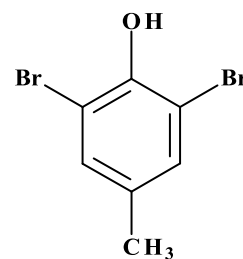
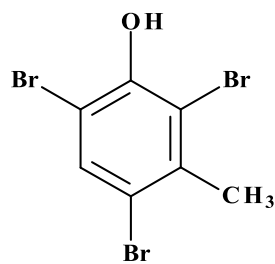
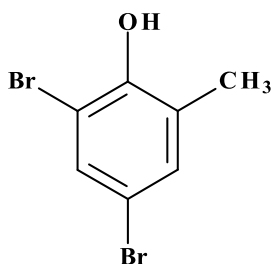
$$Mr(RBr) = 80/0,4678 = 171 \text{ г/моль.}$$

$$171 - 80 - 72 = 19 (15+4).$$

Отже $R = \text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$. Таким чином сполука **A** може бути одним із 3 ізомерів бромотолуєну.

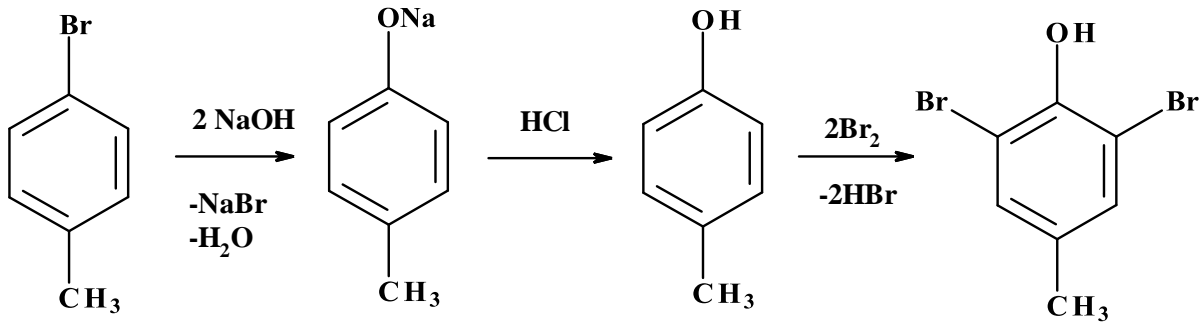


Після сплавлення з натрій гідроксидом, нейтралізації, та обробки продукту бромною водою можливі наступні продукти:



Спектр ПМР 3 трьома сигналами, інтегральна інтенсивність яких співвідноситься 3:2:1, відповідає і 2,4-дибромо-6-метилфенолу і 2,6-дибромо-4-метилфенолу (однопотонний синглет гідроксильної групи, двопотонний синглет ароматичного кільця і трьохпротонний синглет метильної групи). Таким чином за цими даними ми не можемо чітко визначити який це був ізомер – орто- чи пара-.

Розглянемо всі перетворення на прикладі 4-бромотолуєну.



$$v(\text{NaOH}) = 8/40 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{HCl}) = v(4\text{-бромотолуєну}) = v(4\text{-метилфенолу}) = v(2,6\text{-дибромо-4-метилфенолу}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(4\text{-бромотолуєну}) = 171 \cdot 0,1 = 17,1 \text{ (г)}$$

$$m(\text{натрій 4-метилфенолят}) = 130 \cdot 0,1 = 13 \text{ (г)}$$

$$m(4\text{-метилфенолу}) = 108 \cdot 0,1 = 10,8 \text{ (г)}$$

$$m(2,6\text{-дибромо-4-метилфенолу}) = 266 \cdot 0,1 = 26,6 \text{ (г)}$$

2

В закритій колбі об'ємом 1 л за н.у. знаходиться 0,929 г суміші трьох газоподібних речовин: вуглекислого газу (20% за об'ємом), водню (40 % за об'ємом) та невідомої органічної сполуки. Визначте невідому сполуку. Чи зміниться кількісний та якісний склад речовин у колбі, якщо до суміші ввести каталітичну кількість купрум(I) оксиду та нагріти до температури 200 °С? Який результат можна очікувати, якщо в колбу до вихідної суміші ввести каталітичну кількість одного з металів Ni, Pd, Pt та нагріти до температури 150–300 °С? Відповідь підтвердить рівняннями реакцій та розрахунками.

Авторський варіант розв'язку

$$1. v(\text{газів}) = \frac{1}{22,4} = 0,045 \text{ (моль)}$$

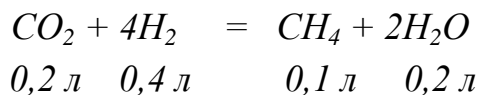
$$2. M(\text{суміші газів}) = \frac{0,929}{0,045} = 20,6 \text{ (г/моль)}$$

$$3. 44 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,4 + M \cdot 0,4 = 20,6$$

$$M = 28$$

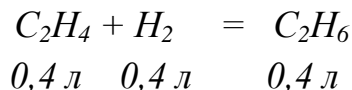
4. C_2H_4 – етен (етилен)

за каталітичної дії Cu_2O



Склад газів після реакції : 0,1л CH_4 ; 0,2л H_2O (пара); 0,1 л CO_2 ; 0,4 л C_2H_4

5. За каталітичної дії Ni, Pd, Pt



Склад газів після реакції : 0,4л C_2H_6 ; 0,2 л CO_2 .

3

Тверду сполуку масою 139 г розчинили у 1137 мл води. Склад сполуки (масові частки елементів): Fe – 0,2014; S – 0,1151; H – 0,0504; O – 0,6331. Встановіть формулу сполуки, обчисліть концентрацію утвореного розчину в моль/л (густина розчину становить $1,07 \text{ г/см}^3$). Обчисліть рівноважний електродний потенціал на пластинці заліза при зануренні її в утворений розчин, якщо стандартний електродний потенціал заліза $E_{Fe^{+2}/Fe}^0 = -0,44\text{В}$.

Авторський варіант розв'язку

1) Якщо маса сполуки 100 г $\nu(Fe) = 20,14/56 = 0,36$ моль

$\nu(S) = 11,51/32 = 0,36$ моль

$\nu(H) = 5,04$ моль

$\nu(O) = 63,31/16 = 3,96$ моль

2) $\nu(Fe) : \nu(S) : \nu(H) : \nu(O) = 1 : 1 : 14 : 11 \quad FeSO_4 \cdot 7H_2O$



залізний купорос

3) $\nu(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 139/278 = 0,5$ моль $\nu(FeSO_4) = 0,5$ моль

4) $m(\text{розчину}) = 139 + 1137 = 1276$ (г)

$V(\text{розчину}) = m(\text{розчину})/\rho = 1276/1,07 = 1193$ (мл) або 1,193 (л)

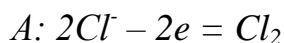
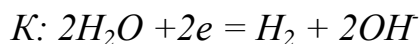
5) $C_m = 0,5/1,193 = 0,42$ (моль/л)

6) $E_{Fe^{+2}/Fe} = E_{Fe^{+2}/Fe}^0 + \frac{0,059}{2} \cdot \lg C = -0,44 + 0,0295 \lg 0,42 = -0,4511$ (В)

4

Технічний калій гідроксид містить домішки калій хлориду. Для визначення вмісту домішок 10 г технічного калій гідроксиду розчинили у воді і провели електроліз (з діафрагмою) до повного розкладу калій хлориду. Визначити процентний вміст домішок у калій гідроксиді, якщо на аноді виділилось 224 мл хлору ($t = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $P = 95\text{ кПа}$). Який газ та в якій кількості виділився на катоді?

Авторський варіант розв'язку



$$\nu(Cl_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{95 \cdot 10^3 \cdot 224 \cdot 10^{-6}}{8,314 \cdot 298} = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

$$\nu(Cl) = 17,2 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

$$\nu(KCl) = 17,2 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

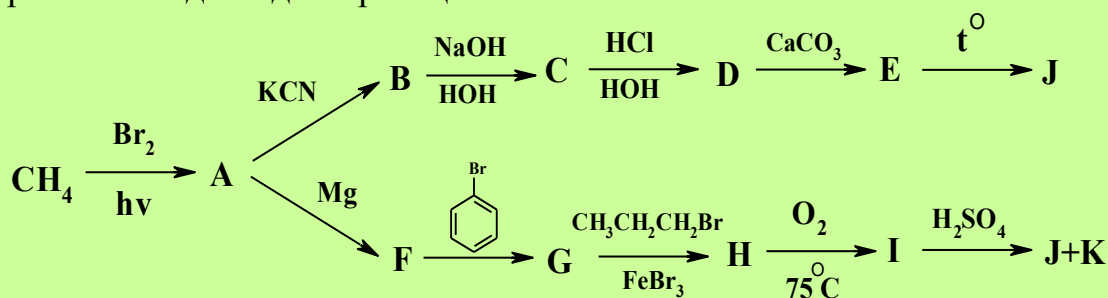
$$m(KCl) = 1,28 \text{ (г)}$$

$$w(KCl) = \frac{1,28}{10} = 0,128 \text{ або } 12,8\%$$

$$\nu(H_2) = \nu(Cl_2) = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}$$

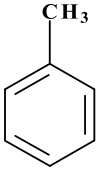
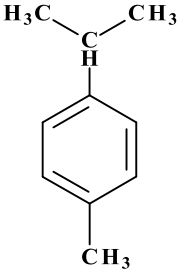
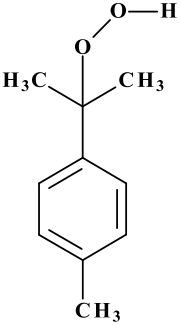
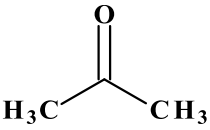
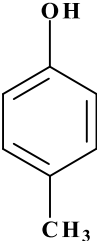
5

Запропонуйте сполуки А-К для схеми перетворень та запишіть рівняння відповідних реакцій:



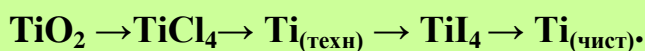
Авторський варіант розв'язку

$\text{H}_3\text{C}-\text{Br}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$	CH_3COONa	CH_3COOH
A	B	C	D

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{Mg}-\text{Br}$		
<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
			
<i>I</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	

6

З природного мінералу рутилу (TiO_2), яким багата Україна, титан отримують у багатостадійному процесі за схемою:



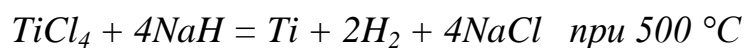
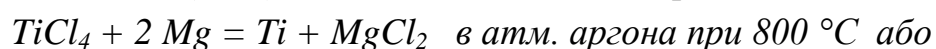
Останнє перетворення має назву йодидного рафінування, заснованого на оборотній реакції: $\text{TiI}_4 (\text{Г}) \leftrightarrow \text{Ti}_{(\text{Т})} + 2\text{I}_{2(\text{Г})}$. За певної температури константа рівноваги $K_c = 0,86$. Розрахуйте масу титану, що утворюється в рівноважній суміші, якщо початкова концентрація тетраїодиду титану дорівнює 2 моль/л, а об'єм реактора 10 л. Напишіть рівняння хімічних реакцій для перших трьох стадій запропонованої схеми.

Авторський варіант розв'язку

$$1. K_c = \frac{4x^2}{2-x} \quad 0,86 = \frac{4x^2}{2-x}$$

$$x^2 + 0,215x - 0,43 = 0 \quad \text{корінь з позитивним значенням } x=0,56 \text{ (моль/л)}$$

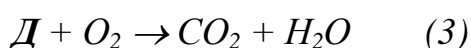
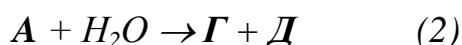
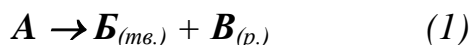
$$2. m(\text{титану}) = 0,56 \text{ моль/л} \cdot 10 \text{ л} \cdot 48 \text{ г/моль} = 268,8 \text{ г}$$



1

Біла кристалічна бінарна речовина *A* за температури 600 °С без доступу повітря розкладається з утворенням твердої речовини *B* та рідини *B*, що кристалізується за температури 180,5 °С. При взаємодії 57 г сполуки *A* з водою, утворюється речовина *Г*, що добре розчиняється у воді, та 33,6 л (н.у.) газу *Д*, що має відносну густину за воднем 13. При спалюванні одержаного об'єму газу *Д* утворюється 67,2 л (н.у.) CO₂ та 27 г води. Речовина *A* є сильним відновником, здатна відновлювати карбон(IV) оксид та сульфур(IV) оксид. Розшифруйте сполуки *A–Д*, запишіть рівняння всіх згаданих реакцій, запропонуйте способи одержання сполуки *A*.

Авторський варіант розв'язку



$$M(Д) = 13 \cdot 2 = 26 \text{ (г/моль)} \quad \nu(Д) = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ (моль)}$$

Виходячи з продуктів згорання (CO₂ та H₂O) газ *Д* – вуглеводень

$$\nu(CO_2) = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ (моль)}$$

$$\nu(H_2O) = \frac{27}{18} = 1,5 \text{ (моль)}$$

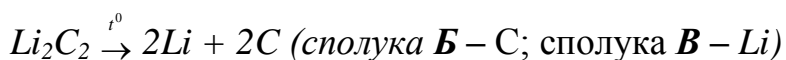
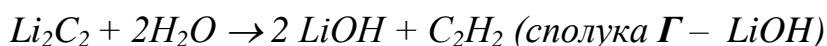
$\nu(C) : \nu(H) = 3 : 3 = 1 : 1$; Найпростіша формула (CH), з урахуванням молярної маси газу *Д* – C₂H₂

Якщо $\nu(A) = \nu(C_2H_2)$ в рівнянні (2)

$$M(A) = \frac{57}{1,5} = 38 \text{ (г/моль)}$$

Сполука *A* бінарна, і містить Карбон, тож другим елементом є Li.

Сполука *A* – літій карбід Li₂C₂



Температура плавлення літію 180,5 °С, тож при 600 °С це – рідина.

2

Зразок цинку розчиняється в розчині хлоридної кислоти при температурі 20 °С за 27 хвилин, а при 40 °С такий самий зразок розчиняється за 3 хвилини. За який час цей зразок розчиниться при температурі 30 °С? Яка повинна бути температура, щоб зразок цинку розчинився за 1 хвилину?

Авторський варіант розв'язку

1) Знайдемо температурний коефіцієнт реакції за математичним виразом правила Вант-Гоффа:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$$\frac{27}{3} = \gamma^{\frac{40-20}{10}}; 9 = \gamma^2; \gamma = 3$$

$$2) \frac{27}{\tau_3} = 3^{\frac{30-20}{10}} \quad \frac{27}{\tau_3} = 3 \quad \tau_3 = 9 \text{ (хв)}$$

$$3) \frac{27}{1} = 3^{\frac{x-20}{10}}$$

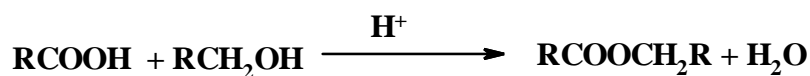
$$3 = \frac{x-20}{10}; \quad x - 20 = 30; \quad x = 50 \text{ (градусів Цельсія)}$$

3

Сполуку **A**, ПМР-спектр якої містить три сигнали протонів, піддали реакції дегідратації. Речовину **B**, що утворилася внаслідок цієї реакції задіяли в реакцію з НВг в присутності дигідроген пероксиду, в результаті чого одержали речовину **B**, яку шляхом гідролізу перетворили на сполуку **Г**. Речовина **Д**, яку можна синтезувати окисненням **Г**, реагує з вихідною сполукою **A** з утворенням естеру **E**. Відносна густина пари цього естеру за воднем дорівнює 58. Напишіть рівняння всіх перетворень, про які йде мова у задачі. Вкажіть умови за яких ці перетворення відбуваються, зобразіть структурні формули сполук та дайте назви речовинам **A–E**.

Авторський варіант розв'язку

Оскільки речовина **E** – естер, то вихідні речовини **A** та **Г** відповідно спирт та карбонова кислота.

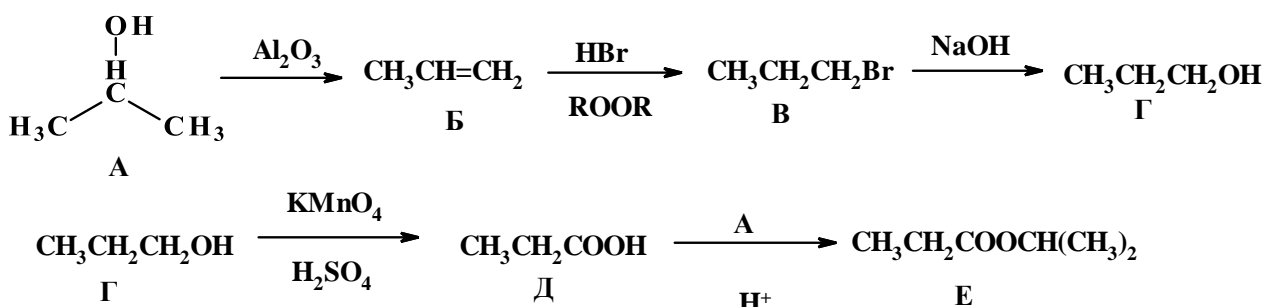


$$Mr(\text{RCOOCCH}_2\text{R}) = 58 \cdot 2 = 116 \text{ (г/моль)}$$

$$2R + 12 + 32 + 12 + 2 = 116$$

$$2R = 58; \quad R = 29 = -\text{C}_2\text{H}_5$$

Оскільки в спектрі ПМР присутні лише 3 сигнали, то сполука А-пропан-2-ол.

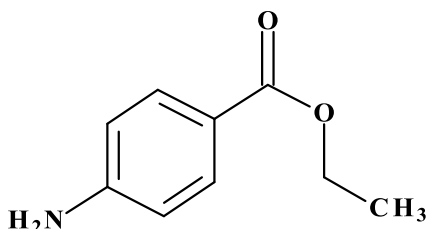


А – пропан-2-ол; Б – пропен; В – 1-бромпропан;
 Г – пропан-1-ол; Д – пропанова кислота; Е – ізопропілпропаноат.

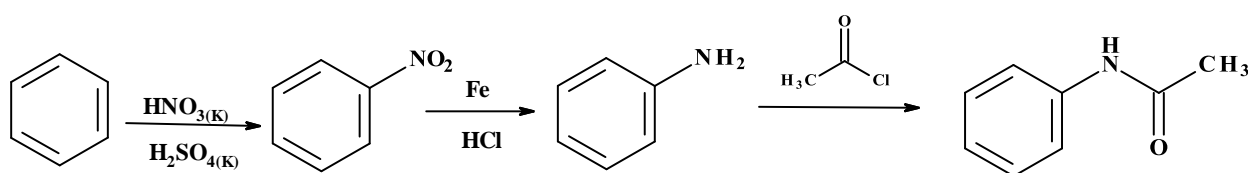
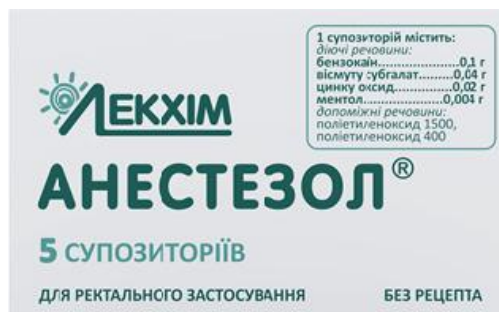
4

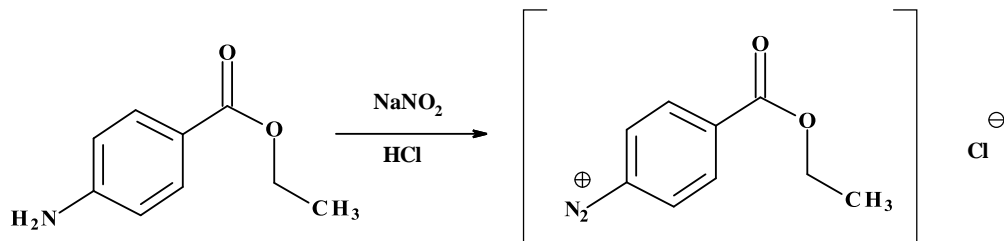
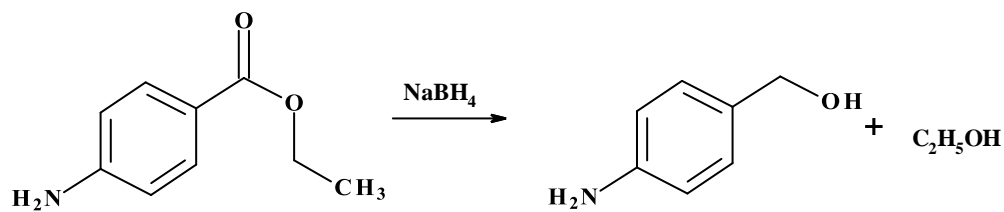
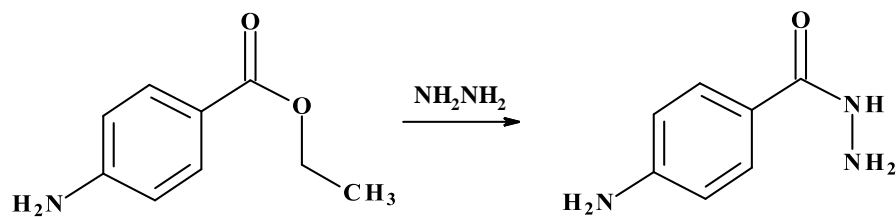
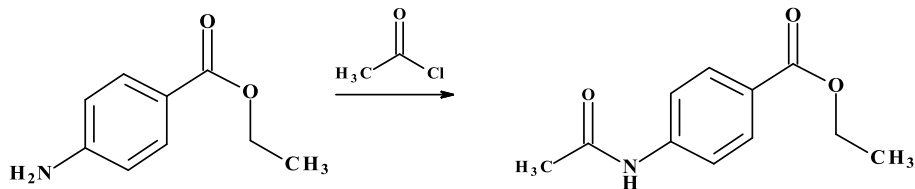
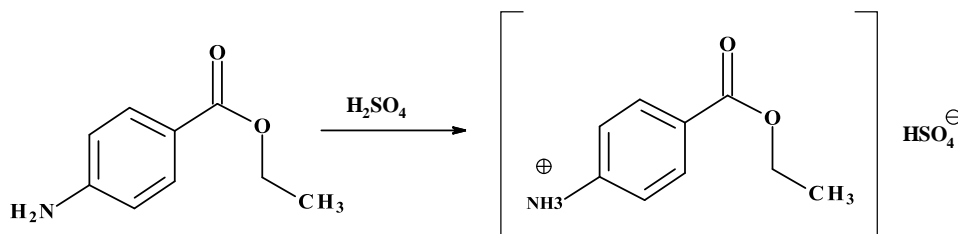
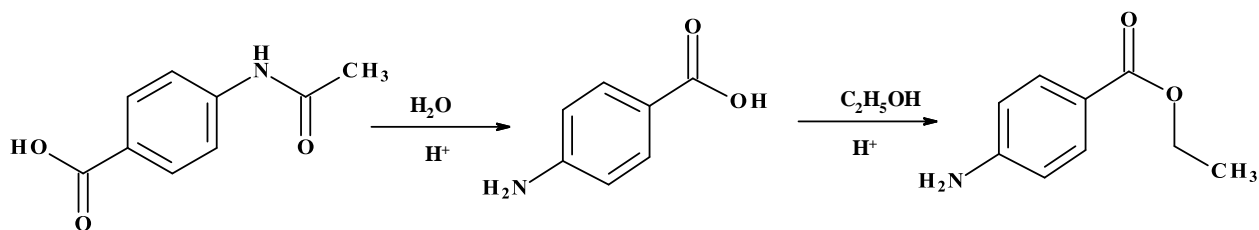
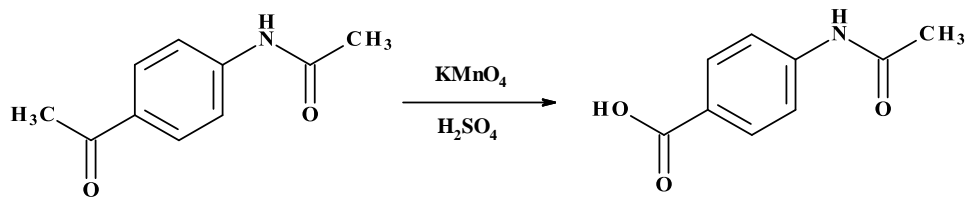
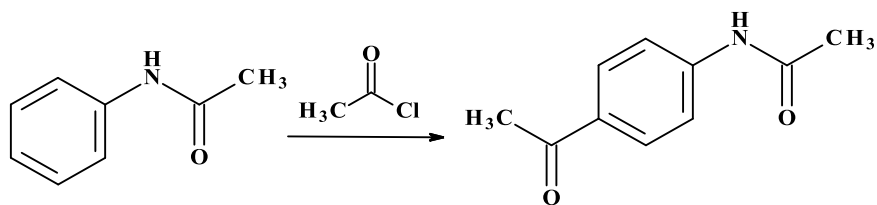
Препарат «бензокаїн» застосовується як місцевий анестетик і є етиловим естером 4-амінобензойної кислоти. Маючи із органічних реактивів лише бензен та оцтову кислоту, запропонуйте метод синтезу даного препарату. Напишіть реакції «бензокаїну» із: а) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$ на холоді; б) CH_3COCl ; в) NH_2NH_2 ; г) NaBH_4 ; д) розчинном NaNO_2 в надлишку HCl . Назвіть отримані сполуки.

Авторський варіант розв'язку



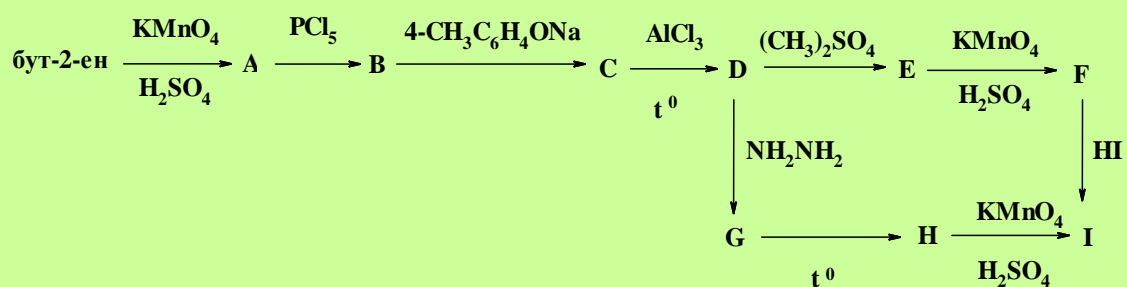
Бензокаїн



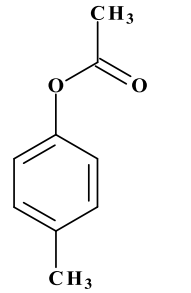
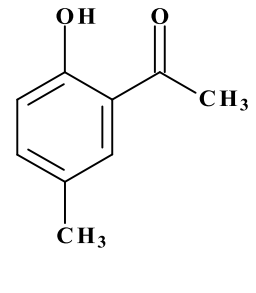
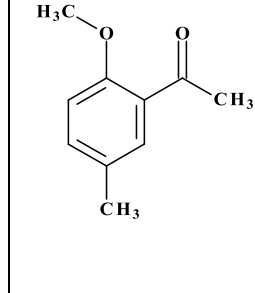
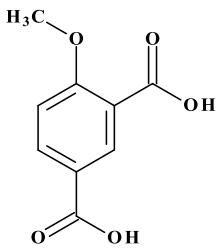
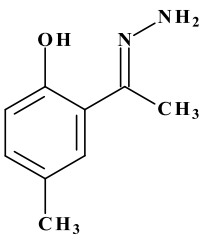
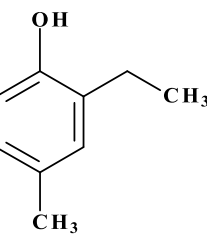
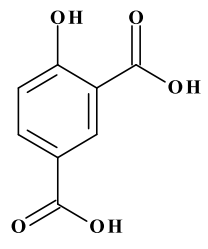


5

За наведеною схемою перетворень визначте речовини А – І, складіть відповідні рівняння реакцій.



Авторський варіант розв'язку

CH_3COOH	CH_3COCl			
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
				
<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	

6

Невідома органічна речовина вступила в реакцію з гарячим сульфатно-кислим розчином калій перманганату об'ємом 1 л з концентрацією KMnO_4 0,1 моль/л. В результаті реакції органічна речовина перетворилася на карбон діоксид об'ємом 2,688 л (н.у.) та воду. На реакцію з залишком калій перманганату витратили 100 мл розчину натрій сульфіту з концентрацією 0,1 моль/л. Визначте невідому органічну сполуку, якщо відомо, що її молярна маса не перевищує 50 г/моль. Запишіть рівняння всіх згаданих реакцій, розставте коефіцієнти.

Авторський варіант розв'язку

$$v_1(\text{KMnO}_4) = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$v_1(\text{CO}_2) = 2,688/22,4 = 0,12 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ (моль)}$$

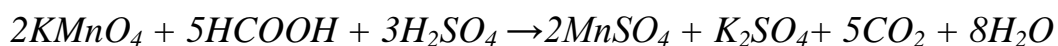
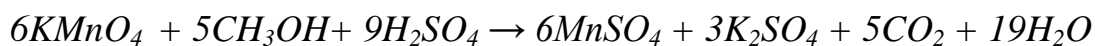


$$v_2(\text{KMnO}_4) = \frac{0,01 \cdot 2}{5} = 0,004 \text{ (моль)}$$

$$v_3(\text{KMnO}_4) = 0,1 - 0,004 = 0,096 \text{ (моль)}$$

$$v_3(\text{KMnO}_4) : v(\text{CO}_2) = 0,096 : 0,12 = 4 : 5$$

Оскільки невідома речовина може окиснюватись тільки до CO_2 і її молярна маса не перевищує 50 г/моль, то це можливо метанол, метаналь або форміатна кислота.



Згідно наведених рівнянь реакції невідомою речовиною є метаналь.

1

Толуен (метилбензен) обробили водним розчином калій перманганату. Одним із продуктів перетворення була бінарна неорганічна сполука, на відновлення якої у присутності сульфатної кислоти витрачено 30,4 г ферум(II) сульфату. Знайдіть масу органічного продукту, утвореного при окисненні толуену. Запропонуйте два інші способи його одержання.

Авторський варіант розв'язку

У нейтральному середовищі толуен окиснюється до бензоату калія, а бінарною сполукою є манган(IV) оксид (1).



Відновлення манган(IV) оксиду ферум(II) сульфатом проходить за рівнянням (2):



За рівнянням реакції (1): $\nu(C_6H_5COOK) = \frac{1}{2} \nu(MnO_2)$

Кількість MnO_2 знаходимо за рівнянням 2: $\nu(MnO_2) = \frac{1}{2} \nu(FeSO_4)$

$\nu(FeSO_4) = m(FeSO_4) / M(FeSO_4) = 30,4 / 152 = 0,2$ (моль)

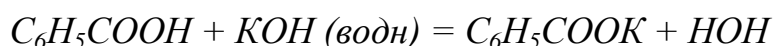
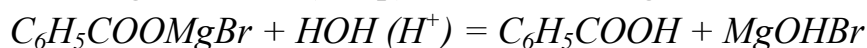
Отже, $\nu(MnO_2) = \frac{1}{2} \nu(FeSO_4) = 0,2 / 2 = 0,1$ (моль)

Звідси: $\nu(C_6H_5COOK) = \frac{1}{2} \nu(MnO_2) = 0,1 / 2 = 0,05$ (моль)

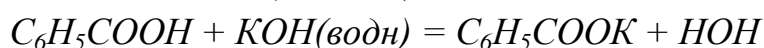
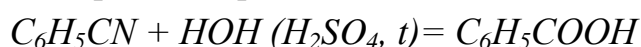
$m(C_6H_5COOK) = \nu(C_6H_5COOK) \cdot M(C_6H_5COOK) = 0,05 \cdot 160 = 8$ (г)

Способи одержання калія бензоата:

1. Синтез Грин'яра:



2. Гідроліз нітрилів:



2

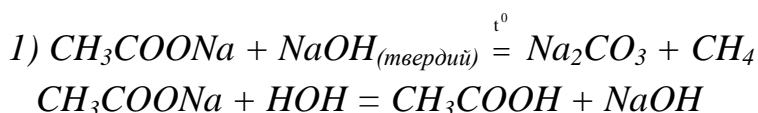
Сіль, яку використовують для лабораторного одержання метану масою 8,2 г розчинили в 1 л води. Напишіть рівняння реакцій:

- лабораторного добування метану, вкажіть умови її перебігу;
- вихідної солі з водою при розчиненні.

Обчисліть:

- молярну концентрацію солі в утвореному розчині;
- рН розчину, який утвориться при додаванні до утвореного розчину 3 г оцтової кислоти ($K_{\text{дис}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$), зміною об'єму розчину знехтувати;
- потенціал водневого електроду (18 °С), зануреного в утворений розчин.

Авторський варіант розв'язку



$$2) \nu(\text{CH}_3\text{COONa}) = \frac{8,2}{82} = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$C_M = \frac{\nu}{V} = \frac{0,1}{1} = 0,1 \text{ (моль/л)}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{3}{60} = 0,05 \text{ (моль)}$$

$$C(\text{H}^+) = K_{\text{д}} \cdot \frac{\nu_{\text{к}}}{\nu_{\text{с}}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{0,05}{0,1} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/л)}$$

$$\text{pH} = -\lg 9 \cdot 10^{-5} = 5,05$$

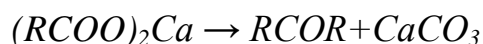
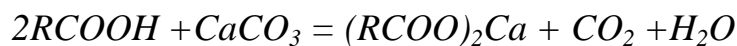
$$3) \varphi(\text{H}^+ / 1/2\text{H}_2) = -0,059\text{pH} = -0,298 \text{ (В)}$$

3

Органічну речовину **A** розчинили в суміші рідкого амоніаку та етанолу. До утвореного розчину додали металічний натрій. Одержану в результаті цієї реакції речовину **B** обробили надлишком розчину калій перманганату в кислому середовищі, що привело до утворення сполуки **C**, яка при нагріванні піддається розкладу з утворенням речовини **D** та газу **E**. Піроліз кальцієвої солі речовини **D** призводить до утворення сполуки **F**, молярна маса якої на 3,33% менша за молярну масу речовини **D**. Відомо, що хлорангідрид речовини **D** вступає в реакцію електрофільного заміщення із сполукою **A**. Визначте сполуки **A-F** та напишіть всі рівняння проведених реакцій. Який продукт утвориться, якщо до метилового естеру речовини **D** додати металічний натрій в атмосфері аргону.

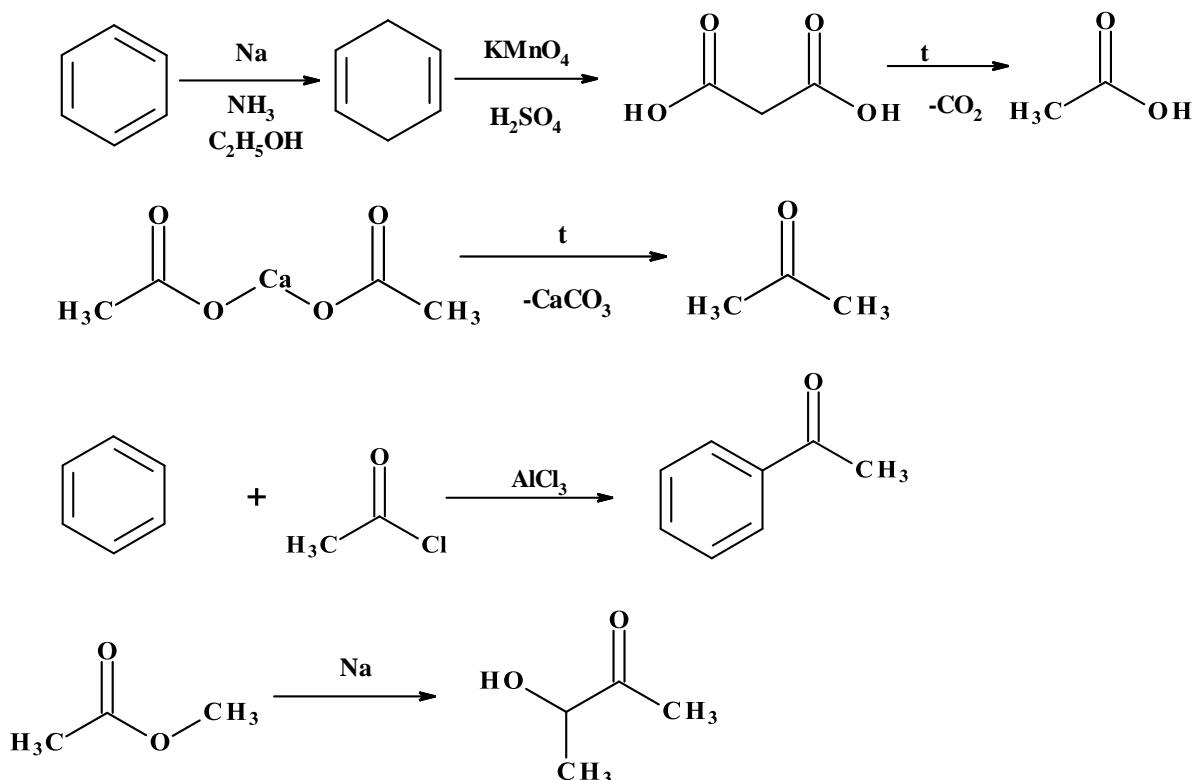
Авторський варіант розв'язку

Речовина **D** є кислотою а **F** – симетричним кетоном:



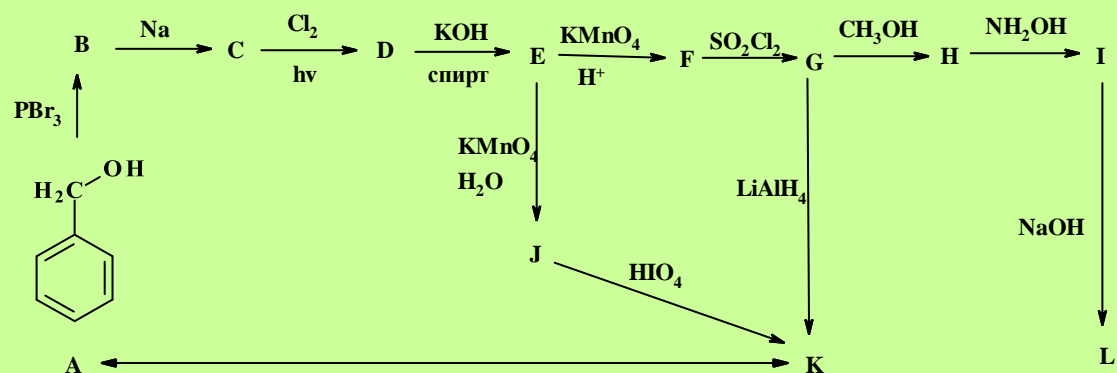
$$Mr(RCOR) / Mr(RCOOH) = \frac{2R + 12 + 16}{R + 12 + 32 + 1} = 0,9667; \quad R = 15 (CH_3-).$$

Сполука **A** є ароматичною, оскільки вступає в реакцію з хлорангідридом етанової кислоти.

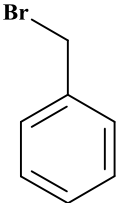
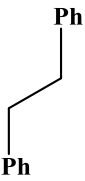
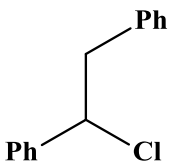
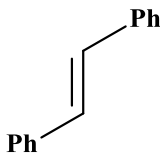
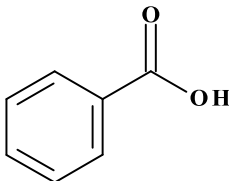
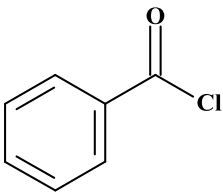
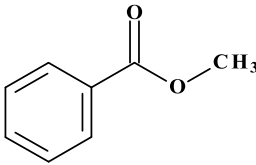
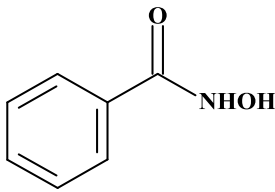
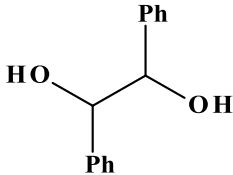
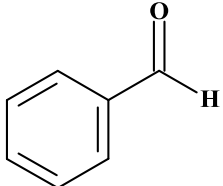
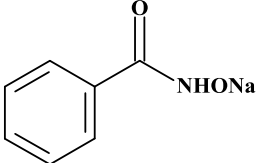


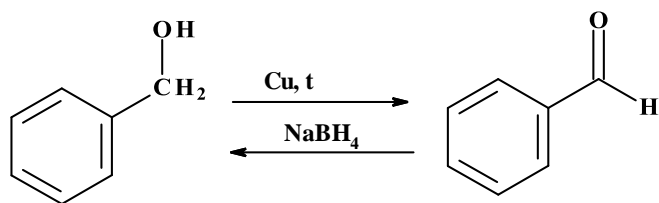
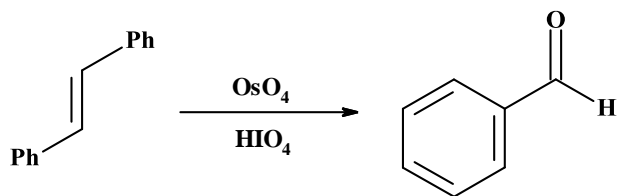
4

Здійсніть наступні перетворення та назвіть всі сполуки **A-L**. Яким ще чином можна сполуку **E** перетворити у сполуку **K**? Яка речовина утвориться при взаємодії сполук **A** та **G**?



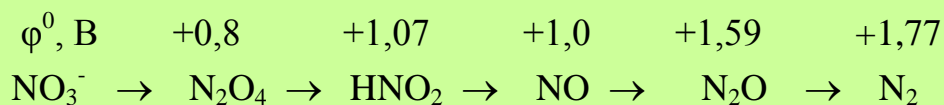
Авторський варіант розв'язку

			
<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
			
<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
			
<i>J</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	



5

Використовуючи діаграму Латимера при рН = 0, визначте імовірність диспропорціювання N_2O_4 , HNO_2 , NO , N_2O . Назвіть найбільш імовірний процес.

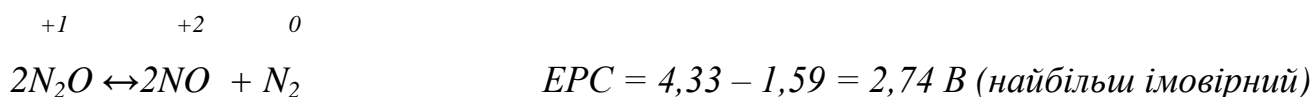
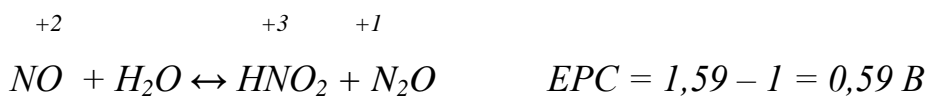
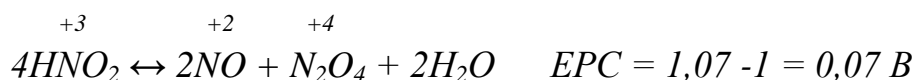
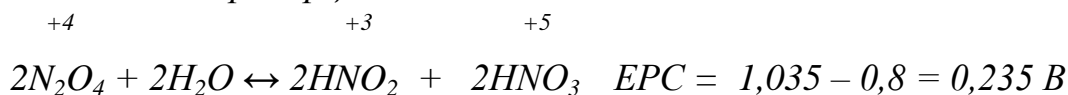


Обчисліть потенціали прямого перетворення N_2O_4 на NO , N_2O та N_2 . Який з них найбільш імовірний. Відповідь обґрунтуйте розрахунками енергії Гіббса процесів.

Авторський варіант розв'язку

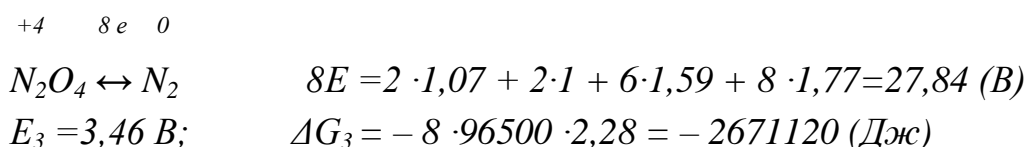
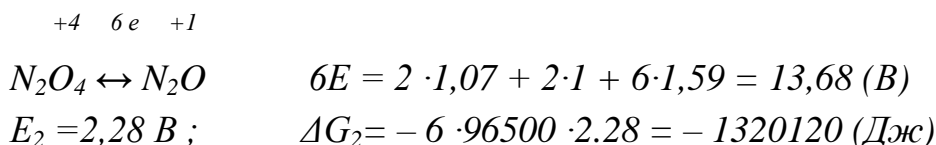
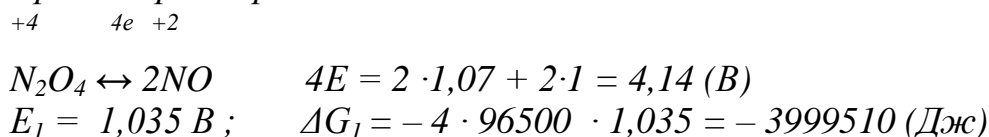
ЕРС кожного процесу обчислюється: $E_{ок} - E_{відновн}$

Рівняння диспропорціювання:



Енергія Гіббса знаходиться за формулою $\Delta G_i = -n_i F \cdot E_i$ (i – стадія процесу)

Пряме перетворення:



Найбільш імовірне перетворення – те, що характеризується найбільш негативним значенням енергії Гіббса.

6

Суміш двох циклічних вуглеводнів, вміст Карбону в яких 85,71 % і 87,80 % за масою відповідно, густина пари за повітрям першої – 2,897, другої – 2,828 може знебарвити 320 г 10 %-ного розчину бром у CCl_4 . Визначте склад суміші (масові частки) циклічних сполук, якщо відомо, що при повному дегідуванні суміші виділяється водень в такій же кількості, як при взаємодії 18 г алюмінію з надлишком розчину натрій гідроксиду.

Авторський варіант розв'язку

$$Mr(1) = 29 \cdot 2,897 = 84 \text{ (г/моль)}$$

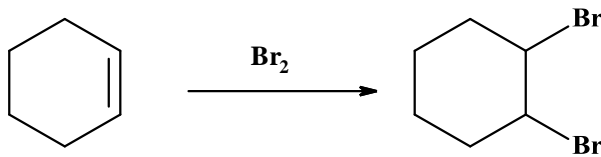
$$n(C) = \frac{84 \cdot 0,8571}{12} = 6; \quad n(H) = 84 - 12 \cdot 6 = 12$$

1 сполука – циклогексан C_6H_{12}

$$Mr(1) = 29 \cdot 2,828 = 82 \text{ (г/моль)}$$

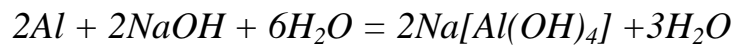
$$n(C) = \frac{84 \cdot 0,8780}{12} = 6; \quad n(H) = 82 - 12 \cdot 6 = 10$$

2 сполука – циклогексен C_6H_{10}



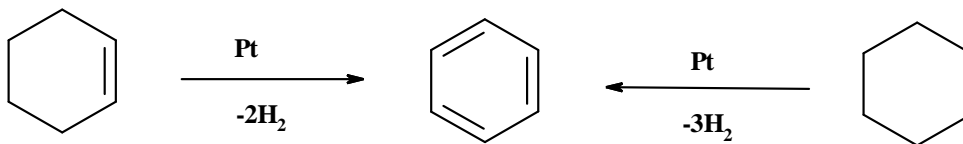
$$V(\text{Br}_2) = v(\text{C}_6\text{H}_{10}) = \frac{320 \cdot 0,1}{160} = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{10}) = 82 \cdot 0,2 = 16,4 \text{ (г)}$$



$$v(\text{Al}) = 18/27 = 0,67 \text{ (моль)}$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{0,67 \cdot 3}{2} = 1 \text{ (моль)}$$



$$v(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{1 - 2 \cdot 0,2}{3} = 0,2 \text{ (моль)}$$

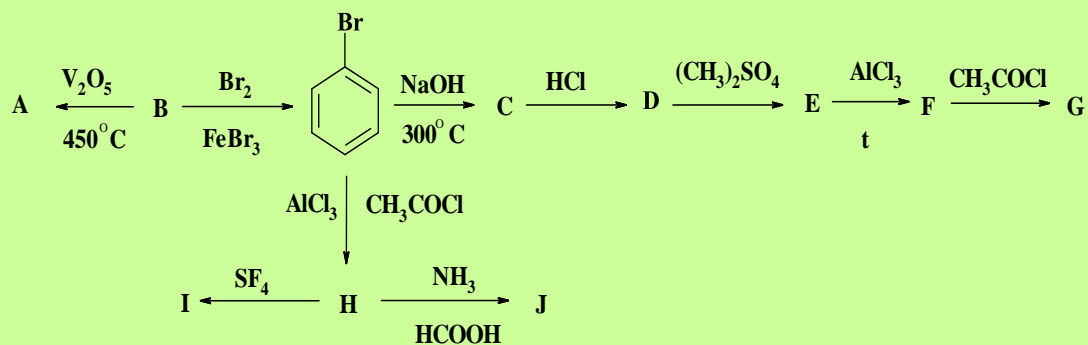
$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 84 \cdot 0,2 = 16,8 \text{ (г)}$$

$$w(\text{C}_6\text{H}_{10}) = \frac{16,4}{16,4 + 16,8} = 0,494$$

$$w(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \frac{16,8}{16,4 + 16,8} = 0,506$$

1

Визначте сполуки *A – J* та напишіть всі рівняння реакцій.



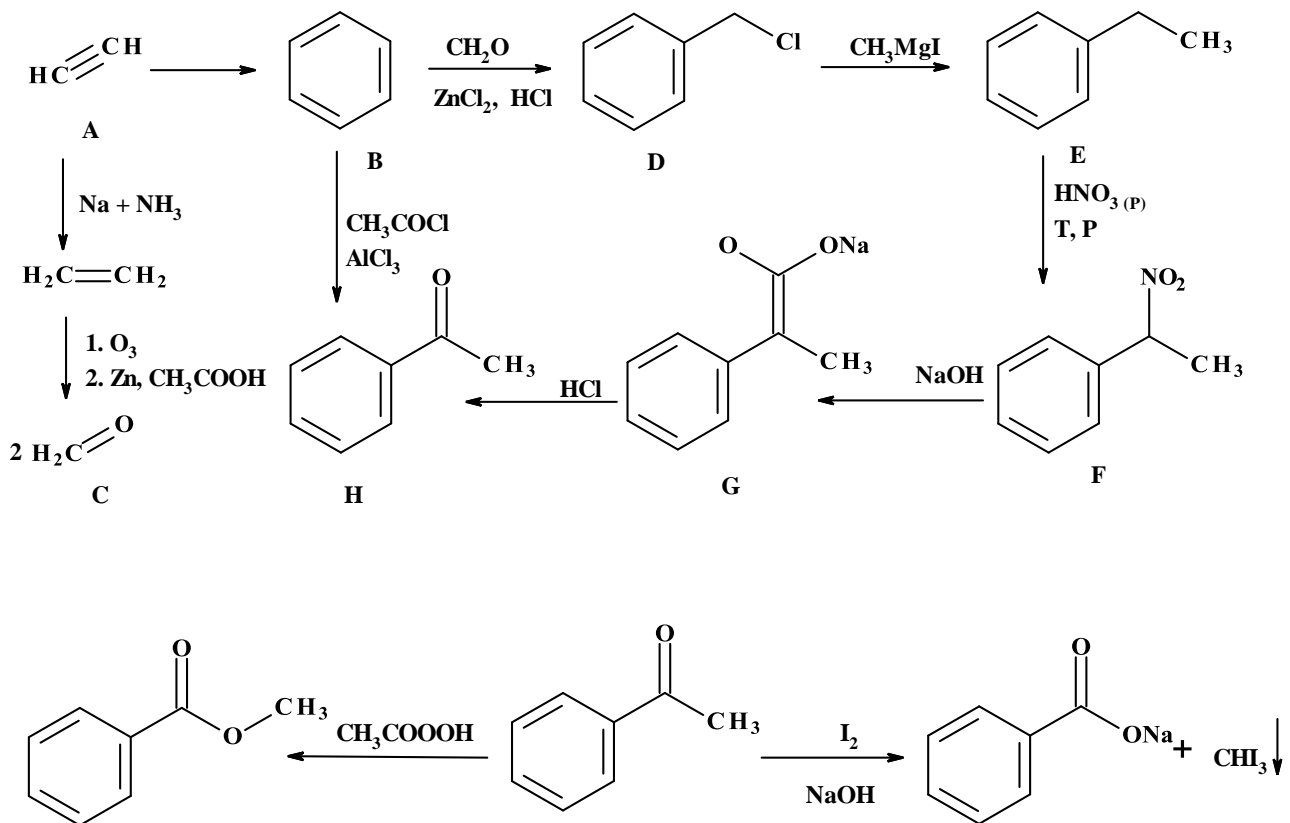
Авторський варіант розв'язку

A	B	C	D	E
F	G	H	I	J

2

Деякий газ **A**, який має в спектрі ПМР лише один сигнал, пропустили через трубку з активованим вугіллям при температурі 400 °С, що привело до утворення ароматичної сполуки **B**, яка також в спектрі ПМР має один сигнал в області 7,29 м.д. Озоноліз моногідрованого похідного сполуки **A** призводить до утворення сполуки **C**, яка в присутності HCl та ZnCl₂ взаємодіє з сполукою **B** з утворенням речовини **D**. Після взаємодії **D** з CH₃MgI отримали сполуку **E**, нітрування якої в умовах реакції Коновалова приводить до утворення нітропохідного **F**. При взаємодії сполуки **F** з еквімолярною кількістю NaOH отримано сіль **G**, яка після взаємодії з холодним розчином HCl перетворилась в сполуку **H**. Визначте сполуки **A** – **H** та напишіть рівняння всіх реакцій. Яким чином можна перетворити сполуку **B** в **H**. Напишіть реакції взаємодії сполуки **H** з I₂ в лужному середовищі та з надоцтовою кислотою.

Авторський варіант розв'язку



3

Для необоротної гомогенної реакції, що відповідає формальній схемі $2X + Y = Z$ одержані дані:

Початкова швидкість утворення Z, моль/л·с	Початкова концентрація X, моль/л	Початкова концентрація Y, моль/л
$1,4 \cdot 10^{-3}$	0,4	0,2
$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,4	0,4

Визначити константу швидкості. Із запропонованих схем виберіть та обґрунтуйте механізм за яким йде реакція, якщо час напівперетворення реагентів дорівнює 15,8 с:

1) $X + Y = M$; $X + M = Z$; 2) $Y = M$; $M + X = N$; $N + X = Z$.

Протягом якого часу необхідно проводити реакцію, щоб концентрація Z стала 0,3 моль/л при початкових концентраціях X; Y; Z відповідно 0,8; 0,6; 0 моль/л?

Авторський варіант розв'язку

1) Згідно закону діючих мас початкова швидкість реакції

$$V_0 = k \cdot [X]^2 \cdot [Y],$$

$$k_1 = \frac{V_0}{[X]^2 \cdot [Y]} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3}}{0,4^2 \cdot 0,2} = 4,38 \cdot 10^{-2}$$

$$k_2 = \frac{V_0}{[X]^2 \cdot [Y]} = \frac{2,8 \cdot 10^{-3}}{0,4^2 \cdot 0,4} = 4,38 \cdot 10^{-2}$$

$$k_{сер} = 4,38 \cdot 10^{-2}$$

2) Нехай реакція I порядку, тоді $\tau_{1/2} = \frac{0,693}{k}$ $\tau_{1/2} = \frac{0,693}{4,38 \cdot 10^{-2}} = 15,8$

Це збігається з даними задачі, тож припущення правильне.

3) I порядку відповідає механізм 2) $Y = M$; $M + X = N$; $N + X = Z$.

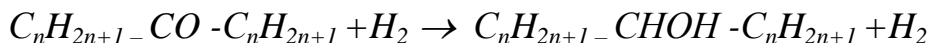
4) Щоб утворилося 0,3 моль сполуки Z, прореагує 0,3 моль N та відповідно 0,3 моль M, та відповідно 0,3 моль Y. Тож залишиться непрореагувавшим $0,6 - 0,3 = 0,3$ (моль) Y. Це відповідає періоду напіврозпаду 15,8 с.

$$\text{Або } \tau = k \cdot \ln \frac{C_0}{C} = 4,38 \cdot 10^{-2} \ln \frac{0,6}{0,3} = 15,8(\text{с})$$

4

В автоклаві об'ємом 1 л при температурі 127 °С за присутності каталізатора (нікол) гідрують 36,8 г насиченого ациклічного монокетону з нерозгалуженим ланцюгом. Процес проводять до встановлення постійного тиску. Зниження тиску становить 700 кПа, об'єм кетону становить 50 мл. Встановіть кетон. Зобразіть формули всіх його ізомерів.

Авторський варіант розв'язку



$$V(H_2) = 1000 - 50 = 950 \text{ (мл)}$$

$$\nu(H_2) = \frac{700000 \cdot 950 \cdot 10^{-6}}{8,314 \cdot (127 + 273)} = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$M(\text{кетона}) = \frac{36,8}{0,2} = 184 \text{ (г/моль)}$$

$$n = 5;$$

Один із варіантів хімічної формули кетону: $C_5H_{11}-CO-C_5H_{11}$.

Ймовірні ізомери: $CH_3-CO-C_9H_{19}$

$C_2H_5-CO-C_8H_{17}$

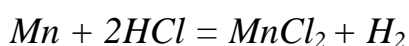
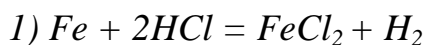
$C_3H_7-CO-C_7H_{15}$

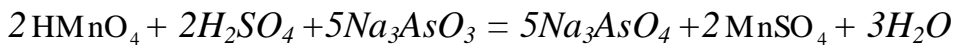
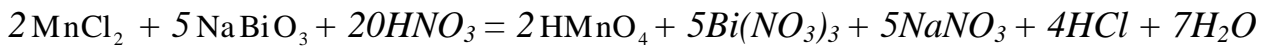
$C_4H_9-CO-C_6H_{13}$

5

Для визначення вмісту мангану в сталі її зразок масою 0,384 г спочатку розчинили у розчині хлоридної кислоти, а потім до утвореного розчину додали розчин натрій бісмутату $NaBiO_3$ у розбавленій нітратній кислоті. На титрування утвореного розчину перманганатної кислоти у сульфатнокислому середовищі витрачено 12,8 мл розчину натрій арсеніту Na_3AsO_3 . Напишіть всі згадані хімічні реакції, розрахуйте масову частку Мангану у досліджуваному зразку сталі. При стандартизації розчину натрій арсеніту було встановлено, що 15,6 мл його розчину еквівалентні розчину $HMnO_4$, отриманого з наважки 0,354 г сталі «нормал» з масовою часткою мангану 1,15%.

Авторський варіант розв'язку





$$2) m(\text{Mn})_{\text{сталь «нормал»}} = 0,354 \cdot 0,0115 = 0,00407 \text{ (г)}$$

$$T = \frac{m(\text{Mn})}{V} = \frac{4,07 \cdot 10^{-3}}{15,6} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ (г/мл)}$$

$$m(\text{Mn})_{\text{в досл. зразку}} = 2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 12,8 = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ (г)}$$

$$w(\text{Mn}) = \frac{3,33 \cdot 10^{-3}}{0,384} = 0,0087 \text{ або } 8,7\%$$

6

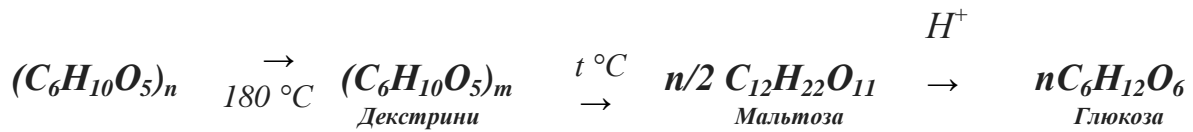
Сполука **A** є природним полімером. Під впливом ферменту альфа-амілази сполука **A** перетворюється в групу сполук **B**, відмінність яких у молярній масі і визначається йодкрахмальною реакцією по забарвленню. Одним з продуктів гідролітичної деструкції сполуки **A** є сполука **B**, яку називають мальтозний цукор, а кінцевим продуктом гідролізу є сполука **G**, для якої характерна реакція срібного дзеркала. У організмі людини в анаеробних умовах сполука **G** перетворюється у сполуку **E**, яка відноситься до гідроксильованих карбонових кислот. Назвіть сполуки **A – E**, запропонуйте їх формули, напишіть схеми відповідних перетворень. Обчисліть енергетичний ефект (моль АТФ) анаеробного перетворення 100 мг **B** в **E**.

Авторський варіант розв'язку

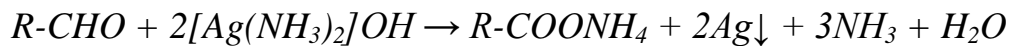
Сполука **A** – **крохмаль**. Це – запасний гомополісахарид рослин, який є гетерогенною молекулою та складається з двох молекул – амілози та амілопектину. Мономерною основою крохмалю є залишки α -D-глюкопіранози, сполучені між собою 1-4 та 1-6 глікозидними зв'язками. Під впливом ферменту α -амілази крохмаль піддається гідролізу. На першому етапі гідролізу утворюються декстрини – група сполук **B** – (як правило амілодекстрини) – низькомолекулярні глюкани, які включають декілька десятків молекул глюкози та в залежності від своєї молекулярної маси у йодкрахмальній реакції утворюють забарвлені продукти:

- амілодекстрини – продукти початкових стадій гідролізу **D** (ступінь полімеризації $n > 47$) – з йодом стають синьо-блакитними;
- далі забарвлення змінюється: при $n = 39-46$ – синьо-фіолетове, при $n = 30-38$ – червоно-фіолетове, при $n = 25-29$ – червоне, при $n = 21-24$ – коричневе.
- при $n \leq 20$ забарвлений комплекс не утворюється.

Подальше розкладання декстринів приводить до появи дисахаридів, головним чином мальтози (сполука **B**, мальтозний цукор), а потім глюкози (сполука **Г**):

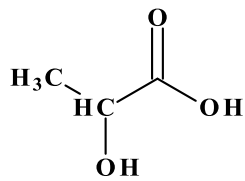


Глюкоза як відновний моносахарид ідентифікується, наприклад, реакцією «срібного дзеркала» (якісна реакція на альдегіди), яка в загальному вигляді може бути записана:

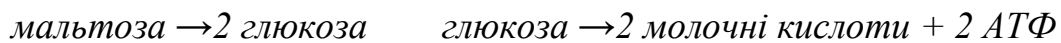


В організмі людини в анаеробних умовах (наприклад біг на 100-200м) глюкоза вступає в цикл біохімічних реакцій – дихотомічний шлях розпаду або гліколіз – внаслідок якого з однієї молекули глюкози утворюється 2 молекули молочної кислоти (лактат, сполука **E**), що супроводжується утворенням 2-х молекул АТФ.

Молочна кислота відноситься до гідроксильованих карбонових кислот:



Мальтоза гідролізується на 2 молекули глюкози:



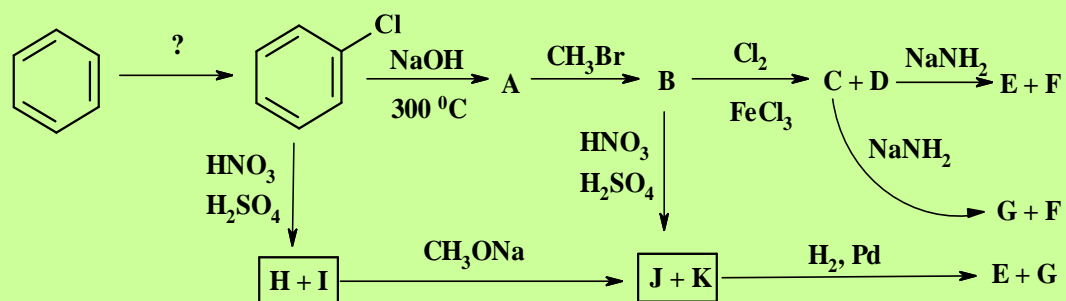
Отже $\nu(\text{АТФ}) = 4\nu(\text{мальтози})$

$\nu(\text{мальтози}) = m(\text{мальтози})/M(\text{мальтози}) = 0,1/342 = 0,000292$ (моль)

$\nu(\text{АТФ}) = 4 \cdot 0,000292 = 0,00117$ (моль) АТФ

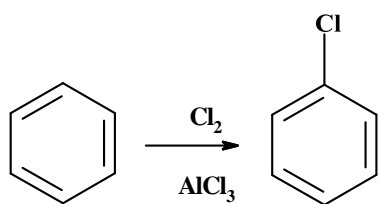
1

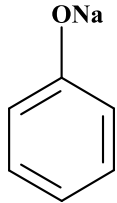
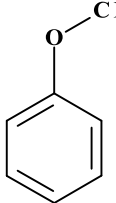
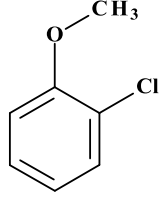
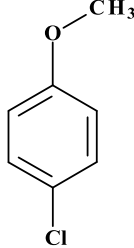
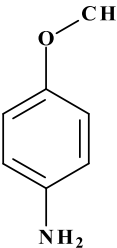
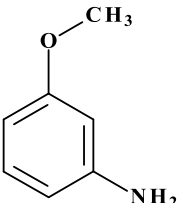
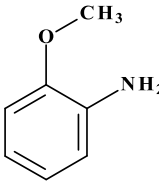
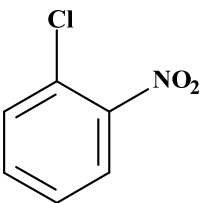
Здійснити наступні перетворення та назвіть сполуки А – К:

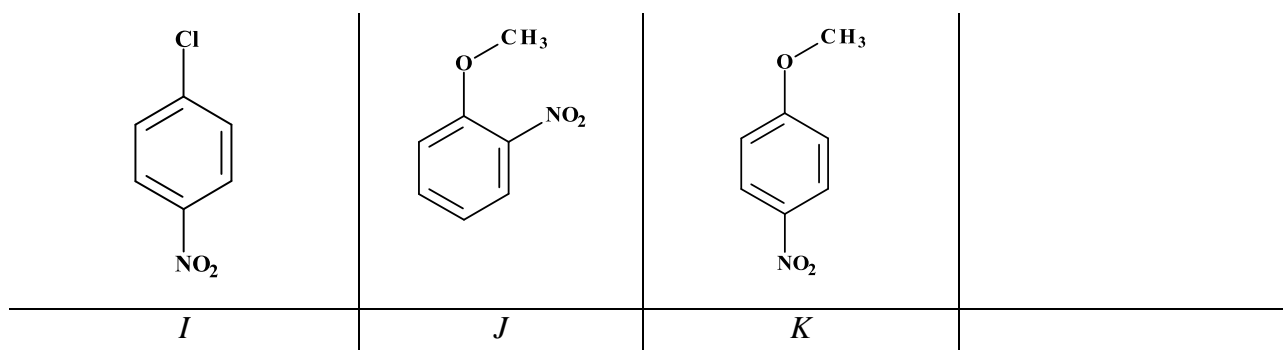


Враховати, що у перетворенні $\boxed{\text{H + I}} \rightarrow$ та $\boxed{\text{J + K}} \rightarrow$ в реакцію вступає суміш речовин

Авторський варіант розв'язку



			
A	B	C	D
			
E	F	G	H



2

При контакті з оксидом елемента *A* газуватий амоніак самозаймається, а в реакції цього оксиду з розчином калій броміду виділяється бром. При взаємодії з водою цей оксид утворює дві кислоти, *B* і *C*. Розведення розчину супроводжується перетворенням аніонів кислоти *B* в аніони кислоти *C*. На титрування розчину, одержаного розчиненням 80,0 мг оксиду елемента *A* в воді, витрачено 24,0 мл розчину 0,1 моль/л FeSO₄, при цьому ступінь окиснення елемента *A* зменшилась у два рази.

- 1) Визначте елемент *A*, наведіть формулу його оксиду.
- 2) Запишіть рівняння згаданих хімічних реакцій.
- 3) Поясніть перетворення аніонів кислоти в аніони кислоти *C*.

Авторський варіант розв'язку

1) $n(\text{FeSO}_4) = 0,1 \cdot 0,024 = 0,0024$ (моль)

в ОВР, так як ступінь окиснення Феруму змінюється на один

$n_{\text{екв}}(\text{FeSO}_4) = 0,0024$ (мольекв)

2) З урахуванням зміни ступеня окиснення елемента в 2 рази:

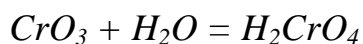
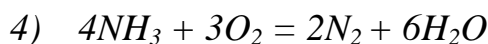
$$m_{\text{екв}}(\text{A}_x\text{O}_y) = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,0024} = 16,66$$

$$m_{\text{екв}}(\text{A}) = 16,66 - 8 = 8,66$$

3) Методом підбору встановлюємо $Ar(\text{A}) = 52$; оксид CrO₃



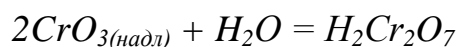
Сполука є сильним окисником, деякі речовини, зокрема амоніак, за її присутності самозаймаються.



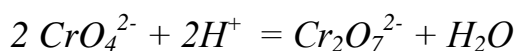
В водному розчині також відбувається утворення дихромової кислоти $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та інших поліхромових кислот



Для одержання переважно дихромової кислоти необхідно створювати надлишок хром(VI) оксиду



5) Перетворення хроматів в дихромати відбувається у кислому середовищі:



3

Для встановлення будови ізомерів деякого алкену, густина якого за азотом становить 2,5, провели озоноліз суміші ізомерів з наступним гідролізом озонідів за присутності цинкового пилю. В результаті проведених реакцій із 4,34 г суміші ізомерів алкену отримали 1,74 г пропаналю, 1,86 г ацетону та етаналь. Встановіть формули ізомерів алкену та їх масові частки у вихідній суміші. Напишіть всі рівняння реакцій, що згадані.

Авторський варіант розв'язку

$$Mr(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 28 \cdot 2,5 = 70 \text{ (г/моль)}$$

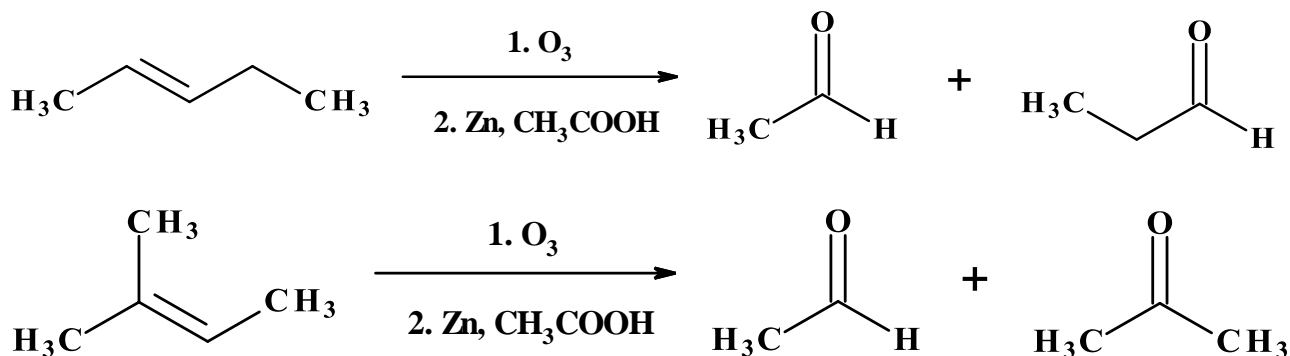
$$\nu(\text{пропаналю}) = \frac{1,74}{58} = 0,03 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{ацетону}) = \frac{1,86}{58} = 0,032 \text{ (моль)}$$

Отже алкеном був пент-2-ен (0,03 моль) та 2-метилбут-2-ен (0,032 моль).

$$w(\text{пент-2-ену}) = \frac{70 \cdot 0,03}{4,34} = 0,484 \text{ або } 48,4 \%$$

$$w(\text{2-метилбут-2-ену}) = \frac{70 \cdot 0,032}{4,34} = 0,515 \text{ або } 51,6\%$$



4

Який об'єм розчину натрій гідроксиду з молярною концентрацією 0,01 моль/л необхідно додати до 200 мл розчину сульфатної кислоти, щоб змінити водневий показник (рН) з 1 до 4.

Авторський варіант розв'язку

$$\begin{array}{l}
 1) \text{pH} = 1; C(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 0,1 \text{ (моль/л)} \\
 \text{pH} = 4; C(\text{H}^+) = 0,0001 \text{ (моль/л)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 2) \text{Для збільшення рН треба нейтралізувати частину } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ з утворенням} \\
 \text{середньої солі: } \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \\
 \text{H}^+ + \text{OH} = \text{H}_2\text{O}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 3) C(\text{H}^+)_{\text{нр}} = 0,1 - 0,0001 = 0,0999 \text{ (моль/л)} \\
 \nu(\text{H}^+) = 0,0999 \cdot 2 = 0,01998 \text{ (моль)} \\
 \nu(\text{NaOH}) = 0,01998 \text{ (моль)}
 \end{array}$$

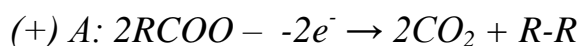
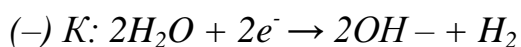
$$4) V = \frac{\nu}{C} = \frac{0,01998}{0,01} = 1,998 \text{ (л)}$$

5

Продуктами електролізу водного розчину натрієвої солі деякої карбонової кислоти є три гази, один з яких утворюється на катоді. Об'єми газів, що утворились на аноді та катоді однакові, а при проходженні їх крізь розчин лугу, змінився тільки об'єм газу, що утворився на аноді. Якщо змішати всі гази, утвориться суміш з густиною за повітрям 1,037, а масова частка Карбону в суміші становить 80 %. Визначте, яка карбонова кислота утворила натрієву сіль. Напишіть процеси, які відбулися на катоді та аноді при електролізі.

Авторський варіант розв'язку

Електроліз розчинів солей карбонових кислот (метод Кольбе):



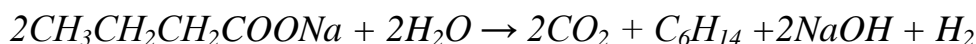
Отже суміш газів складається з алкану, CO₂ та H₂.

Оскільки об'єми газів, що утворились на аноді та катоді однакові, то на 1 моль суміші газів $\nu(H_2)$ в суміші складає 0,50 моль, $\nu(CO_2) = 0,3333$ моль а $\nu(\text{алкану}) = 0,1667$ моль.

$$2 \cdot 0,5 + 44 \cdot 0,3333 + 0,1667 x = 29 \cdot 1,037$$

$$1 + 14,67 + 0,1667 x = 30$$

$$x = 86 \text{ (гексан)}$$



6

Органічна речовина **A** (146 г/моль) відноситься до естерів, є нейромедіатором ЦНС, знижує кров'яний тиск та розглядається як гормон кишкової перистальтики. При дії на 1 г сполуки **A** ферменту класу гідролаз утворюється еквімолярна суміш, що містить 0,411 г сполуки **B** та 0,712 г сполуки **C**. Сполука **B** є карбоною кислотою, яка якісно визначається завдяки реакції з солями Fe³⁺ або реакцією естерифікації. Речовина **C** відноситься до четвертинних амонієвих сполук, є сильною основою (pK_b = 5,6) і при нагріванні утворює амін з характерним рибним запахом. Визначте сполуки **A**, **B** та **C**. Запропонуйте реакцію хімічного синтезу та шляхи біохімічного одержання речовини **C** та опишіть біохімічну роль сполук **B** та **C**.

Авторський варіант розв'язку

*Сполука **A** – ацетилхолін. Впливає на вуглеводний обмін, регулює рівень інсуліну в організмі. Нейромедіатор як у периферичній, так і у центральній нервовій системі багатьох живих організмів, включно людину. Перший відкритий фізіологами нейротрансмітер.*

Сполука **B** – оцтова кислота (харчовий консервант, інтермедіат метаболізму – складова ацетил-КоА).

Сполука **C** – холін є гепатопротектором і ліпотропним засобом. У комплексі з лецитином сприяє транспорту і обміну жирів в печінці.

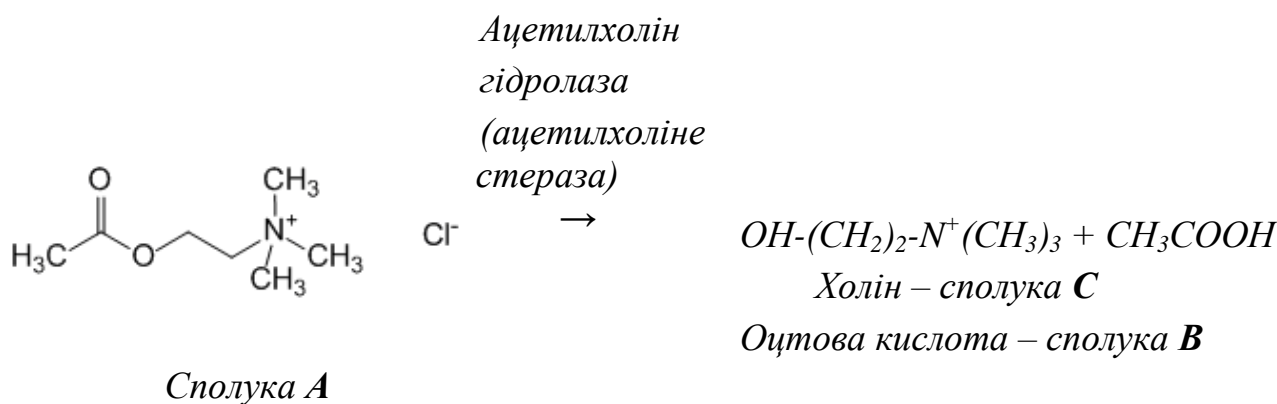
$$v(AX) = m/M = 1/146 = 0,00685 \text{ (моль)}$$

$$v(AX) = v(\text{CH}_3\text{COOH}) = v(X) = 0,00685 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = v \cdot M = 0,00685 \cdot 60 = 0,411 \text{ (г)}$$

$$m(X) = v \cdot M = 0,00685 \cdot 104 = 0,712 \text{ (г)}$$

Схема гідролізу ацетилхоліну

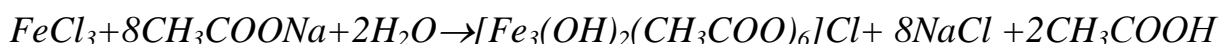


Реакція ідентифікації оцтової (етанової) кислоти:

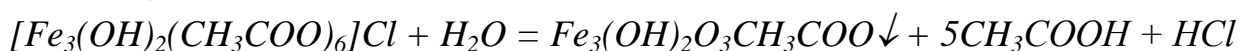
1. Характерною якісною реакцією на ацетат-іони є їх взаємодія з етиловим спиртом в присутності каталітичної кількості концентрованої сульфатної кислоти з утворенням етилацетату (етилетаноату), що має характерний різкий запах – реакція естерифікації:



2. При додаванні до розчину, що містить ацетат-іони солей Феруму(III) розчин забарвлюється у темно-червоний колір, обумовлений утворенням солей ферум(III) гідроксиоцетату



При нагріванні ферум(III) оцетату випадає бурий осад ферум(III) оцетату:

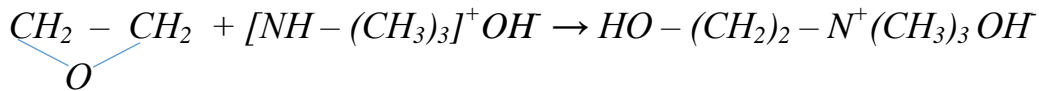


Реакція ідентифікації холіну:

При нагріванні водного розчину холіну утворюється триметиламін з характерним рибним запахом.

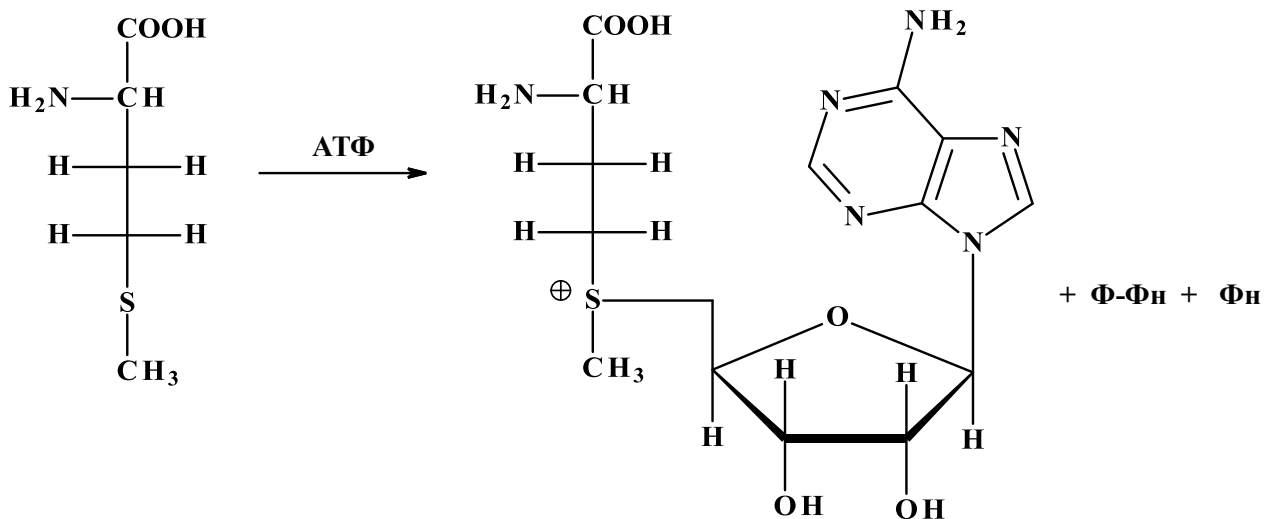
Схема синтезу холіну:

1. Хімічний синтез з окиси етилену та триметиламіну:

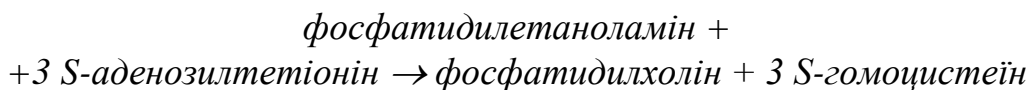


2. Біохімічний синтез

Біохімічно активною формою метіоніну, тобто безпосереднім донором – CH_3 -групи в реакціях трансметилування, є *S*-аденозилметіонін, який синтезується в організмі людини з метіоніну при дії ферменту метіонінаденозилтрансферази:



Ендогенний біосинтез холіну відбувається переважно в печінці через фосфатидилетаноламін-*N*-метилтрансферазну реакцію. При цьому відбувається утворення фосфатидилхоліну внаслідок метилування етаноламіну, що входить до складу фосфатидилетаноламіну.



1

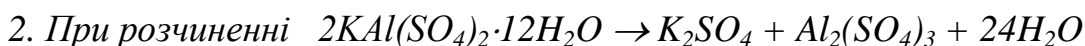
В 500 г 6%-го розчину калій сульфату розчинили певну масу кристалогідрату $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, при цьому масова частка K_2SO_4 збільшилася у 2 рази. Обчисліть масу кристалогідрату, яку додали до розчину, та масову частку алюміній сульфату в утвореному розчині.

Авторський варіант розв'язку



Алюмокалієві галуни (квасці)

$$1. m(K_2SO_4) = 500 \cdot 0,06 = 30 \text{ (г)}$$



$$3. \text{ Після розчинення } w(K_2SO_4) = 0,12$$

Позначимо масу $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ за x (г)

$$M(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = 474 \text{ г/моль}; M(K_2SO_4) = 174 \text{ г/моль}.$$

$$0,12 = \frac{30 + \frac{x}{474} \cdot \frac{1}{2} \cdot 174}{500 + x}; \quad x = 468,75; \quad m(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = 468,75 \text{ г}$$

$$4. \text{ Після розчинення } m(\text{розчину}) = 500 + 468,75 = 968,75 \text{ (г)}$$

$$5. \nu(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = 468,75 / 474 = 0,99 \text{ (моль)} \approx 1 \text{ (моль)}$$

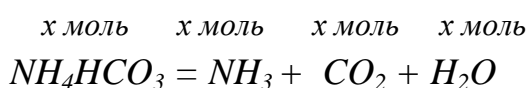
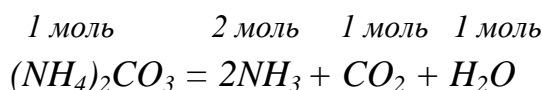
$$6. \nu(Al_2(SO_4)_3) = 0,5 \text{ моль} \quad m(Al_2(SO_4)_3) = 0,5 \cdot 342 = 171 \text{ (г)}$$

$$7. w = \frac{171}{968,75} = 0,177 \text{ або } 17,7\%$$

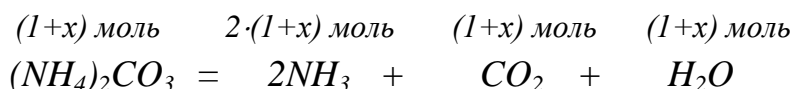
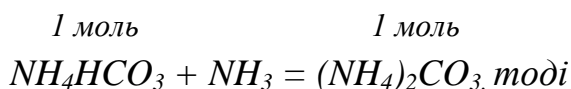
2

Суміш амоній карбонату та амоній гідрокарбонату помістили у запаяну ампулу та нагріли до 900 °С, при цьому встановився тиск p_1 . Такий же за складом та масою зразок зазначеної суміші і обробили газоподібним амоніаком. Одержаний продукт помістили у другу ампулу (однакову за об'ємом з першою ампулою) та також нагріли до 900 °С. При цьому встановився тиск p_2 , який в 1,2 рази більше за p_1 . Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

Авторський варіант розв'язку



При обробці газоподібним амоніаком:



Оскільки тиск визначається кількістю газоподібних речовин, виразимо:

у першій ампулі $\nu(\text{NH}_3) = 2+x$; $\nu(\text{CO}_2) = 1+x$; $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 1+x$; $\nu(\text{заг}) = 4+3x$;

у другій ампулі $\nu(\text{NH}_3) = 2+2x$; $\nu(\text{CO}_2) = 1+x$; $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 1+x$; $\nu(\text{заг}) = 4x+4$;

$$1,2 = \frac{4x+4}{4+3x}; \quad x = 2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 158 \text{ г} \quad m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 76 \text{ г} \quad m(\text{сум}) = 254 \text{ г}$$

$$w(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 62,3 \% \quad w((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 37,7 \%$$

3

У закритому посуді з платиновим каталізатором 1 моль суміші пропену з воднем, яка має густину за неоном 1,5, нагріли до 320 °С. В стані рівноваги тиск виявився на 25% менше за початковий. Обчисліть:

- вихід продукту реакції;
- константу хімічної рівноваги (K_x);
- на скільки відсотків зменшиться тиск у закритому посуді, якщо для реакції використати 1 моль суміші цих же газів з густиною за воднем 16.

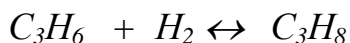
Авторський варіант розв'язку

1. Визначимо склад суміші:

$M(\text{суміші})$ 30 г/моль

$$30 = 42 \cdot x + 2(1 - x) = 30; \quad x = 0,7$$

2. При рівновазі



$$0,7-x \quad 0,3-x \quad x$$

Якщо при рівновазі тиск на 25% менший за початковий, то з 1 моль суміші утворилося 0,75 моль суміші:

$$(0,7-x) + (0,3-x) + x = 0,75$$

$$x = 0,25 \text{ (моль)} - \text{практична кількість речовини пропену}$$

3. $\nu(\text{теор. } \text{C}_3\text{H}_8) = 0,3$ моль, враховуючи надлишок C_3H_6

$$\text{Вихід } \text{C}_3\text{H}_8 = \frac{0,25}{0,3} = 0,833 \text{ або } 83,3\%$$

4. Для обчислення K_x знайдемо рівноважні кількості речовин та їх частки у рівноважній суміші:

$$\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,45 \text{ моль}; \quad \nu(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль}; \quad \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,25 \text{ моль};$$

$$\chi(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,45/0,75=0,6; \quad \chi(\text{H}_2) = 0,05/0,75=0,067; \quad \chi(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,25/0,75=0,333;$$

$$K_x = \frac{0,333}{0,6 \cdot 0,067} = 8,28$$

5. Якщо густина за воднем 16, то $M(\text{суміші}) = 32$ г/моль

Склад суміші

$$32 = 42 \cdot x + 2(1 - x)$$

$$x=0,75$$

Рівноважні кількості речовин у суміші:

$$\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,75 - x \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{H}_2) = 0,25 - x \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = x \text{ моль};$$

Рівноважні частки:

$$\chi(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{0,75-x}{1-x}$$

$$\chi(\text{H}_2) = \frac{0,25-x}{1-x}$$

$$\chi(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{x}{1-x}$$

Підставимо у вираз константиб

$$8,28 = \frac{x(1-x)}{(0,75-x)(0,25-x)} \quad x = 0,215, \text{ оскільки відповідь } 0,785 \text{ не задовольняє умові.}$$

В стані рівноваги:

$$\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,535 \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{H}_2) = 0,035 \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,215 \text{ моль.}$$

Разом 0,785 моль, тож тиск знизиться на 21,5%.

4

Неорганічна сіль *A* – безбарвні кристали, що забарвлюють полум'я пальника у фіолетовий колір. Наважку *A* масою 2,000 г обробили надлишком розчину речовини *B* (сильна кислота). При цьому утворилося 1,075 л (за н.у) забарвленого газу *C* (проста речовина) з різким запахом. При нагріванні до 500 °С за присутності каталізатора сіль *A* повністю розкладається, при цьому утворюється сіль *F* (маса *F* менше маси *A* на 39,17%) та газ *D*. При нагріванні солі *A* без каталізатора утворюється сіль *F* та сіль *G*, при цьому маса не змінюється.

1. Розшифруйте речовини *A*– *G*, якщо відомо, що відношення молярних мас речовин *C* і *D* дорівнює 2,22.
2. Запишіть рівняння згаданих в умові реакцій.
3. Яким чином одержують газ *C* в промисловості?
4. Де використовуються солі *A* та *F*?
5. Запропонуйте рівняння реакцій солі *A*: а) з концентрованим розчином H_2SO_4 з утворенням *G*; б) з сіркою; в) з фосфор(III) оксидом.

Авторський варіант розв'язку

Фіолетовий колір полум'я вказує на йони K^+ .

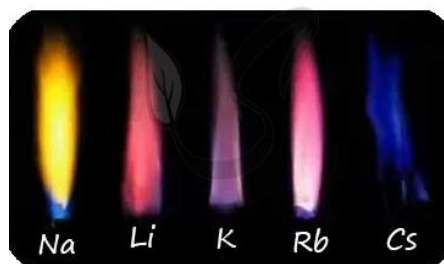
$$\nu(\text{екв. C}) = 0,098 \text{ мольекв}$$

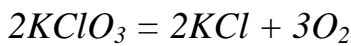
$$\nu(\text{екв. A}) = 0,098 \text{ мольекв}$$

$$M(\text{екв. A}) = 20,4$$



$$M_{\text{екв}}(\text{KClO}_3) = 122,5/6 = 20,4$$

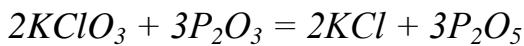
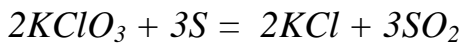
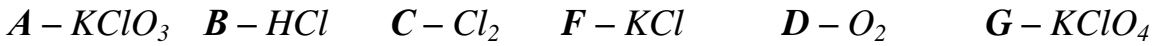




$4\text{KClO}_3 = 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$ – розклад без каталізатора, без зміни маси (немає газоподібних продуктів)

$$M(\text{KClO}_3) = 122,5 \text{ г/моль}$$

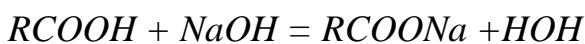
$$M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль, що на } 39,17\% \text{ менше}$$



5

До 100 мл розчину насиченої карбонової кислоти додали 300 мл розчину NaOH з концентрацією 2 моль/л і, після випарювання на водяній бані отримали 30,16 г сухого залишку. Після прокалювання маса сухого залишку, його маса зменшилась до 26,86 г і виділилось 2464 мл (н.у.) невідомого газу. Визначте насичену карбонову кислоту та її молярну концентрацію в розчині. Напишіть всі рівняння реакцій. Яку газувату сполуку можна було б отримати при пропусканні електричного струму через розчин, що утворився після додавання натрій гідроксиду до розчину насиченої карбонової кислоти?

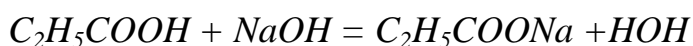
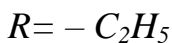
Авторський варіант розв'язку



$$v(\text{RH}) = \frac{0,2464}{22,4} = 0,11 \text{ (моль)}$$

$$\Delta m = m(\text{RH}) = 3,32 \text{ г}$$

$$M_r(\text{RH}) = \frac{3,32}{0,11} = 30 \text{ (г/моль)}$$



$$C_M = 0,11/0,1 = 1,1 \text{ (моль/л)}$$



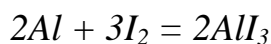
1

Фіолетовий дим. У фарфоровій чашці змішали 0,270 г алюмінієвого порошку з 0,508 г порошку йоду. Суміш ретельно перемішали, додали краплю води і закрили скляним ковпаком. Почалася бурхлива реакція, яка супроводжувалася виділенням фіолетового диму.

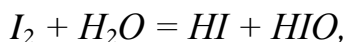
- 1) запропонуйте рівняння всіх хімічних реакцій, які відбуваються та вкажіть роль води;
- 2) обчисліть склад (масові частки) твердої суміші, що залишиться після реакції, якщо ентальпії утворення: основного продукту реакції $\Delta H_f = -309$ кДж/моль; $\Delta H_f(I_{2,тв.}) = 0$; $\Delta H_f(Al) = 0$, а термохімічне рівняння сублімації має вигляд $I_{2(тв.)} = I_{2(газ)}$; $\Delta H = 62,24$ кДж.

Вважайте, що на сублімацію витрачається 60 % теплоти екзотермічної реакції.

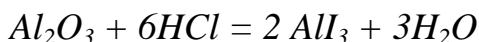
Авторський варіант розв'язання



H_2O – каталізатор. При додаванні води



кислоти розчиняють оксидну плівку алюмінію



реакція пришвидшується

Реакція є екзотермічною

$$\Delta H = 2 \cdot \Delta H_f = 2 \cdot (-309) = -618 \text{ кДж}$$

Частина йоду буде переходить із твердого у газоподібний стан (сублімація) за рахунок теплоти, що виділяється.

$$\nu_0(Al) = 0,01 \text{ моль} \quad \nu_0(I_2) = 0,002 \text{ моль, тож для реакції}$$

Позначимо кількість речовини йоду, що сублімує за x моль, тоді

$$62,24 \cdot x = \frac{(0,002 - x) \cdot 618 \cdot 0,6}{3} \quad x = 0,0013(\text{моль})$$

$$\text{В реакцію вступає } \nu(I_2) = 0,002 - 0,0013 = 0,0007 \text{ (моль)}$$

$$\text{У залишку } \nu(Al) = 0,01 - \frac{2}{3} \cdot 0,0007 = 0,0095(\text{моль}) \quad m(Al) = 0,257 \text{ (г)}$$

$$m(AlI_3) = 0,0005 \cdot 408 = 0,204(\text{г})$$

$$m(Al) + m(AlI_3) = 0,257 + 0,204 = 0,461 \text{ (г)}$$

$$w(Al) = 0,56 \text{ або } 56\% \quad w(AlI_3) = 44\%$$



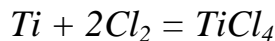
2

Сіль для димової завіси. При температурі 1000 К титан (α -Ti) може реагувати з хлором з утворенням солі X, яка буде знаходитися за зазначеної температури у газоподібному стані. Утворена сіль містить 74,74% Хлору за масою.

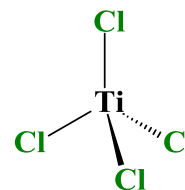
- 1) Встановіть хімічну формулу солі X та складіть рівняння згаданої хімічної реакції.
- 2) Вкажіть тип хімічного зв'язку в солі X.
- 3) Запропонуйте рівняння хімічної реакції, яку можна здійснити з використанням солі X для утворення димової завіси.
- 4) Доведіть розрахунками, що ця реакція при 1000 К термодинамічно можлива, якщо константа хімічної рівноваги цієї реакції $K_p = 1,784 \cdot 10^{28}$ (Па⁻¹).
- 5) Яку масу солі можна отримати в запаяній капсулі об'ємом 500 мл, якщо в стані рівноваги парціальний тиск хлору становить $2,37 \cdot 10^{-12}$ Па.

Авторський варіант розв'язання

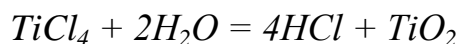
Позначимо сіль Ti_xCl_y $x:y = \frac{25,26}{48} : \frac{74,74}{35,5} = 0,52625 : 2,1054 = 1:4$, формула солі $TiCl_4$



Тип хімічного зв'язку в молекулі – ковалентний полярний



При гідролізі водою утворюється газоподібний хлороводень, що створює «димову завісу»



$$\Delta G = -RT \ln K_p$$

$$\Delta G = -8,324 \cdot 1000 \cdot \ln 1,784 \cdot 10^{28} = -540836 \text{ (Дж)};$$

$\Delta G < 0$, тож реакція термодинамічно можлива

$$K_p = \frac{P(TiCl_4)}{P(Cl_2)^2} \quad P(TiCl_4) = K_p \cdot P(Cl_2)^2$$

$$P(TiCl_4) = 1,784 \cdot 10^{28} \cdot (2,37 \cdot 10^{-12})^2 = 100205 \text{ (Па)}$$

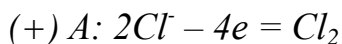
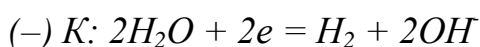
$$m = \frac{PVM}{RT} = \frac{100205 \cdot 500 \cdot 10^{-6} \cdot 190}{8,314 \cdot 1000} = 1,14 \text{ (г)}$$

3

Електроліз. В розчин натрій хлориду об'ємом 300 мл занурили інертні електроди та протягом 6 хвилин пропускали струм. Після електролізу рН розчину виявився рівним 12,24. Запишіть рівняння катодного та анодного процесів, зазначте всі продукти електролізу. Обчисліть силу струму. Доведіть розрахунками, що зміною маси розчину при електролізі можна знехтувати. Яким буде рН розчину після електролізу, якщо замість розчину натрій хлориду, використати розчин калій хлориду з такою ж молярною концентрацією?

Авторський варіант розв'язання

При пропусканні електричного струму:



Продукти електролізу: H_2 , Cl_2 , $NaOH$

також за умови відсутності перетинки між катодним та анодним простором можуть утворюватися солі: $Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 12,24 = 1,76$$

$$C(OH) = 10^{-1,76} = 0,0174 \text{ (моль/л)}$$

$$C(NaOH) = C(OH) = C(NaCl)_{розкл}$$

$$C(NaCl)_{розкл} = 0,0174 \cdot 0,3 = 0,00522 \text{ (моль)}$$

$$m = kI\tau \quad v = \frac{I\tau}{nF} \quad I = \frac{mF}{\tau}$$

$$I = \frac{0,00522 \cdot 1 \cdot 96500}{6 \cdot 60} = 1,4(A)$$

При електролізі утворюється:

$$m(H_2) = \frac{2}{2 \cdot 96500} \cdot 1,4 \cdot 360 = 0,005(z)$$

$$m(Cl_2) = \frac{71}{2 \cdot 96500} \cdot 1,4 \cdot 360 = 0,185(z)$$

$$m(H_2) + m(Cl_2) \ll m(\text{розчину})$$

При використанні розчину калій хлориду рН розчину буде таким же.

4

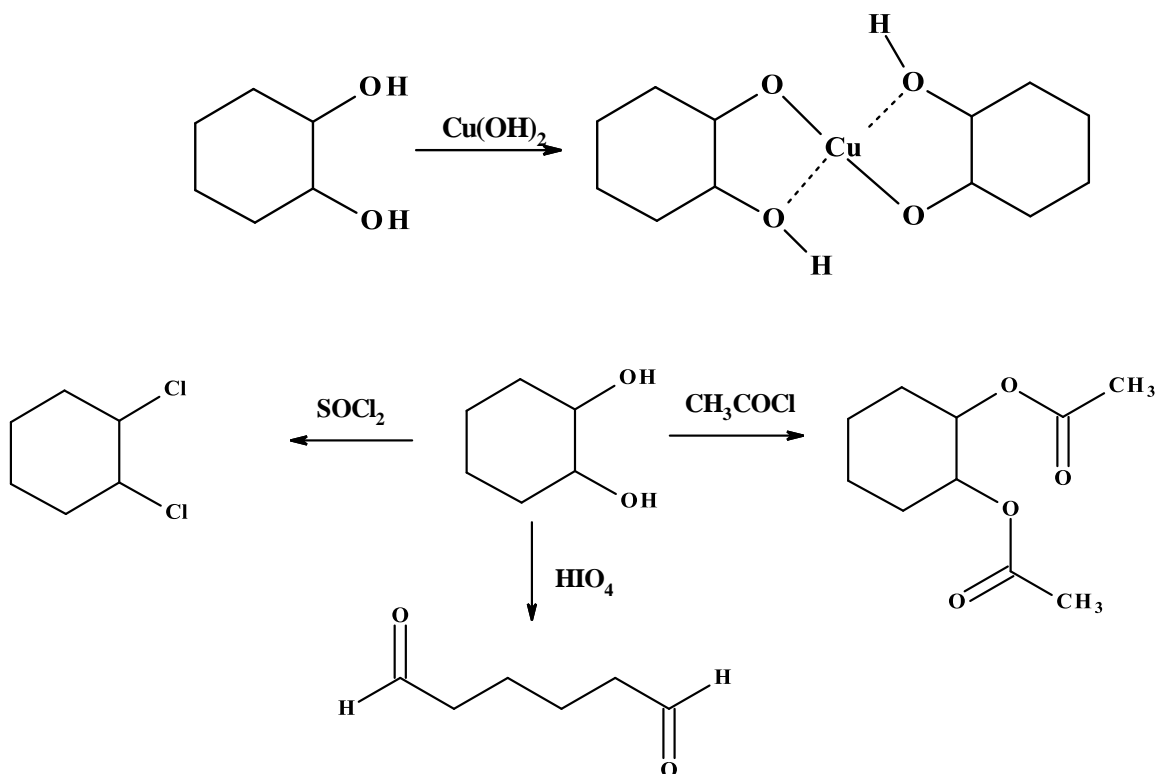
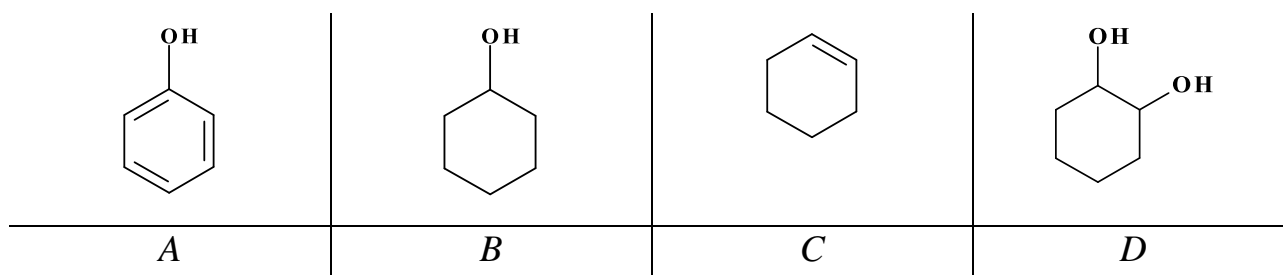
Ароматична сполука. При відновленні ароматичної сполуки *A* воднем за присутності каталізатора було отримано спирт *B*, який після дегідратації сульфатною кислотою перетворився на сполуку *C*. Окиснення сполуки *C* калій перманганатом у нейтральному середовищі приводить до утворення речовини *D*, яка при дії на свіжоосаджений $\text{Cu}(\text{OH})_2$ утворює яскраво-блакитний розчин. Визначте сполуки *A* – *D*, якщо відомо що сполука *A* реагує з водним розчином луку, а масова часта Оксигену в ній складає 17%. Напишіть реакції речовини *D* з $\text{Cu}(\text{OH})_2$, SOCl_2 , HIO_4 , CH_3COCl .

Авторський варіант розв'язку

$$M(\text{ароматичної сполуки}) = \frac{16}{0,17} = 94 \text{ (г/моль), тобто}$$

$$M_r(\text{C}_6\text{H}_x\text{O}) = 72 + x + 16 = 94; \quad x = 6$$

Отже сполука *A* – фенол



5

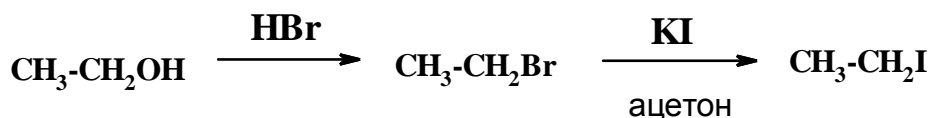
Квітковий запах. До 40 г спирту **A** було додано невелика кількість калій перманганату та сульфатну кислоту. Після тривалого кип'ятіння реакційної суміші та наступної перегонки було отримано деяку кількість речовини **B** з приємним квітковим запахом. Через не вступивший в реакцію спирт **A** було пропущено газоподібний бромоводень. Одержану в результаті реакції сполуку **C** було пропущено через розчин KI в ацетоні, що призвело до утворення 50 г речовини **D**. Визначте сполуки **A** – **D** та напишіть всі рівняння реакцій. Відомо, що $M_r(A)$ складає 29,49% від $M_r(D)$. Розрахуйте масу утвореної речовини **B**. Який об'єм бромоводню (н.у.) було використано для синтезу речовини **C**?

Авторський варіант розв'язку



$$R + \frac{17}{R} + 127 = 0,2949;$$

$$R = 29; R = -CH_2 - CH_3$$



$$v(CH_3CH_2I) = \frac{50}{156} = 0,32 \text{ (моль)}$$

$$v(CH_3CH_2I) = v(HBr)$$

$$V(HBr) = v(HBr) \cdot 22,4 = 7,17 \text{ (л)}$$

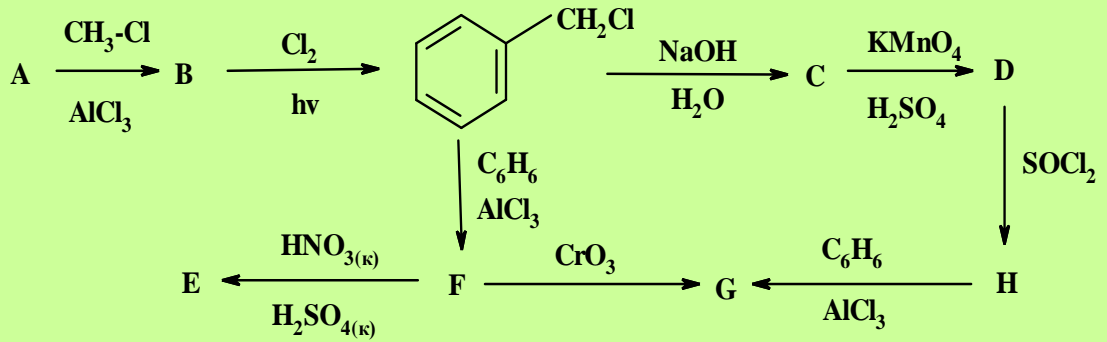
$$v(CH_3CH_2OH) = \frac{40}{47} = 0,87 \text{ (моль)}$$

$$v(CH_3COOCH_2CH_3) = \frac{0,87 - 0,32}{2} = 0,275 \text{ (моль)}$$

$$m(CH_3COOCH_2CH_3) = 0,275 \cdot 88 = 24,2 \text{ (г)}$$

6

Ланцюг перетворень. Складіть рівняння реакцій, вкажіть умови їх проведення:



Авторський варіант розв'язку

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>



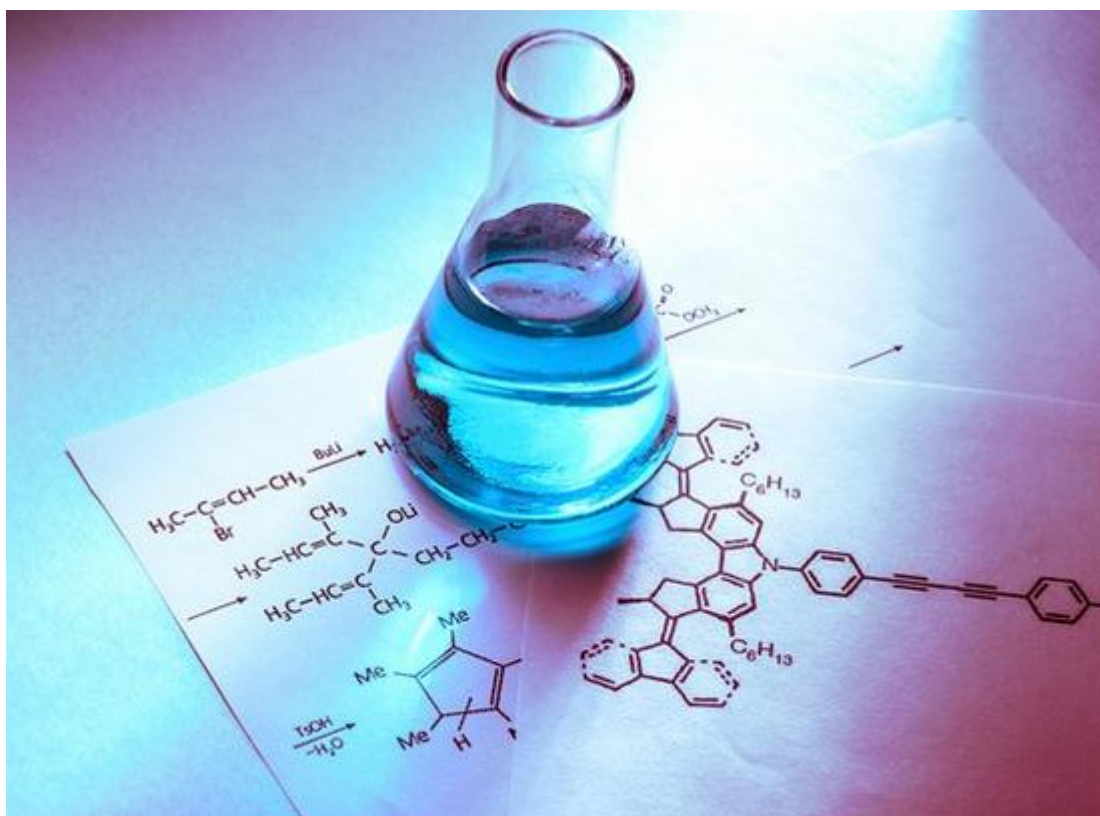
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колосов М. О., Єльцов С. В., Жикол О. А., Логінова Л. П., Чуйко Ю. І. ІІІ (обласний) етап 42-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади, Харківська область: Завдання та розв'язки. Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, ХОНМІБО, 2005. 46 с. URL: http://chemistry.univer.kharkov.ua/files/metodichka%202004-05_1.pdf

2. Всеукраїнські олімпіади з хімії. Завдання та розв'язки : навч. посіб. : В 2 ч. Ч. 1 / Ю. В. Холін, О. Ю. Усенко, Д. М. Волочнюк, К. С. Гавриленко, О. А. Жикол, М. О. Колосов, І. В. Комаров, Г. І. Мальченко, С. А. Неділько ; за ред. проф. Ю. В. Холіна. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. 258 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1bw5dN0ouR81q6x5a-j1DmK6B_NZNigxG/view

3. Підготовка обдарованих учнів до олімпіадних змагань з хімії: навчально-методичний посібник / уклад.: Л. О. Бондар, Л. Є. Северін, Г. Є. Хорошилов, Ж. І. Шиліна. Харків: Друкарня Мадрид, 2020. 131 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1xZ02ULh-o3pWjs5vj-vnvAggiDPVLJT6/view>

4. Крикля Л.С., Попель П.П. Хімія: задачі та вправи. 8 клас. К: видавничий центр «Академія». 2002. 232 с.



Навчально-методичне видання

**ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ:
ІІІ ЕТАП ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ХІМІЧНОЇ ОЛІМПІАДИ
ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ**

Електронне видання

Технічний редактор

О. Клімова

Комп'ютерна верстка
та макетування

О. Клімова

*Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 23743-13583 ПР від 06.02.2019 р.*

Підписано до друку 15.06.2023 р. Формат 60 x 84 1/8.
Ум. друк. арк. 32,78. Обл.-вид. арк. 8,52. Зам. № 045.
Редакційно-видавничий відділ НУЧК імені Т. Г. Шевченка,
14013, м. Чернігів, вул. Гетьмана Полуботка, 53,
тел. 941-102.
nuchk.tipograf@gmail.com