ББК 24.Я7
УДК 546 (075)
Б90

Рецензенти:

Б90 **Булавін В. І., Волобуєв М. М., Корогодська А. М., Крамаренко А.В., Рищенко І.М.** Загальна хімія (практичний курс): Навч. посібник (в авторській реакції). – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 145 с.

ISBN

У доступній формі викладено найважливіші теми курсу загальної хімії. Наведено розв'язання типових задач, у тому числі задачі підвищеної складності. В кінці кожної теми вміщено індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів.

Призначено для студентів для студентів хіміко-технологічних спеціальностей денної та заочної форм навчання; може бути корисним абітурієнтам, учням середніх шкіл, технікумів, ПТУ, коледжів та ліцеїв.

Бібліогр.: 8 назв.

ISBN

© В. І. Булавін, М. М. Волобуєв,
А. М. Корогодська, А. В. Крамаренко,
І. М. Рищенко, 2022

Передмова

Існуючий розрив між рівнем знань учорашніх абітурієнтів, що їх дає середня школа, та вимогами до студентів сьогодення призводить до того, що вищі навчальні заклади країни вимушені вводити так звані «вирівнювальні курси» з фундаментальних дисциплін, зокрема з хімії. Але необхідна навчально-методична література такого роду на цей час практично відсутня.

Тому основною метою посібника є методичне забезпечення пропедевтичного курсу хімії для студентів усіх форм навчання. Він включає той теоретичний матеріал, без вивчення якого неможливе подальше ефективне засвоєння вузівського курсу хімії у вищій школі. В той же час цей матеріал подано таким чином, щоб він був своєрідним містком між середньою та вищою освітою.

Особливою рисою посібника є забезпечення умов самостійного вивчення основ загальної хімії. Для цього навчальний матеріал подано у такій послідовності: спочатку у доступній і досить стислій формі наведено теоретичні відомості й основні розрахункові формули, що необхідні при розв'язанні задач з цієї теми, потім вміщено розв'язання типових задач та завдань, а далі – завдання для самостійної роботи студентів (по 25 варіантів у кожному з завдань). У цілому в посібнику наведено понад 800 задач та завдань, що робить його досить вагомим при підготовці до навчання у вищій школі з курсу хімії. Ці завдання дібрано таким чином, що їх складність поступово зростає, і тому у студента є можливість зорієнтуватися у розв'язанні розрахункових задач, а також звести до мінімуму звернення до додаткової літератури.

Перша глава посібника містить основні закони та поняття хімії. У ній подано, крім тих, що вивчались у середньої школі, такі поняття, як еквівалент, фактор еквівалентності, а також закон еквівалентів. Це дає змогу студентам не тільки закріпити матеріал, що вивчався у середній школі, але й почати опановувати курс хімії з урахуванням вимог вищої школи.

У другій главі наведено основні способи вираження концентрації розчинів і приклади розв'язання типових розрахункових задач на розчини. У цій главі також розглянуто задачі з використанням правила змішування (або «правила хреста»), яке практично не вивчають у школі, що також є кроком уперед при вивченні курсу загальної хімії.

У третій главі посібника описано основні типи хімічних реакцій. Особливу увагу приділено окисно-відновним реакціям як таким, що потребують певного часу для їх ефективного засвоювання. Для цього вміщено необхідний теоретичний матеріал, що підкріплений різноманітними прикладами. У другому розділі цієї ж глави наведено класифікацію стехіометричних розрахунків. Оволодіння їх методикою дає змогу студентові розв'язувати навіть складні задачі.

Четверта глава посібника присвячена основним класам неорганічних сполук. У ній викладено сучасну класифікацію, номенклатуру та способи здобування складних речовин та їх основні хімічні властивості. На відміну від шкільних, подано більш обґрунтовані визначення основних класів неорганічних сполук, докладно розглянуто зображення їх графічних формул, поширені способи їх здобування. Крім того, для ефективного засвоєння цього досить важливого теоретичного матеріалу вміщено два індивідуальних завдання й одне контрольне, яке, на наш погляд, є логічним підтвердженням ступеня засвоєння матеріалу посібника.

П'ята глава містить задачі підвищеної складності. Вони розраховані, передусім, на студентів з високим рівнем оволодіння шкільним курсом хімії, але можуть бути запропоновані усім бажаючим, як ще один зі способів перевірки готовності для засвоєння вузівського матеріалу з хімії.

Посібник може бути використаний і в середніх навчальних закладах при узагальнюванні курсу хімії.

1. Основні поняття та закони хімії

1.1. Основні поняття хімії

Хімія як наука вивчає склад, будову, властивості та перетворення речовин без зміни складу ядер атомів, що їх утворюють.

Відповідно до атомно-молекулярного вчення, речовини складаються з структурних частинок (молекул, атомів, іонів), що знаходяться в неперервному, безладному русі. Між цими частинками діють сили взаємного тяжіння та відштовхування, що в цілому призводить до появи відстані між частинками речовини.

Молекула — найменша частинка речовини, що зберігає її хімічні властивості. Молекули складаються з атомів, які з'єднанні між собою хімічними зв'язками.

Атом — електронейтральна хімічно неподільна частинка речовини, що має у своєму складі позитивно заряджене ядро та негативно заряджені електрони. *Протони* (позитивно заряджені частинки) і *нейтрони* (незаряджені частинки) складають ядро атома, яке є незмінним за своїм складом при хімічних реакціях.

Кількісними характеристиками атома є заряд ядра та атомна маса. Вони вказані в періодичній системі елементів, де також наведені назви та символи хімічних елементів.

Заряд ядра атома визначається кількістю протонів, яка дорівнює порядковому номеру елемента, а атомна маса — сумою мас протонів та нейтронів.

Атоми, що мають однаковий заряд ядра (тобто однакову кількість протонів), належать до певного хімічного елемента.

Однак атоми, маючи однакову кількість протонів, можуть мати різну кількість нейтронів. Такі атоми одного і того ж самого елемента називають *ізотопами*. Тому в періодичній системі елементів наведені середні атомні маси елементів з урахуванням їх поширення у природі.

З атомів хімічних елементів утворюються прості та складні речовини.

Простими називають речовини, які утворені атомами тільки одного хімічного елемента, тобто проста речовина є формою існування хімічного елемента. При цьому один елемент (наприклад, Карбон), може утворювати декілька простих речовин (графіт, алмаз, карбін, букібол). Таке явище, при якому один елемент утворює декілька простих речовин, називають *алотропією*. Внаслідок алотропії простих речовин відомо більш, як 500, а хімічних елементів – 110.

Складні речовини містять різні елементи. Складних речовин значно більше, ніж простих (понад 12 млн.).

Складні речовини можуть мати молекулярну або немолекулярну структуру (іонну чи металічну). Прості речовини мають атомну, молекулярну і металічну будову. Для вираження хімічного складу речовин (простих і складних) використовують хімічні формули, які складаються зі знаків хімічних елементів та індексів – цифр, що показують число атомів елемента у формулі. Наприклад, формула Калій карбонату (K_2CO_3) означає:

1) до складу Калій карбонату входять елементи – Калій (K), Карбон (C) і Оксиген (O);

2) до складу однієї структурної одиниці Калій карбонату входять два атоми Калію, один атом Карбону і три атоми Оксигену.

Існують такі види хімічних формул:

- *молекулярні*, які відображають якісний та кількісний склад речовин молекулярної будови. За допомогою цих формул визначають ступінь окиснення елементів;
- *емпіричні* (найпростіші), які одержують з даних елементного аналізу речовин молекулярної та іонної будови. Ці формули разом з молекулярними використовують у розрахунках за хімічними формулами та рівняннями;
- *структурні*, що характеризують взаємне розміщення атомів у молекулі;
- *електронні*, що схематично відображають механізм утворення хімічних зв’язків у молекулах.

Атоми та молекули мають дуже малі розміри і маси. Тому в хімії використовують не абсолютні, а *відносні атомні* та *молекулярні маси* (A_r і M_r). Їх виражають у відносних атомних одиницях маси (в.а.о.м.). *Відносна атомна одиниця маси* дорівнює 1/12 маси ізотопу Карбону ^{12}C і становить $1{,}6 \cdot 10^{-24}$ г. Як усі відносні одиниці A_r і M_r — безрозмірні. Їх значення беруть з таблиці періодичної системи елементів (наприклад, відносна атомна маса Оксигену $A_r(O) = 16$, а Хлору — $A_r(Cl) = 35{,}5$).

Відносну молекулярну масу розраховують за хімічною формулою речовини, використовуючи значення відносних атомних мас елементів, що входять до складу молекули. Наприклад, відносну молекулярну масу $Ca_3(PO_4)_2$ розраховують так:

$$M_r(Ca_3(PO_4)_2) = 3 \cdot A_r(Ca) + 2 \cdot A_r(P) + 8 \cdot A_r(O) = 3 \cdot 40 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16 = 310.$$

Для кількісної характеристики речовини використовують також таку одиницю, як *моль* — кількість речовини, що містить стільки структурних частинок (молекул, атомів, іонів або інших), скільки атомів міститься в ізотопі Карбону ^{12}C масою 0,012 кг (12 г). Розрахунок показує, що в 12 г цього ізотопу міститься $6{,}02 \cdot 10^{23}$ атомів. Це число називають сталою Авогадро (N_A): $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$. Кількість речовини позначають буквою ν або n.

Крім відносної молекулярної маси M_r існує і *молярна маса* M г/моль, яку можна визначити як відношення маси речовини m до кількості тієї ж речовини:

$$M(x) = m(x) / \nu(x). \qquad (1.1)$$

Звідси

$$\nu(x) = M(x) / m(x). \qquad (1.2)$$

Для газоподібних речовин використовують *молярний об'єм* V_m, який визначається відношенням об'єму речовини до її кількості:

$$V_m = V(x) / \nu(x). \qquad (1.3)$$

Найчастіше в хімії застосовують молярний об'єм газу, виміряний за нормальних умов (н.у.): тиск P_0 = 101,325 кПа, температура 273,15 К.

Молярний об'єм за н.у. є постійною величиною для усіх газів. Він дорівнює 22,4 л/моль.

З формули (1.3) виходить, що кількість речовини ν можна визначити і так:

$$\nu(x) = V(x) / V_m. \tag{1.4}$$

Крім того, кількість речовини з урахуванням структурних одиниць речовини (N) становить:

$$\nu(x) = N(x) / N_A. \tag{1.5}$$

Тобто, об'єднуючи формули (1.3), (1.4) і (1.5), можна записати:

$$\nu(x) = \frac{m(x)}{M(x)} = \frac{V(x)}{V_m} = \frac{N(x)}{N_A}. \tag{1.6}$$

Формула (1.6) потрібна при розв'язанні розрахункових задач щодо маси, об'єму, кількості речовини і кількості структурних одиниць речовини.

При хімічних розрахунках також мають місце такі поняття, як еквівалент, молярна маса еквівалента, молярний об'єм еквівалента та ін.

Під *еквівалентом* розуміють таку формальну одиницю (частину атома, молекули, іона), яка рівнозначна за хімічною дією одному іону Гідрогену в даній кислотно-основній реакції або яка припадає на один електрон у даній окисно-відновній реакції.

Масу одного моля еквівалента речовини називають *молярною масою еквівалента* (еквівалентною масою) $M(f_{екв}(x))$. Для визначення молярної маси еквівалента речовини користуються поняттям «*фактор еквівалентності*» $f_{екв}(x)$. Прості речовини вступають лише в окисно-відновні реакції. Тому їх фактор еквівалентності — це величина, обернена числу відданих або прийнятих електронів у певній реакції. Наприклад, у реакції утворення води одна молекула дигідрогену віддає 2 електрони, тому

$f_{екв}(H_2)$ = 1/2. Одна ж молекула диоксигену приєднує 4 електрони, і через це $f_{екв}(O_2)$ = 1/4:

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

$$H_2^0 - 2\bar{e} = 2H^+$$

$$O_2 + 4\bar{e} = 2\overset{-2}{O}$$

Складні речовини можуть вступати як в окисно-відновні, так і в кислотно-основні реакції. Від цього і буде залежати їх фактор еквівалентності.

У кислотно-основних реакціях фактор еквівалентності кислот дорівнює величині, оберненій числу іонів H^+ у молекулі кислоти, що приймають участь у даній реакції. Наприклад, H_3PO_4 — трьохосновна кислота, і тому залежно від характеру реакції, її фактор еквівалентності буде різним. У реакції

$$H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O$$

бере участь тільки один іон Гідрогену, тому $f_{екв}(H_3PO_4)$ буде таким:

$$f_{екв}\left(H_3PO_4\right) = \frac{1}{1} = 1.$$

При аналогічному розмірковуванні можна дійти висновку, щодо $f_{екв}(H_3PO_4)$ у наступних реакціях:

$$H_3PO_4 + 2KOH = K_2HPO_4 + 2H_2O;\ f_{екв}\left(H_3PO_4\right) = \frac{1}{2},$$

$$H_3PO_4 + 3KOH = K_3PO_4 + 3H_2O;\ f_{екв}\left(H_3PO_4\right) = \frac{1}{3}.$$

Фактор еквівалентності основ дорівнює величині, оберненій числу іонів OH^- у молекулі основи, що у певній реакції заміщуються на кислотні залишки. Так, при взаємодії $Al(OH)_3$ з хлоридною кислотою $f_{екв}(Al(OH)_3)$ буде залежати від характеру реакції:

$$Al(OH)_3 + HCl = Al(OH)_2Cl + H_2O,\ f_{екв}(Al(OH)_3) = 1,$$

$$Al(OH)_3 + 2HCl = Al(OH)Cl_2 + 2H_2O,\ f_{екв}\left(Al(OH)_3\right) = \frac{1}{2},$$

$$Al(OH)_3 + 3HCl = Al(OH)Cl_3 + 3H_2O,\ f_{екв}\left(Al(OH)_3\right) = \frac{1}{3}.$$

Фактор еквівалентності оксидів — це величина, обернена числу іонів H^+ чи OH^-, що беруть участь або утворюються внаслідок певної реакції. Так, наприклад, $f_{екв}(P_2O_5)$ в реакціях

$$P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3,$$

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$$

дорівнюють відповідно 1/2 і 1/6 через те, що у першому випадку внаслідок участі однієї молекули P_2O_5 утворюються два іони Гідрогену, а у другому — шість. У реакціях

$$BaO + H_2O = Ba(OH)_2,$$

$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

$f_{екв}(BaO)$ і $f_{екв}(ZnO)$ будуть дорівнювати 1/2 у зв'язку з тим, що у першому випадку внаслідок взаємодії BaO утворюються два іони OH^-, а у другому ZnO взаємодіє також з двома іонами OH^- (хоча і при спіканні). У той же час для реакцій за участю Al_2O_3:

$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O,\ f_{екв}(Al_2O_3) = 1/2,$$

$$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O,\ f_{екв}(Al_2O_3) = 1/6.$$

Для солей фактор еквівалентності дорівнює оберненій величині добутку числа атомів металу солі на ступінь окиснення цього металу:

$$f_{екв}\left(K_3PO_4\right) = \frac{1}{3 \cdot 1} = \frac{1}{3}.$$

У випадку окисно-відновних реакцій фактор еквівалентності як простих, так і складних (кислот, основ, оксидів та солей) речовин буде, як

уже зазначалось раніше, величиною, оберненою числу відданих чи прийнятих електронів. Розглянемо це на прикладі таких реакцій:

$$1)\ 8\overset{0}{\mathrm{Al}} + 30\mathrm{H}\overset{+5}{\mathrm{N}}\mathrm{O}_{3(\text{розв.})} = 8\overset{+3}{\mathrm{Al}}(\mathrm{NO}_3)_3 + 15\mathrm{H_2O} + 3\overset{+1}{\mathrm{N}}_2\mathrm{O}$$

$$\left.\begin{array}{l} \overset{0}{\mathrm{Al}} - 3\bar{e} = \overset{+3}{\mathrm{Al}} \\ 2\overset{+5}{\mathrm{N}} + 8\bar{e} = 2\overset{+1}{\mathrm{N}} \end{array}\right| \begin{array}{c} 24 \\ \end{array} \left|\begin{array}{c} 8 \\ 3 \end{array}\right.$$

У цьому випадку $f_{\text{екв}}(\mathrm{HNO_3}) = 1/4$, тому що одна молекула $\mathrm{HNO_3}$ (а точніше, один атом Нітрогену) приєднує 4 електрони.

$$2)\ 2\mathrm{Fe(OH)_3} + 3\mathrm{Br_2} + 10\mathrm{KOH} = 2\mathrm{K_2FeO_4} + 6\mathrm{KBr} + 8\mathrm{H_2O}$$

$$\left.\begin{array}{l} \overset{+3}{\mathrm{Fe}} - 3\bar{e} = \overset{+6}{\mathrm{Fe}} \\ \overset{0}{\mathrm{Br}_2} + 2\bar{e} = 2\overset{-1}{\mathrm{Br}} \end{array}\right| \begin{array}{c} 6 \\ \end{array} \left|\begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array}\right.$$

Фактор еквівалентності основи $\mathrm{Fe(OH)_3}$ дорівнює 1/3, тобто $f_{\text{екв}}(\mathrm{Fe(OH)_3}) = 1/3$, оскільки одна структурна ланка, яка уособлює речовину $\mathrm{Fe(OH)_3}$, віддає 3 електрони.

$$3)\ 16\mathrm{HCl} + 2\mathrm{KMnO_4} = 5\mathrm{Cl_2} + \mathrm{MnCl_2} + 2\mathrm{KCl} + 8\mathrm{H_2O}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2\overset{-1}{\mathrm{Cl}} - 2\bar{e} = \overset{0}{\mathrm{Cl}_2} \\ \overset{+7}{\mathrm{Mn}} + 5\bar{e} = \overset{+2}{\mathrm{Mn}} \end{array}\right| \begin{array}{c} 10 \\ \end{array} \left|\begin{array}{c} 5 \\ 2 \end{array}\right.$$

Фактор еквівалентності солі, тобто $f_{\text{екв}}(\mathrm{KMnO_4}) = 1/5$, через те що одна структурна ланка, яка уособлює речовину $\mathrm{KMnO_4}$, приймає 5 електронів.

$$4)\ 4\mathrm{CrO_3} = 2\mathrm{Cr_2O_3} + 3\mathrm{O_2}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2\overset{+6}{\mathrm{Cr}} + 6\bar{e} = 2\overset{+3}{\mathrm{Cr}} \\ 2\overset{-2}{\mathrm{O}} - 4\bar{e} = \overset{0}{\mathrm{O}_2} \end{array}\right| \begin{array}{c} 12 \\ \end{array} \left|\begin{array}{c} 2 \\ 3 \end{array}\right.$$

Фактор еквівалентності оксиду, тобто $f_{екв}(CrO_3)$ = 1/3, бо одна молекула CrO_3 приймає 3 електрони.

Молярна маса еквівалента дорівнює добутку фактора еквівалентності на молярну масу цієї речовини (г/моль):

$$M\left(f_{екв}(x)x\right) = f_{екв}(x)\cdot M(x). \qquad (1.7)$$

Так, у випадку реакції $H_3PO_4 + 3KOH = K_3PO_4 + 3H_2O$:

$$M\left(f_{екв}\left(H_3PO_4\right)\right) = \frac{1}{3}\cdot 98 = 32,67 \text{ г/моль}.$$

Молярний об'єм еквівалента газу дорівнює добутку фактора еквівалентності газу на молярний об'єм газу V_m:

$$V_m\left(f_{екв}(x)x\right) = f_{екв}(x)\cdot V_m(x). \qquad (1.8)$$

Якщо знати молярну масу еквівалента речовини, можна розрахувати і кількість речовини еквівалента $v\left(f_{екв}(x)x\right)$:

$$v\left(f_{екв}(x)x\right) = \frac{m(x)}{M\left(f_{екв}(x)x\right)}. \qquad (1.9)$$

Таким чином для більшості простих та складних речовин молярна маса еквівалента, на відміну від молярної маси, є змінною величиною, яку розраховують за рівняннями відповідних хімічних реакцій.

Значне місце в хімії посідає таке поняття, як *ступінь окиснення*. Він визначається як умовний заряд атома, який він мав би за умови віддачі або приєднання певної кількості електронів (тобто атом при цьому перетворився б на іон). Ступінь окиснення позначається числом, перед яким ставлять знак «+» або «–» для умовних іонів та числом після якого ставлять знак «+» або «–» для реальних іонів. Значення ступеня окиснення розміщують над символом атома елемента.

Для визначення ступеня окиснення атомів простих і складних речовин користуються такими правилами.

1. Ступінь окиснення атомів у простих речовинах (незалежно від їх складу) дорівнює нулю. Наприклад: $\overset{0}{Al}$; $\overset{0}{I_2}$; $\overset{0}{O_3}$; $\overset{0}{P_4}$; $\overset{0}{S_8}$.

2. Ступінь окиснення одноатомних іонів дорівнює заряду цього ж іона: Cl^-(ступінь окиснення Хлору –1); S^{2-} (ступінь окиснення Сульфуру –2); Na^+ (ступінь окиснення Натрію +1) і т. д.

3. Алгебраїчна сума ступенів окиснення атомів всіх елементів у складних речовинах дорівнює нулю, у складних іонах — заряду іона:

$$\sum_i n_i Q_i = q\,, \qquad (1.10)$$

де n_i — число атомів елемента в молекулі або іоні; Q_i — ступінь окиснення атома елемента; q — сумарний заряд молекули або іона.

Крім того, слід пам’ятати постійні ступені окиснення атомів деяких хімічних елементів у сполуках:

+1 — Li, Na, K, Rb, Cs, H (крім гідридів);

+2 — Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd;

+3 — Al, Sc, La;

–1 — F;

–2 — O (окрім пероксидів та інших сполук перекисного типу).

Для атомів інших елементів ступінь окиснення є змінною величиною.

Виходячи з цього, за формулою (1.10) визначають ступені окиснення атомів елементів у складних сполуках або іонах. Наприклад, треба знайти ступінь окиснення атома Хрому у $K_2Cr_2O_7$. Ступінь окиснення атомів Калію й Оксигену постійний і дорівнює (+1) і (–2) відповідно, для Хрому — змінний. Складаємо рівняння, яке є сумою добутків числа атомів елемента, що входять до складу структурної одиниці, на їх ступінь окиснення:

$2\cdot(+1) + 2\cdot x + 7\cdot(-2) = 0,$

де x — ступінь окиснення атома Хрому.

Тоді $2x = 12$; $x = +6$.

Для визначення ступеню окиснення атома Нітрогену в іоні $[NO_2]^-$ складаємо подібне рівняння:

$1 \cdot x + 2 \cdot (-2) = -1$,

де x — ступінь окиснення атома Нітрогену, –1 — заряд іона.

Отже $x = +3$.

Знаючи ступені окиснення атомів або заряди іонів, можна розв'язати і зворотну задачу: скласти формулу складної речовини, виходячи з її складу. Крім того, ступінь окиснення використовують для складання графічних формул речовин.

1.2. Основні закони хімії

Закон сталості складу: кожна речовина молекулярної будови має сталий склад, що не залежить від способу її одержання. Наприклад, до складу Карбон (IV) оксиду CO_2 входять Карбон і Оксиген, масові частки яких відповідно становлять 27,27 % і 72,73 %. Такий же якісний та кількісний склад буде мати і Карбон (IV) оксид, що був добутий, наприклад, при згорянні органічних речовин, термічному розкладанні вапняку тощо.

Речовини, для яких виконується закон сталості складу, називають *дальтонідами*. Існують речовини, що мають однаковий склад (тобто й однакову молярну масу), але мають різну будову. Такі речовини називають *ізомерами*. Наприклад, C_2H_5OH — етиловий спирт і CH_3OCH_3 — диметиловий естер.

Речовини немолекулярної будови можуть мати як сталий так і змінний склад. В останньому випадку їх називають *бертолідами*, наприклад, Титан оксид $TiO_{1,6\text{-}2,0}$. Ця формула показує, що у середньому на 1 атом Титану може припадати 1,6; 1,7; 1,8; 1,9 або 2,0 атоми Оксигену.

Закон збереження маси речовин: під час хімічних реакцій маса речовин (речовини), що вступають (вступає) у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин (речовини), що утворюються (утворюється) внаслідок реакції.

Відповідно до сучасної точки зору, цей закон є приблизним оскільки усі хімічні реакції завжди супроводжуються виділенням або поглинанням енергії, що відповідно призводить до зміни маси реагуючих речовин.

Однак ці зміни надто малі (приблизно 10^{-9} г) і зафіксувати їх сучасними методами практично неможливо. Тому можна сміливо вважати, що закон збереження маси виконується під час хімічних реакцій.

Закон об'ємних співвідношень: об'єми газів, що вступають у реакцію та утворюються внаслідок її, співвідносяться між собою, як невеликі прості числа, наприклад:

$$2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)},$$

тобто 2 : 1 : 2.

Коефіцієнти 2; 1; 2 називають стехіометричними.

Закон Авогадро: у рівних об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакове число молекул.

На основі цього закону був визначений молярний об'єм газу за нормальних умов (V_m), молекулярні маси газів, стала Авогадро (N_A), універсальна газова стала (R). При розрахунках за хімічними рівняннями використовують не тільки закон, а й *висновки із закону Авогадро*:

1) молярний об'єм будь-якого газу за нормальних умов дорівнює 22,4 л;

2) співвідношення густини двох газів за однакових умов дорівнює співвідношенню їх відносних молекулярних або молярних мас. Це співвідношення називають густиною D першого газу за другим:

$$D(A)_B = \frac{M(A)}{M(B)}. \qquad (1.11)$$

Звідси густина газів за дигідрогеном

$$D(A)_{H_2} = \frac{M(A)}{2},$$

а густина газів за повітрям

$$D(A)_{пов} = \frac{M(A)}{29}.$$

Густина диоксигену за дигідрогеном і повітрям:

$$D(\mathrm{O}_2)_{\mathrm{H}_2} = \frac{32}{2} = 16, \quad D(\mathrm{O}_2)_{\text{пов}} = \frac{32}{29} = 1{,}103.$$

Об'єднаний газовий закон: для даної маси газу відношення добутку тиску на об'єм за абсолютної температури є сталою величиною у будь-якому стані:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}, \tag{1.12}$$

де P_0, T_0, V_0 — тиск, температура та об'єм за нормальних умов:

$$\frac{PV}{T} = \text{const}. \tag{1.13}$$

Відношення $\frac{P_0 V_0}{T_0}$ з рівняння газового стану для 1 моль будь-якого (ідеального) газу є постійним. Цю величину називають *універсальною газовою сталою* (R):

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = 8{,}314 \text{ Дж/(К·моль)} \tag{1.14}$$

Рівняння (1.14) для 1 моль газу перетворюється на рівняння

$$PV = RT, \tag{1.15}$$

а для υ молів газу

$$PV = \upsilon RT. \tag{1.16}$$

Якщо врахувати, що $\upsilon = \frac{m}{M}$, то рівняння (1.16) має вигляд (рівняння Менделєєва – Клапейрона):

$$PV = \frac{m}{M} RT. \tag{1.17}$$

Парціальним тиском газу в суміші називають такий тиск, який мала б ця ж сама кількість газу, якщо б він займав при цій самій температурі увесь об'єм, який має суміш газів.

Відповідно до закону парціальних тисків загальний тиск суміші газів, які хімічно не взаємодіють один з одним, дорівнює сумі парціальних тисків газів, які складають суміш:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots, \qquad (1.18)$$

де P – загальний тиск; P_1, P_2, P_3 – парціальні тиски газів.

Закон еквівалентів: маси реагуючих речовин відносяться між собою, а також до мас продуктів реакції, як їх молярні маси еквівалентів. У випадку, наприклад, реакції виду A + B = M + N закон еквівалентів можна застосувати так:

$$\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{M(f_{\text{екв}}(\text{A})\text{A})}{M(f_{\text{екв}}(\text{B})\text{B})}, \quad \text{або} \quad \frac{m(\text{A})}{m(\text{N})} = \frac{M(f_{\text{екв}}(\text{A})\text{A})}{M(f_{\text{екв}}(\text{N})\text{N})} \qquad (1.19)$$

Якщо речовина, наприклад B, газоподібна, то математичним виразом закону еквівалентів буде:

$$\frac{m(\text{A})}{V(\text{B})} = \frac{M(f_{\text{екв}}(\text{A})\text{A})}{V_m(f_{\text{екв}}(\text{B})\text{B})}.$$

У випадку, коли обидві речовини A і B газоподібні:

$$\frac{V(\text{A})}{V(\text{B})} = \frac{f_{\text{екв}}(\text{A})}{f_{\text{екв}}(\text{B})}.$$

Цей закон використовують при хімічних розрахунках різного типу.

1.3. Розв'язання типових задач

1.3.1. Розрахунки за формулами речовин

Приклад 1.1. Знайти кількість речовини Кальцій карбонату, маса якого становить 40 г.

Розв'язання. Короткий запис умови задачі:

$m(CaCO_3) = 40$ г	Кількість речовини розраховують за формулою (1.2):
$\upsilon(CaCO_3) = ?$	$\upsilon = \frac{m}{M}$, де M – молярна маса.

Тоді $M(CaCO_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$ г/моль.

Звідси:

$\upsilon(CaCO_3) = 40/100 = 0{,}4$ моль.

Приклад 1.2. Визначити масу Ферум (III) оксиду кількістю речовини 1,2 моль.

Розв'язання.

$\upsilon(Fe_2O_3) = 1{,}2$ моль	З формули (1.2) витікає, що $m = \upsilon \cdot M$.
$m(Fe_2O_3) = ?$	$M(Fe_2O_3) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160$ г/моль;
	$m(Fe_2O_3) = 1{,}2 \cdot 160 = 192$ г.

Приклад 1.3. Знайти кількість речовини Карбон (IV) оксиду, який займає об'єм 33,6 дм^3 за нормальних умов.

Розв'язання.

$V_0(CO_2) = 33{,}6$ дм^3	Для визначення кількості речовини у газоподібному стані використовують формулу (1.4): $\upsilon = \frac{V_0}{V_m}$.
$\upsilon(CO_2) = ?$	

$$\upsilon(CO_2) = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль}.$$

Приклад 1.4. Знайти об'єм за нормальних умов 80 г дигідрогену.

Розв'язання.

$m(H_2) = 80$ г	Для розв'язання цієї задачі треба урахувати, що кількість речовини можна визначити і через масу, і через об'єм:
$\upsilon(H_2) = ?$	

$v = \frac{m}{M} = \frac{V_0}{V_m}$. Звідси $V_0 = \frac{m \cdot V_m}{M}$.

$M(H_2)$=2 г/моль, $V_0(H_2) = \frac{80 \cdot 22,4}{2} = 896$ дм^3.

Приклад 1.5. Скільки структурних одиниць міститься у диоксигені об'ємом 56 дм^3 за нормальних умов?

Розв'язання.

$V_0(O_2)$ = 56 дм^3 T_0 = 273 К P_0 = 101,3 кПа	Комбінуючи рівняння (1.4) і (1.5), одержуємо: $v = \frac{V_0}{V_m} = \frac{N}{N_A}$,
$N(O_2)$ = ?	тобто кількість структурних одиниць розрахуємо, використовуючи сталу Авогадро N_A і молярний об'єм газу за нормальних умов:

$$N(O_2) = \frac{V_0(O_2) \cdot N_A}{V_m} = \frac{56 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{22,4} = 1,5 \cdot 10^{24}.$$

Приклад 1.6. Обчислити масу (г) $3,01 \cdot 10^{25}$ молекул гідрогенхлориду.

Розв'язання.

N(HCl) = $3,01 \cdot 10^{25}$	З рівнянь (1.2) і (1.5) визначаємо, що: $\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$. M(HCl) = 1 + 35,5 = 36,5 г/моль;
m(HCl) = ?	$m = \frac{M \cdot N}{N_A} = \frac{36,53 \cdot 3,01 \cdot 10^{25}}{2 \cdot 10^{24}} = 182,5$ г.

1.3.2. Розрахунки з використанням газових законів

Приклад 1.7. Знайти об'єм за нормальних умов газу, який при 137 °С і тиску 210,6 кПа займає об'єм, що дорівнює 3 дм^3.

Розв'язання.

V(газу) = 3 дм^3 t = 137 °С або T = 410 К P = 210,6 кПа	Для розв'язання цієї задачі потрібно скористатися об'єднаним газовим законом (1.12). Звідси $V_0 = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T} = \frac{210,6 \cdot 3 \cdot 273}{101,3 \cdot 410} = 4,15$ дм^3.
V_0(газу) = ?	

Приклад 1.8. Маємо 20 дм^3 газу за нормальних умов. До якої температури слід нагріти цей газ об'ємом 10 дм^3, щоб він знаходився під тиском 405,2 кПа?

Розв'язання.

V_0(газу) = 20 дм^3 V(газу) = 10 дм^3 P(газу) = 405,2 кПа	Використовуючи рівняння (1.12) можна записати: $T = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot V_0} = \frac{405,2 \cdot 10 \cdot 273}{101,3 \cdot 20} = 546$ К
T(газу) = ?	або 546 – 273 = 273 °С.

Приклад 1.9. Визначити молекулярну масу газу, якщо 2,24 дм^3 його мають масу 6,22 г при 20 °С і тиску 105,7 кПа.

Розв'язання.

V_0(газу) = 2,24 дм^3 m(газу) = 6,22 г t = 20 °С або T = 243 К P = 105,7 кПа	Цю задачу треба розв'язати, користуючись рівнянням Менделєєва – Клапейрона (1.17): $P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T;$
M(газу) = ?	$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} = \frac{6,22 \cdot 8,31 \cdot 293}{105,7 \cdot 2,24} = 64$ г/моль.

Приклад 1.10. Знайти густину диоксигену за динітрогеном.

Розв'язання.

$M(O_2)$ = 32 г/моль $M(N_2)$ = 29 г/моль	З формули (1.11) знаходимо, що $D(O_2)_{N_2} = \frac{M(O_2)}{M(N_2)} = \frac{32}{28} = 1,14.$
$D(O_2)_{N_2} = ?$	

Приклад 1.11. Визначити густину за дигідрогеном газової суміші, що містить 75 % динітрогену і 25 % диоксигену (за об'ємом).

Розв'язання.

$\varphi(\mathrm{N_2}) = 75\,\%$
$\varphi(\mathrm{O_2}) = 25\,\%$

$D(\text{суміші})_{\mathrm{H_2}} = ?$

Визначаємо середню молярну масу суміші газів $\bar{M}$ за формулою:

$\bar{M} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \ldots$, де φ_1, φ_2 – об'ємні частки газів у суміші; M_1, M_2 – відповідні молярні маси газів.

$M(\mathrm{N_2}) = 2 \cdot 14 = 28$ г/моль; $M(\mathrm{O_2}) = 2 \cdot 16 = 32$ г/моль;

$$\bar{M} = \frac{75 \cdot 28}{100} + \frac{25 \cdot 32}{10} = 29 \text{ г/моль};$$

$$D(\text{суміші})_{\mathrm{H_2}} = \frac{29}{2} = 14{,}5.$$

Приклад 1.12. Маса 5,4 дм^3 газу, який зібрали над водою з температурою 27 °С і тиском 103,4 кПа, дорівнює 6,92 г. Тиск насиченої пари води при 27 °С становить 3,6 кПа. Знайти молярну масу газу.

Розв'язання.

V(газу) = 5,4 дм^3
m(газу) = 6,92 г
t = 27 °С або
T = 300 К
P = 103,4 кПа
h(пари) = 3,6 кПа

M(газу) = ?

При розв'язанні цієї задачі слід ураховувати, що тиск, під яким знаходиться газ, дорівнює загальному тиску (тобто 103,4 кПа) мінус тиск насиченої пари:

P(газу) = P – h(пари) = 103,4 – 3,6 = 99,8 кПа.

Далі згідно з рівнянням Менделєєва – Клапейрона (1.17) визначаємо:

$$M\left(\text{газу}\right)=\frac{m\cdot R\cdot T}{P\left(\text{газу}\right)\cdot V}=\frac{6,92\cdot 8,31\cdot 300}{99,8\cdot 5,4}=32 \text{ г/моль.}$$

1.3.3. Розрахунки з використанням молярної маси еквівалента елементів

Приклад 1.13. Знайти молярну масу еквівалента металу, який масою 4,61 г витискує з кислоти 0,375 г дигідрогену.

Розв'язання.

$m(\text{Me}) = 4,61$ г $m(\text{H}_2) = 0,375$ г	Відповідно до закону еквівалентів (1.19) молярна маса еквівалента металу:
$M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}\right)\text{Me}\right)=?$	$M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}\right)\text{Me}\right)=\frac{m\left(\text{Me}\right)\cdot M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{H}_2\right)\text{H}_2\right)}{m\left(\text{H}_2\right)};$

$f_{\text{екв}}(\text{H}_2) = 1/2$, а молярна маса еквівалента дигідрогену

$$M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{H}_2\right)\text{H}_2\right)=\frac{1}{2}\cdot 2=1 \text{ г/моль.}$$

Звідси $M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}\right)\text{Me}\right)=\frac{4,61\cdot 1}{0,375}=12,29$ г/моль.

Приклад 1.14. Визначити молярну масу еквівалента металу та його оксиду, якщо у 0,42 г оксиду міститься 0,30 г цього металу.

Розв'язання.

$m(\text{Me}) = 0,42$ г $m(\text{Me}_x\text{O}_y) = 0,30$ г	Спочатку треба знайти масу Оксигену, що міститься у оксиді металу: $m(\text{O}) = m(\text{Me}_x\text{O}_y) - m(Me) = 0,42 - 0,30 = 0,12$ г.
$M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}\right)\text{Me}\right)=?$ $M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}_x\text{O}_y\right)\text{Me}_x\text{O}_y\right)=?$	Далі, як і у попередній задачі визначимо молярну масу еквівалента металу:

$$M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{Me}\right)\text{Me}\right)=\frac{m\left(\text{Me}\right)\cdot M\left(f_{\text{екв}}\left(\text{O}\right)\text{O}\right)}{m\left(\text{O}\right)};$$

$$f_{екв}(\mathrm{O}) = \frac{1}{2};\ M\left(f_{екв}(\mathrm{O})\mathrm{O}\right) = \frac{1}{2}\cdot 16 = 8 \text{ г/моль};$$

$$M\left(f_{екв}(\mathrm{Me})\mathrm{Me}\right) = \frac{0{,}30\cdot 8}{0{,}12} = 20 \text{ г/моль}.$$

Молярну масу еквівалента оксиду металу можна знайти, користуючись тим, що ця величина дорівнює сумі молярних мас металу та оксиду:
$M(f_{екв}(\mathrm{Me}_x\mathrm{O}_y)\mathrm{Me}_x\mathrm{O}_y) = M(f_{екв}(\mathrm{Me})\mathrm{Me}) + M(f_{екв}(\mathrm{O})\mathrm{O}) = 20 + 8 = 28$ г/моль.

Приклад 1.15. Визначити молярну масу еквівалента металу, якщо на утворення 2,72 г його оксиду було потрібно 0,328 дм^3 диоксигену, який знаходився при температурі 27 °С і тиску 303,9 кПа.

Розв'язання.

$m(\mathrm{Me}_x\mathrm{O}_y) = 2{,}72$ г
$V(\mathrm{O}_2) = 0{,}328$ дм^3
$t = 27$ °С
$P = 303{,}9$ кПа

$M\left(f_{екв}(\mathrm{Me})\mathrm{Me}\right) = ?$

Спочатку знайдемо масу диоксигену з урахуванням температури і тиску за рівнянням Менделєєва – Клапейрона (1.17):

$$m(\mathrm{O}_2) = \frac{P\cdot V\cdot M}{R\cdot T} = \frac{303{,}9\cdot 0{,}328\cdot 32}{8{,}31\cdot 300} = 1{,}28 \text{ г}.$$

Далі визначимо масу металу:

$m(\mathrm{Me}) = m(\mathrm{Me}_x\mathrm{O}_y) - m(\mathrm{O}_2) = 2{,}72 - 1{,}28 = 1{,}44$ г.

Молярну масу еквівалента металу обчислимо як у попередньому прикладі:

$$M\left(f_{екв}(\mathrm{Me})\mathrm{Me}\right) = \frac{m(\mathrm{Me})\cdot M\left(f_{екв}(\mathrm{O})\mathrm{O}\right)}{m(\mathrm{O})} = \frac{1{,}44\cdot 8}{1{,}28} = 9 \text{ г/моль}.$$

Приклад 1.16. Визначити молярну масу еквівалента металу, якщо масова частка Оксигену в його Метал (III) оксиді дорівнює 31,58 %.

Розв'язання.

$\omega(\mathrm{O}) = 31{,}58$ %

$M(f_{екв}(\mathrm{Me}(+3))\mathrm{Me}(+3) = ?$

Для розв'язання цієї задачі використовуємо масу оксиду, яка дорівнює 100 г. У цьому випадку маса Оксигену становитиме 31,58 г, а маса металу (100 – 31,58) = 62,42 г. Далі відповідно до формули (1.19) визначаємо

молярну масу еквівалента металу:

$$M\left(f_{\text{екв}}(\text{Me})\text{Me}\right)=\frac{m(\text{Me})M\left(f_{\text{екв}}(\text{O})\text{O}\right)}{m(\text{O})}=\frac{62,42\cdot 8}{31,58}=17,59 \text{ г/моль}.$$

Приклад 1.17. Знайти молярну масу еквівалента Сульфуру у SO_2, SO_3 та H_2S.

Розв'язання.

$M(SO_2) = 64$ г/моль
$M(SO_3) = 80$ г/моль
$M(H_2S) = 34$ г/моль

$M(f_{\text{екв}}(\text{S})\text{S}) = ?$

Для розв'язання цієї задачі використовуємо маси, які дорівнюють молярним масам перелічених речовин. Відповідно до цього маса Сульфуру в 64 г SO_2 буде дорівнювати 32 г, маса Оксигену — теж 32 г, маса Сульфуру в 80 г SO_3 — 32 г, а Оксигену — 48 г. Маса Сульфуру в 34 г H_2S — 32, а Гідрогену — 2 г. Як відомо з прикладів 1.13 і 1.14, $M(f_{\text{екв}}(\text{O})\text{O}) = 8$ г/моль; $M(f_{\text{екв}}(\text{H})\text{H}) = 1$ г/моль. Далі визначаємо молярну масу еквівалента Сульфуру у наведених сполуках (г/моль):

$$\text{SO}_2: M\left(f_{\text{екв}}(\text{S})\text{S}\right)=\frac{m(\text{S})M\left(f_{\text{екв}}(\text{O})\text{O}\right)}{m(\text{O})}=\frac{32\cdot 8}{32}=8;$$

$$\text{SO}_3: M\left(f_{\text{екв}}(\text{S})\text{S}\right)=\frac{32\cdot 8}{48}=5,33;$$

$$\text{H}_2\text{S}: M\left(f_{\text{екв}}(\text{S})\text{S}\right)=\frac{m(\text{S})M\left(f_{\text{екв}}(\text{H})\text{H}\right)}{m(\text{H})}=\frac{32\cdot 1}{2}=16.$$

Індивідуальні завдання за темою: «Основні поняття та закони хімії»

Варіант 1

1. Знайти кількість речовини 12 дм^3 Нітроген (IV) оксиду за нормальних умов.
2. При якій температурі маса 1 дм^3 Карбон (IV) оксиду буде дорівнювати 1 г?
3. Яка найпростіша формула речовини, якщо масові частки Берилію й Оксигену складають відповідно 36 % та 64 %?

4. Визначити ступінь окиснення атомів елементів у таких сполуках: а) $FeCl_2$; б) CO_2; в) Ag_2S; г) PCl_5; д) As_2S_5.

5. Якою буде кількість речовини еквівалента фосфіну PH_3 в реакції $PH_3 + HI = PH_4I$, що має об'єм 8,96 дм^3 (н.у.)?

Варіант 2

1. Скільки атомів містять 10 г: а) алюмінію; б) криптону; в) етилену C_2H_4?

2. Чому дорівнює маса повітря, яке знаходиться у посудині об'ємом 25 дм^3 при температурі 0 °С і тиску 0,5 МПа?

3. Яка найпростіша формула речовини, якщо масові частки Сульфуру й Оксигену становлять відповідно 40 % та 60 %?

4. Розрахувати малярну масу речовини і визначити ступінь окиснення атома Хрому в таких речовинах: а) $K_2Cr_2O_7$; б) $K_3Cr(OH)_6$; в) $CrSO_4 \cdot 7H_2O$.

5. Знайти кількість речовини еквівалента нітратної кислоти, яка взята: а) масою 37,8 г; б) кількістю речовини 2,5 моль у реакції
$4HNO_3 = 4NO_2 + 2H_2O + O_2$.

Варіант 3

1. Скільки молекул міститься за нормальних умов в 1 м^3 газу?

2. Обчислити тиск дигідрогену, якщо 8 г його займають об'єм 160 дм^3 при температурі 127 °С.

3. Розрахувати масову частку Мангану у Манган (VII) оксиді.

4. Серед наведених величин знайти такі, у яких ступінь окиснення Нітрогену буде однаковим: а) N_2O; б) NH_3; в) Mg_3N_2; г)NO_2; д) $NaNO_2$.

5. Знайти кількість речовини еквівалента NO_2, який має: а) масу 34 г; б) об'єм 11,2 л (н.у.); в) кількість речовини 1,5 моль і розкладається за рівнянням $2NO_2 = 2NO + O_2$.

Варіант 4

1. Яку кількість речовини містить 20 г: а) динітрогену; б) диоксигену; в) ксенону?

2. Обчислити масу 1 дм^3 газової суміші, що містить при нормальних умовах 4 об'єми гелію та 3 об'єми Карбон (IV) оксиду.

3. Яка масова частка Хлору в хлор (V) оксиді?

4. Знайти молекулярні маси сполук, визначити ступінь окиснення атома Хлору в них: а) $MgCl_2 \cdot 6H_2O$; б) $Ba(ClO_3)_2$; в) $KClO_3$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента B_2H_6, яка має: а) масу 20 г; б) об'єм 6,72 дм^3 (н.у.); в) кількість речовини 0,6 моль і взаємодіє згідно з рівнянням $B_2H_6 + 3O_2 = B_2O_3 + 3H_2O$.

Варіант 5

1. Розрахувати масу сульфатної кислоти, кількість речовини якої становить 1,5 моль.

2. У балоні об'ємом 5 дм^3 знаходиться 10^{24} молекул при 27 °С. Знайти тиск у балоні.

3. Яка найпростіша формула речовини, якщо масові частки Молібдену і Сульфуру становлять по 50 %?

4. Знайти ступінь окиснення атому Оксисену у сполуках: а) Na_2O; б) K_2O_2; в) KO_3; г) Fe_3O_4; д) KO_2.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента СО, узятої: а) об'ємом 4,48 дм^3 (н.у.); б) масою 5,6 г; в) кількістю речовини 0,3 моль.

Варіант 6

1. Знайти кількість речовини води масою 90 г.

2. При якій температурі тиск Карбон (II) оксиду масою 2,1 кг та об'ємом 448 дм^3 буде дорівнювати 1 МПа?

3. Чотири об'єми деякого газу, що складається з Нітрогену та Гідрогену, внаслідок взаємодії з 5 об'ємами диоксигену утворили 6 об'ємів водяної пари і 4 об'єми Нітроген (II) оксиду. Знайти формулу газу.

4. Визначити молекулярну масу сполук і ступінь окиснення атомів Сульфуру в цих сполуках: а) $H_2S_3O_{10}$, б) $MgSO_4$, в) MoS_2.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки SO_2, узятої: а) об'ємом 7,84 дм^3 (н.у.); б) масою 15 г; в) кількістю речовини 1,1 моль з урахуванням її взаємодії: $SO_2 + KOH = KHSO_3$.

Варіант 7

1. Знайти молярну масу речовини, що має масу 24 г, а кількість цієї речовини становить 0,25 моль.
2. Скільки атомів Гідрогену міститься у 112 $дм^3$ ацетилену?
3. Визначити формулу сполуки Карбону з Нітрогеном, з масовою часткою Карбону 46 %, ураховуючи, що густина пари цієї сполуки за динітрогеном становить 1,86.
4. Знайти молекулярні маси сполук і ступінь окиснення атому Титану у цих сполуках: а) TiN; б) TiO_2; в) $BaTiO_3$.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки HCl, узятої: а) масою 73 г; б) об'ємом 8,92 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 2,4 моль з урахуванням її взаємодії: $16HCl + 2KMnO_4 = 5Cl_2 + 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O$.

Варіант 8

1. Який об'єм за нормальних умов займає амоніак, кількість речовини якого дорівнює 2,7 моль?
2. Як зміниться тиск у балоні об'ємом 20 $дм^3$, який містить деякий газ при температурі 0 °С і тиску 1000 кПа, якщо: а) підвищити на 50 °С температуру; б) знизити на 50 °С температуру?
3. Густина пари сульфуру за повітрям при деякій температурі дорівнює 2,21. Скільки атомів міститься в молекулі сульфуру за цих умов?
4. Знайти молекулярні маси сполук і ступінь окиснення атомів Ванадію у цих сполуках: а) $H_4V_2O_7$; б) KVO_3; в) VSO_4.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки NO, узятої: а) масою 3,6 г; б) об'ємом 10,08 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 2,6 моль з урахуванням його взаємодії при нагріванні: $2NO + 4Cu = N_2 + 2Cu_2O$.

Варіант 9

1. Скільки атомів та молекул містять за нормальних умов: а) 10 $дм^3$ дигідрогену; б) 15 $дм^3$ озону; в) 2 $дм^3$ гелію?
2. Маса 5 $дм^3$ газу за н.у. дорівнює 18 г. Визначити густину газу за повітрям та дигідрогеном.

3. Яка масова частка Мангану в оксиді Mn_3O_4?

4. Знайти молекулярні маси сполук і ступінь окиснення атомів Арсену в цих сполуках: а) K_3AsS_4; б) As_2O_3; в) H_3AsO_4.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента речовини AsF_5, узятої: а) масою 27,2 г; б) об'ємом 12,32 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 2,1 моль з урахуванням її взаємодії: $AsF_5 + 4H_2O = H_3AsO_4 + 5HF$.

Варіант 10

1. Який об'єм (н.у.) займають: а) $3{,}1 \cdot 10^{21}$ атомів Ксенону; б) $6{,}02 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену; в) $9{,}03 \cdot 10^{20}$ атомів Нітрогену, якщо вони входять до складу відповідних молекул?

2. Газ, густина якого за повітрям дорівнює 0,6, міститься у балоні об'ємом 20 дм^3 під тиском 103,8 кПа при 20 °С. Визначити масу газу.

3. При згоранні 8 г сполуки Нітрогену з Гідрогеном одержано 5,6 дм^3 динітрогену (н.у.). Знайти формулу цієї сполуки, якщо густина її пари за повітрям становить 1,11.

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення атомів Селену в цих сполуках: а) Al_2Se; б) H_2SeO_3; в) $(NH_4)_2SeO_4$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки ClF, узятої: а) масою 5,8 г; б) об'ємом 13,44 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 5,2 моль з урахуванням її взаємодії: $ClF + F_2 = ClF_3$.

Варіант 11

1. Визначити масу: а) $3{,}01 \cdot 10^{22}$ молекул сульфатної кислоти H_2SO_4; б) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул дифлюору; в) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ атомів Алюмінію.

2. При якій температурі й атмосферному тиску 5 дм^3 метану матимуть масу 2,846 г?

3. Речовина складається з атомів Силіцію та Магнію, причому масова частка Силіцію становить 36,84 %. Яка формула цієї речовини?

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення атомів Брому в цих сполуках: а) $HBrO_3$; б) KBrO; в) BrF_3.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки $GeCl_4$, узятої: а) масою 42 г; б) об'ємом 14,56 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 3,2 моль з урахуванням її взаємодії: $GeCl_4 + 2H_2 = Ge + 4HCl$.

Варіант 12

1. Скільки структурних одиниць міститься у дибромі масою 60,2 г?
2. При якій температурі тиск Карбон (II) оксиду масою 210 г, що міститься у сталевому балоні об'ємом 89,6 $дм^3$, становитиме 215 кПа?
3. Визначити масову частку Феруму у фосфаті $Fe_3(PO_4)_2$.
4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Ніобію у цих сполуках: а) $NbOBr_3$; б) NbO; в) NbO_2.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки H_2Se, узятої: а) масою 4,8 г; б) об'ємом 16,8 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 0,7 моль з урахуванням її взаємодії: $H_2Se + 2NaOH = Na_2Se + 2H_2O$.

Варіант 13

1. Яка кількість речовини атомарного Сульфуру міститься у Ферум дисульфіді масою 66 г?
2. Газова суміш складається з Нітроген (II) та Нітроген (IV). Обчислити об'ємний вміст газів у суміші, якщо парціальний тиск газів відповідно дорівнює 40 та 65 кПа.
3. Густина пари фосфору при деякій температурі за диоксигеном дорівнює 3,875. Скільки атомів Фосфору у молекулі за цих умов?
4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Рутенію у цих сполуках: а) $RuCl_4 \cdot 5H_2O$; б) RuO_4; в) RuO_2.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента диціану $(CN)_2$, узятого: а) масою 12,3 г; б) об'ємом 17,92 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 0,5 моль з урахуванням її взаємодії: $C_2N_2 + 2O_2 = 2CO_2 + N_2$.

Варіант 14

1. 5 $дм^3$ газу за нормальних умов мають масу 6,25 г. Знайти його молярну масу.

2. Визначити об’ємне співвідношення диоксигену, дигідрогену і метану при однакових умовах, якщо вони мають однакову масу.

3. Яка найпростіша формула речовини, в якій масові частки Силіцію та Карбону дорівнюють відповідно 70 і 30 %?

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Платини у цих сполуках: а) $PtCl_4 \cdot 8H_2O$; б) PtS_2; в) $Pt(OH)_2$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки NO_2F, узятої: а) масою 41,6 г; б) об’ємом 19,04 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 7,2 моль з урахуванням її взаємодії: $4NO_2F + 5Si = 3SiF_4 + 2N_2 + 2SiO_2$.

Варіант 15

1. Визначити молярну масу газу, якщо його густина за нормальних умов дорівнює 2,86 $г/дм^3$.

2. Який об’єм при нормальних умовах займають $1{,}3 \cdot 10^{20}$ молекул CO_2?

3. Яка масова частка Карбону в Кальцій гідрокарбонаті $Ca(HCO_3)_2$?

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Осмію у цих сполуках: а) OsO_4; б) $OsCl_3 \cdot 3H_2O$; в) OsF_6.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки SF_6, узятої: а) масою 68,4 г; б) об’ємом 20,16 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 4 моль з урахуванням її взаємодії: $SF_6 + 4H_2O = H_2SO_4 + 6HF$.

Варіант 16

1. Чи однакове число атомів міститься в 1 г цинку та 1 г динітрогену? Відповідь обґрунтувати відповідними розрахунками.

2. При 0 °С у посудині об’ємом 14,1 $дм^3$ міститься 8 г дигідрогену та 6,3 г динітрогену. Визначити парціальний тиск динітрогену та загальний тиск суміші.

3. Елемент масою 16 г реагує з диоксигеном масою 6,4 г й утворює оксид складу ЕО. Визначити цей елемент.

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Бісмуту в цих сполуках: а) $BiONO_3$; б) Bi_2O_5; в) $BiBr_2$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки SbH_3, узятої: а) масою 19,8 г; б) об'ємом 22,4 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 0,4 моль з урахуванням її взаємодії: $4SbH_3 + 3O_2 = 4Sb + 6H_2O$.

Варіант 17

1. Яка кількість речовини динітрогену знаходиться у газоподібному стані, якщо він містить число молекул, що дорівнює: а) $6{,}02 \cdot 10^{23}$; б) $1{,}2 \cdot 10^{23}$; в) $2{,}4 \cdot 10^{20}$?
2. Обчислити середню густину за повітрям газової суміші, що складається з метану та етилену, об'ємні частки яких відповідно дорівнюють 52 і 48 %.
3. Яка найпростіша формула речовини, якщо масова частка Оксисену в ній становить 33,33 %, а Молібдену — 66,67 %?
4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Карбону в цих сполуках: а) Al_4C_3; б) C_2H_2; в) HCOOH.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки H_2Se, узятої: а) масою 16,2 г; б) об'ємом 23,52 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 0,45 моль з урахуванням її взаємодії:
$H_2Se + 6HNO_{3(конц.)} = H_2SeO_3 + 6NO_2 + 3H_2O$.

Варіант 18

1. Обчислити масу атома Гідрогену, якщо дигідроген, узятий кількістю речовини 1 моль, містить $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул.
2. Яка молярна маса газу, 1 дм^3 якого за н.у. має масу 2,86 г?
3. Визначити масову частку Селену в Na_2SeO_4.
4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Нітрогену в цих сполуках: а) $(NH_4)_2CO_3$; б) $Al(NO_3)_3$; в) Hg_3N_2.
5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки NF_3, узятої: а) масою 32 г ; б) об'ємом 24,64 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 0,2 моль з урахуванням її взаємодії: $2NF_3 + 3H_2 = N_2 + 6HF$.

Варіант 19

1. Яке число молекул міститься у будь-якій газоподібній речовині, що має об'єм 10 дм^3 (н.у.) й у воді об'ємом 10 см^3?

2. Два однакових балона заповняли газами: перший – дигідрогеном при 15 МПа, другий — динітрогеном при 5 МПа. Маса якого газу більша?

3. Яка найпростіша формула сполуки, що складається з Осмію та Оксисену, якщо їх масові частки дорівнюють відповідно 74,8 і 25,2 %?

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Оксигену в цих сполуках: а) OF_2; б) CaO; в) H_2O_2.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки H_2Te, узятої: а) масою 10 г; б) об'ємом 25,76 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 1,8 моль з урахуванням її взаємодії: $2H_2Te + 3O_2 = 2H_2O + 2TeO_2$.

Варіант 20

1. Скільки молекул міститься у бензолі масою 1,56 г, Сульфур (IV) оксиді масою 0,0128 г та у Нітроген (II) оксиді кількістю речовини 0,01 моль?

2. Густина Гідроген галогеніду за повітрям дорівнює 1,259. Знайти густину цього газу за диоксигеном і назвати його.

3. Визначити найпростішу формулу сполуки Мангану з Арсеном, якщо їх масові частки відповідно дорівнюють 59,46 і 40,54 %.

4. Знайти молекулярні маси сполук та ступінь окиснення Фосфору в цих сполуках: а) Mg_3P_2; б) P_2H_4; в) $K_4P_2O_7 \cdot 3H_2O$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки NH_3, узятої: а) масою 34 г; б) об'ємом 26,88 $дм^3$ (н.у.) ; в) кількістю речовини 0,9 моль з урахуванням її взаємодії: $2NH_3 + 3CuO = 3Cu + N_2 + 3H_2O$.

Варіант 21

1. При прожарюванні Кальцій карбонату масою 400 г одержано 224 г Кальцій оксиду та Карбон (IV) оксиду об'ємом 89,6 $дм^3$ (н.у.). Чи підтверджують ці дані закон збереження маси речовини?

2. Визначити густину Гідроген броміду за дигідрогеном та за повітрям.

3. Яка масова частка Сульфуру в Натрій сульфаті (IV) Na_2SO_3?

4. Знайти молярну масу сполук і ступінь окиснення Хлору в цих сполуках: а) $HClO_3 \cdot 7H_2O$; б) ClF; в) ICl_3; г) ClO_2.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки $POCl_3$, узятої: а) масою 204 г; б) об'ємом 28 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 2,4 моль з урахуванням її взаємодії: $POCl_3 + 3H_2O = H_3PO_4 + 3HCl$.

Варіант 22

1. Яка кількість молекул міститься в озоні (O_3): а) кількістю речовини 0,05 моль; б) масою, що дорівнює 0,01 молярної маси атомарного Оксигену?

2. Газ, що має масу 31,7 г, заповнив посудину об'ємом 25 л при температурі 19 °С. Тиск газу у посудині становить 110 кПа. Яка молярна маса цього газу?

3. Визначити найпростішу формулу сполуки Алюмінію з Карбоном, якщо їх масові частки дорівнюють відповідно 75 і 25 %.

4. Знайти молярну масу сполук і ступінь окиснення Хрому в цих сполуках: а) $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; б) $Cr_2O_2Cl_2$; в) CrS; г) $K_3Cr(OH)_5$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки HBr, узятої: а) масою 162 г; б) об'ємом 29,12 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 3,2 моль з урахуванням її взаємодії: $2HBr + Mg = MgBr_2 + H_2$.

Варіант 23

1. Яка маса Ферум (II) сульфіду кількістю речовини 0,4 моль?

2. Тиск повітря у посудині при 17 °С дорівнює 0,2 МПа. Як зміниться тиск, якщо посудину буде нагріто до 60 °С?

3. Співвідношення між атомами Фосфору та Гідрогену, з яких складається молекула сполуки, становить 1:2, а густина пари цієї ж сполуки за повітрям дорівнює 2,276. Визначити молекулярну формулу сполуки.

4. Знайти молярну масу сполук і ступінь окиснення Стануму в цих сполуках: а) $K_2SnS_3 \cdot 3H_2O$; б) $SnCl_4$; в) Sn_4P_3; г) SnS.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки GeH_4 узятої: а) масою 41,5 г; б) об'ємом 30,24 дм^3 (н.у.); в) кількістю речовини 0,7 моль з урахуванням її взаємодії: $GeH_4 + 2H_2O = GeO_2 + H_2$.

Варіант 24

1. Яка кількість речовини міститься у Хлор (VII) оксиді, що має масу 91,5 г?

2. Який об'єм займає метан масою 32 г при температурі 90 °С і тиску 100 кПа?

3. Деякі сполуки мають однакове співвідношення між атомами, з яких вони складаються. Які дані потрібно навести, щоб визначити молекулярні формули цих сполук? Відповідь обґрунтувати.

4. Знайти молярні маси сполук і ступінь окиснення Ксенону у цих сполуках: а) $BaXeO_4$; б) Cs_2XeF_8; в) H_4XeO_6; г) XeF_6.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки CO_2, узятої: а) масою 22 г; б) об'ємом 31,36 $дм^3$ (н.у.); в) кількістю речовини 0,16 моль з урахуванням її взаємодії: $CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O$.

Варіант 25

1. У якій кількості речовини Сульфур (VI) оксиду міститься таке ж число атомів Сульфуру, що й у Алюміній сульфіді масою 45 г?

2. У балоні місткістю 24 $дм^3$ знаходиться динітроген під тиском 6,3 МПа при 0 °С. Який об'єм буде мати газ при (н.у.)?

3. Визначити масову частку Карбону в Карбон нітриді C_3N_4.

4. Знайти молярні маси сполук і ступінь окиснення Ренію у його сполуках: а) K_2ReO_3; б) $ReOF_4$; в) Re_2S_7; г) $ReCl_3$.

5. Розрахувати кількість речовини еквівалента сполуки H_2S узятої: а) масою 17 г; б) об'ємом 32,48 $дм^3$ (н.у.) ; в) кількістю речовини 5,2 моль з урахуванням її взаємодії: $H_2S + KOH = KHS + H_2O$.

2. Розчини. Способи вираження концентрації розчинів

2.1. Характеристика розчинів

Розчин — це однорідна (гомогенна) система, яка складається з двох або більше компонентів (складових частин): розчинника, розчинених речовин і продуктів їх взаємодії.

Розчини мають як спільні, так і відмінні риси порівняно з механічною сумішшю та хімічною сполукою. Як для механічної суміші, для розчинів є характерним змінний склад, але, на відміну від суміші, розчин не можна розділити на компоненти простими фізичними засобами (за допомогою магніту, фільтрування, відстоювання тощо). Останнє властиве і хімічним сполукам, але сполуки, на відміну від розчинів, мають сталий склад.

За агрегатним станом розчини бувають *рідкі* (наприклад, розчини солей у воді, усі природні води), *тверді* (сплави металів), *газоподібні* (суміші газів або повітря).

Найбільше значення мають рідкі розчини, у яких перебігає більшість хімічних реакцій.

У хімічних реакціях розчинник виконує дві ролі — хімічного реагенту і хімічного середовища.

Найважливіше місце серед рідких розчинів займають системи, в яких розчинником є вода. Але останнім часом все більше застосовуються і неводні розчинники — різноманітні неорганічні та органічні рідини, наприклад спирти, ацетон, пропіленкарбонат, диметилсульфоксид, зріднений амоніак та ін.

Розчинником є той компонент розчину, що перебуває в такому самому агрегатному стані, що і розчин. Інші компоненти називають *розчиненими речовинами.* Якщо компоненти перебувають в однакових агрегатних станах (наприклад, спирт і вода), то розчинником вважається компонент з найбільшим вмістом у системі.

Залежно від ступеня розчинності речовини розчини бувають насиченими, ненасиченими і пересиченими.

У *насиченому розчині* за даної температури міститься максимально можлива кількість розчиненої речовини. У *ненасиченому розчині* міститься менше речовини, а в *пересиченому* — більше, ніж у насиченому. Пересичені розчини, на відміну від насичених і ненасичених, досить нестійкі. Легке струшування посуди або додавання у розчин незначної кількості розчиненої речовини викликає виділення надлишку розчиненої речовини.

2.2. Основні способи вираження концентрації розчинів

Склад розчину найчастіше виражають концентрацією розчиненої речовини. Розглянемо концентрації, які найчастіше вживаються у лабораторній та технологічній практиці.

Масова частка ω розчиненої речовини визначається відношенням маси розчиненої речовини до маси всього розчину:

$$\omega = \frac{m_{\text{реч}}}{m_{\text{розч}}}, \quad \text{або} \quad \omega(\%) = \frac{m_{\text{реч}} \cdot 100\%}{m_{\text{розч}}}. \tag{2.1}$$

Об'ємна частка φ розчиненої речовини розраховується як відношення об'єму розчиненої речовини до суми початкових об'ємів усіх компонентів розчину:

$$\varphi = \frac{V_{\text{реч}}}{V_{\text{розч}}}, \quad \text{або} \quad \varphi(\%) = \frac{V_{\text{реч}} \cdot 100\%}{V_{\text{розч}}}. \tag{2.2}$$

Молярна концентрація розчиненої речовини c(X), моль/дм^3, визначається відношенням кількості розчиненої речовини до об'єму розчину:

$$c(\text{X}) = \frac{\nu_{\text{реч}}}{V_{\text{розч}}}, \text{ або} \tag{2.3}$$

$$c(\text{X}) = \frac{m_{\text{реч}}}{M_{\text{реч}} V_{\text{розч}}}.$$

Молярна концентрація еквівалента речовини $c(f(\text{X})\text{X})$, моль/дм^3, визначається відношенням кількості еквівалентів розчиненої речовини до об'єму розчину:

$$c(f(\text{X})\text{X}) = \frac{\nu_{\text{екв}}}{V_{\text{розч}}}, \text{, або} \tag{2.4}$$

$$c(f(\text{X})\text{X}) = \frac{m_{\text{реч}}}{M_{\text{екв. реч}} V_{\text{розч}}}.$$

2.3. Розв'язання типових задач на розчини

Приклад 2.1. Знайти масу Натрій хлориду та об'єм води, які необхідно взяти, щоб приготувати розчин Натрій хлориду масою 500 г з масовою часткою солі 7 %.

Розв'язання:

$m_{\text{розч}} = 500$ г
$\omega(\text{NaCl}) = 7$ %
$m(\text{NaCl}) = ?$

Як виходить з рівняння (2.1):

$$m(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{розч}} \cdot \omega(\text{NaCl})}{100} = \frac{500 \cdot 7}{100} = 35 \text{ г}.$$

Маса води: 500 – 35=465 г.

Об'єм води: $V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{465 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 465 \text{ г}.$

Якщо густину води $\rho(H_2O)$ не задано, використовують її значення 1 г/см^3.

Приклад 2.2. Яку масу мідного купоросу $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ та води потрібно взяти, щоб приготувати розчин Купрум (II) сульфату масою 450 г з масовою часткою $CuSO_4$ 6 %?

Розв'язання:

$m_{\text{розч}}(CuSO_4) = 450$ г
$\omega(CuSO_4) = 7\%$
$m(\text{NaCl}) = ?$

Масу Купрум (II) сульфату знаходимо як і у прикладі 2.1:

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{розч}}(\text{CuSO}_4) \cdot \omega(\text{CuSO}_4)}{100};$$

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{450 \cdot 6}{100} = 27 \text{ г}.$$

Кристалогідрат Купрум (II) сульфату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ містить, крім $CuSO_4$, також і воду. Тобто для визначення маси кристалогідрату, яка містить відповідну масу $CuSO_4$, складаємо пропорцію на підставі молярних мас $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ і $CuSO_4$:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 250 \text{ г/моль},$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}.$$

У 250 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ міститься 160 г $CuSO_4$;

у X г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ міститься 27 г $CuSO_4$:

$$X = \frac{250 \cdot 27}{100} = 42{,}17 \text{ г } CuSO_4 \cdot 5H_2O.$$

Маса води:

$$m_{\text{розч}} - m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 450 - 42{,}17 = 407{,}83 \text{ г}.$$

Приклад 2.3. Яка маса Натрій карбонату міститься у 500 см^3 розчину з молярною концентрацією Na_2CO_3 0,35 моль/дм^3?

Розв'язання:

$V_{\text{розч}}(Na_2CO_3) = 500$ см^3
$c(Na_2CO_3) = 0{,}35$ моль/дм^3

$m(Na_2CO_3) = ?$

Знайдемо відповідно до формули (2.3) кількість речовини Натрій карбонату:
$\upsilon(Na_2CO_3) = c(Na_2CO_3) \cdot V_{\text{розч}}$;
$\upsilon(Na_2CO_3) = 0{,}35 \cdot 0{,}5 = 0{,}175$ дм^3.

Масу речовини знаходимо за кількістю речовини з використанням молярної маси речовини:
$m(Na_2CO_3) = \upsilon(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3)$;
$M(Na_2CO_3) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106$ г/моль;
$m(Na_2CO_3) = 0{,}175 \cdot 106 = 18{,}55$ г/моль.

Приклад 2.4. Гідроген сульфід об'ємом 140 см^3 розчинили у воді масою 500 г (нормальні умови). Обчислити масову частку Гідроген сульфіду в розчині.

Розв'язання:

$V_{\text{розч}}(Na_2CO_3) = 500$ см^3
$c(Na_2CO_3) = 0{,}35$ моль/дм^3

$m(Na_2CO_3) = ?$

Визначаємо кількість речовини H_2S, розчиненої у воді:

$$\nu(H_2S) = \frac{V_0(H_2S)}{V_m} = \frac{0{,}14}{22{,}4} = 0{,}00625 \text{ моль}.$$

Маса розчиненого H_2S:
$m(H_2S) = \upsilon(H_2S) \cdot M(H_2S)$;
$M(H_2S) = 34$ г/моль;

$m(H_2S) = 0{,}00625 \cdot 34 = 0{,}2125$ г.

Приклад 2.5. Який об'єм води та розчину хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 20 % та густиною 1,1 г/см^3 слід взяти, щоб приготувати 250 г розчину з масовою часткою HCl 2 %?

Розв'язання:

$\omega_1(HCl) = 2$ %
$m_{1\ розч}(HCl) = 250$ г
$\omega_2(HCl) = 20$ %
$\rho_{2\ розч} = 1{,}1$ г/мл

$V_2(H_2O)$, $V_{2\ розч}(HCl) = ?$

Спочатку визначаємо масу Гідроген хлориду HCl, що міститься в одержаному розчині масою 250 г з масовою часткою HCl 2%:

$$m_1(HCl) = \frac{m_{1\,розч}(HCl) \cdot \omega_1(HCl)}{100} = \frac{2 \cdot 250}{100} = 5\ г.$$

Далі розрахуємо масу початкового розчину з масовою часткою HCl 20%:

$$m_{2\,розч}(HCl) = \frac{m_1(HCl) \cdot 100}{\omega_2(HCl)} = \frac{5 \cdot 100}{20} = 25\ г.$$

Знайдемо об'єм вихідного розчину кислоти масою 25 г:

$$V_{2\,розч} = \frac{m_{2\,розч} \cdot 100}{\rho_{2\,розч}} = 22{,}7\ см^3.$$

Далі визначаємо необхідну масу і об'єм води:

$$m(H_2O) = m_{1\,розч}(HCl) - m_{2\,розч}(HCl) = 250 - 25 = 225\ г;$$

$$V(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{\rho(H_2O)} = \frac{225\ г}{1\ г/см^3} = 225\ см^3.$$

Приклад 2.6. Знайти масу Натрій хлориду, яку необхідно додати до 200 г розчину Натрій хлориду з масовою часткою NaCl 10 %, щоб одержати розчин з масовою часткою Натрій хлориду 15 %.

Розв'язання:

$m_{1\ розч}(NaCl) = 200$ г
$\omega_1(NaCl) = 10$ %
$\omega_2(NaCl) = 15$ %
$m(NaCl) = ?$

Спочатку розрахуємо масу NaCl у початковому розчині:

$$m_1(NaCl) = \frac{\omega_1(NaCl) \cdot m_1(NaCl)}{100} = \frac{10 \cdot 200}{100} = 20 \text{ г}.$$

Відповідно маса води у цьому розчині становить:

$m(H_2O) = 200 - 20 = 180$ г.

Далі визначаємо, що 100 г розчину з масовою часткою 15 % містять 15 г NaCl і 85 г води. Складаємо пропорцію:

на 85 г води потрібно 15 г NaCl,

а на 180 г води — X г NaCl:

$$X = \frac{180 \cdot 15}{85} = 31{,}8 \text{ г NaCl}.$$

Для приготування потрібного розчину слід додати до початкового розчину 31,8 – 20 = 11,8 г солі NaCl.

Приклад 2.7. Визначити масу води, яку слід випарити з 200 г розчину з масовою часткою Натрій сульфату 15 %, щоб одержати розчин з масовою часткою 20 % цієї ж солі.

Розв'язання:

$m_{1\ розч}(Na_2SO_4) = 200$ г
$\omega_1(Na_2SO_4) = 15$ %
$\omega_2(Na_2SO_4) = 20$ %
$m(H_2O) = ?$

Маса Натрій сульфату у вихідному розчині, який має масову частку Na_2SO_4 15%, становить:

$$m(Na_2SO_4) = \frac{m_{розч}(Na_2SO_4) \cdot \omega_1(Na_2SO_4)}{100};$$

$m(Na_2SO_4) = \frac{200 \cdot 15}{100} = 30$ г. Відповідно маса води у цьому розчині буде:

$m(H_2O) = 200 - 30 = 170$ г.

У 100 г розчину, який треба одержати, згідно з умовою міститься 20 г солі і 80 г води, тобто

на 20 г Na_2SO_4 — 80 г H_2O;

на 30 г Na_2SO_4 — X г H_2O:

$$X = \frac{30 \cdot 80}{20} = 120 \text{ г } H_2O.$$

Зайвими будуть 170 – 120 = 50 г води, які треба випарити.

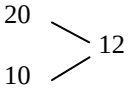
Приклад 2.8. У лабораторії є розчини з масовою часткою Натрій хлориду 20 і 10 %. Визначте масу кожного з розчинів, які потрібно змішати, щоб здобути 300 г розчину з масовою часткою солі 12 %.

Розв'язання:

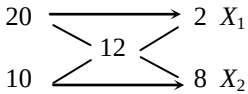
$\omega_1(NaCl) = 20$ %, $\omega_2(NaCl) = 10$ %
$\omega_3(NaCl) = 12$ %
$m_{3\ розч}(NaCl) = 300$ г

$m_{1\ розч}(NaCl)$, $m_{2\ розч}(NaCl) = ?$

Цю задачу можна вирішити за допомогою правила змішування, або «правила хреста». Для цього складаємо діаграму, у верхньому рядку якої запишемо значення масової частки найбільш концентрованого розчину, у другому правіше — масову частку розчину, який слід приготувати, у третьому під першим — масову частку розчину з найменшою концентрацією:



Далі від значення масової частки найбільш концентрованого розчину віднімаємо значення масової частки розчину, що треба приготувати, й отриману величину розміщуємо у третьому рядку правіше, тобто по діагоналі. У першому рядку по діагоналі від третьої записуємо різницю між значеннями масових часток розчину, який слід приготувати, та розчином з найменшою концентрацією. Остаточно діаграма буде мати такий вигляд:



де X_1 і X_2 — відповідні масові частки розчинів, узятих у певному співвідношенні. Як виходить із цієї діаграми, для приготування необхід-

ного розчину слід взяти 2 частки (за масою) 20 %-го та 8 часток 10 %-го розчинів. Розрахунок маси кожного з розчинів здійснюємо за формулами:

$$m_{1\,\text{розч}}(\text{NaCl}) = \frac{X_1 \cdot m_{3\,\text{розч}}(\text{NaCl})}{X_1 + X_2} = \frac{2 \cdot 300}{(2+8)} = 60\ \text{г};$$

$$m_{2\,\text{розч}}(\text{NaCl}) = \frac{X_2 \cdot m_{3\,\text{розч}}(\text{NaCl})}{X_1 + X_2} = \frac{8 \cdot 300}{(2+8)} = 240\ \text{г},$$

або $m_{2\,\text{розч}}(\text{NaCl}) = m_{3\,\text{розч}}(\text{NaCl}) - m_{1\,\text{розч}}(\text{NaCl}) = 300 - 60 = 240$ г.

Індивідуальні завдання за темою «Розчини. Способи вираження концентрації розчинів»

Варіант 1

1. Обчислити, скільки молей Калій йодиду буде у 2 дм^3 розчину, якщо у 100 см^3 цього розчину міститься 4,5 г KI.

2. У 500 г води розчинили 224 дм^3 амоніаку (н.у.). Визначити масову частку NH_3 в одержаному розчині.

3. Яка маса води вилучається при прожарюванні глауберової солі $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ масою 322 г?

4. Які маси розчинів з масовою часткою Натрій хлориду 26 та 10 % треба взяти для приготування 200 г розчину з масовою часткою цієї солі 15 %?

5. Обчислити масу H_3PO_4, що міститься у 300 см^3 розчину з молярною концентрацією H_3PO_4 3 моль/дм^3.

Варіант 2

1. Для приготування розчину хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 8 % використали 800 г розчину з масовою часткою HCl 35 %. Яку масу розчину з масовою часткою HCl 8 % було одержано?

2. Визначити об'ємну частку диоксигену в суміші газів, яка містить 10 дм^3 O_2, 15 дм^3 N_2 та 25 дм^3 CO_2 за однакових умов.

3. Знайти масову частку води у кристалогідраті $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

4. Які маси розчинів Na_2SO_4 з масовими частками солі 13 і 5 % потрібно взяти, щоб приготувати 400 г розчину з масовою часткою Na_2SO_4 8 %?

5. Якою буде молярна концентрація розчину Натрій хлориду з масовою часткою NaCl 20 % і густиною 1,20 г/мл?

Варіант 3

1. Визначити масову частку солі у розчині, який утворюється при розчиненні 15 г солі у 385 г води.
2. Яка маса Гідроген хлориду міститься у 300 мл розчину з масовою часткою HCl 20 %, густина якого становить 1,1 г/мл?
3. Кристалогідрат Купрум (II) хлориду містить 21,05 % води. Визначити формулу цього кристалогідрату.
4. Які маси розчинів з масовими частками KCl 20 та 10 % необхідно взяти для приготування 500 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 12 %?
5. Визначити молярну концентрацію розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 37 % HCl і густиною 1,19 г/мл.

Варіант 4

1. Яку масу Калій хлориду слід додати до 200 г розчину з масовою часткою KCl 12 %, щоб одержати розчин з масовою часткою KCl 20 %?
2. Знайти масу 400 $дм^3$ суміші газів (н.у.), що містить 40 % дигідрогену, 20 % диоксигену, 40 % динітрогену за об'ємом.
3. Яку масу солі $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ треба взяти, щоб приготувати 700 г розчину з масовою часткою $Cr_2(SO_4)_3$ 5 %?
4. Які маси розчинів з масовими частками KOH 40 і 10 % необхідно взяти для приготування 600 г розчину з масовою часткою цієї ж речовини 25 %?
5. Визначити масову частку Калій сульфату в розчині з молярною концентрацією K_2SO_4 1,2 моль/$дм^3$ і густиною 1,05 г/$см^3$.

Варіант 5

1. У якій масі розчину з масовою часткою Кальцій хлориду 20 % міститься стільки грамів $CaCl_2$, скільки їх знаходиться у 170 г розчину з масовою часткою $CaCl_2$ 8 %?
2. Визначити масу HNO_3, що міститься у 1500 $см^3$ розчину з масовою часткою HNO_3 49 % і густиною 1,31 г/$см^3$.

3. Знайти масову частку $MgCl_2$ у розчині, що утворюється при розчиненні 44,4 г $MgCl_2$ та 55,6 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ у 100 г води.

4. Які маси розчинів з масовими частками KNO_3 28 та 12 % треба взяти, щоб приготувати 200 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 15 %?

5. Яка масова частка сульфатної кислоти у розчині з молярною концентрацією H_2SO_4 2 моль/дм^3 і густиною 1,07 г/см^3?

Варіант 6

1. Визначити масову частку розчину Натрій хлориду, який одержано при розчиненні 1 моль NaCl у 10 моль води.

2. Який об'єм розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 96 % (густиною 1,84 г/см^3) слід використати для одержання 2 л розчину з масовою часткою H_2SO_4 25 % густиною 1,18 г/см^3?

3. Яку масу води та кристалогідрату $CrSO_4 \cdot 7H_2O$ треба взяти, щоб приготувати 800 г розчину з масовою часткою $CrSO_4$ 8 %?

4. Які маси розчинів з масовими частками $Ca(NO_3)_2$ 25 та 10 % необхідно взяти, щоб приготувати 300 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 13 %?

5. Обчислити молярну концентрацію Натрій гідроксиду в розчині з масовою часткою NaOH 37 % і густиною 1,4 г/см^3.

Варіант 7

1. З 1500 г розчину з масовою часткою солі 14 % випарили 25 моль води. Знайти масову частку солі в одержаному розчині.

2. Яка маса Гідроген хлориду буде припадати на 100 г води у розчині з масовою часткою HCl 24 %?

3. Після прожарювання 2,94 г кристалогідрату Кальцій хлориду залишилося 1,49 г безводної солі $CaCl_2$. Скласти формулу цього кристалогідрату.

4. Яку масу розчину з масовою часткою $(NH_4)_2SO_4$ 22 % треба взяти для приготування 150 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 14 %?

5. Визначити молярну концентрацію розчину, утвореного при розчиненні Натрій сульфату масою 21,3 г у воді масою 150 г, якщо густина цього розчину дорівнює 1,12 г/см^3.

Варіант 8

1. Скільки моль води міститься у 2000 г розчину з масовою часткою солі 16 %?
2. У 1 $дм^3$ води розчинено 1 моль Магній сульфату та 2 моль Натрій хлориду. З яких двох інших солей можна приготувати розчин, що має такий же склад, і яку кількість кожної з них треба для цього взяти?
3. До 5 $дм^3$ води додали 250 г кристалогідрату $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Визначити масову частку $BaCl_2$ у цьому розчині.
4. Які маси розчинів з масовими частками NH_4Cl 14 та 6 % треба взяти, щоб приготувати 250 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 8 %?
5. У воді масою 64 г розчинили метанол об'ємом 40 $см^3$ і густиною 0,8 $г/см^3$. Визначити молярну концентрацію утвореного розчину, якщо його густина 0,97 $г/см^3$.

Варіант 9

1. Знайти масу води, яку потрібно додати до 400 г Na_2SO_4 для одержання розчину з масовою часткою Na_2SO_4 18 %.
2. У якому об'ємі повітря, що містить 0,03 % (за об'ємом) Карбон (IV) оксиду, буде знаходитись 100 $дм^3$ CO_2?
3. Яка маса $ZnSO_4$ міститься у 10 кг кристалогідрату $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$?
4. Які маси розчинів з масовими частками NH_4NO_3 18 та 4 % треба взяти, щоб приготувати 350 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 10 %?
5. Визначити масу Калій хлориду, яка необхідна для приготування розчину цієї солі об'ємом 600 $см^3$ з молярною концентрацією KCl 0,25 $моль/дм^3$.

Варіант 10

1. Визначити масову частку розчину солі, який було одержано після випаровування 200 г води з 900 г розчину з масовою часткою солі 7 %.
2. У якій масі води треба розчинити 100 $дм^3$ Гідроген хлориду (н.у.), щоб одержати розчин з масовою часткою HCl 10 %?
3. Водний розчин Барій хлориду містить 15 % цієї солі у розрахунку на безводну сіль. Якою є масова частка $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ у цьому розчині?

4. Які маси розчинів з масовими частками $CuSO_4$ 14 та 2 % потрібно взяти, щоб приготувати розчин з масовою часткою цієї ж солі 5 %?

5. Яка кількість речовини Натрій нітрату міститься у розчині об'ємом 2 $дм^3$ з масовою часткою $NaNO_3$ 40 % і густиною 1,32 $г/см^3$?

Варіант 11

1. Яку масу води слід додати до 200 г розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 40 %, щоб одержати розчин з масовою часткою H_2SO_4 10 %?

2. Який об'єм амоніаку (н.у.) потрібен для приготування 300 г розчину з масовою часткою NH_3 25 %?

3. Визначити масову частку $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ у розчині з масовою часткою безводної солі $MnSO_4$ 10 %.

4. Які маси розчинів з масовими частками Купрум (II) хлориду 18 та 10 % необхідно взяти, щоб приготувати 450 г розчину з масовою часткою $CuCl_2$ 12 %?

5. Визначте масову частку Кальцій дихлориду у розчині з молярною концентрацією $CaCl_2$ 2 $моль/дм^3$ і густиною 1,16 $г/см^3$.

Варіант 12

1. До 100 г розчину з масовою часткою солі 25 % додали 50 г розчину з масовою часткою цієї ж солі 15 %. Яка масова частка солі у одержаному розчині?

2. 11,2 $дм^3$ Гідроген хлориду (н.у.) розчинили у 200 $см^3$ води. Визначити об'єм розчину, що утворився, якщо його густина становить 1,04 $г/см^3$.

3. Яку масу Натрій сульфату можна одержати з 64,4 г глауберової солі $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$?

4. Які маси розчинів з масовими частками Магній хлориду 30 та 8 % треба взяти для приготування 650 г розчину з масовою часткою $MgCl_2$ 20 %?

5. Який об'єм розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 10 % (густиною 1,06 $г/см^3$) потрібен для приготування 100 мл розчину з молярною концентрацією H_2SO_4 0,3 $моль/дм^3$?

Варіант 13

1. У 1000 г води розчинили 4,5 моль Калій йодиду. Визначити масову частку KI у цьому розчині.
2. До 1500 $см^3$ розчину з масовою часткою HNO_3 68 % (густиною 1,52 $г/см^3$) додали 500 $см^3$ води. Яка масова частка HNO_3 в одержаному розчині?
3. Чого більше (за масою) у кристалічній соді $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ — води або Na_2CO_3? Відповідь обґрунтуйте розрахунками.
4. Які маси розчинів з масовими частками Калій хромату 20 та 6 % треба взяти, щоб приготувати 750 г розчину з масовою часткою K_2CrO_4 12 %?
5. Який об'єм розчину з молярною концентрацією KOH 5 $моль/дм^3$ необхідно взяти для приготування 250 $см^3$ розчину з молярною концентрацією KOH 1,5 $моль/дм^3$?

Варіант 14

1. До 300 г розчину з масовою часткою солі 12 % додали 50 г солі. Визначити масову частку солі в одержаному розчині.
2. Яка масова частка HCl розчині, що утворився при розчиненні 33,6 $дм^3$ Гідроген хлориду (н.у.) у 400 г води?
3. До 200 г розчину з масовою часткою $NiSO_4$ 12 % додали 26,3 г кристалогідрату $NiSO_4 \cdot 7H_2O$. Визначити масову частку $NiSO_4$ в отриманому розчині.
4. Які маси розчинів з масовими частками Літій сульфату 18 та 6 % потрібно взяти, щоб приготувати 420 г розчину з масовою часткою Li_2SO_4 13 %?
5. Визначити об'єм розчину з молярною концентрацією KCl 3 моль/л, який необхідно використати для приготування 800 $см^3$ розчину з масовою часткою KCl 8 % (густиною 1,08 $г/см^3$).

Варіант 15

1. Скільки молей сульфатної кислоти міститься у 800 г розчину з масовою часткою H_2SO_4 60 %?

2. Який об’єм амоніаку (н.у.) треба розчинити у 300 $см^3$ води, щоб одержати розчин з масовою часткою NH_3 10 %?

3. Кристалогідрат Цинк сульфату містить 56,1 % $ZnSO_4$. Визначити формулу цього кристалогідрату.

4. Які маси розчинів з масовими частками Калій броміду 50 та 10 % треба взяти, щоб приготувати 230 г розчину з масовою часткою KBr 25 %?

5. Визначити об’єм розчину з масовою часткою Натрій карбонату 12 % (густиною 1,12 г/$см^3$), який потрібен для приготування 500 $см^3$ розчину з молярною концентрацією Na_2CO_3 0,5 моль/$дм^3$.

Варіант 16

1. Яку масу води треба взяти для розчинення 2 моль KOH, щоб одержати розчин з масовою часткою Калій гідроксиду 25 %?

2. До 100 $см^3$ розчину з масовою часткою H_2SO_4 96 % (густиною 1,84 г/$см^3$) додали 400 $см^3$ води. Визначити загальну масу води у цьому розчині.

3. Гіпс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ під час нагрівання до 128 °C вилучає 3/4 кристалізаційної води, перетворюючись у інший кристалогідрат. Визначте його формулу.

4. Які маси розчинів з масовими частками Ферум трихлориду 10 та 2 % слід взяти, щоб приготувати 340 г розчину з масовою часткою $FeCl_3$ 5 %?

5. До води масою 200 г додали 40 $см^3$ розчину з молярною концентрацією KCl 2 моль/л і густиною 1,09 г/$см^3$. Визначити масову частку KCl у одержаному розчині, густина якого дорівнює 1,02 г/$см^3$.

Варіант 17

1. Яка масова частка розчину, одержаного при розчиненні 1,15 моль NaOH у 800 г води?

2. У суміші газів (н.у.) міститься 84 г CO та 88 г CO_2. Знайти об’ємну частку кожного з газів у суміші.

3. Визначити масову частку $FeSO_4$ у розчині, що утворюється при розчиненні 20 г $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ у 180 г води.

4. Які маси розчинів з масовими частками Натрій гідрокарбонату 8 та 3 % треба взяти, щоб приготувати 280 г розчину з масовою часткою $NaHCO_3$ 4 %?

5. Обчислити масу KNO_3, що міститься у 800 $см^3$ розчину з молярною концентрацією KNO_3 2 моль/$дм^3$.

Варіант 18

1. Водний розчин амоніаку, густина якого становить 0,904 г/$см^3$, містить 26 % амоніаку (за масою). Яка маса амоніаку міститься у 3 $дм^3$ такого розчину?

2. У якому об'ємі повітря міститься 100 кг диоксигену (н.у.), якщо його об'ємна частка у повітрі становить 21 %?

3. Чи достатньо 50 г мідного купоросу $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ для приготування 200 г розчину з масовою часткою $CuSO_4$ 25 %?

4. Які маси розчинів з масовими частками Натрій фосфату 9 та 2 % треба взяти, щоб приготувати 480 г розчину з масовою часткою Na_3PO_4 6 %?

5. Яка молярна концентрація розчину Купрум (II) сульфату з масовою часткою $CuSO_4$ 15 % (густиною 1,15 г/$см^3$)?

Варіант 19

1. До 120 г розчину з масовою часткою солі 8 % додали 30 г води. Визначити масову частку солі в отриманому розчині.

2. Знайти масу динітрогену (н.у.) в 1 $м^3$ повітря, якщо об'ємна частка динітрогену становить 78 %.

3. Яку масу кристалогідрату $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ треба взяти, щоб приготувати 500 г розчину з масовою часткою $BaCl_2$ 15 %?

4. Які маси розчинів з масовими частками Цинк дихлориду 40 та 18 % потрібно взяти, щоб приготувати 630 г розчину з масовою часткою $ZnCl_2$ 30 %?

5. Визначити масову частку Барій динітрату в розчині з молярною концентрацією $Ba(NO_3)_2$ 1,15 моль/$дм^3$ (густиною 1,25 г/$см^3$).

Варіант 20

1. Яку масу Na_2SO_4 та води слід взяти, щоб одержати 300 г розчину з масовою часткою Na_2SO_4 15 %?

2. Знайти об'єм (н.у.), що буде мати суміш газів, яка складається з 11,2 $дм^3$ етану та 5,2 г дигідрогену.

3. Кристалогідрат Барій дихлориду містить кристалізаційну воду з масовою часткою 14,8 %. Визначте формулу цього кристалогідрату.

4. Які маси розчинів з масовими частками Калій карбонату 45 та 15 % треба взяти, щоб приготувати 730 г розчину з масовою часткою K_2CO_3 22 %?

5. Обчислити молярну концентрацію Калій гідроксиду в розчині з масовою часткою КОН 28 % (густиною 1,3 $г/см^3$).

Варіант 21

1. Яка масова частка солі у розчині, що утворюється при розчиненні 12 г солі у 1000 г води?

2. До 40 $дм^3$ суміші газів CO та CO_2, у якій об'ємна частка CO_2 становить 15 %, додали 20 $дм^3$ CO за тих же умов. Визначити об'ємну частку CO у суміші.

3. 24,4 г Магній сульфату утворюють 50 г кристалогідрату. Визначити формулу цього кристалогідрату.

4. Які маси розчинів з масовими частками Аргентум нітрату 50 та 10 % треба взяти, щоб приготувати 800 г розчину з масовою часткою $AgNO_3$ 20 %?

5. У 3 $дм^3$ розчину з молярною концентрацією речовини 0,5 $моль/дм^3$ міститься 60 г речовини. Визначити її молярну масу.

Варіант 22

1. У концентрованій сульфатній кислоті масова частка води становить 4 %. Скільки води міститься у 2 $дм^3$ цієї кислоти, густина якої 1,84 $г/см^3$?

2. З 60 $дм^3$ суміші газів H_2 та O_2 (н.у.) з об'ємною часткою водню 65 % вилучили 16 г диоксигену. Знайти об'ємну частку диоксигену у суміші, що утворилась.

3. Яку масу води та кристалогідрату $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ необхідно взяти, щоб приготувати 410 г розчину з масовою часткою $MgSO_4$ 16 %?

4. Які маси розчинів з масовими частками Кобальт дихлориду 20 та 8 % треба взяти, щоб приготувати 560 г розчину з масовою часткою $CoCl_2$ 11 %?

5. Визначити масу Гідроген хлориду, яка потрібна для приготування 150 $см^3$ розчину з молярною концентрацією HCl 2 моль/$дм^3$.

Варіант 23

1. Масова частка солей у морській воді може становити 3,5 %. Яка маса солі залишиться після випарювання 5 кг морської води?

2. Визначити масу дигідрогену, яку слід додати до 56 $дм^3$ динітрогену (н.у.), щоб їх об'ємне співвідношення становило 3:1 відповідно.

3. Яка маса води сполучається з 22,2 г Кальцій дихлориду при утворенні кристалогідрату $CaCl_2 \cdot 6H_2O$?

4. Які маси розчинів з масовими частками Барій динітрату 14 та 3 % треба взяти, щоб приготувати 470 г розчину з масовою часткою $Ba(NO_3)_2$ 9 %?

5. Знайти молярну концентрацію розчину, в 1 $дм^3$ якого міститься 10 г Натрій гідроксиду.

Варіант 24

1. Яку масу KCl та води необхідно взяти, щоб одержати 150 г розчину з масовою часткою солі 12 %?

2. У 1 $дм^3$ води розчиняється $3{,}4 \cdot 10^{-6}$ г Аргентум йодиду. Обчисліть кількість атомів Аргентуму, що міститься у 1 $см^3$ цього розчину AgI.

3. Знайти масову частку води у кристалогідраті $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

4. Які маси розчинів з масовими частками Хром трихлориду 10 та 1 % потрібно взяти, щоб приготувати 390 г розчину з масовою часткою $CrCl_3$ 6 %?

5. Знайти молярну концентрацію розчину, в 1 $дм^3$ якого міститься 49 г сульфатної кислоти.

Варіант 25

1. Визначити масову частку солі у розчині, який утворюється при розчинені 5 г солі у 195 г води.
2. Яка об'ємна частка Карбон (IV) оксиду в суміші, що складається з 33,6 $дм^3$ CO_2 (н.у.) та 64 г диоксигену?
3. З якої кількості мідного купоросу $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ можна одержати 40 г Купрум (II) сульфату?
4. Які маси розчинів з масовими частками Плюмбум динітрату 30 та 5 % треба взяти, щоб приготувати 850 г розчину з масовою часткою $Pb(NO_3)_3$ 23 %?
5. Обчислити молярну концентрацію розчину, у 100 г якого міститься 11,7 г Натрій хлориду.

3. Типи хімічних реакцій. Стехіометричні розрахунки

3.1. Типи хімічних реакцій

Процеси, за яких одні речовини перетворюються в інші, що відрізняються від початкових речовин складом та властивостями, а також не супроводжуються зміною ядер атомів, називають *хімічними реакціями*. Інакше їх ще називають *хімічними явищами*, *хімічними взаємодіями* або *хімічними перетвореннями*.

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками:

1. *Оборотні* та *необоротні реакції* (за ознакою оборотності реакції). Реакції, які одночасно перебігають у двох взаємно протилежних напрямках, називають *оборотними*. Оборотні реакції становлять більшість хімічних реакцій. До них належать реакції у розчинах електролітів, багато реакцій у газовому стані та інші, наприклад:

$$Na_2CO_3 + HOH \rightleftarrows NaHCO_3 + NaOH \qquad (3.1)$$

Символами = позначають оборотні реакції.

Необоротними називають такі реакції, які перебігають лише в одному напрямку і завершуються повними перетвореннями початкових реагуючих речовин у кінцеві речовини. Їх набагато менше, ніж оборотних. До необоротних реакцій відносять реакції згоряння, електролізу та інші, наприклад:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad (3.2)$$

Символами → позначають необоротні реакції.

2. *Екзотермічні* та *ендотермічні реакції* (за виділенням або поглинанням енергії реакції).

До *екзотермічних* належать реакції, які відбуваються з виділенням енергії, наприклад:

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O, \quad \Delta H < 0. \qquad (3.3)$$

Реакції, які перебігають з поглинанням енергії з навколишнього середовища, називають *ендотермічними*, наприклад:

$$CaCO_3 \overset{t}{=} CaO + CO_2, \quad \Delta H > 0. \qquad (3.4)$$

Екзотермічними є більшість реакцій між простими речовинами, реакції окиснення, нейтралізації та ін.

Реакції розкладу складних речовин, гідролізу є ендотермічними.

Якщо у рівнянні хімічної реакції наведено значення або знак теплового ефекту реакції (ΔH), то рівняння таких реакцій (екзотермічних і ендотермічних) називають *термохімічними рівняннями реакцій*.

3. За ознакою зміни числа початкових і кінцевих речовин розрізняють *реакції розкладу*, *сполучення*, *витискування*, *обміну* і *заміщення*.

Реакції, під час яких з однієї речовини утворюється декілька, називають реакціями розкладу:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2, \qquad (3.5)$$

$$(NH_4)_2 Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O. \qquad (3.6)$$

До *реакцій сполучення* належать реакції, під час яких з двох або кількох речовин утворюється одна:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4, \quad (3.7)$$

$$2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O = (CuOH)_2CO_3, \quad (3.8)$$

$$Ge + 2H_2O_2 + 2NaOH = Na_2[Ge(OH)_6], \quad (3.9)$$

Реакції, під час яких сполуки обмінюються складовими частинами, називають *реакціями обміну*:

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O. \quad (3.10)$$

До *реакцій витискування* відносять реакції, під час яких атоми простої речовини витискують атоми з складної речовини і в результаті утворюються нові проста та складна речовини, наприклад:

$$Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu. \quad (3.11)$$

Реакції заміщення — це ті, під час яких атоми простої речовини заміщують атоми в складній сполуці і в результаті утворюються дві нові складні речовини:

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl\,.$$

4. За ознакою зміни ступеня окиснення атомів, що входять до складу реагуючих речовин, розрізняють *реакції невалентних перетворень* (йдуть без зміни ступеня окиснення атомів) та *окисно-відновні реакції* (тих, що перебігають зі зміною ступеня окиснення атомів, які входять до складу реагуючих речовин). Реакції (3.2), (3.6), (3.8), (3.9), (3.11) є окисно-відновними.

З наведених вище прикладів хімічних реакцій до реакцій невалентних перетворень належать реакції (3.1), (3.3), (3.4), (3.7), (3.10) та деякі інші.

Окиснення — це процес віддачі електронів атомами або іонами. *Відновлення* — це процес приєднання електронів атомом або іоном. Оскільки атоми або іони одного елемента приєднують електрони іншого

елемента, то процес окиснення завжди супроводжується процесом відновлення.

Окисник — це атом або іон, який приєднує електрони, *відновник* — атом або іон, що віддає електрони. Окисник при цьому відновлюється, а відновник — окиснюється.

Нижче наведені приклади складання рівнянь окисно-відновних реакцій (приклад 3.5, *а, б, в*) та визначення їх типів.

Крім перелічених типів хімічних реакцій, існують також *електрохімічні* (що супроводжуються переносом електронів), *фотохімічні* (відбуваються під дією світла), *гомогенні*, *гетерогенні*, *каталітичні*, *некаталітичні* та ін.

Одну і ту саму реакцію можна розглядати за різними ознаками, наприклад:

$$2\overset{0}{\mathrm{Mg}} + \overset{0}{\mathrm{O}_2} = 2\overset{+2\ -2}{\mathrm{MgO}}, \quad \Delta H < 0 \qquad (3.12)$$

— реакція необоротна, екзотермічна (тобто з виділенням тепла), сполучення, окисно-відновна (змінюється ступень окиснення Магнію та Оксигену), гетерогенна (магній, диоксиген і Магній оксид знаходяться у різних агрегатних станах: Mg і MgO – кристалічні речовини, O_2 – газоподібна речовина), некаталітична.

3.2. Розв'язання типових задач і завдань

Приклад 3.1. При утворенні 8,10 г Купрум дихлориду $CuCl_2$ (з купруму та дихлору) вилучається 13,39 кДж теплоти. Обчислити теплоту утворення Купрум дихлориду.

Розв'язання. Для відповіді на питання, що поставлене в умові задачі, потрібно знайти тепловий ефект ΔH процесу, який можна виразити рівнянням

$$\mathrm{Cu_{(к)}} + \mathrm{Cl_{2(г)}} = \mathrm{CuCl_{2(к)}}, \quad \Delta H - ? \qquad (3.13)$$

Це рівняння показує, що при взаємодії 1 моль купруму з 1 моль дихлору утворюється 1 моль Купрум дихлориду. Як відомо, теплота

утворення ΔH дорівнює тепловому ефекту реакції утворення 1 моль речовини з простих речовин. У даному випадку тепловий ефект реакції (3.13) і є тепловим ефектом утворення $CuCl_2$.

1 моль $CuCl_2$ має масу 135 г. Відповідно до умови можна записати: при утворенні 8,10 г $CuCl_2$ вилучається 13,39 кДж, а при утворенні 135,00 г $CuCl_2$ буде вилучатися ΔH кДж:

$$\Delta H = \frac{135 \cdot 13,39}{8,10} = 223,16 \text{ кДж}.$$

Приклад 3.2. Знайти масу Фосфор (V) оксиду, що утворюється при згорянні фосфору в диоксигені, якщо при цьому вилучилося 46 кДж теплоти, а ентальпія утворення P_2O_5 дорівнює –1548 кДж/моль.

Розв'язання. Записуємо термохімічне рівняння реакції утворення тільки 1 моль P_2O_5, тому слід використовувати нецілі коефіцієнти:

$$2P_{(к)} + 2,5O_{2(г)} = P_2O_{5(к)}, \quad \Delta H = -1548 \text{ кДж}.$$

Далі складаємо пропорцію: при утворенні 1 моль P_2O_5 (142 г) вилучається 1548 кДж, при утворенні X г P_2O_5 вилучається 46 кДж:

$$X = \frac{142 \cdot 46}{1548} = 4,22 \text{ г } (P_2O_5).$$

Приклад 3.3. Обчислити тепловий ефект реакції згоряння етанолу, використовуючи значення ентальпій утворення Карбон (IV) оксиду (–393,51 кДж/моль), води (–285,84 кДж/моль) та етанолу (–277,63 кДж/моль).

Розв'язання. Для розв'язання цієї задачі слід використати закон Гесса. Відповідно до цього закону, тепловий ефект реакції можна визначити як суму ентальпій утворення продуктів реакції мінус сума ентальпій утворення початкових речовин. При цьому усі коефіцієнти, що стоять перед формулами, ставлять перед значеннями ентальпій утворення відповідних сполук.

Термохімічне рівняння реакції згоряння етанолу має вигляд

$$C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O, \quad \Delta H < 0 .$$

Ентальпія утворення диоксигену (як і інших простих речовин) дорівнює нулю. Тепловий ефект цієї реакції

$$\Delta H = \left(2 \cdot \left(-393,51 + 3 \cdot \left(-285,84\right)\right) - \left(-277,63 + 3 \cdot 0\right)\right) = -1366,91 \text{ кДж}.$$

Приклад 3.4. Який процес — окиснення або відновлення — відбувається при таких перетвореннях:

$$\overset{-1}{\text{I}} \rightarrow \overset{+5}{\text{I}}$$

$$\overset{0}{\text{P}} \rightarrow \overset{+5}{\text{P}}$$

$$\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{+2}{\text{N}}$$

$$\overset{+4}{\text{Mn}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}}$$

$$\overset{-3}{\text{As}} \rightarrow \overset{0}{\text{As}} ?$$

Розв'язання. Підвищення ступеня окиснення відбувається за рахунок віддачі електронів. Віддає електрони відновник, який при цьому окиснюється. Зниження ступеня окиснення — це результат приєднання електронів окисником, який при цьому відновлюється. Віддачу і приєднання електронів зображують електронними рівняннями:

$$\overset{-1}{\text{I}} - 6e = \overset{+5}{\text{I}} \text{ — процес окиснення;}$$

$$\overset{0}{\text{P}} - 5e = \overset{+5}{\text{P}} \text{ — процес окиснення;}$$

$$\overset{+5}{\text{N}} + 3e = \overset{+2}{\text{N}} \text{ — процес відновлення;}$$

$$\overset{+4}{\text{Mn}} + 2e = \overset{+2}{\text{Mn}} \text{ — процес відновлення;}$$

$$\overset{-3}{\text{As}} - 3e = \overset{0}{\text{As}} \text{ – процес окиснення.}$$

Приклад 3.5. Скласти рівняння окисно-відновних реакцій і визначити тип цих реакцій:

а) $H_2S + H_2O_2 \rightarrow S + H_2O$;

б) $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$;

в) $NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$.

Розв'язання. Для складання рівнянь окисно-відновних реакцій необхідно:

1) знайти ступені окиснення елементів, що входять до складу усіх речовин, які присутні у схемі реакції, і визначити, які з елементів змінюють ступінь окиснення;

2) скласти відповідні електронні рівняння;

3) скласти електронний баланс і відповідно до нього розставити коефіцієнти у рівнянні окисно-відновної реакції:

а) $\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{S} + \overset{+1}{H_2}\overset{-1}{O_2} \rightarrow \overset{0}{S} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$;

б) $\overset{+4}{N}\overset{-2}{O_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O} \rightarrow \overset{+1}{H}\overset{+5}{N}\overset{-2}{O_3} + \overset{+1}{H}\overset{+3}{N}\overset{-2}{O_2}$;

в) $\overset{-3}{N}\overset{+1}{H_4}\overset{+3}{N}\overset{-2}{O_2} \rightarrow \overset{0}{N_2} + \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$.

У першій реакції ступінь окиснення змінюють Сульфур і Оксиген, в останніх — Нітроген.

4) Складаємо відповідні електронні рівняння (з електронним балансом):

а) $\begin{array}{l} S^{-2} - 2e = S^0 \\ 2O^{-1} + 2e = 2O^{-2} \end{array} \left| \begin{array}{l} 1 \\ 1 \end{array} \right.$

б) $\begin{array}{l} N^{+4} - 1e = N^{+5} \\ N^{+4} + 1e = N^{+3} \end{array} \left| \begin{array}{l} 1 \\ 1 \end{array} \right.$

б) $\begin{array}{l} N^{-3} - 3e = N^0 \\ N^{+3} + 3e = N^0 \end{array} \left| \begin{array}{l} 1 \\ 1 \end{array} \right.$

5) Записуємо рівняння окисно-відновних реакцій:

а) $H_2S + H_2O_2 = S + 2H_2O$;

б) $2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$;

в) $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$.

Перша реакція є міжмолекулярною окисно-відновною реакцією, у якій окисник і відновник — це різні речовини.

У другій реакції окиснення і відновлення відбуваються за рахунок зміни ступеня окиснення Нітрогену, міститься в одній речовині (NO_2). Це приклад реакції *самоокиснення-самовідновлення*, або *диспропорціонування*.

У третій реакції також окиснюються і відновлюються атоми Нітрогену, які знаходяться в одній речовині, але мають різні ступені окиснення. Такі реакції називають реакціями *внутрішньомолекулярного окиснення-відновлення*.

3.3. Стехіометрічні розрахунки

До стехіометрічних розрахунків відносять знаходження кількостей, мас та об'ємів речовин (вихідних та продуктів), що беруть участь у хімічних реакціях. Ці розрахунки проводять згідно з рівняннями хімічних реакцій.

Існують такі основні типи розрахункових задач.

3.3.1. Обчислення об'ємних відношень газів.

Приклад 3.6. Визначити об'єми (за н.у.) дигідрогену і диоксигену, які повинні прореагувати, щоб утворилося 0,2 моль води.

Розв'язання:

$\upsilon(H_2O) = 0{,}2$ моль

$V_0(H_2) = ?$

$V_0(O_2) = ?$

Спочатку записуємо рівняння хімічної реакції:

$2H_2 + O_2 = 2H_2O$.

Запис рівняння хімічної реакції є необхідною умовою розв'язання розрахункових задач різних типів. Відповідно до цієї реакції з 1 моль диоксигену і 2 моль дигідрогену утворюється 2 моль води, тобто можна записати, що

$$v(O_2) = 0,5 \cdot v(H_2O);$$
$$v(H_2) = v(H_2O) = 1.$$

Згідно з цим, якщо в умові задачі $\upsilon(H_2O)$ = 0,2 моль, то:

$\upsilon(O_2)$ = 0,1 моль, $\upsilon(H_2)$ = 0,2 моль.

Об'єми диоксигену і динітрогену будуть (див. формулу 1.4):

$$V_0(O_2) = v(O_2) \cdot V_m = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ дм}^3;$$
$$V_0(H_2) = v(H_2) \cdot V_m = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ дм}^3.$$

3.3.2. Обчислення мас речовин або об'ємів газів відповідно до відомої кількості речовин, які вступають у реакцію або утворюються внаслідок реакції

Приклад 3.7. Яка маса Магній оксиду утворюється під час згоряння 6 г Mg?

Розв'язання:

m(Mg) = 6 г | $2Mg + O_2 = 2MgO$

m(MgO) = ? | Як у прикладі 3.6, визначаємо, що $v(Mg) = v(MgO)$;

$$v(Mg) = \frac{6}{24} = 0,25 \text{ моль};$$
$$m(MgO) = v(MgO) \cdot M(MgO) = 0,25 \cdot 40 = 10 \text{ г}.$$

Приклад 3.8. Визначити об'єм за н.у. Сульфур (IV) оксиду, який утворюється під час згоряння 1 кг сульфуру.

Розв'язання:

m(S) = 1 кг = 1000 г | $S + O_2 = SO_2$.

$V_0(SO_2)$ = ? | Звідси $\upsilon(S) = \upsilon(SO_2)$;

$$v(S) = \frac{1000}{32} = 31,25 \text{ моль};$$

$$V_0(SO_2) = v(SO_2) \cdot V_m = 31,25 \cdot 22,4 = 700 \text{ дм}^3.$$

3.3.3. Обчислення мас речовин, об'ємів газів за відомою масою розчину з певною масовою часткою речовин, що входять до реакції

Приклад 3.9. Знайти масу цинку, яку можна розчинити у 150 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 12 %.

Розв'язання:

$\omega(H_2SO_4) = 12\ \%$ $m_{розч}(H_2SO_4) = 150$ г	$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2;$ $\nu(Zn) = \nu(H_2SO_4).$
$m(Zn) = ?$	У цьому випадку потрібно спочатку знайти масу сульфатної кислоти, що міститься у розчині (див. формулу 2.1):

$$m(H_2SO_4) = m_{розч}(H_2SO_4) \cdot \omega(H_2SO_4) = \frac{150 \cdot 12}{100} = 18 \text{ г};$$

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{22,5}{98} = 0,184 \text{ моль}.$$

Далі визначаємо необхідну масу цинку:

$$m(Zn) = \nu(Zn) \cdot M(Zn) = 0,184 \cdot 65 = 11,96 \text{ г}.$$

Приклад 3.10. Визначити об'єм (за н.у.) Карбон (IV) оксиду, який реагує з 200 г розчину Натрій гідроксиду, масова частка NaOH у якому складає 15 %, з утворенням середньої солі.

Розв'язання:

$\omega(NaOH) = 15\ \%$ $m_{розч}(NaOH) = 200$ г	$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$ У цьому випадку $\nu(CO_2) = 0,5\nu(NaOH).$
$V_0(CO_2) = ?$	Маса Натрій гідроксиду, що міститься у розчині:

$$m(NaOH) = m_{розч}(NaOH) \cdot \omega(NaOH) = \frac{200 \cdot 15}{100} = 30 \text{ г};$$

$$\nu(NaOH) = \frac{30}{40} = 0,75 \text{ моль},$$

тобто $\nu(CO_2) = 0,75 \cdot 0,5 = 0,375$ моль.

Об’єм знаходимо з формули (1.4):

$$V_0\left(CO_2\right) = v\left(CO_2\right) \cdot V_m = 0,375 \cdot 22,4 = 8,4 \text{ дм}^3.$$

3.3.4. Обчислення за рівнянням реакцій у випадку, якщо одна з речовин є у надлишку

Приклад 3.11. До розчину, що містить 27 г Купрум дихлориду, додали 14 г ошурок заліза. Визначити масу міді, що вилучається внаслідок реакції.

Розв’язання:

$m(CuCl_2)$ = 6 г
m(Fe) = 14 г
m(Cu) = ?

Складність розв’язання задачі цього типу полягає в тому, що масу купруму можна знайти за допомогою маси як $CuCl_2$, так і Fe.

Однак цілком імовірно, що одна з початкових речовин буде у надлишку, тобто не реагуватиме до кінця. Розрахунок проводять за речовиною, яка не буде в надлишку, а повністю прореагує.

Для знаходження речовини, яка є у надлишку, спочатку запишемо згідно з рівнянням:

$$v\left(CuCl_2\right) = v\left(Fe\right).$$

Далі обчислимо числові значення кількості початкових речовин і порівняємо їх:

$$v\left(CuCl_2\right) = \frac{27}{135} = 0,2 \text{ моль}; \; v\left(Fe\right) = \frac{14}{56} = 0,25 \text{ моль}.$$

Звідси визначимо, що у надлишку знаходиться ферум.

Далі записуємо, що

$$v\left(CuCl_2\right) = v\left(Cu\right);$$
$$m\left(Cu\right) = v\left(Cu\right) \cdot M\left(Cu\right) = 0,2 \cdot 64 = 12,8 \text{ г}.$$

3.3.5. Визначення масової частки виходу продукту реакції за відношенням до теоретичного

Приклад 3.12. З 61,5 г нітробензолу одержали 44 г аніліну. Визначити масову частку виходу продукту реакції.

Розв'язання:

$$C_6H_5NO_2 + 3H_2 = C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

$m(C_6H_5NO_2) = 61{,}5$ г $m(C_6H_5NH_2) = 44$ г	Спочатку знайдемо масу аніліну за умови повного перетворення нітробензолу в анілін:
$\eta(C_6H_5NH_2) = ?$	$v(C_6H_5NO_2) = v(C_6H_5NH_2)$;

$$v(C_6H_5NO_2) = \frac{61{,}5}{123} = 0{,}5 \text{ моль}; \; m(C_6H_5NH_2) = 0{,}5 \cdot 93 = 46{,}5 \text{ г}.$$

Далі знаходимо масову частку виходу аніліну в даній реакції, яка дорівнює відношенню маси фактично одержаної речовини до маси речовини, яку можна отримати теоретично (тобто при повному перетворенні початкових речовин у продукти реакції):

$$\eta(C_6H_5NH_2) = \frac{m_ф(C_6H_5NH_2)}{m_т(C_6H_5NH_2)} \cdot 100\,\% = \frac{44}{46{,}5} \cdot 100 =$$

$$= 94{,}6\,\%.$$

3.3.6. Обчислення маси або об'єму продукту реакції за відомою масою початкових речовин, що містить повну масову частку домішок

Приклад 3.13. При обробці 30 г вапняку надлишком хлоридної кислоти одержали 11 г Карбон (IV) оксиду. Знайти масову частку домішок у вапняку.

Розв'язання:

m(вапняку) = 30 г $m(CO_2) = 11$ г	Вапняк — мінерал, що містить $CaCO_3$. Рівняння реакції має вигляд
ω(домішок) = ?	$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$; $v(CaCO_3) = v(CO_2)$.

Знайдемо кількість речовини Карбон (IV) оксиду і масу $CaCO_3$, що прореагувала:

$$v(CO_2) = \frac{11}{44} = 0,25 \text{ моль};$$

$$m(CaCO_3) = v(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) = 0,25 \cdot 100 = 25 \text{ г}.$$

Звідси масова частка $CaCO_3$ у вапняку

$$\omega(CaCO_3) = \frac{25}{30} \cdot 100 = 83,3\ \%.$$

Масова частка домішок становить:

ω(домішок) = 100 – 83,3 = 16,7 %.

3.4. Задачі на суміші

Суміші — це системи змінного складу, в яких співвідношення між компонентами може бути різним. Тому рекомендується при розв'язанні такого типу задач писати не сумарне рівняння реакції, а для кожного компоненту суміші окремо.

Приклад 3.14. На осадження Аргентум хлориду з 3,93 г суміші Калій хлориду і Магній дихлориду витрачено 102 г розчину Аргентум нітрату з масовою часткою $AgNO_3$ 10 %. Визначити склад суміші хлоридів.

Розв'язання:

$m(KCl + MgCl_2) = 3,93$ г
$m_{розч.}(AgNO_3) = 102$ г
$\omega(AgNO_3) = 10$ %

$m(KCl) = ?$
$m(MgCl_2) = ?$

Взаємодія Калій хлориду і Магній дихлориду з Аргентум нітратом відбувається за рівнянням

$KCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + KNO_3$;

$MgCl_2 + 2AgNO_3 = 2AgCl\downarrow + Mg(NO_3)_2$.

Дану задачу можна розв'язати алгебраїчно. Для цього через X позначимо масу KCl в суміші. Маса $MgCl_2$ у суміші в такому разі становить $(3,93 - X)$. Як Y позначимо масу $AgNO_3$, що вступає в реакцію з KCl.

Далі потрібно знайти загальну масу $AgNO_3$, що міститься в розчині:

$$m(AgNO_3) = m_{розч}(AgNO_3) \cdot \omega(AgNO_3) = \frac{102 \cdot 10}{100} = 10,2 \text{ г}.$$

Маса $AgNO_3$, що вступає в реакцію з $MgCl_2$, дорівнює $(10,2 - Y)$. Визначимо також молярні маси KCl, $MgCl_2$ і підставимо їх значення у рівняння реакції, які матимуть такий вигляд:

$$\underset{74,5}{\overset{X}{KCl}} + \underset{170}{\overset{Y}{AgNO_3}} = AgCl\downarrow + KNO_3$$

$$\underset{95}{\overset{(3,93-X)}{MgCl_2}} + 2\underset{2\cdot 170}{\overset{(10,2-Y)}{AgNO_3}} = 2AgCl\downarrow + Mg(NO_3)_2$$

На підставі цього складаємо два рівняння з двома невідомими:

$$\begin{cases} 170\cdot X = 74,5\cdot Y; \\ (3,93-X)\cdot 2\cdot 170 = 95\cdot(10,2-Y). \end{cases}$$

Розв'язання цієї системи дає відповідь:

X = 2,98 г.

У суміші було 2,98 г KCl і 0,95 г $MgCl_2$.

Індивідуальні завдання за темою «Типи хімічних реакцій. Стехіометричні розрахунки»

Варіант 1

1. Обчислити ентальпію утворення Цинк сульфіду, якщо при взаємодії 0,25 г цинку з надлишком сульфуру виділяється 1,6 кДж теплоти.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + H_2O$.

3. Обчислити об'єм диоксигену (н.у.), який потрібен для окиснення 68 г дигідроген сульфіду до сульфуру і води.

4. Яка маса Барій сульфату утворюється при взаємодії розчину, що містить Барій дихлорид масою 63,4 г, з надлишком сульфатної кислоти?

5. При взаємодії розчину масою 50 г з масовою часткою NaI 15 % з надлишком дихлору утворилося 5,7 г дийоду. Визначте вихід продукту реакції.

Варіант 2

1. Яка кількість теплоти виділиться при вибуху 1 $дм^3$ дигідрогену та 1 $дм^3$ дихлору (за н.у.), якщо теплота утворення хлороводню дорівнює –91,8 кДж/моль?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$KMnO_4 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + KCl + H_2O$.

3. Який об'єм динітрогену (н.у.) необхідно для взаємодії з 3,5 г літію з утворенням Літій нітриду Li_3N?

4. Яка маса розчину з масовою часткою Натрій гідроксиду 8 % потрібна для нейтралізації розчину хлоридної кислоти масою 40 г з масовою часткою HCl 7 %?

5. Гідроген хлорид масою 7,3 г пропустили через розчин Аргентум нітрату і одержали осад масою 20,09 г. Знайти вихід продукту реакції.

Варіант 3

1. Скільки теплоти виділиться при взаємодії 320 г Ферум (III) оксиду з 54 г алюмінію за рівнянням: $Fe_2O_3 + 2Al = 2Fe + Al_2O_3$; $\Delta H = -829$ кДж?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$H_3PO_2 \rightarrow PH_3 + H_3PO_3$.

3. При взаємодії кальцію з динітрогеном утворюється Кальцій гідрид CaH_2. Який об'єм дигідрогену (н.у.) прореагує з 3,6 г кальцію?

4. Визначити об'єм амоніаку, що утворюється при взаємодії 50 $дм^3$ динітрогену з 120 $дм^3$ дигідрогену.

5. Який об'єм Гідроген хлориду (н.у.) можна одержати при взаємодії концентрованої сульфатної кислоти з 50 кг Натрій хлориду, що містить 4 % домішок?

Варіант 4

1. При сполученні 4,2 г феруму з сульфуром виділилося 7,15 кДж теплоти. Знайти ентальпію утворення Ферум (II) сульфіду.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$CaH_2 + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$.

3. При взаємодії дифлюору з водою утворюється Гідроген флюорид та диоксиген. Скласти рівняння цієї реакції і визначити, який об'єм диоксигену (н.у.) виділиться, якщо прореагує 5,7 г дифлюору.

4. Який об'єм дигідрогену (н.у.) утворюється при взаємодії 21,6 г алюмінію з надлишком хлоридної кислоти?

5. Визначити об'єм дигідроген сульфіду (н.у.), що утворюється при взаємодії хлоридної кислоти, взятої у надлишку, з Ферум (II) сульфідом масою 2 кг, що містить 5 % домішок.

Варіант 5

1. При згорянні 6,5 г цинку виділилося 34,9 кДж теплоти. Скласти термохімічне рівняння цієї реакції.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$HCl + KClO_3 \rightarrow Cl_2 + KCl + H_2O$.

3. Чи достатньо 15 $дм^3$ диоксигену для спалювання 4 г сульфуру?

4. Яка маса Аргентум хлориду утворюється при взаємодії розчину хлоридної кислоти масою 130 г з масовою часткою HCl 10 % із розчином Аргентум нітрату?

5. При взаємодії розчину сульфатної кислоти масою 32 г з надлишком розчину Барій дихлориду утворився осад масою 11 г. Визначити масову частку сульфатної кислоти у початковому розчині.

Варіант 6

1. При згорянні сульфуру одержано 6,4 г Сульфур (IV) оксиду. При цьому виділилося 29,26 кДж теплоти. Знайти ентальпію утворення Сульфур (IV) оксиду.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$KI + KIO_3 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$.

3. Амоніак горить у дихлорі. Продукти згоряння – динітроген і Гідроген хлорид. Який об'єм амоніаку згорить у дихлорі, якщо утворюється 120 $дм^3$ Гідроген хлориду?

4. Знайти масу Карбон (IV) оксиду, що утворюється при взаємодії Кальцій карбонату масою 18 г з розчином хлоридної кислоти масою 40 г з масовою часткою HCl 15 %.

5. Яка маса амоній хлориду утворюється при взаємодії Гідроген хлориду масою 14,2 г з амоніаком масою 12,3 г?

Варіант 7

1. Яка кількість теплоти виділиться при згорянні ацетилену масою 13 г згідно з рівнянням: $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O + 1301$ кДж?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$H_2S + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$.

3. Який об'єм диоксигену витратиться, а Сульфур (IV) оксиду та Карбон (IV) оксиду утвориться при згорянні парів сполуки CS_2?

4. У якому випадку утвориться більше дигідрогену: при дії на хлоридну кислоту 15 г цинку або 13 г феруму?

5. При пропусканні надлишку амоніаку через розчин масою 600 г з масовою часткою нітратної кислоти 42 % одержали амоній нітрат масою 300 г. Знайти вихід амоній нітрату.

Варіант 8

1. Яка кількість теплоти виділиться при згорянні 4,48 л метану (н.у.), якщо тепловий ефект реакції $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ дорівнює 879 кДж?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow ClO_2 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$.

3. При окисненні амоніаку NH_3 диоксигеном у присутності каталізатора утворюються Нітроген (II) оксид та вода. Скласти рівняння цієї реакції та визначити, який об'єм диоксигену реагує з 40 $дм^3$ амоніаку.

4. Яка маса цинку може прореагувати з розчином з масовою часткою сульфатної кислоти 20 %, якщо маса розчину становить 50 г?

5. При взаємодії технічного Кальцій карбіду масою 2 кг з водою утворилося 560 $дм^3$ ацетилену C_2H_2 (н.у.). Знайти масову частку CaC_2 в технічному Кальцій карбіді.

Варіант 9

1. При згорянні 1 г магнію виділяється 25,52 кДж. Визначити ентальпію утворення Магній оксиду.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$MnO_2 + KClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl + H_2O$.
3. Який об'єм Карбон (II) оксиду (н.у.) треба взяти, щоб відновити 30,3 г Станум (IV) оксиду до металічного стануму?
4. До розчину, що містить Кальцій дихлорид масою 9,2 г, додали розчин, маса Натрій фосфату в якому становить 8,5 г. Визначити масу осаду, що утворився.
5. Обчислити об'єм Карбон (IV) оксиду (н.у.), який можна одержати з вапняку масою 4 т, масова частка $CaCO_3$ у якому становить 94 %.

Варіант 10

1. Розрахувати кількість теплоти, що виділяється при утворенні 1 кг силіцію за реакцією: $SiO_2 + 2Mg = 2MgO + Si + 1558$ кДж.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO + NO_2 + O_2$.
3. Шляхом нагрівання алюмінію у струмені дихлору було одержано 53,4 г Алюміній трихлориду $AlCl_3$. Який об'єм дихлору (н.у.) прореагував?
4. Яка маса дигідрогену потрібна для одержання 100 г вольфраму з Вольфрам (VI) оксиду WO_3?
5. Масова частка Карбону у коксі становить 92 %. Яку масу Силіцій (IV) оксиду можна відновити за допомогою коксу за схемою:
$SiO_2 + C \rightarrow Si + CO$?

Варіант 11

1. Обчислити теплоту згоряння 1 $м^3$ (н.у.) генераторного газу, що має склад: CO — 26 %, N_2 — 70 %, CO_2 — 4 % (за об'ємом). Тепловий ефект реакції $CO + 1/2O_2 = CO_2$ дорівнює 284,9 кДж.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$KBiO_3 + MnSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 + KMnO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.

3. Який об'єм дигідрогену (н.у.) прореагує з 71 г дихлору з утворенням Гідроген хлориду?

4. Знайти масу осаду, що утворюється при взаємодії 50 г розчину з масовою часткою $CuSO_4$ 10 % з розчином Натрій гідроксиду.

5. При сплавленні вапняку масою 300 г з Силіцій (IV) оксидом утворився Кальцій метасилікат $CaSiO_3$ масою 292 г. Визначити масову частку $CaCO_3$ у вапняку.

Варіант 12

1. При згорянні 2 г алюмінію виділяється 61,92 кДж тепла. Визначити теплоту утворення Алюміній оксиду.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$As_2S_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO$.

3. Який об'єм дихлору (н.у.) прореагує з 14 г феруму з утворенням Ферум (III) хлориду?

4. До розчину, що містить 29 г Натрій хлориду, додали розчин, маса Аргентум нітрату в якому становить 42 г. Визначити масу осаду, що утворився.

5. При нагріванні суміші Кальцій оксиду масою 39,2 г з коксом масою 40 г одержали Кальцій карбід масою 32 г за схемою $CaO + C \rightarrow CaC_2 + CO$. Визначити вихід Кальцій карбіду, якщо масова частка Карбону у коксі становить 90 %.

Варіант 13

1. Розрахувати кількість теплоти, що виділяється при утворенні 1 кг бору згідно з реакцією $B_2O_3 + 3Mg = 3MgO + 2B + 1786$ кДж.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$FeSO_4 + KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + KCl + H_2O$.

3. Який об'єм диоксигену витратиться, а Сульфур (IV) оксиду та Карбон диоксиду утвориться при згорянні 36 $дм^3$ газоподібного Карбон дисульфіду CS_2 (н.у.)?

4. До розчину, що містить Купрум (II) хлорид масою 5,4 г, додали у надлишку ошурок феруму. Яка маса купруму при цьому вилучається?

5. Ферум масою 24,6 г сплавили з сульфуром масою 7,2 г. Визначити масу продукту реакції (FeS), якщо її вихід становить 95 %.

Варіант 14

1. Термохімічне рівняння реакції згоряння Фосфору: $4P + 5O_2 = 2P_2O_5 +$ + 3012,5 кДж. Скільки теплоти виділиться при згорянні 620 г фосфору?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$I_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HIO_3 + HCl$.

3. Знайти об'єм диоксигену, що прореагує з 20 $дм^3$ амоніаку за схемою реакції: $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$.

4. Визначити масу осаду, що утворюється при взаємодії Карбон (IV) оксиду з розчином масою 40 г, у якому масова частка Барій дигідроксиду становить 12 %.

5. Технічний цинк масою 13,2 г прореагував з надлишком розчину сульфатної кислоти. Об'єм дигідрогену, що при цьому виділився, становить 4,48 $дм^3$ (н.у.). Яка масова частка Цинку у технічному металі?

Варіант 15

1. При згорянні 3 г карбону виділяється 98,38 кДж теплоти. Визначити теплоту утворення Карбон (IV) оксиду.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$Cr_2(SO_4)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$.

3. На відновлення Купрум (II) оксиду необхідно 448 $дм^3$ дигідрогену (н.у.). Яку масу води при цьому одержано?

4. Яка маса солі утворюється, якщо до 20 г Натрій гідроксиду додати розчин, що містить 30 г нітратної кислоти?

5. Вапняк масою 3 кг з масовою часткою $CaCO_3$ 90 % прожарили в печі. До твердого залишку (CaO) додали надлишок води. Знайти масу Кальцій дигідроксиду ($Ca(OH)_2$), що утворився.

Варіант 16

1. Розрахувати кількість теплоти, що виділяється при утворенні 500 г $Ca(OH)_2$ згідно з реакцією: $CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + 67$ кДж.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$K_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$.
3. Який об'єм диоксигену (н.у.) утворюється при розкладі 216,6 г Меркурій (II) оксиду за схемою реакції $HgO \rightarrow Hg + O_2$.
4. При взаємодії розчину Натрій сульфату з розчином Плюмбум динітрату утворилося 4,78 г осаду. Яка маса $Pb(NO_3)_2$ містилася у розчині?
5. Яка маса барію буде одержана внаслідок взаємодії оксидного концентрату масою 300 г (масова частка BaO у якому 93 %) з технічним алюмінієм масою 50 г (масова частка Al становить 99 %)?

Варіант 17

1. Ентальпія утворення Гідроген хлориду дорівнює –92,05 кДж/моль, а Гідроген йодиду становить –25,10 кДж/моль. Розрахувати тепловий ефект реакції $2HI + Cl_2 = 2HCl + I_2$.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$KNO_2 + K_2Cr_2O_7 + HNO_3 \rightarrow KNO_3 + Cr(NO_3)_3 + H_2O$.
3. Який об'єм диоксигену (н.у.) прореагує з 5 г дигідрогену з утворенням води?
4. Яку масу розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 78 % необхідно взяти для одержання амоній сульфату з 20,4 г амоніаку за схемою $NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$?
5. До розчину, що містить Алюміній трихлорид масою 40 г, додали розчин, що містить Натрій гідроксид масою 15 г. Визначити масу утвореного осаду.

Варіант 18

1. При згорянні 4 г фосфору виділяється 100,41 кДж теплоти. Визначити ентальпію утворення Фосфор (V) оксиду.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$SO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$.

3. Яка маса P_2O_5 утвориться при згорянні 6,2 г фосфору?

4. 20 г Магній оксиду обробили розчином, що містить 50 г сульфатної кислоти. Яка маса солі $MgSO_4$, що утворюється?

5. Ферум масою 30 г прореагував з дихлором об'ємом 17 $дм^3$ (н.у.). Продукт реакції ($FeCl_3$) розчинили у воді масою 300 г. Визначити масову частку $FeCl_3$ в одержаному розчині.

Варіант 19

1. Розрахувати кількість теплоти, що виділяється при згорянні 112 $дм^3$ етилену (н.у.) згідно з реакцією: $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O + 1401$ кДж.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO_2 + H_2O$.

3. Які об'єми дигідрогену та динітрогену (н.у.) повинні прореагувати, щоб утворилось 0,2 моль амоніаку?

4. До розчину, що містить 10,4 г Барій дихлориду, додали розчин сульфатної кислоти (у надлишку). Яка маса утвореного осаду $BaSO_4$?

5. У повітрі масова частка диоксигену дорівнює 23 %. Скільки кілограмів повітря треба переробити, щоб одержати 1000 $м^3$ диоксигену (н.у.)? Ступінь переробки O_2 з повітря становить 95 %.

Варіант 20

1. Ентальпія перетворення білого фосфору у червоний дорівнює –16,74 кДж/моль. Скільки теплоти необхідно витратити для перетворення 217 г червоного фосфору у білий?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$KI + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + NO + K_2SO_4 + H_2O$.

3. Який об'єм дигідрогену (н.у.) виділиться при розчиненні у хлоридній кислоті 6,5 г цинку?

4. Яка маса Натрій карбонату утворюється при взаємодії 8,8 г Карбон (IV) оксиду з надлишком розчину Натрій гідроксиду?

5. Знайти масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою HNO_3 40 %, яку треба використати для одержання амоній нітрату за реакцією $HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$, якщо виробничі втрати становлять 5 %.

Варіант 21

1. При сполученні 5,2 г хрому з диоксигеном виділяється 57,61 кДж теплоти. Визначити ентальпію утворення Хром (III) оксиду.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$.
3. Який об'єм диоксигену (н.у.) потрібен для окиснення 128 г купруму до Купрум (II) оксиду?
4. До 28 г Кальцій оксиду додали розчин, що містить 70 г нітратної кислоти. Яка маса солі $Ca(NO_3)_2$, що утворилася?
5. Яка маса і який об'єм дигідрогену (н.у.) утворюється при розкладанні 300 г води електричним струмом, якщо вихід реакції $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ становить 95 %?

Варіант 22

1. Розрахувати кількість теплоти, що виділяється при розчиненні 200 г Купрум (II) оксиду у хлоридній кислоті згідно з реакцією
$CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$.
2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:
$H_2S + SO_2 \rightarrow S + H_2O$.
3. При окисненні феруму до оксиду Fe_3O_4 прореагувало 89,6 $дм^3$ диоксигену (н.у.). Скільки грамів феруму окиснилося?
4. Яка маса сульфатної кислоти та Натрій хлориду прореагували, якщо утворилося 9,1 кг Гідроген хлориду за схемою: $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$?
5. Для одержання 3 кг алюмінію витрачається 6 кг Алюміній оксиду. Визначити вихід металу у відсотках від теоретичного.

Варіант 23

1. Термохімічне рівняння реакції розкладання вапняку має вигляд:

$CaCO_3 = CaO + CO_2 – 157{,}3$ кДж.

Яка кількість теплоти необхідна для розкладання 1 т вапняку?

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$NaCrO_2 + H_2O_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + H_2O$.

3. Який об'єм диоксигену (н.у.) необхідно взяти, щоб спалити 16,5 г фосфору?

4. Скільки грамів Натрій сульфіту Na_2SO_3 повинно прореагувати з хлоридною кислотою, щоб утворилося 32 г Сульфур (IV) оксиду?

5. До розчину, що містить 20 г Цинк сульфату, додали розчин Натрій гідроксиду масою 30 г з масовою часткою NaOH 12 %. Визначити масу продукту реакції.

Варіант 24

1. При сполученні 5,5 г бору з диоксигеном виділяється 3161,1 кДж тепла. Визначити ентальпію утворення Бор (III) оксиду.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$H_2O_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow O_2 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$.

3. У надлишку хлоридної кислоти розчинили Магній масою 6 г. Який об'єм дигідрогену (н.у.) при цьому виділиться?

4. До розчину, що містить 80 г Купрум (II) сульфату, додали 30 г цинку. Яка маса купруму, що при цьому утворився?

5. При дії сульфатної кислоти на 120 г Натрій хлориду утворилося 73 г Гідроген хлориду. Знайти вихід продукту реакції.

Варіант 25

1. Розрахувати тепловий ефект реакції: $Cr_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Cr$, якщо ентальпія утворення Cr_2O_3 становить –1141 кДж/моль, а ентальпія утворення Al_2O_3 дорівнює –1675 кДж/моль.

2. Скласти рівняння окисно-відновної реакції і визначити її тип:

$NaI + PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + PbSO_4 + I_2 + H_2O$.

3. Який об'єм амоніаку (н.у.) повинен прореагувати з надлишком Гідроген хлориду для одержання амоній хлориду масою 10,7 г?

4. Яка маса дихлору прореагувала з Калій йодидом, якщо при цьому здобуто 50,8 г дийоду за схемою: $KI + Cl_2 \rightarrow KCl + I_2$?

5. Визначити масу Калій гідроксиду, яку можна одержати з 100 кг Калій карбонату за реакцією $K_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2KOH$, якщо виробничі витрати становлять 5 %.

4. Найважливіші класи неорганічних сполук

4.1. Систематизація і номенклатура неорганічних сполук

Систематизація і номенклатура хімічних сполук базується на найважливішій характеристиці — хімічному складі. Якщо речовина містить тільки атоми одного з хімічних елементів, то її називають *простою речовиною*. Якщо речовина містить атоми різних хімічних елементів, то її називають *складною речовиною*. Усі прості речовини (крім одноатомних) та усі складні речовини називають *хімічними сполуками*.

Номенклатура неорганічних речовин складається з формул та назв. *Хімічна формула* — зображення складу речовини за допомогою символів хімічних елементів, числових індексів та інших знаків. *Хімічна назва* — зображення складу речовини за допомогою слова або групи слів.

Символи і назви хімічних елементів наведені у періодичній системі елементів. Елементи умовно ділять на *метали* та *неметали*. До *неметалів* відносять усі елементи VIIIA групи (благородні гази), VIIA групи (галогени), елементи VIA групи (крім Полонію), Нітроген, Фосфор, Арсен, Карбон, Силіцій, Бор, Гідроген. Інші елементи відносять до металів.

Назви простих речовин складаються з одного слова — найменування хімічного елемента з чиловим префіксом (або без нього), наприклад:

Mg — (моно) магній;

Hg — (моно) Меркурій;

O_2 — диоксиген;

O_3 — триоксиген;

P_4 — тетрафосфор;

S_8 — октасульфур.

Використовують такі числові префікси:

1 — моно;

2 — ди;

3 — три;

4 — тетра;

5 — пента;

6 — гекса;

7 — гепта;

8 — окта;

9 — нона;

10 — дека;

11 — ундека;

12 — додека.

Невизначене число позначають префіксом «полі».

На відміну від назви елемента, яка пишеться з великої літери, аналогічна назва простої речовини пишеться з маленької літери. Для деяких простих речовин використовують також спеціальні назви: O_3 — озон; P_4 — білий фосфор.

Хімічні формули складних речовин складаються з позначення електропозитивної та електронегативної складових частин, наприклад: NaCl (Na^+ — електропозитивна, Cl^- — електронегативна складові частини).

Назви складних речовин утворюють за хімічними формулами зліва направо. Вони складаються з двох слів — назв електропозитивних (в іменному відмінку) та електронегативних (в родовому відмінку) складових частин, наприклад:

$CuSO_4$ — Купрум (II) сульфат;

$LaCl_3$ — Лантан (III) хлорид або Лантан трихлорид;

PCl_3 — Фосфор трихлорид або Фосфор (III) хлорид;

CO — Карбон монооксид або Карбон (II) оксид.

Назви деяких елементів, а також відповідних їм простих речовин та іонів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Назви деяких елементів та їх похідних.

Символ та його вимова	Латинська назва елемента	Рекомендована назва елемента	Українська назва простої речовини	Приклад назви катіона, радикала	Приклад назви аніона
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Ag аргентум	Argentum Argentum	Аргентум Аргентум	срібло срібло	Аргентум (I) Аргентум (I)	аргентат аргентат
As арсен	Arsenicum Arsenicum	Арсен Арсен	арсен арсен	Арсен (III), арсоніл	арсенат арсенат
Au аурум	Aurum Aurum	Аурум Аурум	золото золото	Аурум (III), аурил	аурат аурат
Bi бісмут	Bismuthum Bismuthum	Бісмут Бісмут	бісмут бісмут	Бісмут (III), бісмутил	бісмутат бісмутат
C C C це це	Carboneum Carboneum Carboneum	Карбон Карбон Карбон	вуглець, графіт, алмаз, карбін, фулерен	карбоніл, карбоніл, карбоніл, карбоній	карбонат карбонат карбонат
Cu це Купрум	Cuprum Cuprum	Купрум Купрум	мідь мідь	Купрум (II) Купрум (I)	купрат купрат
F фтор	Fluorum Fluorum	Флюор Флюор	флюор, фтор	– –	флюорид флюорид
Fe ферум	Ferrum Ferrum	Ферум Ферум	залізо залізо	Ферум (II) Ферум (II)	ферат ферат
H аш	Hydrogenium Hydrogenium	Гідроген Гідроген	водень водень	Гідроген Гідроген	гідрид гідрид
Hg гідраргірум	Hydrargyrum, Mercurius	Меркурій, Ртуть	ртуть, живе срібло	Меркурій (II) Меркурій (II)	меркурат меркурат
I йод	Iodum Iodum	Йод Йод	йод йод	йодил, йодоній	йодат (V) йодат (V)
Mn манган	Manganum Manganum	Манган Манган	манган манган	Манган (II) Манган (II)	манганат манганат
N ен	Nitrogenium Nitrogenium	Нітроген Нітроген	азот азот	нітроній, нітрозил	нітрат нітрат
Ni нікель	Niccolum Niccolum	Нікол Нікол	нікель нікель	Нікол (II) Нікол (II)	ніколат ніколат
O о	Oxygenium Oxygenium	Оксиген Оксиген	кисень, озон	оксоній оксоній	оксид оксид
Pb плюмбум	Plumbum Plumbum	Плюмбум Плюмбум	свинець, оливо	Плюмбум Плюмбум (II)	плюмбат плюмбат

Продовження табл. 1.

1	2	3	4	5	6
S ec	Sulfur Sulfur	Сульфур Сульфур	сірка сірка	сульфоній, сульфурил	сульфат сульфат
Sb Стибій	Stibium Stibium	Стибій Стибій	стибій стибій	Стибій (III), Стибіл	стибат стибат
Si Силіцій	Silicium Silicium	Силіцій Силіцій	силіцій силіцій	– –	силікат силікат
Sn Станум	Stannum Stannum	Станум Станум	олово, цина	Станум (II), станіл	станат станат

4.2. Оксиди та основи

Оксидами називають речовини, що складаються з двох елементів, одним з яких є Оксиген зі ступенем окиснення –2.

За хімічними властивостями оксиди поділяються на *солетворні* та *несолетворні*. Оксиди, які не утворюють солей, називають несолетворними: NO — Нітроген (II) оксид; N_2O — Нітроген (I) оксид; SiO — Силіцій (II) оксид та ін. Солетворні оксиди поділяються на основні, кислотні та амфотерні. До *основних оксидів* належать оксиди, гідрати яких виявляють лише основні властивості, тобто оксиди лужних (Li; Na; K; Rb; Cs) та лужно-земельних (Ca; Sr; Ba) металів, Магнію, Лантану, а також усіх інших металів у нижчих ступенях окиснення.

Кислотними називаються оксиди, гідрати яких виявляють лише кислотні властивості. Тому кислотні оксиди ще називають *ангідридами кислот*. До них відносять оксиди неметалів, а також металів у високих та вищих ступенях окиснення: SO_2; SO_3; CO_2; CrO_3; Mn_2O_7.

Амфотерними називаються оксиди, які залежно від умов виявляють властивості основних і кислотних оксидів. До амфотерних належать тільки оксиди металів, зокрема головних підгруп (Берилію, Алюмінію), а також оксиди елементів побічних підгруп ZnO, Sc_2O_3 і багатьох металів у проміжних ступенях окиснення: MnO_2; Fe_2O_3, Cr_2O_3.

Оксиди одержують різними способами:

1) Взаємодією простих і складних речовин з диоксигеном:

$2Zn + O_2 = 2ZnO$

$S + O_2 = SO_2$

$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$

$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$

2) Розкладом складних речовин, що містять Оксиген:

$Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$

$H_2SO_3 = SO_2 + H_2O$

$4HNO_3 = 4NO_2 + 2H_2O + O_2$

$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$

3) Взаємодією більш активних металів з оксидами менш активних металів:

$2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$

Оксиди мають такі найважливіші хімічні властивості:

1. Взаємодія з водою. З водою взаємодіють оксиди, яким відповідають розчинні у воді гідроксиди (основні або кислотні). У випадку основних оксидів це, головним чином, оксиди лужних і лужно-земельних металів. При цьому утворюються луги, наприклад:

$BaO + H_2O = Ba(OH)_2$

Основні оксиди, яким відповідають нерозчинні у воді гідроксиди, з водою не взаємодіють.

У випадку кислотних оксидів при їх взаємодії з водою утворюються кислоти:

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

Амфотерні оксиди з водою не взаємодіють оскільки відповідні їм гідроксиди нерозчинні у воді.

2. Взаємодія з кислотами. Основні та амфотерні оксиди взаємодіють з кислотами з утворенням солей:

$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$

$Al_2O_3 + 6HNO_3 = 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

Кислотні оксиди, як правило, з кислотами не взаємодіють.

3. Взаємодія з основами. Кислотні і амфотерні оксиди взаємодіють з лугами з утворенням солей:

$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

$Al_2O_3 + 2NaOH \overset{t}{=} 2NaAlO_2 + H_2O$

Основні оксиди з основами не взаємодіють.

4. Взаємодія оксидів між собою. Основні оксиди взаємодіють з кислотними та амфотерними оксидами:

$3CaO + P_2O_5 = Ca_3(PO_4)_2$

$CaO + ZnO = CaZnO_2$

Кислотні оксиди реагують також з амфотерними оксидами:

$CO_2 + ZnO = ZnCO_3$

Отже, амфотерні оксиди реагують як з основними, так і з кислотними оксидами.

Основами називають сполуки, які складаються з атома металу та однієї або декількох гідроксогруп OH^-. З точки зору електролітичної дисоціації основи — це електроліти, які під час дисоціації відщеплюють аніони OH^- й інших аніонів не утворюють. Наприклад, основами є NaOH; $Ba(OH)_2$; $La(OH)_3$.

Назва основи складається з назви металу в називному відмінку та слова «гідроксид». Якщо метал утворює декілька гідроксидів, ступінь його окиснення вказують римською цифрою в дужках. Наприклад: CuOH — Купрум (I) гідроксид, $Cu(OH)_2$ — Купрум (II) гідроксид. При цьому кількість гідроксогруп, що зв'язані з атомом металу, визначає кислотність основи, тобто NaOH, KOH, TlOH — однокислотні основи; $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, $Cu(OH)_2$ — двокислотні; $La(OH)_3$, $Al(OH)_3$ — трикислотні; $Th(OH)_4$ — чотирикислотні. П'яти та шестикислотні основи невідомі.

Основи можна одержати за допомогою таких реакцій.

1) Взаємодією оксидів лужних і лужноземельних металів з водою:

$Na_2O + H_2O = 2NaOH$

$BaO + H_2O = Ba(OH)_2$

2. Взаємодією лужних і лужноземельних металів з водою:

$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$

$Ba + 2H_2O = Ba(OH)_2 + H_2$

Таким способом, який ще називають *прямим*, одержують луги. Нерозчинні у воді основи здобувають при взаємодії водного розчину солі з лугом, тобто *непрямим* способом:

$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

$BiCl_3 + 3NaOH = Bi(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

Крім того, існує і багато інших способів одержання основ, наприклад, промисловий спосіб здобування NaOH і KOH за допомогою електролізу водних розчинів NaCl та KCl відповідно:

$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{електроліз}} 2NaOH + H_2 + Cl_2.$

Основам притаманні такі хімічні властивості:

1. Луги як сильні електроліти дисоціюють практично повністю з утворенням гідроксид-іонів:

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

Багатокислотні луги дисоціюють ступінчасто:

$Ba(OH)_2 \varnothing BaOH^+ + OH^-$, I ступінь;

$BaOH^+ \varnothing Ba^{2+} + OH^-$, II ступінь.

Нерозчинні у воді основи дуже слабко дисоціюють на іони і не змінюють колір індикаторів.

2. Основи з кислотами взаємодіють за реакцією нейтралізації:

$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

$Mg(OH)_2 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + 2H_2O$

3. Луги взаємодіють з кислотними оксидами і солями:

$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$

$2KOH + NiSO_4 = Ni(OH)_2\downarrow + K_2SO_4$

Нерозчинні у воді основи з кислотними оксидами та солями не взаємодіють.

4. Більшість основ під час нагрівання розкладаються:

$Ba(OH)_2 \xrightarrow{t} BaO + H_2O$

$Mg(OH)_2 \xrightarrow{t} MgO + H_2O$

5. Крім того, ***луги взаємодіють при сплавленні з амфотерними оксидами:***

$$2NaOH + Al_2O_3 \overset{t}{=} \underset{\text{Натрій метаалюмінат}}{2\,NaAlO_2} + H_2O$$

6. Луги також взаємодіють з амфотерними гідроксидами (див. далі).

Для одержання інформації про порядок сполучення атомів у молекулах різних речовин при необхідності використовують графічне зображення формул, які вказують на послідовність сполучення атомів у частинці.

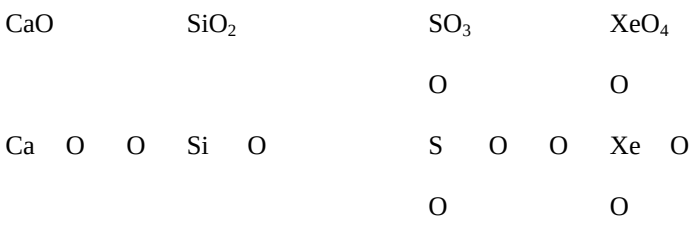
При написанні графічного зображення сполуки спочатку визначають валентність кожного з елементів, які входять до складу цієї сполуки (див. гл.1).

Валентність того або іншого елемента умовно позначають рискою; число рисок, які вказані біля хімічного знака кожного з елементів, повинно відповідати його валентності. Коли така відповідність спостерігається, то кожну пару рисок, що відходять від пов'язаних між собою атомів, з'єднують в одну риску.

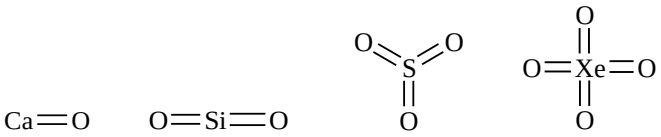
Графічне зображення формул неорганічних речовин не слід ототожнювати зі структурними формулами речовин. Останні застосовують лише при зображенні молекул або груп атомів, у яких атоми зв'язані між собою ковалентними зв'язками, тобто за рахунок утворення спільних електронних пар. При утворенні більшості оксидів та гідроксидів (основ), що їм відповідають, реалізується іонний зв'язок, тому поняття «валентність» у цьому випадку треба застосовувати лише умовно. Отже, в посібнику замість структурних формул речовин використано графічне зображення їх емпіричних формул з метою усвідомлення студентами лише порядку сполучення атомів у молекулі, утвореної за рахунок ковалентного зв'язку, або в одній умовній частинці, в якій існує іонний зв'язок.

При графічному зображенні формул оксидів діють наступним чином. Спочатку визначають валентність атома елемента, що утворив оксид. Якщо валентність цього атома дорівнює 2, 4, 6 або 8 (тобто до складу оксиду входить один атом елемента та один або декілька атомів Оксигену),

то спочатку записують хімічний знак елемента, а біля нього розташовують хімічний знак (знаки) Оксигену, наприклад:

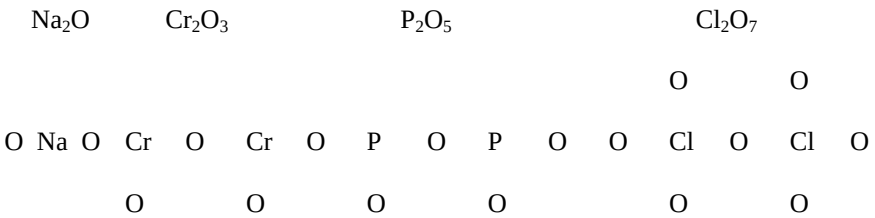


Далі з'єднують знаки елементів Ca, Si, S, Xe та Оксигену двома рисками:

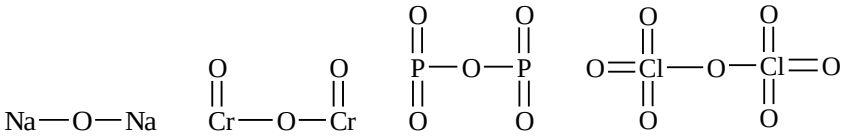


Такий вигляд матимуть графічне зображення формул цих оксидів.

Якщо до складу оксиду входять два атоми елемента, що утворює оксид, то спочатку записують хімічні знаки цих двох елементів, а потім хімічний знак Оксигену відповідно до формули, наприклад:



Далі від хімічного знака кожного атома Оксигену записують по дві риски:



При складанні графічних формул основ ураховують кількість OH^--груп, у яких Гідроген з'єднують з центральним атомом через Оксиген, наприклад $Fe(OH)_2$:

$$H - O - Fe - O - H.$$

Індивідуальні завдання за темою «Оксиди та основи»

Варіант 1

1. Які з наведених сполук відносять до оксидів, а які ні: CO_2, BaO_2, CrO_3, Na_2O_2, SO_3, N_2O_4? Дати аргументовану відповідь.
2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що буруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Ca(OH)_2 \xrightarrow{t}$

б) $CO_2 + NaOH =$

в) $SO_2 + CaO =$

3. Знайти відносну молекулярну масу газу, якщо цей газ має масу 0,982 г і об'єм 500 $см^3$ (н.у.).
4. Знайти масову частку Барію у Барій дигідроксиді $Ba(OH)_2$.
5. Розрахувати масу Цинк оксиду ZnO, на утворення якого витрачено цинк масою 6,5 кг.

Варіант 2

1. Серед перелічених нижче оксидів виділити основні: Li_2O, Cr_2O_3, MgO, PbO, Ag_2O, Ga_2O_3, FeO, BeO, BaO, TiO_2.
2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Li_2O + SiO_2 =$

б) $Na_2O + H_2O =$

в) $CaO + HNO_3 =$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, якщо його густина дорівнює 1,25 г/$дм^3$ (н.у.).
4. Знайти масу алюмінію, який можна одержати з Al_2O_3 масою 10,2 кг.

5. Який об’єм займає за нормальних умов диоксиген масою 8 г?

Варіант 3

1. Вкажіть сполуки, при нагріванні яких можна одержати оксиди: $CaCO_3$, Na_2CO_3, KNO_3, $Pb(NO_3)_2$, HNO_3.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $CaO + H_2O =$

б) $SiO_2 + KOH =$

в) $Fe(OH)_3 \xrightarrow{t}$

3. Знайти відносну молекулярну масу речовини, якщо 0,3 моль її має масу 24,4 г.

4. Знайти масову частку Оксигену в оксиді Fe_3O_4.

5. Визначте масу $3{,}01 \cdot 10^{21}$ атомів Нітрогену.

Варіант 4

1. Напишіть рівняння реакцій одержання всіма можливими способами Кальцій дигідроксиду.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Al_2O_3 + NaOH =$

б) $BaO + SO_3 =$

в) $P_2O_5 + H_2O =$

3. Яка маса диоксигену витрачено на спалювання 6 г магнію?

4. Скільки молей становить 80 г Ферум (II) оксиду?

5. При пропусканні Карбон (IV) оксиду через розчин Кальцій дигідроксиду утворилося 20 г $CaCO_3$. Визначити масу $Ca(OH)_2$, що прореагувала.

Варіант 5

1. Як розділити суміш оксидів: а) ZnO і MgO, б) CuO та Al_2O_3? Відповідь обґрунтувати відповідними рівняннями реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Pb(OH)_2 + HNO_3 =$

б) $Cr(OH)_3 \xrightarrow{t}$

в) $K_2O + H_2O =$

3. Яку масу CO_2 можна одержати при прожарюванні 800 г Магній карбонату?

4. Яку масу мають 0,75 моль диоксигену?

5. Знайти масову частку Гідрогену в Натрій гідроксиді NaOH.

Варіант 6

1. Скласти формули таких оксидів: Станум (II) оксиду, Станум (IV) оксиду, Нітроген (I) оксиду, Манган (III) оксиду, Хлор (VII) оксиду.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $SO_3 + CaO =$

б) $CO_2 + H_2O =$

в) $Mg + O_2 =$

3. Скільки молекул диоксигену потрібно для одержання: а) 30 г триоксигену; б) 28 $дм^3$ триоксигену (н.у.)?

4. Визначити масу Кальцію, що міститься у 22,2 г Кальцій дигідроксиду $Ca(OH)_2$.

5. Яка масова частка Феруму в оксиді Fe_3O_4.

Варіант 7

1. Скласти формули таких оксидів: Купрум (II) оксиду, Фосфор (V) оксиду, Манган (IV) оксиду, Хлор (VII) оксиду.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $SrO + H_2O =$

б) $Al(OH)_3 \xrightarrow{t}$

в) $NaOH + ZnO =$

3. У якій масі Цинк дигідроксиду міститься 17 моль атомів Гідрогену?

4. Яка масова частка Хрому в $Cr(OH)_3$.

5. Скільки атомів Гідрогену міститься у 112 $дм^3$ Гідроген хлориду (н.у.)?

Варіант 8

1. Знайти валентність елемента, що утворює оксид: SO_2, Cl_2O_5, Cl_2O, CrO_3, MnO_2.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $SO_3 + Na_2O =$

б) $ZnO + K_2O =$

в) $SO_2 + H_2O =$

3. Скільки молекул динітрогену знаходиться в 10^{-3} $см^3$ суміші цього газу з Карбон (II) оксидом за н.у., якщо об'ємна частка динітрогену в суміші дорівнює 10^{-4} %?

4. Маса 160 $см^3$ газоподібної речовини за н.у. дорівнює 0,57 г. Визначити відносну молекулярну масу цієї речовини.

5. Яка масова частка Цинку в оксиді ZnO?

Варіант 9

1. Які з перелічених оксидів будуть реагувати з CaO: CuO, N_2O_5, CO, NO, CO_2, Al_2O_3? Скласти рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Pb(OH)_2 + HNO_3 =$

б) $Ba(OH)_2 + H_3PO_4 =$

в) $Fe(OH)_3 \xrightarrow{t}$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, якщо його густина за нормальних умов дорівнює 1,964 $г/дм^3$.

4. Яка кількість речовини міститься у Хром (III) оксиді масою 109,2 г?

5. Знайти об'єм, який займають $1{,}505 \cdot 10^{21}$ атомів Оксигену за н.у.

Варіант 10

1. Які з перелічених речовин будуть реагувати з NaOH: CaO, SO_2, HNO_3, $Cu(NO_3)_2$? Скласти рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $CaO + Al_2O_3 =$

б) $K_2O + Fe_2O_3 =$

в) $Na_2O + CO_2 =$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, густина якого дорівнює 2,253 г/дм^3 за температури 30°С і тиску 2 атм.

4. Визначити масу Хром (VI) оксиду кількістю речовини 0,8 моль.

5. Який об'єм (н.у.) займають 15 г Нітроген (II) оксиду?

Варіант 11

1. Серед перелічених нижче оксидів виділити кислотні: PbO, PbO_2, CaO, SiO_2, P_2O_3, P_2O_5.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $CrCl_3 + KOH =$

б) $Al_2(SO_4)_3 + NaOH =$

в) $BaO + H_2O =$

3. Розрахувати відносну молекулярну масу газоподібного Карбон оксиду, якщо його густина за дигідрогеном становить 14. Яка масова частка Карбону в цьому оксиді?

4. Визначити молярну масу речовини, яка складається з Флюору та Оксигену, якщо 0,3 моль її мають масу 16,2 г. Чи можна віднести цю сполуку до класу оксидів?

5. Скільки молекул триоксигену O_3 було витрачено на окиснення Нітроген (II) оксиду, якщо при цьому виділилося 6,72 дм^3 NO_2?

Варіант 12

1. Напишіть рівняння реакцій одержання усіма можливими способами Натрій гідроксиду, Купрум дигідроксиду.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $BaCO_3$ =

б) $K_2O + H_2O$ =

в) $Mg + O_2$ =

3. 0,56 $дм^3$ газоподібного Сульфур оксиду за нормальних умов мають масу 1,75 г. Яка його відносна молекулярна маса і масова частка Сульфуру в ньому?

4. Яке число молекул Оксисену утвориться при термічному розкладанні Хлор (IV) оксиду, якщо дихлор, що при цьому утворюється, займає об'єм 8,96 $дм^3$ (н.у)?

5. Розрахувати масу Fe_3O_4, на утворення якого витрачено 28 г Феруму.

Варіант 13

1. Серед перелічених нижче оксидів виділити амфотерні: CO_2, SO_2, Cl_2O_7, Al_2O_3, ZnO, MnO_2.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Rb_2O + H_2O$ =

б) $Cu(NO_3)_2 + NaOH$ =

в) $Na + H_2O$ =

3. Об'ємні частини CO і CO_2 у газовій суміші дорівнюють відповідно 20 і 80 %. Знайти її середню молекулярну масу.

4. Чи однакове число атомів міститься у 8,1 г Цинк оксиду та в 10,2 г Алюміній оксиду? Відповідь обґрунтувати відповідними розрахунками.

5. Знайти масу 40 $дм^3$ Карбон (II) оксиду за н.у.

Варіант 14

1. За формулами оксидів K_2O, BaO скласти формули відповідних основ.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Cu + O_2 =$

б) $SiO_2 + HF =$

в) $MgO + H_2O =$

3. Знайти масову частку Хрому в Хром триоксиді.

4. У якому об'ємі диоксигену (н.у.) міститься стільки молекул, скільки їх у 24 г SO_3?

5. Яку масу мають $6{,}02 \cdot 10^{21}$ молекул Хлор (I) оксиду?

Варіант 15

1. Серед перелічених нижче оксидів зазначити ті, які будуть реагувати з H_2SO_4: CuO, CaO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5. Скласти рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Ca(OH)_2 + P_2O_5 =$

б) $Ni(OH)_2 + HCl =$

в) $Zn(OH)_2 \xrightarrow{t}$

3. Молібден (IV) оксид при взаємодії з концентрованою киплячою нітратною кислотою перетворюється в Молібден (VI) оксид. Скільки молекул Нітроген (IV) оксиду (н.у.) при цьому утворюється, якщо на реакцію витратили 56,7 $см^3$ нітратної кислоти з $\omega(HNO_3) = 74\ \%$ і $\rho = 1{,}665$ г/$см^3$?

4. Чи однакове число атомів міститься в 2 $дм^3$ SO_2 та 1 $дм^3$ Cl_2O за (н.у.)? Відповідь обґрунтувати відповідними розрахунками.

5. Яку масу купруму можна одержати з 160 г CuO?

Варіант 16

1. Які з наведених нижче металів та оксидів утворюють розчинні у воді основи: K, Fe, Li, BaO, CaO, Al_2O_3? Відповідь обґрунтувати відповідними рівняннями реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $CaO + SiO_2 =$

б) $La(OH)_3 \xrightarrow{t}$

в) $Rb_2O + H_2O =$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, густина якого дорівнює 5,375 г/дм^3 за температури 313 К і тиску 3 атм.

4. У якій масі Карбон (IV) оксиду міститься стільки ж молекул, скільки їх у воді масою 9 г?

5. Знайти об'єм Нітроген (IV) оксиду масою 18 г за нормальних умов.

Варіант 17

1. Які з наведених нижче оксидів реагують з водою: CaO, Al_2O_3, P_2O_5, SiO_2, SO_3? Скласти рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Al(OH)_3 + HCl =$

б) $Ni(NO_3)_2 + KOH =$

в) $Sr(OH)_2 \xrightarrow{t}$

3. Розрахувати відносну молекулярну масу газу, густина якого за повітрям становить 1,517.

4. Визначити масу молекул Нітроген (II) оксиду, які витратили на утворення $1{,}204 \cdot 10^{20}$ молекул Нітроген (IV) оксиду.

5. Визначити об'єм, який займає NO масою 17 г при 20 °С и тиску 2 атм.

Варіант 18

1. З якими з перелічених речовин може реагувати Калій гідроксид: Na_2O, SO_3, H_3PO_4, Fe_2O_3, CO_2? Скласти рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $S + O_2 =$

б) $SO_3 + H_2O =$

в) $H_2CO_3 \xrightarrow{t}$

3. 0,3 $дм^3$ газу за нормальних умов мають масу 0,616 г. Знайти його відносну молекулярну масу.

4. Визначити густину (в $г/дм^3$) Нітроген (IV) оксиду за нормальних умов.

5. Розрахувати масу $Zn(OH)_2$, на здобування якого витратили 15,4 г Цинку.

Варіант 19

1. Які з наведених речовин можуть взаємодіяти між собою: $Ba(OH)_2$, P_2O_5, HCl, NaOH. Написати рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Li_2O + SO_3 =$

б) $Cu(OH)_2 + HNO_3 =$

в) $SiO_2 + HF =$

3. У газовій суміші, що складається з Карбон (IV) оксиду і Сульфур (IV) оксиду, об'ємна частка SO_2 становить 25 %. Знайти середню молекулярну масу суміші.

4. Визначити масу Барій оксиду кількістю речовини 0,25 моль.

5. Яку масу хрому можна одержати з 102 г Cr_2O_3?

Варіант 20

1. Які з перелічених оксидів можуть реагувати з хлоридною кислотою: CuO, ZnO, CO_2, SiO_2, Al_2O_3. Написати рівняння можливих реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $P_2O_5 + KOH =$

б) $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t}$

в) $BaO + H_2O =$

3. Знайти масову частку Mg у MgO.

4. Яка кількість речовини міститься у Ферум (III) гідроксиді масою 204 г?

5. Знайти об'єм Нітроген (IV) оксиду масою 23 г за температури 0 °С і тиску 5 атм.

Варіант 21

1. Написати формули оксидів, гідратами яких є такі сполуки: H_2SO_4, H_3BO_3, $Ba(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, H_2SiO_3, $Cu(OH)_2$, LiOH.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $NaOH + P_2O_5 =$

б) $NiCl_2 + NaOH =$

в) $Fe(OH)_2 \xrightarrow{t}$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, якщо його густина за нормальних умов дорівнює 2,054 г/дм^3.

4. У якій масі CO_2 міститься стільки ж молекул, скільки їх у Cl_2O об'ємом 11,2 л (н.у.)?

5. Знайти масу СО в балоні місткістю 10 дм^3 під тиском 10 атм.

Варіант 22

1. Властивості якого оксиду (основного чи кислотного) проявляє ZnO у реакціях з CO_2, CaO? Написати рівняння реакцій.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $C + O_2 =$

б) $SO_2 + H_2O =$

в) $H_2WO_4 \xrightarrow{t}$

3. Визначити відносну молекулярну масу газу, густина якого дорівнює 1,80 г/дм^3 за температури 25 °С і тиску 1 атм.

4. Яка маса $2{,}408 \cdot 10^{21}$ молекул N_2O_3?

5. Розрахувати масову частку Оксигену в Манган (VII) оксиді.

Варіант 23

1. Серед наведених оксидів виділити основні, кислотні та амфотерні: CO_2, PbO, Al_2O_3, Cr_2O_3, CrO_3, Cl_2O_7, CaO, CuO, ZnO.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $Ba(OH)_2 + SO_3 =$

б) $Zn(OH)_2 + HCl =$

в) $CuO + CO_2 =$

3. Розрахувати відносну молекулярну масу газу, густина якого за Нітроген (IV) оксидом становить 0,65.

4. Визначити масу Алюміній тригідроксиду кількістю речовини 1,2 моль.

5. Обчислити об'єм, який займає за нормальних умов $3{,}01 \cdot 10^{20}$ молекул SO_2.

Варіант 24

1. Написати формули основ, що відповідають таким оксидам: Cu_2O, CuO, PbO, Al_2O_3, Cs_2O, Cr_2O_3, ThO_2.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $SO_3 + CaO =$

б) $Al + O_2 =$

в) $Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t}$

3. За нормальних умов 0,25 $дм^3$ газоподібний Нітроген оксид має масу 0,491 г. Знайти його молекулярну масу та емпіричну формулу.

4. Визначити, скільки молекул дихлору прореагує з Меркурій (II) оксидом, щоб здобути Хлор (I) оксид масою 34,8 г.

5. Визначити масову частку Фосфору у Фосфор (III) оксиді.

Варіант 25

1. За формулами основ скласти формули відповідних оксидів: $Ba(OH)_3$, $Th(OH)_4$, $Zn(OH)_2$.

2. Закінчити рівняння реакцій і визначити основи, що беруть у них участь або при цьому утворюються, навести їх назви та графічне зображення:

а) $NaOH + H_2SO_4 =$

б) $Ca(OH)_2 + SO_3 =$

в) $N_2O_5 + H_2O =$

3. У газовій суміші, що складається з SO_2 та O_2, об'ємна частка останнього з газів становить 40 %. Знайти середню молекулярну масу суміші.

4. Чи однакове число молекул міститься у 2 $дм^3$ динітрогену (н.у.) та 6,34 г дихлору? Відповідь обґрунтувати відповідними розрахунками.

5. Знайти масу 10 $дм^3$ амоніаку(н.у.).

4.3 Кислоти та солі

Кислотами називають сполуки, до складу яких входять атоми Гідрогену, здатні заміщуватися атомами металів.

У світлі теорії електролітичної дисоціації до кислот належать електроліти, які під час дисоціації утворюють катіони H^+ (інших катіонів не утворюють):

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

Розрізняють *безкисневі* (HCl, H_2S), *кисневі* (HNO_3, H_2SO_4), *одноосновні* (HCl, HNO_3), *двоосновні* (H_2S, H_2SO_4), *триосновні* (H_3PO_4), *сильні* (HCl, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$), *слабкі* (H_2SO_3, H_2CO_3, CH_3COOH) кислоти, *кислоти-окиснювачі* — нітратна кислота (концентрована, розведена) і сульфатна (концентрована) та *кислоти-неокиснювачі* — HCl, HF, H_2S, $H_2SO_{4(розв.)}$ та всі органічні кислоти.

Негативні іони, які утворюються внаслідок відриву від молекули кислоти одного або кількох іонів Гідрогену, називають *кислотними залишками*.

Значення негативного заряду іона кислотного залишку визначається числом Гідроген-іонів, що утворюються внаслідок дисоціації.

Існують такі способи одержання кислот.

1) *Кисневі кислоти*, що є розчинними у воді, утворюються внаслідок взаємодії кислотних оксидів з водою:

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

2) *Безкисневі кислоти* одержують взаємодією дигідрогену з неметалом (з наступним розчиненням у воді отриманої сполуки):

$H_2 + Cl_2 = 2HCl$

$H_2 + S = H_2S$

3) *Кислоти* (*кисневі та безкисневі*) здобувають дією на їх сухі солі інших кислот (більш сильних або менш летких):

$FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S$

$NaCl_{(кр.)} + H_2SO_{4(конц.)} = NaHSO_4 + HCl$

$Na_2SiO_3 + 2HCl = H_2SiO_3 + 2NaCl$

Існують і інші способи одержання кислот (гідроліз галогенангідридів, електроліз водних розчинів деяких сполук, тощо).

Хімічні властивості кислот

1. Кислоти *у водних розчинах дисоціюють* на іони, причому сильні кислоти практично повністю:

$HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$

Багатоосновні кислоти дисоціюють ступінчасто:

$H_2SO_4 \rightleftarrows H^+ + HSO_4^-,\ HSO_4^- \rightleftarrows H^+ + SO_4^{2-}$

2. Кислоти *реагують з основами* (реакція нейтралізації):

$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$ (молекулярне рівняння)

$H^+ + OH^- = H_2O$ (скорочене іонно-молекулярне рівняння)

3. Кислоти *взаємодіють з основними та амфотерними оксидами*, якщо солі цих кислот розчинні у воді:

$CaO + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O$

$Al_2O_3 + 6HNO_3 = 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

4. Кислоти *реагують з металами*. Кислоти-окисники (HNO_3 і концентрована H_2SO_4) відновлюються металами до відповідних оксидів (NO_2, NO та інші для HNO_3 і SO_2 для H_2SO_4), бо окисником у цих випадках виступають не іони Гідрогену, а аніони (кислотні залишки), в яких

солеутворюючий елемент (Нітроген або Сульфур) знаходиться у вищому ступені окиснення:

$3Cu + 8HNO_{3(розв.)} = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

$Ag + 2HNO_{3(конц.)} = AgNO_3 + NO_2 + H_2O$

$Zn + 2H_2SO_{4(конц.)} = ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

Кислоти-неокиснювачі окиснюють метали катіоном H^+, тому взаємодіють лише з металами, які в ряду стандартних електродних потенціалів знаходяться ліворуч від Гідрогену. При цьому утворюється дигідроген і відповідна сіль метала. З іншими металами ці кислоти не взаємодіють:

$Zn + H_2SO_{4(розв.)} = ZnSO_4 + H_2$

5. Кислоти *реагують з солями* (див. способи одержання кислот).

6. Під час нагрівання *кисневі кислоти можуть розкладатися*:

$$H_2SO_4 \xrightarrow{t} SO_3 + H_2O$$

$$4HNO_3 \xrightarrow{t} 4NO_2 + 2H_2O + O_2$$

Амфотерні гідроксиди — це гідроксиди, які виявляють основні або кислотні властивості залежно від умов перебігу реакцій.

До цих гідроксидів належать гідроксиди тих металів, які утворюють амфотерні оксиди: $Be(OH)_2$; $Al(OH)_3$; $Zn(OH)_2$; $Cr(OH)_3$ та ін.

Амфотерні гідроксиди — слабкі електроліти. Вони можуть дисоціювати з утворенням незначної кількості іонів H^+ і OH^- згідно з наведеною схемою:

$$Al(OH)_3 \rightleftarrows AlOH^{2+} + OH^-$$

$$Al(OH)_3 + H_2O \rightleftarrows H^+ + [Al(OH)_4]^-$$

Під час взаємодії кислот з амфотерними гідроксидами вони виявляють основні, а під час взаємодії з сильними основами (лугами) — кислотні властивості:

$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$

$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$

У надлишку розчину лугів амфотерні гідроксиди утворюють комплексні сполуки — комплексні гідроксосолі:

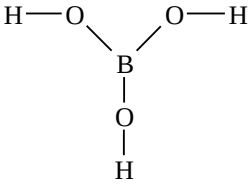
$Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$.

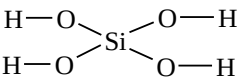
Комплексні солі відрізняються від подвійних характером дисоціації у водних розчинах. Якщо подвійні солі дисоціюють на іони солі, з яких вони складаються, то комплексні солі при дисоціації утворюють комплексні іони, які є стійкими у водних розчинах:

$KAl(SO_4)_2 \varnothing K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-}$,

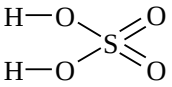
$Na_3[Al(OH)_6] \varnothing 3Na^+ + [Al(OH)_6]^{3-}$.

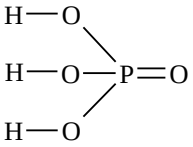
При записуванні графічного зображення формули тієї або іншої кислоти виходять з того, що вона складається з центрального атома — неметала або метала, який у більшості випадків з'єднують з атомами Гідрогену через Оксиген (як і у випадку основ). Наприклад, графічне зображення формул H_3BO_3 і H_4SiO_4 має такий вигляд:





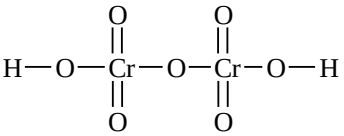
Якщо у молекулі кислоти міститься атомів Оксигену більше, ніж атомів Гідрогену, то "надлишок" атомів Оксигену з'єднують безпосередньо з центральним атомом, наприклад H_2SO_4 та H_3PO_4:

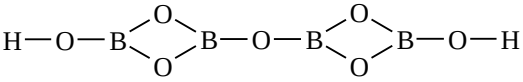




Коли до складу молекули входять два або більше центральних атомів, то їх з'єднують між собою через атом Оксигену. Атоми Гідрогену також через Оксиген приєднуються до кислоутворюючого елементу від центру

до периферійних. При цьому атоми Оксигену розподіляють між цими центральними атомами у рівній мірі, наприклад $H_2Cr_2O_7$ (дихромова кислота) та $H_2B_4O_7$ (тетраборна кислота):





Солі — це продукти заміщення (повного або часткового) Гідрогену кислоти металом або продукти обміну гідроксогрупи основ на кислотні залишки (повне або часткове).

З точки зору теорії електролітичної дисоціації до солей належать електроліти, під час дисоціації яких утворюються катіони залишку основи та аніони кислотного залишку, наприклад:

$Fe_2(SO_4)_3 \varnothing 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

$KAl(SO_4)_2 \varnothing K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-}$

$KHSO_4 \varnothing K^+ + HSO_4^-$

Солі бувають *середні*, *кислі*, *основні*. *Середні солі* — це продукт повного заміщення Гідрогену кислоти металом або повного обміну гідроксогруп основ на кислотні залишки:

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2H_2O$

Середні солі бувають *прості* (найбільш поширені сполуки), *подвійні*, *змішані* та *комплексні*. *Прості солі* складаються з катіона одного з металів та аніона одного з кислотних залишків ($ZnSO_4$, NaCl тощо), *подвійні* містять катіони двох різних металів і один і той же аніон ($KAl(SO_4)_2$ тощо), *змішані* — навпаки, один катіон і два різних аніона (CaCl(OCl) — Кальцій хлорид-хлорат (I)).

До простих солей належать різні бінарні сполуки металів, які відносять до неосновних класів неорганічних сполук: пероксиди (Na_2O_2, BaO_2), нітриди (Ca_3N_2), фосфіди (Na_3P), карбіди (Al_4C_3), змішані оксиди металів (Fe_3O_4, Pb_3O_4, Pb_2O_3) тощо.

Змішані оксиди металів розглядають як оксиди металу в двох різних ступенях окиснення:

$$Fe_3O_4 = \overset{+2}{Fe}O \cdot \overset{+3}{Fe}_2O_3$$

$$Pb_3O_4 = 2\overset{+2}{Pb}O \cdot \overset{+4}{Pb}O_2$$

Але їх можна розглядати і як солі кислот, утворених цим же металом:

$Fe_3O_4 = Fe(FeO_2)_2$ – Ферум (II) диоксоферат (III)

$Pb_3O_4 = Pb_2PbO_4$ – Плюмбум (II) тетраоксоплюмбат (IV)

Назви солей складаються з назв катіона в називному відмінку і кислотного залишку в родовому відмінку (без слова іон):

K_2SO_4	Натрій сульфат;
$Ba(HCO_3)_2$	Барій гідрокарбонат;
Ca_3P_2	Кальцій фосфід;
$KAl(SO_4)_2$	Алюміній Калій сульфат;
K_2NaPO_4	Дикалій Натрій фосфат;
MgOHCl	Магній гідроксихлорид.

Для одержання солей можна використати багато способів.

1. Взаємодією *металів з неметалами*:

$Zn + S = ZnS$

2. Взаємодією *метала з сіллю* менш активного метала:

$Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$

3. Взаємодією *металів з кислотами*:

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

4. Взаємодією *оксидів між собою*:

$CaO + CO_2 = CaCO_3$

5. Взаємодією *кислотних* (амфотерних) *оксидів з основами* (лугами):

$P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$

$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$

6. Взаємодією *основних* (амфотерних) *оксидів з кислотами*:

$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$

$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$

7. *Реакцією нейтралізації*:

$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

8. Взаємодією *лугів з солями* (з утворенням нерозчинних основ):

$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$

9. Взаємодією *кислоти з сіллю*:

$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$

10. Взаємодією *між солями* (з утворенням нерозчинної солі):

$AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$

Крім цих, найбільш поширених способів, існують інші способи одержання солей:

11. Взаємодією *неметалу або амфотерного металу з водним розчином лугу*:

$Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2H_2$

$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

12. Взаємодією *галогенів з розчином лугу*:

$Cl_2 + 2KOH = KCl + KClO + H_2O$

13. Взаємодією *галогенів з розчином солі іншого* (менш активного) *галогену*:

$Cl_2 + 2KI = 2KCl + I_2$

14. Взаємодією *амоніаку з кислотами*:

$NH_3 + HCl = NH_4Cl$

$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$

15. Взаємодією *галогенангідридів кислот з лугами*:

$PCl_5 + 8NaOH = Na_3PO_4 + 5NaCl + 4H_2O$

$SO_2Cl_2 + 4NaOH = Na_2SO_4 + 2NaCl + 2H_2O$

16. Взаємодією *кислих солей з лугами*:

$NaHCO_3 + NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

17. Взаємодією *основних солей з кислотами*:

$CaOHCl + HCl = CaCl_2 + H_2O$

18. Взаємодією *деяких солей з нелеткими оксидами*:

$Na_2CO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t} Na_2SiO_3 + CO_2$

19. Взаємодією *амфотерних гідроксидів з лугом*:

$3NaOH + Al(OH)_3 = Na_3[Al(OH)_6]$

Деякі хімічні властивості солей можна побачити в переліку способів їх одержання (способи 2, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18). Солі розкладаються під час нагрівання. Продукти, що утворюються, залежать від природи металу та кислоти:

$CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2$

$2NaHCO_3 \xrightarrow{t} Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

$2KNO_3 \xrightarrow{t} 2KNO_2 + O_2$

$2Mg(NO_3)_2 \xrightarrow{t} 2MgO + 4NO_2 + O_2$

Існують певні правила і при складанні графічного зображення формул солей.

Якщо <u>сіль містить тільки один катіон металу</u> та кілька кислотних залишків, то при графічному зображенні формули, наприклад $Mg(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$, діють таким чином:

1) Знак хімічного елемента, що утворює кислоту, розташовують симетрично відносно знака катіона металу:

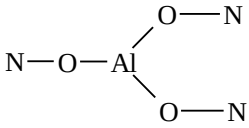
N Mg N

N

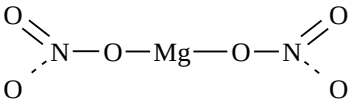
Al

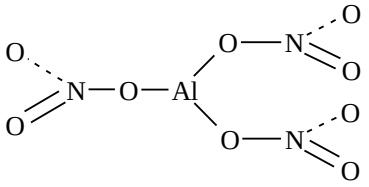
N

2) Враховують, що у даних сполуках Магній двовалентний, а Алюміній тривалентний і що знаки хімічних елементів повинні з'єднуватися один з одним через Оксиген:



3) Далі з урахуванням того, що кожен знак елемента Нітрогену у кислотному залишку повинен бути з'єднаний з трьома знаками елемента Оксигену, одержують графічне зображення формул цих солей:





Якщо до складу солі входить два або більше атомів металу, то графічне зображення формул цих солей можна записати у такій послідовності (розглянемо на прикладі солей: а) Na_2CO_3; б) $Al_2(SO_4)_3$; в) $Ca_3(PO_4)_2$):

1) Записують у один рядок знаки атомів металу та елемента, що утворює кислоту, один за одним, починаючи з того елемента, якого більше за кількістю:

а) Na C Na

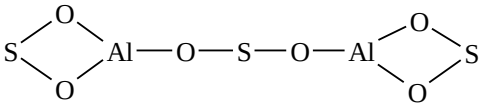
б) S Al S Al S

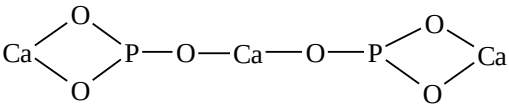
в) Ca P Ca P Ca

2) Далі як і у попередньому випадку, пам'ятають, що знаки хімічних елементів у кисневих сполуках з'єднують один з одним через Оксиген, ураховуючи валентність елементів і Оксигену:

а) Na – O – C – O – Na

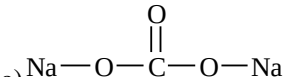
б)



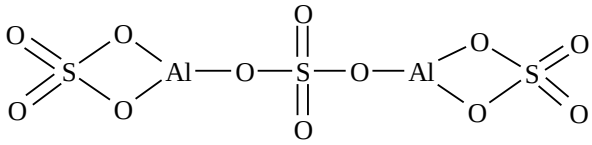


в)

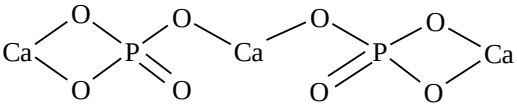
3) Останнім кроком при графічному зображенні формул цих солей є написання знаків елемента Оксигену, що залишився. Їх з'єднують зі знаками елементів, які утворюють кислоти, двома рисками:



а)



б)



в)

При написанні графічного зображення формул кислих і основних солей дотримуються тих же правил, що і при графічному зображенні формул середніх солей.

При графічному зображенні формул кислих солей знаки елементів Гідрогену через Оксиген з'єднують з елементом, що утворює кислоту, а у випадку основних солей знаки елемента Гідрогену через Оксиген з'єднують із знаками металу, наприклад: а) $Ca(HCO_3)_2$ (кисла сіль) і б) $AlOHSO_4$ (основна сіль):

1) Записують в один рядок в певній послідовності хімічні символи металу та елементів, що утворюють кислоту:

а) C Ca C

б) Al S

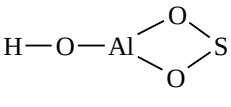
2) З'єднують хімічні символи Гідрогену через хімічний символ Оксигену відповідно до рекомендацій, викладених вище:

а) H – O – C Ca C – O – H

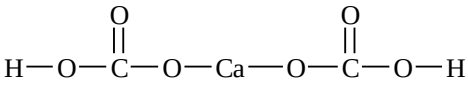
б) H – O – Al S

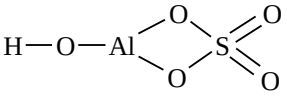
3) З’єднують атоми металу з елементом, що утворює кислоту, через Оксиген:

а) H – O – C – O – Ca – O – C – O – H

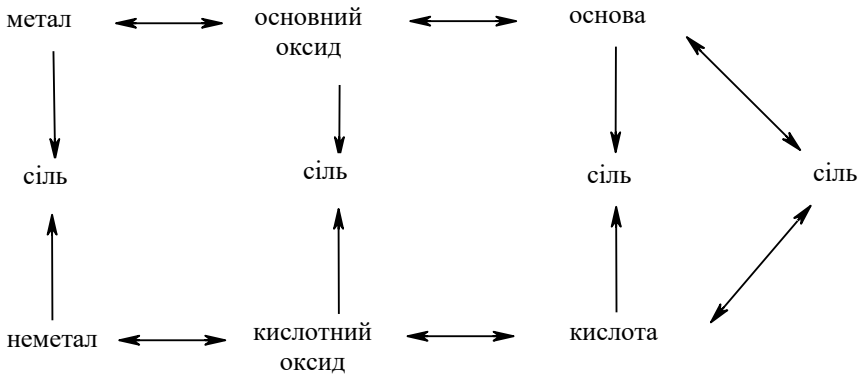
б) 

4) Останніми записують решту хімічних символів Оксигену, для чого їх з’єднують двома рисками з символом елемента, що утворює кислоту:

а) 

б) 

Неорганічні сполуки пов’язані між собою. Наприклад, з простої речовини можна одержати складну або, навпаки, із складної речовини можна одержати іншу, а також провести зворотню реакцію. Зв’язок між неорганічними сполуками зображають схемою:



Взаємний зв’язок між сполуками та їх перетвореннями свідчать про єдність елементного складу речовин.

Індивідуальні завдання за темою «Кислоти та солі»

Варіант 1

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Ca(HCO_3)_2 + NaOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnOHCl \rightarrow ZnCl_2$.

3. Знайти простішу формулу сполуки, якщо масові частки елементів, з яких вона складається, становлять, % Na — 22,12; O — 46,15; H — 0,96; S — 30,77.

4. До алюмінію масою 0,54 г додали хлоридну кислоту, в якій маса HCl дорівнює 1,095 г. Визначити об'єм дигідрогену, що утворюється (н.у.).

5. Розрахувати масу Натрій хлориду і води, які потрібні для приготування 250 г розчину з масовою часткою NaCl 2,5 %.

Варіант 2

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $K_3[Cr(OH)_6] + H_2S =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Al(NO_3)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al_2(SO_4) \rightarrow Al(OH)SO_4 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4]$.

3. Знайти формулу речовини, якщо масові частки Карбону, Гідрогену і Оксисену становлять відповідно 68,85; 4,92 і 26,23 %.

4. Обчислити, скільки молей Калій хлориду утворюється при розкладанні 12,25 г Калій хлорату (V) згідно з рівнянням реакції: $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$.

5. Яка масова частка солі у розчині, якщо у 160 г розчину міститься 40 г солі?

Варіант 3

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Ag + HNO_{3(розв.)} =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Pb(NO_3)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnO$.

3. При термічному розкладі нітрату важкого металу масою 6,62 г виділилося 1,12 л (н.у.) суміші Нітроген (IV) оксиду та диоксигену. Знайти молекулярну формулу нітрату металу.

4. При дії надлишку сульфатної кислоти на цинк утворилось 4,83 г Цинк сульфату. Визначити масу цинку, що прореагував.

5. Яку кількість Калій хлориду необхідно розчинити у воді, щоб одержати розчин з масовою часткою KCl 5 %?

Варіант 4

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $KCr(SO_4)_2 + NaOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$H_2S \rightarrow NaHS \rightarrow Na_2S \rightarrow FeS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2$.

3. При прожарюванні нітрату лужного металу масою 6,06 г утворилося 5,1 г нітрату (III) цього металу. Сіль якого металу розкладали?

4. Знайти масу Кальцій ортофосфату, що утворився при взаємодії ортофосфатної кислоти з 29,6 г Кальцій дигідроксиду.

5. Яку масу солі та води необхідно взяти для одержання 400 г розчину з масовою часткою Натрій сульфату 20 %?

Варіант 5

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $NaAl(OH)_4 + CO_2 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow SiF_4 \rightarrow HF$.

3. При взаємодії фосфору масою 1 г з диоксигеном утворюється оксид масою 2,29 г. Знайти його формулу.

4. Обчислити масову частку солі у кристалогідраті $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

5. Визначити масу розчину з масовою часткою хлоридної кислоти 4 %, якщо для його приготування використали 180 г води.

Варіант 6

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $K_2Zn(OH)_4 + HNO_3 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO$.

3. Знайти молекулярну формулу речовини, у якій масова частка Сульфуру становить 84 %, а Карбону — 16 %. Густина пари речовини за повітрям дорівнює 2,62.

4. Обчислити масу речовини, що утворюється при взаємодії 0,5 моль Фосфор (V) оксиду з водою при кип'ятінні.

5. Визначити масову частку розчину, що утворено розчиненням 90 г солі у 1 $дм^3$ води.

Варіант 7

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $NO_2 + NaOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$SnO \rightarrow Sn(NO_3)_2 \rightarrow Sn(OH)_2 \rightarrow Na_2SnO_2 \rightarrow SnSO_4 \rightarrow Sn$.

3. Знайти молекулярну формулу речовини, до складу якої входить Гідроген, Карбон та Оксиген у масовому співвідношенні 1 : 6 : 24. Густина речовини у газоподібному стані за дигідрогеном дорівнює 31.

4. Який об'єм (н.у.) дигідроген сульфіду утворюється під час взаємодії 10 г дигідрогену з 20 г сульфуру?

5. Яку масу солі необхідно додати до 3 $дм^3$ води, щоб одержати розчин з масовою часткою солі 4 %?

Варіант 8

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Pb_2O_3 + KOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 \rightarrow CaO \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCl_2$.

3. Під час нагрівання деякої речовини масою 1,225 г утворився Калій хлорид масою 0,745 г і виділився диоксиген об'ємом 336 $см^3$ (н.у.). Знайти молекулярну формулу невідомої речовини.

4. При взаємодії купруму з надлишком концентрованої нітратної кислоти утворився Нітроген (IV) оксид об'ємом 5,6 $дм^3$ (н.у.). Яка маса солі при цьому утворюється?

5. У 600 $см^3$ води розчинено 40 г кристалогідрату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Визначити масову частку кристалогідрату та безводної солі у розчині.

Варіант 9

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Fe(OH)_2 + P_2O_5 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Mg(NO_3)_2 \rightarrow MgO \rightarrow MgCl_2 \rightarrow MgSO_4 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgO$.

3. Знайти молекулярну формулу речовини, що складається з Оксигену, Кальцію та Нітрогену, масова частка яких відповідно становить 48,48, 30,31, 21,21 %. Молярна маса речовини становить 132 г/моль.

4. При термічному розкладі нітратної кислоти утворилась суміш газоподібних речовин (NO_2, O_2, H_2O) об'ємом 15,68 л (н.у.). Яку кількість речовини нітратної кислоти було розкладено.

5. Визначити масову частку розчину Натрій сульфату, одержаного розчиненням 32,2 г солі $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ в 967,8 $см^3$ води.

Варіант 10

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Fe_3O_4 + H_2SO_4 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Cr_2O_3 \rightarrow NaCrO_2 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$.

3. Речовина складається з Калію, Сульфуру, та Оксигену, масова частка яких становить відповідно 49,37, 20,25, 30,38 %. Знайти її молекулярну формулу, що відповідає найпростішій формулі.

4. При взаємодії Цинк дигідроксиду з хлоридною кислотою утворилося 2,72 г солі. Яку кількість речовини Цинк дигідроксиду було взято для реакції?

5. Яку масу залізного купоросу $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ необхідно взяти для приготування 500 г розчину з масовою часткою $FeSO_4$ 2,7 %?

Варіант 11

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $NaOH + Cl_2O_7 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 \rightarrow Na_3PO_4$.

3. До складу речовини входять Оксиген, Гідроген, Хлор та Кальцій. Масова частина названих елементів відповідно становить 17,30, 1,08, 38,38, 43,24%. Визначити цю речовину.

4. Яка маса солі утворюється при взаємодії 28 г Кальцій оксиду з 22,4 $дм^3$ Карбон (IV) оксиду (н.у.)?

5. До 160 г розчину з масовою часткою Натрій хлориду 8 % додали 40 $см^3$ води. Визначити масову частку NaCl в одержаному розчині.

Варіант 12

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $NaH_2PO_4 + NaOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(HSO_4)_2 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$.

3. Визначити речовину за такими даними: при взаємодії 3,04 г її з $BaCl_2$ утворюється 4,66 г осаду $BaSO_4$, а при взаємодії цієї ж маси речовини з цинком утворюється 1,12 г феруму.

4. Натрій ортофосфат можна одержати, наприклад, взаємодією фосфор (V) оксиду з Натрій гідроксидом. Яку масу початкових речовин потрібно взяти для одержання 6,56 г Натрій ортофосфату?

5. З 800 г розчину з масовою часткою Калій хлориду 13 % при охолодженні виділилось 30 г солі. Визначити масову частку солі в одержаному розчині.

Варіант 13

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Fe + HNO_3 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Cl_2 \rightarrow NaCl \rightarrow HCl \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3$.

3. Визначити формулу однієї з фосфатних кислот, якщо масова частка Гідрогену та Оксигену в ній становить 1,25 та 60,00 %.

4. Яку масу солі можна одержати при взаємодії 0,2 моль Калій гідроксиду з розчином хлоридної кислоти, що містить 10 г Гідроген хлориду?

5. Якою стала масова частка компонентів у розчині утвореного внаслідок випарування 300 г розчину з масовою часткою солі 5 %, якщо випарилося 90 г води?

Варіант 14

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t}$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$F_2 \rightarrow HF \rightarrow SiF_4 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow Na_2CO_3$.

3. В одній із солей Кальцію масова частка Оксисену становить 12,6, Хлору — 55,90 %. Визначити цю сіль, якщо її молекулярна маса становить 127 г/моль.

4. При взаємодії розчину Купрум (II) сульфату з лугом утворився Купрум дигідроксид масою 4,9 г. Обчислити кількість речовини Купрум (II) сульфату, яку використали для проведення реакції.

5. До розчину масою 700 г з масовою часткою солі 7 % додали 30 г солі. Знайти масову частку солі в одержаному розчині.

Варіант 15

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Pb(OH)_2 + HNO_3 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2$.

3. Визначити формулу речовини, що складається з Нітрогену та Гідрогену, якщо масова частка Нітрогену становить 97,67 %, а густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 1,482.

4. При взаємодії Натрій хлориду з концентрованою сульфатною кислотою виділився Гідроген хлорид об'ємом 5,6 $дм^3$ (н.у.). Визначити масу Натрій хлориду, яку було взято для проведення реакції.

5. Яка маса HCl міститься у 2 $дм^3$ розчину з масовою часткою хлоридної кислоти 15 % густиною 1,075 $г/см^3$?

Варіант 16

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Pb + KOH + H_2O =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$H_2O \rightarrow H_2 \rightarrow HCl \rightarrow SnCl_2 \rightarrow SnOHCl \rightarrow Sn(OH)_2$.

3. Масові частки Натрію, Бору та Оксисену, що входять до складу солі однієї з кислот Бору, становлять 22,77; 21,78 і 55,45 %. Що це за сіль?

4. Реакція між Аргентум нітратом та Калій хлоридом супроводжується утворенням осаду Аргентум хлориду. Визначити початкову масу Аргентум нітрату, якщо утворився AgCl з кількістю речовини 0,3 моль.

5. Знайти масову частку Калій нітрату у розчині одержаному при розчиненні 15 г KNO_3 у 400 г розчину цієї ж речовини з масовою часткою 20 %.

Варіант 17

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $LiOH + H_3PO_4 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$H_3BO_3 \rightarrow HBO_2 \rightarrow H_3BO_3 \rightarrow B_2O_3 \rightarrow B \rightarrow H_3BO_3$.

3. У 3,02 г речовини міститься 1,12 г Феруму, 0,62 г Фосфору, 1,28 г Оксигену. Визначити цю речовину.

4. Яку масу силіцію розчинили у водному розчині лугу, якщо при цьому виділився дигідроген об'ємом 2,24 $дм^3$ (н.у)?

5. Скільки води і розчину з масовою часткою амоніаку 22 % необхідно для приготування 300 г розчину амоніаку з масовою часткою 10 %?

Варіант 18

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Ba(HSO_3)_2 + H_2SO_4 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$CH_4 \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(NO_3)_2$.

3. У речовині масові частки Гідрогену, Оксигену та Фосфору складають відповідно 3,06; 65,31 і 31,36 %. Знайти формулу сполуки, якщо її молярна маса становить 98 г/моль.

4. Який об'єм дихлору (н.у.) розчинили у розчині Натрій гідроксиду, якщо утворилося 23,4 г Натрій хлориду?

5. Змішали 120 г розчину з масовою часткою лугу 18 % і 60 г розчину з масовою часткою того ж лугу 12 %. Знайти масову частку лугу в одержаному розчині.

Варіант 19

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $BaOHNO_3 + HNO_3 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow Ba(HCO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 \rightarrow Ba(NO_3)_2 \rightarrow BaO$.

3. При розкладі 6,06 г солі оксокислоти виділився диоксиген, а твердий залишок містив 2,34 г Калію, 0,84 г Нітрогену, 2,88 г Оксигену. Знайти формулу цієї солі.

4. Яка маса йоду виділилась при пропусканні 33,6 $дм^3$ дихлору (н.у.) через розчин Калій йодиду?

5. До 200 г розчину з масовою часткою Натрій нітрату 6 % додали 150 г води та 30 г Натрій нітрату. Визначити масову частку $NaNO_3$ у одержаному розчині.

Варіант 20

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $CuSO_4 + Na_3PO_4 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \rightarrow Ba(HSO_4)_2$.

3. Масові частки Калію, Оксигену та Хлору в речовині становлять 28,16, 46,21, 25,63 % відповідно. Визначити формулу цієї речовини.

4. Який об'єм амоніаку (н.у.) використали для одержання 10,7 г амоній хлориду NH_4Cl?

5. Знайти масову частку нітратної кислоти у розчині, якщо у 1,5 $дм^3$ цього розчину міститься 120 г HNO_3. Густина розчину дорівнює 1,039 $г/см^3$.

Варіант 21

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Al_2O_3 + H_2SO_4 =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4$.

3. До складу солі входить Натрій, Силіцій, Оксиген, масова частка яких відповідно становить 50,00, 15,22, 34,78 %. Визначити цю сіль.

4. Чи однакова кількість речовини Na_2CO_3 утворюється при реакції Натрій гідрокарбонату з Натрій гідроксидом або при термічному розкладі Натрій гідрокарбонату? Відповідь обґрунтувати відповідними розрахунками.

5. Яку масу солі та води необхідно взяти для приготування 240 $см^3$ розчину з масовою часткою KCl 15 % густиною 1,097 $г/см^3$?

Варіант 22

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $Sn + HNO_{3(розв.)} =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow SiF_4$.

3. В одній з солей ортофосфатної кислоти масові частки Натрію, Оксигену, Фосфору і Гідрогену відповідно становлять 32,39; 45,07; 21,83 і 0,71 %. Визначити цю сіль.

4. Яку масу Кальцій хлориду можна одержати при взаємодії 18,5 г Кальцій гідроксихлориду CaOHCl з хлоридною кислотою масою 9 г?

5. Розчин хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 20 % має густину 1,098 г/см^3. Яка маса HCl, що міститься у 5 дм^3 розчину?

Варіант 23

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $KH_2PO_4 + KOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$BeO \rightarrow BeSO_4 \rightarrow Be(OH)_2 \rightarrow Na_2BeO_2 \rightarrow Be(NO_3)_2 \rightarrow BeO$.

3. Масові частки в оксокислоті Гідрогену і Хлору становлять відповідно 1,00 і 35,32 %. Знайдіть формулу цієї кислоти.

4. Який об'єм Карбон (IV) оксиду (н.у.) утворюється при взаємодії 10,6 г Натрій карбонату з 7,2 г Силіцій (IV) оксиду?

5. До 2 дм^3 розчину з масовою часткою Натрій карбонату 12 % густиною 1,12 г/см^3 додали 1 дм^3 води. Визначити масову частку Na_2CO_3 в одержаному розчині.

Варіант 24

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $P_2O_5 + KOH =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$Li_2O \rightarrow LiOH \rightarrow Li_2CO_3 \rightarrow LiHCO_3 \rightarrow LiNO_3 \rightarrow LiNO_2$.

3. До складу солі входять Хром, Оксиген, Сульфур, масова частка яких становить відповідно 35,14, 43,24, 21,62 %. Визначити цю сіль.

4. При взаємодії гидроксидів Натрію та Алюмінію утворюється комплексна гідроксосіль $Na[Al(OH)_4]$ масою 4,72 г. Визначити масу початкових речовин.

5. Який об'єм розчину з масовою часткою Барій хлориду 8 % (густиною 1,072 г/см^3) і води потрібен для приготування 300 см^3 розчину $BaCl_2$ з масовою часткою 4 % (густиною 1,034 г/см^3)?

Варіант 25

1. Закінчити рівняння реакцій, дати назву продуктам реакції та скласти графічне зображення їх формул: $NaHCO_3 + HCl =$

2. Здійснити послідовні перетворення:

$NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_4Cl \rightarrow NH_4NO_3 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4OH$.

3. Знайти формулу солі, якщо масові частки Феруму і Хлору в ній дорівнюють 44,09 і 55,91 %.

4. Визначити масу Натрій ортофосфату, що утворюється при взаємодії Фосфор (V) хлориду з розчином Натрій гідроксиду, якщо маса Натрій хлориду, який при цьому утворюється, становить 29,25 г.

5. Змішали 150 см^3 розчину з масовою часткою Калій хромату 20 % (густина 1,174 г/см^3) і 250 см^3 розчину K_2CrO_4 з масовою часткою 40 % (густина 1,396 г/см^3). Визначити масову частку K_2CrO_4 в одержаному розчині.

4.4. Контрольні завдання за темою «Основнii класи неорганічних сполук»

Варіант 1

1. Написати рівняння реакцій взаємодії між диоксигеном та а) натрієм; б) сульфуром; в) дигідроген сульфідом. Скласти графічні зображення формул та назви речовин, що утворюються, та визначте, до якого класу неорганічних речовин їх можна віднести. Описати властивості речовини

(за допомогою відповідних рівнянь реакцій), що утворюється внаслідок взаємодії між диоксигеном та натрієм.

2. Здійснити перетворення:

$$CuO \rightarrow Cu \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO.$$

3. Яка маса Ферум(II) сульфіду утворюється під час нагрівання 8 г феруму з 10 г сульфуру?

4. Яка масова частка (%) Алюмінію в Алюміній тринітраті?

5. Маса 1 дм^3 аргону за н.у. становить 1,786 г. Визначити густину аргону за диоксигеном.

Варіант 2

1. Серед наведених речовин визначити оксиди, основи, кислоти та солі і записати назву кожної з них: HNO_3, $ZnCl_2$, MgO, Na_2SO_4, $Cu(OH)_2$, SiO_2, H_2SO_4, NaOH. Знайти ступінь окиснення елементів у речовинах HNO_3 і Na_2SO_4 та скласти графічні зображення їх формул. Описати за допомогою хімічних реакцій способи одержання і хімічні властивості $Cu(OH)_2$.

2. Здійснити перетворення:

$$ZnO \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(HSO_4)_2.$$

3. Яка кількість речовини Алюмінію міститься у сплаві масою 14,2 г, масова частка Алюмінію в якому становить 95 %?

4. Під час взаємодії 12 г двовалентного металу з кислотою виділилося 0,6 г дигідрогену. Який метал було взято?

5. Густина газу за повітрям становить 1,562. Обчисліть масу 3 дм^3 цього газу за н.у.

Варіант 3

1. Серед наведених оксидів визначити усі основні та усі кислотні оксиди, а також дати назву цим оксидам: K_2O, CO_2, FeO, N_2O_5, SiO_2, Fe_2O_3, SO_3. Знайти ступінь окиснення елементів, що утворюють оксиди. Скласти графічні зображення формул N_2O_5 та Fe_2O_3 і вкажіть способи їх одер-

жання. Описати за допомогою хімічних реакцій хімічні властивості оксиду SO_3.

2. Здійснити перетворення:

$$Na \rightarrow Na_2O \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaCl \rightarrow NaNO_3.$$

3. Який об'єм амоніаку можна одержати при використанні суміші, яка складається з 20 $дм^3$ динітрогену та 40 $дм^3$ дигідрогену?

4. Масові частки Мангану та Оксигену в оксиді становлять відповідно 72,05 та 27,95 %. Знайти найпростішу формулу цього оксиду.

5. При дії концентрованої нітратної кислоти на купрум утворюється 8,92 $дм^3$ газу (н.у.). Яка кількість речовини купруму прореагувала?

Варіант 4

1. Написати формули гідроксидів, які відповідають оксидам: SrO, Sb_2O_3, CrO_3, Cl_2O_5, Li_2O. Скласти графічні зображення формул та назви цих гідроксидів. Навести рівняння реакцій їх одержання, а також реакцій, що характеризують їх хімічні властивості. Зазначити хімічний характер кожного з гідроксидів.

2. Здійсніть перетворення:

$$Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow ? \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuCl_2.$$

3. Визначити найпростішу формулу речовини, масова частка елементів у якої відповідно становить, %: P — 20,20, O — 10,42, Cl — 69,38 %.

4. При прожарюванні $CaCO_3$, масова частка домішок у якому дорівнює 10 %, одержано 0,56 г CaO. Визначити масу $CaCO_3$, що розклалася.

5. Обчислити відносну молекулярну масу сполуки, якщо 21 г її пари при 20 °С і тиску $0{,}25 \cdot 10^5$ Па займають об'єм 22 $дм^3$.

Варіант 5

1. Написати формули оксидів, що відповідають таким кислотам: H_3BO_3, $H_2Cr_2O_7$, HClO, HNO_3, $H_4P_2O_7$, $HMnO_4$. Скласти графічні зобра-

ження формул кислот $H_2Cr_2O_7$ і $HMnO_4$. Описати хімічні властивості і способи одержання нітратної кислоти HNO_3.

2. Здійснити перетворення:

$$H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow NaNO_3 \rightarrow NaNO_2.$$

3. Обчислити масову частку (%) Силіцій (IV) оксиду у Калій метасилікаті.

4. Визначити молекулярну масу солі, яка утворюється внаслідок взаємодії розчинів, що містять 0,02 моль $Ca(OH)_2$ і 0,02 моль HCl.

5. Газова суміш містить три об'єми Карбон (II) оксиду і сім об'ємів Карбон (IV) оксиду. Знайти масу 1 $дм^3$ цієї суміші за н.у.

Варіант 6

1. Назвати речовини, формули яких наведені нижче, і визначити, до якого класу сполук вони належать: $NaNO_3$, K_2O, HCl, $Mg(OH)_2$, SiO_2. Скласти графічні зображення формул $Mg(OH)_2$ і SiO_2. Скласти рівняння хімічних реакцій:

$HCl + ? \rightarrow NaCl + ?$; $HCl + ? \rightarrow AgCl + ?$; $HCl + ? \rightarrow PbCl_2 + ?$

2. Здійснити перетворення:

$$Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu.$$

3. Визначити масу 40 $дм^3$ динітрогену при 20 °С і тиску $3 \cdot 10^6$ Па.

4. 200 г невідомої речовини прожарили з карбоном. При цьому утворилося 36,8 г Карбон (IV) оксиду і 173,2 г плюмбуму. Знайти формулу невідомої речовини.

5. Який об'єм води утворюється під час згоряння суміші, що складається з 1 $дм^3$ дигідрогену і 0,8 $дм^3$ диоксигену (н.у.)?

Варіант 7

1. Скласти формули наступних речовин: Барій дигідроксиду, Купрум (II) сульфату, Алюміній трихлориду, Ферум (III) оксиду. Зазначити до якого класу сполук належить кожна з них. Для Купрум (II) сульфату і Ферум (III) оксиду навести графічні зображення формул.

2. Здійснити перетворення:

$$Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow AgNO_3 \rightarrow Ag_2SO_4 \rightarrow AgCl.$$

3. Яку масу має диоксиген об'ємом 60 дм^3 при 30 °С і тиску $7 \cdot 10^5$ Па?

4. Визначити масу осаду, що утворюється внаслідок взаємодії Барій дихлориду на розчин, що містить 34 г Аргентум нітрату.

5. Знайти масову частку Сульфур (IV) оксиду у Калій сульфаті.

Варіант 8

1. Написати формули оксидів і зазначити, які з них є основними, кислотними, амфотерними: Купрум (II) оксид, Натрій оксид, Цинк оксид, Алюміній оксид, Сульфур (VI) оксид, Фосфор (V) оксид, Силіцій (IV) оксид. Скласти графічні зображення формул для Алюміній оксиду та Фосфор (V) оксиду.

2. Здійснити перетворення:

$$Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ba(H_2PO_4)_2.$$

3. Який об'єм CO_2 утворюється при дії надлишку хлоридної кислоти на 63 г Магній карбонату за н.у.?

4. В оксиді двовалентного елемента масова частка Оксигену становить 60 %. Назвати цей елемент.

5. У 2 дм^3 води розчинено 3 моль Натрій гідроксиду. Визначити його масову частку (%) у розчині.

Варіант 9

1. З якими з наведених оксидів буде взаємодіяти сульфатна кислота: CO_2, MgO, P_2O_5, Al_2O_3? Скласти рівняння можливих реакцій. Навести графічні зображення формул продуктів реакції, що утворюються, визначити ступені окиснення усіх елементів, що входять до складу продуктів реакцій, і зазначити, до якого класу сполук вони належать.

2. Здійснити перетворення:

$$N_2 \rightarrow ? \rightarrow (NH_4)_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4.$$

3. Який об’єм при температурі 20 °С і тиску 250 кПа буде займати амоніак масою 68 г?

4. Через розчин, що містить 28 г KOH, пропустили 30 $дм^3$ (н.у.) Карбон (IV) оксиду. Визначити масу солі, що утворилася.

5. Назвати метал, якщо 1,42 г його при взаємодії з дихлором утворює 2,72 г солі.

Варіант 10

1. Які з наведених оксидів будуть реагувати з водою: CuO, MgO, SO_3, SiO_2, Na_2O? Написати рівняння можливих реакцій. Скласти назви та графічні зображення формул H_2SO_4 та $Mg(OH)_2$ і визначити, до якого класу сполук вони належать.

2. Здійснити перетворення:

$$H_2 \rightarrow ? \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_4NO_3 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4OH.$$

3. Знайти масу 20 $дм^3$ CO_2, що знаходиться під тиском 500 кПа і при температурі 22 °С.

4. Яка маса осаду утворюється при взаємодії розчинів, що містять відповідно 0,2 моль Барій дихлориду і 0,4 моль Натрій сульфату?

5. Яку масу води можна одержати при взаємодії Карбон (II) оксиду об’ємом 33,6 $дм^3$ (н.у.) з надлишком дигідрогену за умови, що реакція перебігає з виходом 80 %?

Варіант 11

1. Які з наведених оксидів будуть взаємодіяти з Калій гідроксидом: MgO, CO_2, CuO, SO_3, ZnO? Написати рівняння можливих реакцій. Скласти графічні зображення формул продуктів реакцій, що відбуваються, визначити ступені окиснення усіх елементів, що входять до складу цих продуктів, зазначити, до якого класу сполук вони належать.

2. Здійснити перетворення:

$$NaCl \rightarrow HCl \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu.$$

3. Визначити густину гідрогенброміду за дигідрогеном та за повітрям.

4. Яка масова частка Флюору у Кальцій флюориді?

5. До розчину, що містить 41 г Кальцій нітрату, додали розчин, який містить 26,5 г Натрій карбонату. Знайти масу осаду, що утворюється.

Варіант 12

1. З наведених формул різних речовин: Na_2SO_4, H_2SO_4, HCl, HNO_3, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$, KCl, H_2CO_3, K_2S, H_3PO_4, H_2S, NaOH — виписати окремо: а) кисневі, б) безкисневі кислоти, і визначити їх основність. Для кисневих кислот навести графічні зображення формул і визначити ступені окиснення усіх елементів.

2. Здійснити перетворення:

$$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2.$$

3. Густина гідрогенгалогениду за повітрям становить 4,41. Обчислити густину газу за диоксигеном і назвати його.

4. Визначити масову частку K_2O у Калій гідроксиді.

5. Яка маса осаду утворюється під час змішування розчинів, які містять 40 г Купрум (II) сульфату та 50 г Натрій сульфіду?

Варіант 13

1. Написати формули наступних кислот: хлоридної, карбонатної, сульфідної та ортофосфатної. Вказати, які з них є безкисневими і кисневими, одноосновними, двоосновними, триосновними. Для кисневих двоосновних кислот скласти графічні зображення формул і визначити ступені окиснення усіх елементів.

2. Здійснити перетворення:

$$FeSO_4 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe \rightarrow FeCl_2.$$

3. Визначити найпростішу формулу речовини, до складу якої входить Гідроген і Оксиген з масовими частками, відповідно, 5,89 і 94,12 %. Вказати загальне число атомів у молекулі.

4. Маса 20 $см^3$ газу (н.у.) дорівнює 0,0268 г. Обчислити молекулярну масу газу.

5. Який об'єм дигідрогенсульфіду (н.у.) треба пропустити крізь розчин Плюмбум (II) нітрату, щоб одержати 4,78 г осаду?

Варіант 14

1. Написати по дві формули одноосновних та двоосновних кислот, як кисневих, так і безкисневих. Назвати їх. Для одноосновної безкисневої кислоти скласти рівняння хімічних реакцій: а) її одержання, б) реакцій, що характеризують її властивості. Для кисневих одно- та двоосновних кислот навести графічні зображення їх формул.

2. Здійснити перетворення:

$$Mg \rightarrow MgS \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgO \rightarrow MgCO_3.$$

3. Обчислити об'єм (н.у.), який займає 1 г дигідрогену.

4. Сполука містить Меркурій та Оксиген з масовими частками, відповідно, 92,62 і 7,38 %. Вивести найпростішу формулу сполуки.

5. Який об'єм гідрогенхлориду (н.у.) необхідно взяти для нейтралізації розчину, що містить 280 г KOH?

Варіант 15

1. З якими із наведених речовин може реагувати хлоридна кислота: Mg, MgO, SO_2, NaOH, Cu? Написати рівняння можливих реакцій. Навести графічні зображення формул $CuCl_2$ і SO_2. Визначити ступені окиснення елементів, з яких складаються продукти можливих реакцій і навести їх назву.

2. Здійсніть перетворення:

$$ZnCl_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow K_2ZnO_2 \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO.$$

3. Обчислити молекулярну масу газу, якщо він масою 0,857 г займає об'єм 300 $см^3$ (н.у.).

4. Вивести простішу формулу сполуки, масові частки Хрому та Оксигену в якій дорівнюють відповідно 63,4 і 31,6 %.

5. Яку масу ортофосфатної кислоти можна одержати з 62 г фосфору, якщо масова частка виходу кислоти становить 0,9?

Варіант 16

1. З якими з наведених речовин може реагувати ортофосфатна кислота: K_2O, SO_3, NaOH, HCl, Ag? Написати рівняння можливих реакцій. Для продуктів реакцій навести графічні зображення формул. Назвати ці продукти і визначити ступені окиснення елементів, з яких складаються ці речовини. Вказати склад (киснева, безкиснева) та силу кислоти (сильна, слабка, середньої сили).

2. Здійснити перетворення:

$$Ca \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow CaCl_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2.$$

3. Обчислити масову частку (%) кожного з елементів у сполуці $MgCO_3$.

4. Знайти об'єм (н.у.), який займають 70 г Карбон (II) оксиду.

5. Визначити масу сульфатної кислоти, яку можна отримати з 150 г руди, що містить FeS_2 з масовою часткою 80 %.

Варіант 17

1. Написати рівняння можливих реакцій, що ілюструють властивості розведеної сульфатної кислоти: а) з металами, б) з основними оксидами та основами, в) з солями. У кожному випадку зазначити тип реакції. Для $CuSO_4$ і $Ca(OH)_2$ навести графічні зображення формул і визначити ступені окиснення усіх елементів. Вказати назву цих речовин.

2. Здійснити перетворення:

$$Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 \rightarrow CaSiO_3.$$

3. Обчислити об'єм газу за н.у., якщо при 15 °С та тиску 95976 Па газ займає об'єм 0,912 $дм^3$.

4. Визначити масову частку (%) кожного з елементів у сполуці $Mg_2S_2O_7$.

5. Масова частка Кальцій карбонату у вапняку дорівнює 90 %. Яку масу гашеного вапна можна отримати з 100 кг такого вапняку?

Варіант 18

1. Виписати окремо формули основ, назвати їх і зазначити, які з них розчинні у воді: $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$, $Ba(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, CuO, CaO, $Cu(OH)_2$, $ZnCl_2$, $Mg(OH)_2$, $FeSO_4$, $Fe(OH)_3$, KOH, HNO_3, $NaOH$. Для нерозчинних у воді основ навести графічні зображення формул, визначити ступені окиснення усіх елементів, з яких складаються ці основи та вказати їх кислотність.

2. Здійснити перетворення:

$$Al \rightarrow Al(NO_3)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow KAlO_2 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow AlCl_3.$$

3. Визначити масову частку (%) Хлору у суміші, яка складається з 0,1 моль Магній хлориду та 0,2 моль Калій хлориду.

4. Знайти молекулярну масу газу, якщо 1 $дм^3$ його за н.у. має масу 2,86 г.

5. Яка кількість речовини Натрій гідроксиду потрібна для нейтралізації 126 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою HNO_3 68 %?

Варіант 19

1. З якими з перелічених речовин буде реагувати Натрій гідроксид: Карбон (IV) оксид, Купрум (II) оксид, нітратна кислота, Сульфур (VI) оксид, Калій гідроксид, Хром тригідроксид? Написати рівняння можливих реакцій. Для $Cr(OH)_3$ і SO_3 навести графічні зображення формул, назвати речовини і визначити ступені окиснення усіх елементів, з яких складаються ці речовини.

2. Здійсніть перетворення:

$$Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow ? \rightarrow ZnO \rightarrow Na_2ZnO_2.$$

3. У якій масі феруму міститься стільки ж атомів, скільки їх міститься у 0,64 г купруму?

4. Обчислити масову частку N_2O_5 у нітратній кислоті.

5. Який об'єм дигідрогену (н.у.) необхідно взяти для відновлення Купрум (II) оксиду, щоб одержати 6,4 г купруму?

Варіант 20

1. Написати формули наступних основ і вказати, які з них є розчинними і які нерозчинними основами: а) Барій дигідроксид; б) Калій гідроксид; в) амоній гідроксид; г) Купрум дигідроксид; д) Кальцій дигідроксид. Визначити кислотність кожної з перелічених основ. Для гідроксидів, що мають амфотерні властивості, навести графічні зображення формул і вказати ступені окиснення усіх елементів, з яких вони складаються.

2. Здійснити перетворення:

$$Cr_2O_3 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow CrOH(NO_3)_2 \rightarrow Cr(OH)_2NO_3 \rightarrow ? \rightarrow Cr_2O_3$$

3. Яка масова частка (%) Cl_2O_7 у Калій хлораті (VII) $KClO_4$?

4. Маса 0,344 $дм^3$ газу при 42 °С та 102908 Па дорівнює 0,865 г. Обчислити молекулярну масу газу.

5. Під час дії цинку на концентровану сульфатну кислоту утворилося 4,48 $дм^3$ газу (н.у.). Яка кількість речовини цинку прореагувала?

Варіант 21

1. Скласти формули основних солей, що утворюються внаслідок реакцій між нітратною кислотою і гідроксидами Кальцію та Алюмінію. Назвати солі, навести графічні зображення формул і визначити ступені окиснення атомів усіх елементів, що входять до складу сполуки. Скласти рівняння реакцій перетворення цих солей у середні.

2. Здійснити перетворення:

$$Fe_2O_3 \rightarrow ? \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe(HSO_4)_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow FeOHSO_4 \rightarrow Fe(OH)_3$$

3. Яка масова частка (%) Al_2O_3 в Алюміній сульфаті?

4. Обчислити об'єм, який займає 1 кг повітря при 27 °С та 101325 Па.

5. У розчині знаходиться 3 г $AgNO_3$. Яка кількість речовини Натрій хлориду необхідна для осадження усього Аргентуму у вигляді хлориду?

Варіант 22

1. Написати формули наступних солей: а) Кальцій хлориду; б) амоній сульфату; в) Магній нітрату; г) Натрій карбонату; д) Ферум (II) сульфату. Для Кальцій хлориду та Алюміній сульфату навести графічні зображення формул, визначити ступені окиснення усіх елементів, що входять до складу цих солей. Написати рівняння хімічних реакцій їх перетворення у кислі солі.

2. Здійснити перетворення:

$$Be \rightarrow BeO \rightarrow BeCl_2 \rightarrow Be(OH)_2 \rightarrow Na_2[Be(OH)_4] \rightarrow BeSO_4.$$

3. Яка масова частка амоніаку в амоній гідрокарбонаті?

4. Маса 0,2 дм^3 газу (н.у.) дорівнює 0,286 г. Обчислити молярну масу газу.

5. Під час розчинення магнію у концентрованій сульфатній кислоті утворилося 30 г Магній сульфату. Яку кількість речовини магнію було використано для реакції?

Варіант 23

1. Скласти формули солей, які утворені кислотами (HCl, H_2SO_4, H_3PO_4) і металами (Na, Mg, Fe), назвати їх. Які з цих кислот утворюють кислі солі? Який їх склад? Навести графічні зображення формул та визначити ступінь окиснення кожного з елементів, що входять до складу цих кислих солей.

2. Здійснити перетворення:

$$Al_2O_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4] \rightarrow Al(NO_3)_3 \rightarrow Al_2O_3.$$

3. Який об’єм дигідрогену (н.у.) потрібен для відновлення 120 г Молібден триоксиду до метала?

4. Визначте масову частку (%) SiO_2 у сполуці $KAl(SiO_3)_2$.

5. Маса 1 дм^3 газу (н.у.) дорівнює 1,16 г. Знайти молярну масу газу.

Варіант 24

1. Скласти формули наступних солей: нітратів, хлоридів, сульфатів, карбонатів, що утворені такими металами, як Натрій, Цинк, Алюміній. Які з перелічених металів і з якими кислотами можуть утворювати як кислі, так і основні солі? Для однієї з кислих і однієї з основних солей навести графічні зображення формул, подати їх назви і визначте ступені окиснення усіх елементів, що входять до складу цих сполук.

2. Здійснити перетворення:

$$Sn \rightarrow SnO \rightarrow Na_2SnO_2 \rightarrow SnSO_4 \rightarrow ? \rightarrow Na_2[Sn(OH)_4].$$

3. Маса 200 $см^3$ газу (н.у.) дорівнює 0,232 г. Обчислити молярну масу газу.

4. Масові частки H, S та O у сполуці відповідно дорівнюють 2,04; 32,60; 65,36 %, а її молярна маса становить 98 г/моль. Знайти емпіричну формулу сполуки.

5. Визначити масу речовини, яка буде в надлишку після проведення реакції між 4 г MgO і 10 г H_2SO_4.

Варіант 25

1. З якими з наведених речовин буде реагувати розведена нітратна кислота: Купрум (II) оксид, Карбон (IV) оксид, алюміній, амоній гідроксид, Силіцій (IV) оксид? Написати рівняння відповідних реакцій. Навести назви продуктів реакцій та графічні зображення формул Силіцій (IV) оксиду і Купрум (II) нітрату, визначити ступені окиснення усіх елементів, що входять до складу цих речовин.

2. Здійснити перетворення:

$$Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow NaAlO_2 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow K[Al(OH)_4].$$

3. Яка речовина і в якій кількості буде в надлишку після змішування розчинів, що містять 15 г $BaCl_2$ і 11 г Na_2SO_4?

4. Знайти емпіричну формулу сполуки, масові частки Гідрогену, Нітрогену та Оксигену в якій відповідно дорівнюють 1,59; 22,21 і 76,20 %. Молекулярна маса сполуки становить 63 г/моль.

5.Обчисліть масу 450 $см^3$ Сульфур (IV) оксиду при 80 °С і тиску 98642 Па.

5. Завдання підвищеної складності за курсом «Основи загальної хімії»

Варіант 1

1. Який об'єм дигідрогену і динітрогену треба взяти для приготування 1 $дм^3$ суміші газів, густина якої за дигідрогеном дорівнює 10,5?

2. Знайти густину розчину з масовою часткою Калій хлориду 24 %, який використано для приготування 200 $см^3$ розчину з масовою часткою KCl 6 % (ρ = 1,037 $г/см^3$) разом з розчином з ω(KCl) = 2 % (густиною 1,011 $г/см^3$).

3. До 100 $см^3$ суміші газів CO і CO_2 додали 150 $см^3$ диоксигену. Суміш спалили, після чого її об'єм дорівнював 220 $см^3$. Знайти об'ємну частку CO_2 у початковій суміші.

4. При окисненні 6,85 г металу одержано 7,65 г його оксиду. Визначте об'єм дигідрогену (н.у.),який можна одержати при взаємодії 4,11 г цього металу з водою.

5. При обробці 8,44 г суміші Натрій карбонату та гідрокарбонату надлишком хлоридної кислоти утворилося 2,016 $дм^3$ газу (н.у.). Знайти масу солі, що утворилася.

Варіант 2

1. Масова частка Хлору в суміші хлоридів Натрію і Магнію дорівнює 69,1 %. Визначити склад суміші, якщо її маса становить 20 г.

2. Знайти об'єм розчину з масовою часткою Натрій гідроксиду 20 %, який можна одержати випарюванням 200 $см^3$ розчину з масовою часткою NaOH 10 % (ρ = 1,11 $г/см^3$).

3. При реакції суміші дигідрогену і пари диброму при деякій температурі у замкнутій системі з постійним об'ємом вміст диброму зменшився у 2 рази, а об'ємна частка HBr дорівнювала 60 %. Знайти об'ємні частки диброму і дигідрогену в початковій суміші.

4. Плюмбум (II) оксид масою 28,7 г відновлювали дигідрогеном при нагріванні. Після того як нагрів було припинено, маса оксиду, що залишився, і маса плюмбуму, що утворився, дорівнювала 27,9 г. Знайти масу води, що виділилася при відновленні оксиду.

5. У якому об'ємі води потрібно розчинити Гідроген хлорид, що утворюється при взаємодії 175,5 г Натрій хлориду з концентрованою сульфатною кислотою, щоб одержати розчин з масовою часткою HCl 15 %?

Варіант 3

1. Знайти середню молекулярну масу суміші газів (н.у.), яка складається з 10 $дм^3$ диоксигену, 20 $дм^3$ Карбон (IV) оксиду та 14,8 $дм^3$ динітрогену.

2. В 1,6 $дм^3$ води при температурі 18 °С і тиску 152 кПа розчинюється 8,6 $дм^3$ Гідроген сульфіду. Яку масу H_2S можна виділити з 1 $дм^3$ води, якщо тиск зменшити до 45 кПа?

3. Амоній дихромат розкладається за реакцією

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 = N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O + 503 \text{ кДж}.$$

Скільки енергії вилучається при розкладанні деякої маси $(NH_4)_2Cr_2O_7$, якщо маса твердого залишку на 20 г менше, ніж маса початкової речовини?

4. Внаслідок нагрівання на повітрі порошку магнію маса його збільшилась на 12 %. Знайти молярне співвідношення металу, що прореагував, та оксиду, що утворився.

5. 80 г суміші Купрум (II) сульфату і Ферум (II) сульфату обробили надлишком розчину Натрій гідроксиду. Осад, що утворився, після обробки прожарили й одержали 38 г твердого залишку. Визначити масу компонентів у суміші.

Варіант 4

1. Масові частки Натрію, Оксигену і Фосфору у речовині відповідно дорівнюють 41,82; 29,09 і 28,18%. Знайти формулу речовини.

2. Який об’єм ксенону (Xe), що знаходиться при 40 °С і тиску 170,2 кПа, потрібно розчинити у воді, щоб одержати 12 кг розчину з масовою часткою ксенону $2 \cdot 10^{-4}$ % у тих же умовах?

3. При спалюванні 3,6 г алюмінію у диоксигені вивільнилося 117,3 кДж енергії. Обчислити ентальпію утворення 1 моль Al_2O_3 з простих речовин.

4. 37,2 г оксиду лужного металу розчинили у 162,4 г води. Знайти масову частку речовини в даному розчині, якщо масова частка Оксигену в оксиді дорівнювала 17,02 %.

5. Після прожарювання 27,1 г суміші нітратів Калію і Натрію маса твердої речовини зменшилась на 4,8 г. Знайти маси компонентів у початковій суміші.

Варіант 5

1. Який об’єм займає суміш газів CO і CO_2 масою 16 г (н.у.), якщо об’ємна частка CO у суміші дорівнює 25 %?

2. Знайти масову частку (в %) LiCl у розчині, отриманому розчиненням у воді моногідрату $LiCl \cdot H_2O$ масою 50 г, якщо об’єм цього розчину 450 $см^3$, а його густина 1,062 $г/см^3$.

3. Спалюванням 25 $дм^3$ H_2S (н.у.) одержали Сульфур (IV) оксид (SO_2), при цьому його вихід становив 90 % від теоретичного. Одержаний SO_2 пропустили через розчин, що містить 280 г KOH. Знайти масу солі, що утворилась.

4. При розкладанні 3,94 г карбонату невідомого металу утворилося 3,06 г оксиду цього металу. Знайти об’єм газу, який при цьому виділяється (за н.у.).

5. При дії кислоти на 38,4 г деякої солі виділяється 8,96 $дм^3$ CO_2 (н.у.), а при дії на таку ж саму масу солі лугом — удвічі більший об’єм газу (н.у.), що поглинається розчином кислоти. Яка це сіль?

Варіант 6

1. 8 г оксиду тривалентного металу відновили дигідрогеном й отримали 2,7 г води. Який метал одержали?

2. Знайти формулу кристалогідрату $MgSO_4 \cdot nH_2O$, якщо при розчиненні його у воді об'ємом 246 $см^3$ утворюється розчин з масовою часткою $MgSO_4$ 20 % і густиною 1,22 $г/см^3$.

3. При розчиненні деякої кількості купруму у 106,5 г концентрованої сульфатної кислоти ($\omega(H_2SO_4)$ = 92 %) виділилося 5,6 $дм^3$ газу (н.у.). Для нейтралізації кислоти, що залишилась, додали 295 $см^3$ розчину NaOH (ρ = 1,131 $г/см^3$). Знайти масову частку NaOH у цьому розчині.

4. Після окиснення суміші кальцію та алюмінію масою 40 г утворилося 64 г суміші оксидів цих металів. Знайти масову частку алюмінію у суміші.

5. Яку масу Натрій гідрофосфату ($NaHPO_4$) треба додати до розчину, що містить 4,9 г ортофосфатної кислоти H_3PO_4, щоб після цього розчин містив тільки Натрій дигідрофосфат NaH_2PO_4?

Варіант 7

1. Визначити молекулярну формулу речовини, яка містить масові частки: Нітрогену — 97,67 %, Гідрогену — 2,33 %. Густина пари цієї речовини за повітрям становить 1,483.

2. У 450 $см^3$ води при 20 °С і тиску 145,6 кПа розчинили 16,72 $дм^3$ аргону. Знайти масову частку аргону в одержаному розчині (в %), а також співвідношення між числом молей аргону і води.

3. При обробці суміші гідроксиду і гідрокарбонату Калію надлишком розчину хлоридної кислоти утворилося 29,8 г KCl і виділилося 5,6 $дм^3$ газу (н.у.). Знайти склад початкової суміші у масових частках.

4. При окисненні 11,2 г металу було одержано 16,0 г оксиду, в якому ступінь окиснення металу дорівнює +3. Знайти об'єм диоксигену, який при цьому витратився (н.у.) і визначити цей метал.

5. Густина за повітрям пари флуориду та хлориду одного з елементів дорівнює 3,03 і 5,31 відповідно. Що це за елемент?

Варіант 8

1. Яку масу преципітату $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ треба взяти, щоб маса Фосфор (V) оксиду в ньому дорівнювала масі P_2O_5, яка міститься у 44,5 кг безводної дифосфатної кислоти $H_4P_2O_7$?

2. Який об'єм розчину з масовою часткою Натрій сульфату 6 % (ρ = 1,048 г/см^3) потрібно приготувати, щоб при розчиненні у ньому 40 г $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ одержати розчин з $\omega(Na_2SO_4)$ = 10 %?

3. При дії хлоридної кислоти на 22,4 г невідомого металу утворюється хлорид металу (II) і виділяється 8,96 дм^3 газу (н.у.). Визначити невідомий метал.

4. Молекулярна маса оксиду лужного металу на 3,5 г більша від маси його хлориду. Який це метал?

5. При взаємодії невідомої речовини з надлишком кислоти виділилося 5,6 дм^3 CO_2 (н.у.). При розчиненні такої ж кількості речовини у надлишку лугу утворилося 5,6 дм^3 NH_3 (н.у.). Визначте невідому речовину та її масу.

Варіант 9

1. Знайти об'ємний склад суміші газів, у якій масові частки SO_2, O_2 та N_2 становлять відповідно 16; 12 і 76 %.

2. Яку масу $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ необхідно розчинити у воді, щоб одержати 0,5 дм^3 розчину з масовою часткою $MnCl_2$ 6 % і густиною 1,05 г/см^3?

3. Змішали по 150 г розчинів Барій хлориду та Натрій сульфату з масовими частками речовин по 12 %. Знайти масу осаду, що утворився, та масову частку початкової речовини, яка залишилася у розчині після реакції.

4. При термічному розкладі 29,6 г Кальцій дигідроксиду маса твердого залишку зменшилася на 3,6 г. Визначити масову частку $Ca(OH)_2$, що розклалася.

5. Масова частка Оксигену в нітраті деякого металу становить 58,54 %. Визначити масові частки металу і Нітрогену в цій солі.

Варіант 10

1. При обробці дихлором деякої кількості двовалентного металу маса його збільшилась на 63,4 %. Визначити цей метал.

2. Знайти об'єм розчину з масовою часткою H_3PO_4 30 % (ρ = 1,180 г/см^3), який утворюється при розчиненні у воді 3,5 моль Фосфор (V) оксиду P_2O_5.

3. Обчислити теплоту згоряння 1 м^3 генераторного газу, об'ємні частки газів у якому становлять, %: N_2 — 72, CO_2 — 5, CO — 23. Тепловий ефект реакції $CO + 0{,}5O_2 = CO_2$ дорівнює 284 кДж.

4. На взаємодію з 1,6 г оксиду двовалентного металу витратили 49 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 4 %. Визначити цей оксид.

5. 4,48 дм^3 Нітроген (IV) оксиду розчинили у 200 мл води у присутності диоксигену. Знайти масову частку кислоти в одержаному розчині.

Варіант 11

1. Після спалювання 300 см^3 (н.у.) суміші газів CO та H_2 у надлишку диоксигену об'єм газів (CO, H_2, O_2) зменшився на 300 см^3. Знайти склад початкової суміші газів.

2. Який об'єм амоніаку, що знаходиться при 20 °С і тиску 162,5 кПа, необхідно розчинити у воді, щоб одержати 2,4 дм^3 розчину з масовою часткою NH_3 25 % (ρ = 0,906 г/см^3)?

3. Манган (IV) оксид масою 9,16 г , що містить 5 % домішок, обробили концентрованою хлоридною кислотою за схемою реакції

$$MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O.$$

Визначити об'єм хлору, що виділився, якщо реакцію проводили при 22 °С і тиску 100,5 кПа.

4. Суміш оксидів Fe_2O_3 та CuO відновили дигідрогеном. Обчислити масову частку Fe_2O_3 у суміші за такими даними: об'єм дигідрогену, який витратився на відновлення двох оксидів, удвічі більший від об'єму

дигідрогену, що виділяється при взаємодії продуктів відновлення оксидів з надлишком хлоридної кислоти.

5. 34 г деякої сполуки спалили у диоксигені. Продукти згоряння повністю перетворилися в ортофосфатну кислоту масою 98 г. Знайти об'єм диоксигену (н.у.), що витратили при спалюванні цієї сполуки.

Варіант 12

1. Знайти об'єм газів (н.у.) C_2H_2 та C_3H_8, якщо відомо, що загальна кількість атомів Карбону в обох речовинах становить $6{,}02 \cdot 10^{23}$, а Гідрогену — $12{,}04 \cdot 10^{21}$.

2. Який об'єм води необхідно додати до 500 $см^3$ розчину з масовою часткою Літій сульфату 10 %, щоб приготувати розчин з $\omega(Li_2SO_4) = 6$ %?

3. При спалюванні 4,92 г речовини утворилося 3,18 г Натрій карбонату, 1,62 г води і 2016 $см^3$ Карбон (IV) оксиду (н.у.). Визначити молекулярну формулу цієї речовини.

4. Обчислити масу Сульфур (IV) оксиду, яку потрібно використати для одержання 20,8 г Натрій сульфіту (Na_2SO_3) взаємодією цього оксиду з розчином Натрій гідроксиду.

5. Через розчин, що містить Калій гідрофосфат (K_2HPO_4) масою 6,96 г, пропустили амоніак об'ємом 896 $см^3$ (н.у.). Знайти масу солі, що утворилась.

Варіант 13

1. Як зміниться тиск у посуді об'ємом 20 $дм^3$, що містить деякий газ при 0 °С і тиску 100 кПа, якщо температуру знизити на 50 °С?

2. Обчислити кількість молей води та декагідрату Натрій карбонату ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$), які необхідно взяти для приготування 0,5 $дм^3$ розчину з масовою часткою Na_2CO_3 8 % ($\rho = 1{,}081$ г/$см^3$).

3. На нейтралізацію 30,4 $см^3$ розчину з масовою часткою HCl 6 % ($\rho = 1{,}028$ г/$см^3$) витрачено 2,53 г карбонатів Натрію і Кальцію. Визначити склад суміші карбонатів.

4. При термічному розкладі суміші Кальцій карбонату та Кальцій гідроксиду масою 6,7 г утворилося 4,48 г Кальцій оксиду. Знайти масові частки компонентів у суміші.

5. При термічному розкладі нітрату важкого металу масою 37,6 г виділилося 11,2 $дм^3$ суміші Нітроген (IV) оксиду та диоксигену (н.у.). Визначити формулу цього нітрату.

Варіант 14

1. Знайти формулу мінералу, до складу якого входять оксиди Калію, Алюмінію та Силіцію, масова частка яких відповідно дорівнює 16,6; 18,5 і 64,9 %.

2. Який об'єм розчину з масовою часткою $FeSO_4$ 18 % можна одержати і який об'єм води треба для цього випарити з 400 $см^3$ розчину з $\omega(FeSO_4)$ = 6 % (ρ = 1,057 г/$см^3$)?

3. На відновлення одного з оксидів Феруму масою 8,8 г до металу витратили 1,232 $дм^3$ дигідрогену (н.у.). Визначити формулу оксиду Феруму.

4. На взаємодію 22,4 г суміші купруму з Купрум (II) оксидом витратилося 146 г розчину з масовою часткою HCl 10 %, а на взаємодію суміші тієї ж маси з нітратною кислотою витратилося 252 г розчину з масовою часткою HNO_3 20 %. Обчислити склад суміші в масових частках.

5. При взаємодії 5,6 $дм^3$ Карбон (IV) оксиду (н.у.) з розчином Натрій гідроксиду масою 125 г утворилося 210 г кислої солі. Знайти масову частку NaOH у цьому розчині.

Варіант 15

1. Газова суміш містить однакові маси динітрогену та диоксигену. Яке об'ємне співвідношення між цими газами у суміші?

2. Знайти об'єм розчину та масову частку Алюміній хлориду в ньому, якщо для приготування цього розчину використали 60 г $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ та 271,6 г води. Густина одержаного розчину дорівнює 1,090 г/$см^3$.

3. Визначити кількість тепла, яке виділиться при спалюванні 300 г суміші метанолу та етанолу, густина пари якої за дигідрогеном становить 19,5. Теплота згоряння 1 моль метанолу дорівнює 1040 кДж, а 1 моль етанолу — 1560 кДж.

4. Розрахувати вихід продукту реакції, якщо при термічному розкладі Плюмбум (II) нітрату масою 6,62 г утворилося 3,345 г Плюмбум (II) оксиду.

5. Яка сіль утворюється і яка її маса, якщо через розчин Натрій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою NaOH 6 % пропустили 6,72 дм^3 CO_2 (н.у.)?

Варіант 16

1. Суміш речовин складається з фосфату та сульфату Кальцію. Знайти її склад, якщо відомо, що масова частка Кальцію у суміші становить 34,36 %, а Оксигену – 43,99 %.

2. Який об'єм Нітроген (II) оксиду, що знаходиться при 20 °С і тиску 178,3 кПа, потрібно розчинити у 20 дм^3 води, щоб одержати розчин з масовою часткою NO 0,012 %?

3. Скільки металічного купруму розчинилося у 300 см^3 розчину з масовою часткою H_2SO_4 95 % (ρ = 1,833 г/см^3), якщо кінцева концентрація кислоти становила 90 %? (Воду, що виділяється під час реакції

$$Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O,$$

не враховувати).

4. Розчин масою 400 г, який містить гідроксид і карбонат Калію з загальною сумою масових часток 15,3 %, прореагував з 500 г розчину хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 7,3 %. Визначити масову частку карбонату у розчині.

5. На повну нейтралізацію розчину, що містить сульфатну та нітратну кислоти з однаковими масовими частками, витратили 11,2 г Калій гідроксиду. До суміші, що утворилась, додали надлишок розчину Барій хлориду. Знайти масу осаду, що утворився.

Варіант 17

1. Як зміниться тиск у балоні об'ємом 20 $дм^3$, що містить деякий газ при 0 °С і тиску 100 кПа, якщо об'єм газу зменшити на 40 $дм^3$?

2. Скільки молей гексагідрату Магній хлориду $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ треба розчинити у 6,75 моль води, щоб приготувати розчин з масовою часткою $MgCl_2$ 20 % (ρ = 1,220 $г/см^3$)?

3. На розчин, що містить 3,81 г сполуки Ферума з Хлором, подіяли розчином Аргентум нітрату, внаслідок чого одержали 4,305 г Аргентум хлориду. Визначити формулу сполуки.

4. 80 г оксиду Феруму відновили Карбон (II) оксидом, внаслідок чого здобули ферум та Карбон (IV) оксид. Останній з Кальцій гідроксидом утворив 150 г Кальцій карбонату. Яка формула оксиду Феруму?

5. Яку масу Фосфор (V) оксиду потрібно додати до 120 г розчину з масовою часткою H_3PO_4 8 % для одержання розчину з масовою часткою H_3PO_4 30 %?

Варіант 18

1. Знайти молярну масу еквівалента металу, якщо при взаємодії цього металу з диоксигеном маса його збільшилась на 66,7 %.

2. Яку масу води необхідно додати до 0,6 л розчину з масовою часткою нітратної кислоти 68 % (ρ = 1,405 $г/см^3$), щоб приготувати розчин з $\omega(HNO_3)$ = 30 %?

3. На відновлення 14,34 г PbO_2 у кислому середовищі (HNO_3) використано 250 $см^3$ розчину Гідроген пероксиду (H_2O_2). Знайти молярну концентрацію H_2O_2 у цьому розчині, якщо реакція перебігає за схемою

$$PbO_2 + H_2O_2 + HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2O + O_2.$$

4. У суміші оксидів Ферум (III) та Купрум (II) масова частка Оксигену становить 28 %. Визначити масову частку CuO у суміші.

5. При дії хлоридної кислоти на суміш карбонатів Барію та Натрію масою 7,12 г виділилося 1,12 $дм^3$ газу (н.у.). Знайти склад суміші карбонатів.

Варіант 19

1. Яка маса оксиду металу утворюється при окисненні 3 г металу, молярна маса еквівалента якого дорівнює 9 г?

2. У 3,2 $дм^3$ води при 18 °С та тиску 204,5 кПа розчинено 5,68 $дм^3$ SO_2. Яка молярна концентрація цього оксиду в розчині, що утворився?

3. При розчиненні еквімолярної суміші алюмінію та цинку в надлишку хлоридної кислоти утворилося 5,6 $дм^3$ газу (н.у.). Знайти масу початкової суміші.

4. 9,18 г невідомого металу повністю прореагували з 1,08 г води з утворенням гідроксиду цього ж металу. Визначити формулу оксиду.

5. До 800 г розчину Калій гідроксиду додали 630 г розчину з масовою часткою нітратної кислоти 20 %. Для нейтралізації розчину, що утворився, витратили 71,5 г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Знайти масову частку КОН у початковому розчині.

Варіант 20

1. При прожарюванні 2,94 г кристалогідрату Кальцій дихлориду утворилося 1,45 г води. Знайти формулу цього кристалогідрату.

2. Для приготування розчину $BaCl_2$ використали 71 г дигідрату Барій дихлориду ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) та 229 $см^3$ води. Обчислити об'єм одержаного розчину та масову частку $BaCl_2$ у ньому, якщо густина цього розчину дорівнює 1,203 $г/см^3$.

3. Розчинення 10 г безводного Купрум (II) сульфату у воді супроводжується вилученням 4,14 кДж енергії, а розчинення мідного купоросу $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — поглинанням 0,47 кДж енергії. Визначити енергетичний ефект утворення 1 моль мідного купоросу з безводної солі та води.

4. На відновлення 1,08 г оксиду двовалентного металу використано 448 $см^3$ дигідрогену (н.у.). Знайти формулу оксиду.

5. Плюмбум (II) нітрат масою 6,62 г деякий час прожарювали при високій температурі. Після припинення нагрівання суміш, що складалася з Плюмбум (II) оксиду та Плюмбум (II) нітрату, розчинили у воді й до одержаного розчину додали надлишок дигідроген сульфіду. Розрахувати

масу $Pb(NO_3)_2$, що розклалася при прожарюванні, якщо маса утвореного PbS внаслідок дії дигідроген сульфіду становить 2,39 г.

Варіант 21

1. Склад чорного пороху можна виразити таким чином: $x KNO_3 + y S + z C$. Знайти числові значення x, y, z, якщо масові частки становлять, %: KNO_3 — 74,11, S — 11,87, C — 13,32.

2. Змішали 160 $см^3$ розчину Калій сульфату з молярною концентрацією 0,24 моль/$дм^3$ та 790 $см^3$ розчину з молярною концентрацією еквіваленту K_2SO_4 0,12 моль/$дм^3$. Обчислити молярну концентрацію, молярну концентрацію еквівалента та масову частку K_2SO_4 в одержаному розчині, якщо його густина дорівнює 1,014 г/$см^3$.

3. Розрахувати масу осаду та об'єм газу (н.у.), що утворюється при взаємодії 2 $дм^3$ розчину з молярною концентрацією Гідроген сульфіду 0,05 моль/$дм^3$ з надлишком концентрованої нітратної кислоти за схемою реакції $H_2S + HNO_3 \rightarrow S + NO_2 + H_2O$.

4. При термічному розкладанні природного вапняку масою 1 т одержано 0,5 т CaO. Знайти масову частку домішок у цьому вапняку.

5. При обробці 60 г Кальцій флюориду, що містить домішки, одержали Гідроген флюорид, який при взаємодії з Силіцій (IV) оксидом утворив 6,72 $дм^3$ Силіцій тетрафлюориду SiF_4 (н.у.). Визначити масову частку домішок у Кальцій дифлюориді.

Варіант 22

1. У посудині об'ємом 10 $дм^3$ міститься 5 $дм^3$ N_2 та 5 $дм^3$ CO (при н.у.). Як зміниться тиск у посудині, якщо до суміші газів додати 4 $дм^3$ CO?

2. При розчиненні у 119,7 г води кристалогідрату $FeSO_4 \cdot n H_2O$ масою 6,95 г одержали розчин з масовою часткою $FeSO_4$ 3 %. Знайти формулу кристалогідрату.

3. Наважку цинку розчинили у 20 $см^3$ хлоридної кислоти концентрацією 3,5 моль/$дм^3$. Обчислити масу наважки та об'єм газу (н.у.), що виділився.

4. При прожарюванні октагідрату гідроксиду двовалентного металу масою 7,98 г виділилося 4,32 г води. Визначити формулу гідроксиду цього металу.

5. При термічному розкладі суміші карбонату і нітрату двовалентного металу масою 7,48 г утворилось 1,792 $дм^3$ (н.у.) суміші газів (CO_2, NO_2, O_2), у якій об'єм диоксигену становить 0,224 $дм^3$. Визначити склад початкової суміші солей.

Варіант 23

1. Знайти молярну масу еквівалента металу, якщо 0,1 г його виділили з кислоти 37,2 $см^3$ дигідрогену при температурі 25 °С і тиску 101,7 кПа.

2. У воді об'ємом 0,25 $дм^3$ при 11 °С та тиску 147,5 кПа розчинили 0,4 $дм^3$ Сульфур (IV) оксиду (SO_2). Розрахувати молярну концентрацію H_2SO_3 в одержаному розчині.

3. Визначити масу Калій гідроксиду та об'єм (н.у.) диоксигену, що утворюється при взаємодії 0,5 моль Калій пероксиду з надлишком гарячої води за схемою

$$K_2O_2 + H_2O \rightarrow O_2 + KOH.$$

4. Суміш оксидів Алюмінію, Барію та Плюмбум (II) масою 15,55 г розчинили у воді. На залишок, що не розчинився, масою 10,96 г подіяли розведеною сульфатною кислотою й одержали 6,84 г солі. Знайти склад суміші оксидів.

5. При нагріванні суміші нітратів Натрію та Купрум (II) утворилося 16 г Купрум (II) оксиду і виділилося 14,56 $дм^3$ суміші газів (н.у.). Обчислити масу початкової суміші солей.

Варіант 24

1. Скласти формулу нестехіометрічної сполуки (бертоліду) Титан оксиду за такими даними: 9,6 г титану з'єднується з диоксигеном об'ємом 4 $дм^3$, що виміряний при 25 °С та тиску 99,08 кПа.

2. Знайти об'єм розчину, що здобули при розчиненні 80 г пентагідрату Купрум (II) сульфату ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) у воді, якщо масова

частка $CuSO_4$ у ньому дорівнює 10 %, а густина цього розчину становить 1,107 г/см^3.

3. 20 г латуні (сплаву, що містить 60 % купруму та 40 % цинку) розчинили у розчині з масовою часткою HCl 20 % (ρ = 1,098 г/см^3). Розрахувати кількість речовини газу, який прореагував.

4. Суміш Нітроген (II) оксиду та Сульфур (IV) оксиду об'ємом 10 дм^3 (н.у.) має масу 24 г. Обчислити об'ємну частку Нітроген (II) оксиду в суміші.

5. Масова частка води у суміші декагідрату Натрій сульфату $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ та гексагідрату Магній сульфату $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ становить 54 %. Знайти масову частку $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ у цій суміші.

Варіант 25

1. Як зміниться тиск у посудині об'ємом 10 дм^3, що містить деякий газ при температурі 0 °С і тиску 100 кПа, якщо температуру підвищити на 50 °С?

2. Які об'єми розчинів з ω(KOH) = 30 % (ρ = 1,286 г/см^3) та з ω(KOH) = 15 % необхідно змішати, щоб приготувати 250 см^3 розчину Калій гідроксиду з ω(KOH) = 20 % (ρ = 1,176 г/см^3)? Яка молярна концентрація отриманого розчину?

3. Визначити енергетичний ефект реакції утворення 1 моль кристалогідрату $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ з безводної солі та води, якщо при розчиненні 1 моль Na_2CO_3 у воді вилучається 23,5 кДж, а при розчиненні 1 моль кристалогідрату поглинається 67,8 кДж енергії.

4. Знайти масу сульфуру в суміші її з карбоном, якщо при спалюванні 14 г цієї суміші утворюється 16,8 дм^3 суміші оксидів Сульфуру та Карбону (за н.у.).

5. При нагріванні 5,1 г нітрату лужного металу утворилося 4,14 г нітриту. Визначити цей нітрат.

Список рекомендованої літератури

1. Хімія. Задачі, вправи, тести: Навч. посібник / Я. М. Каличак, В. В. Кінжибало, В. Я. Котур та ін. – Львів: Світ, 2001. – 175 с.

2. Химия: от вопроса к ответу — путь к университету: Учеб. пособие / И. М. Рыщенко, А. Н. Бутенко, В. И. Булавин и др. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – 368 с.

3. Химия — от школы к вузу: Учеб. пособие / И. М. Рыщенко, А. Н. Бутенко, В. И. Булавин и др. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 296 с.

4. Хомченко Г.П. Пособие по химии для поступающих в вузы. – 4-е изд. испр. и доп. – М.: Новая Волна, 2003. – 479 с.

5. Хімічне термінознавство: Навч. посібник / О. В. Бондарець, Л. Я. Терещенко, В. І. Булавін та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 220 с.

6. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии с ответами и решениями: Учеб. пособие / Ю. М. Коренев, А. Н. Григорьев, Н. Н. Желиговская и др.; Под ред. Ю. Д. Третьякова – М.: Мир, 2004 – 368 с.

7. Основи загальної хімії: Навч. посібник / Р. А. Яковлєва, Л. С. Сухорукова, Т. І. Курова та ін. – Харків: Консум, 2005. – 152 с.

8. Общая и неорганическая химия: Учеб. пособие / Н. Г. Коржуков; Под ред. В. И. Деляна – М.: МИСИС ИНФРА-М, 2004. – 512 с.

Зміст

Передмова 3
1. Основні поняття та закони хімії 5
1.1. Основні поняття хімії 5
1.2. Основні закони хімії 14
1.3. Розв'язання типових задач 17
Індивідуальні завдання за темою: «Основні поняття та закони хімії» 24
2. Розчини. Способи вираження концентрації розчинів 34
2.1. Характеристика розчинів 34
2.2. Основні способи вираження концентрації розчинів 36
2.3. Розв'язання типових задач на розчини 37
Індивідуальні завдання за темою «Розчини. Способи вираження концентрації розчинів» 42
3. Типи хімічних реакцій. Стехіометричні розрахунки 52
3.1. Типи хімічних реакцій 52
3.2. Розв'язання типових задач і завдань 55
3.3. Стехіометрічні розрахунки 59
3.4. Задачі на суміші 64
Індивідуальні завдання за темою «Типи хімічних реакцій. Стехіометричні розрахунки» 65
4. Найважливіші класи неорганічних сполук 76
4.1. Систематизація і номенклатура неорганічних сполук 76
4.2. Оксиди та основи 79
Індивідуальні завдання за темою «Оксиди та основи» 85
4.3 Кислоти та солі 96
Індивідуальні завдання за темою «Кислоти та солі» 107
4.4. Контрольні завдання за темою «Основнії класи неорганічних сполук» 117
5. Завдання підвищеної складності за курсом «Основи загальної хімії» 130
Список рекомендованої літератури 144