

Р. Є. СЛОБОДНЮК

**РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ
З ХІМІЇ:
МЕТОДИКА І ПРАКТИКА**



УДК 546
ББК 24.1
С 48
ISBN 978-617-7382-03-3
Видавництво «Стандарт-Сервіс»
Дніпро, 2017

*Рекомендовано та схвально Дніпропетровським міським методичним
об'єднанням викладачів хімічних дисциплін ВНЗ I-II р.а.
Протокол № 1 від 27.10.2016 р.*

Рецензенти:

Клебанський Є. О. – кандидат хімічних наук, доцент
(Дніпропетровська медична академія МОЗ України);

Гончарова І. В. – кандидат хімічних наук, доцент
(Київський національний торговельно – економічний університет)

РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ: МЕТОДИКА І ПРАКТИКА
С 48 СЛОБОДНЮК Р. Є. РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ:
МЕТОДИКА І ПРАКТИКА: Навчальний посібник / Р. Є. Слободнюк –
Дніпро: Вид-во «Стандарт-Сервіс» 2017. - 99 с. – ISBN 978-617-7382-03-3

УДК 546
ББК 24.1

Навчальне видання розкриває методику розв'язування
розрахункових задач з хімії різних типів та рівнів складності.
Наведені у книзі задачі розраховані на учнів та студентів
загальноосвітніх навчальних закладів, абітурієнтів, викладачів хімії.

© Слободнюк Р. Є., 2017
© Видавництво «Стандарт-Сервіс», 2017

ISBN 978-617-7382-03-3

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	5
Розділ 1. Обчислення за хімічними формулами	8
1.1. Знаходження відносної молекулярної маси і визначення масової частки елементів у речовині.....	8
1.2. Визначення кількості речовини, молярної маси речовини	9
1.3. Обчислення відношення мас елементів у складній речовині за її формулою.....	10
1.4. Молярний об'єм газів. Закон Авогадро	10
1.5. Обчислення з використанням газових законів	13
Розділ II. Розчини	18
2.1. Обчислення масової частки і маси речовини	19
в розчині.....	19
2.2. Обчислення молярної концентрації розчинів.....	23
2.3. Розв'язування задач з використанням поняття розчинності речовин.....	24
2.4. Розв'язування задач з використанням поняття викристалізації речовин	25
2.5. Обчислення на приготування розчинів з масовою часткою речовини з кристалогідратів.....	27
2.6. Обчислення на змішування розчинів	30
Розділ III. Обчислення за рівняннями хімічних реакцій	34
3.1. Обчислення кількості речовини, маси чи об'єму речовини за рівнянням реакції.....	34
3.2. Розв'язування задач на домішки	35
3.3. Розв'язування задач на вихід продукту від теоретично можливого.....	37
3.4. Розв'язування задач на надлишок однієї з реагуючих речовин	38
3.5. Обчислення за термохімічними рівняннями.....	42
3.6. Розв'язування задач на суміші	44
Розділ IV. Періодичний закон і періодична система елементів Д.І. Менделєєва	55
4.1. Задачі на знаходження елементів періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва.....	55

4.2. Задачі на визначення елемента (металу) за рівнянням хімічної реакції	56
4.3. Задачі на ізотопний склад речовини	57
Розділ V. Задачі з теми „Метали”	61
5.1. Розв’язування задач на зміну маси пластинки.....	61
Розділ VI. Задачі на виведення формул	65
6.1. Виведення формул речовин за масовими частками елементів.....	65
6.2. Виведення формул речовин за масовими частками елементів та відносною густиною.....	66
6.3. Виведення формул речовин за продуктами згоряння.....	68
6.4. Виведення формули органічної речовини за молекулярною масою.....	71
6.5. Знаходження формули органічної речовини за рівнянням хімічної реакції	72
6.6. Виведення формул речовин на основі об’ємних співвідношень	73
Розділ VII. Комбіновані задачі	77
7.1. Розрахунки за рівнянням хімічної реакції коли реагенти знаходяться у розчині з певною часовою часткою.....	77
7.2. Метод логічних ланцюгів для розв’язування комбінованих задач	79
Розділ VIII. Хімічна кінетика і рівновага	82
8.1. Швидкість хімічної реакції.....	82
8.2. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин	84
8.3. Залежність швидкості хімічної реакції від температури..	85
Відповіді	92
Література	96
Додатки	97

ВСТУП

Вміння розв'язувати розрахункові задачі з хімії свідчить про свідоме засвоєння знань, рівень хімічного мислення та здатність застосовувати це на практиці. Розв'язування задач, як елемент заняття сприяє поглибленню хімічних знань, формуванню логічного мислення, розвитку розумової діяльності, навчає практичному використанню набутих теоретичних знань.

Розв'язування хімічних задач – важлива складова оволодіння основами хімії. Хімічні задачі, як важливий елемент навчального процесу дають змогу реалізувати такі дидактичні принципи навчання:

- забезпечення розумової активності та самостійності учнів;
- інтеграцію єдності знань і умінь і навичок;
- встановлення між предметного та внутрішньо предметних зв'язків;

Під час розв'язування розрахункових задач реалізуються між предметні зв'язки хімії з математикою, фізикою, біологією.

Розрахункові задачі можна використовувати на всіх етапах навчального процесу: при вивченні нового матеріалу, при його засвоєнні, а також при перевірці та контролі знань учнів, при підготовці до хімічних олімпіад, зовнішнього тестування.

У ході розв'язування задач відбувається складна розумова діяльність учнів, яка визначає розвиток як змістового боку мислення (знань), так і діяльнісного (операції, дії). Найтісніший зв'язок знань і дій є основою формування різних прийомів мислення: суджень, гіпотез, доказів.

Задачі відіграють значну роль в організації пошукових ситуацій, необхідних при проблемному навчанні, а також у здійсненні перевірки знань учнів і закріплення засвоєного навчального матеріалу.

Розв'язування розрахункових задач сприяє виробленню вмінь і навичок проводити розрахунки. Це важливий засіб розвитку мови і мислення учнів.

Розрахункові задачі з хімії, передбачені програмою для загальноосвітніх навчальних закладів, умовно можна поділити на такі *типи та підтипи*:

I. Обчислення за хімічними формулами.

1. Обчислення відносної молекулярної маси речовини.
2. Обчислення масової частки елемента у сполуці.

3. Обчислення числа атомів (молекул) у певній кількості речовини.
4. Обчислення маси певної кількості речовини та кількості речовини певної її маси.
5. Обчислення об'єму газу, який взято у певній кількості речовини.
6. Обчислення маси певного об'єму газу за нормальних умов і об'єму газу, який займає за н.у. певна маса газу.
7. Обчислення відносної густини і молекулярної маси газів.

II. Обчислення з використанням понять про розчини.

1. Обчислення масової частки розчиненої речовини в розчині.
2. Обчислення маси розчиненої речовини в розчині.
3. Обчислення розчинності речовин.

III. Обчислення за рівняннями хімічних реакцій.

1. Обчислення за хімічними рівняннями кількості речовини, яка бере участь у реакції, за відомою кількістю іншої реагуючої речовини.
2. Обчислення за хімічними рівняннями мас речовин або об'ємів газів (н.у.) за відомою кількістю речовини, що вступає в реакцію або одержана в результаті реакції.
3. Обчислення об'ємних відношень газів при хімічних реакціях.
4. Обчислення за термохімічними рівняннями.
5. Обчислення маси або об'єму продукту реакції за відомою масою чи об'ємом вихідної речовини, що містить домішки.
6. Визначення масової або об'ємної частки виходу продукту реакції за відношенням до теоретично можливого.
7. Обчислення за хімічними рівняннями, якщо одну з реагуючих речовин взято у надлишку.

IV. Знаходження формул речовин.

1. Знаходження молекулярної формули газоподібної органічної речовини на основі її густини, відносної густини за воднем чи за повітрям та масовими частками елементів.
2. Знаходження молекулярної формули газоподібної органічної речовини на основі маси чи об'єму продуктів згоряння.

V. Комбіновані задачі.

Методи розв'язування задач

Розрахункові задачі з хімії розв'язують за допомогою готових формул, використовуючи метод пропорцій або методом алгебраїчних рівнянь з одним невідомим, або систем алгебраїчних рівнянь.

Для запису скороченої умови задачі слід дотримуватись певних **умовних позначень**:

A_r (E) – відносна атомна маса елемента

M_r ($A_x B_y$) – відносна молекулярна маса речовини

M ($A_x B_y$) – молярна маса речовини

m – маса речовини

v – кількість речовини

ω – масова частка

φ – об'ємна частка

η – вихід продукту реакції від теоретично можливого

ρ – густина

V – об'єм газу, рідини

V_m – молярний об'єм газу ($V_m = 22,4$ л/моль)

D – відносна густина газу

Q (ΔH°) – тепловий ефект хімічної реакції.

Поетапне формування і розвиток умінь учнів розв'язувати розрахункові задачі є найбільш ефективним в системі хімічної освіти. Воно полягає в тому, що спочатку розбирається зразок задачі, форма запису. Потім повторюються показані дії учнями. Наступним кроком є закріплення виконаних дій шляхом розв'язування аналогічних задач та обернених ним. Далі, коли учні навчилися розв'язувати типові задачі, починається етап розвитку вмінь, який реалізується шляхом розв'язування складніших (на кілька дій), комбінованих задач, розв'язування задач кількома способами. Творчим вже є етап самостійного складання і розв'язування задач.

Залежно від числа елементів знань, дій, які необхідно використати під час розв'язування задачі, їх також поділяють на прості, складні та комбіновані.

Проста задача – задача, при розв'язуванні якої актуалізується один елемент знань і один спосіб дій.

Складна задача – задача, при розв'язуванні якої актуалізується кілька елементів умінь та способів дій.

Комбінована задача – задача, при розв'язуванні якої актуалізуються кілька різних елементів знань і способів дій.

Даний посібник складений відповідно до вимог програм з хімії для загальноосвітніх навчальних закладів та класів з поглибленим вивченням предмету, профільних класів. Він буде корисним для вчителів хімії, учнів загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, гімназій, викладачів професійних та вищих навчальних закладів.

Розділ 1. Обчислення за хімічними формулами

1.1. Знаходження відносної молекулярної маси і визначення масової частки елементів у речовині

Відносна молекулярна маса - це фізична величина, що дорівнює відношенню маси певного формульного складу речовини до $1/12$ маси атому Карбону.

Відносна молекулярна маса позначається M_r і обчислюється як сума добутків атомних мас елементів, що входять до складу сполуки, на кількість атомів елемента у даній сполуці:

$$M_r(A_xB_yC_z) = x \cdot Ar(A) + y \cdot Ar(B) + z \cdot Ar(C)$$

Приклад 1.

Обчислити відносну молекулярну масу кальцій карбонату $CaCO_3$.
 $M_r(CaCO_3) = 1 \cdot Ar(Ca) + 1 \cdot Ar(C) + 3 \cdot Ar(O) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$

Для визначення масової частки елемента у сполуці користуються формулою:

$$\omega\% (E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{M_r(sp)} \cdot 100\%$$

Де $\omega\% (E)$ – масова частка елемента у сполуці;

n - кількість атомів елемента у сполуці;

$Ar (E)$ – відносна атомна маса цього елемента;

$M_r (sp.)$ – відносна молекулярна маса даної сполуки.

Алгоритм 1

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Визначити відносну молекулярну масу даної сполуки.
3. Визначити масову частку потрібного елемента.
4. Записати відповідь.

Приклад 2

Визначити масову частку Оксигену в кальцій карбонаті CaCO_3 .

Дано: CaCO_3	Розв'язання: 1. Визначимо відносну молекулярну масу CaCO_3 : $M_r(\text{CaCO}_3) = 1 \cdot A_r(\text{Ca}) + 1 \cdot A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$ 2. Розрахуємо масову частку Оксигену в сполуці: $\omega\%(\text{O}) = \frac{3 \cdot 16}{100} \cdot 100\% = 48\%$
$\omega\%(\text{O})$	
Відповідь: $\omega\%(\text{O}) = 48\%$	

1.2. Визначення кількості речовини, молярної маси речовини

Опорні формули:

Кількість речовини

$$\nu(X) = \frac{m(X)}{M(X)}; \quad \nu(X) = \frac{N(X)}{N_A(X)}; \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$\nu(X)$ – кількість речовини X ,

m – маса речовини X ,

M – молярна маса речовини X ;

N – число структурних одиниць (атомів чи молекул);

N_A – стала Авогадро.

Молярна маса речовини – маса 1 моля речовини. Вона чисельно дорівнює відносній молекулярній масі, одиниці вимірювання – г/моль.

Наприклад, $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$

Приклад 3

Скільки атомів Феруму містить залізо масою 1,12 г ?

Дано: $m(\text{Fe}) = 1,12 \text{ г}$	Розв'язання: 1. Визначимо кількість речовини заліза масою 1,12 г: $\nu(\text{Fe}) = 1,12 : 56 = 0,02 \text{ моль}$. 2. Розрахуємо кількість атомів Феруму в даній порції речовини: $N(\text{Fe}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{22} \text{ атомів}$.
$N_{\text{ат}}(\text{Fe}) - ?$	
Відповідь: $1,2 \cdot 10^{22}$ атомів	

1.3. Обчислення відношення мас елементів у складній речовині за її формулою

Алгоритм 2

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Записати формулу для обчислення кількісних співвідношень елементів, вказуючи в дужках хімічні символи елементів:
$$v(A) : v(B) : v(C) = x : y : z, \text{ де } x, y, z - \text{індекси.}$$
3. Розрахувати кількісні співвідношення елементів за формулою, підставивши відповідні числові значення.
4. Записати формулу для обчислення масових співвідношень елементів, вказуючи у дужках їх символи:
$$m(A) : m(B) : m(C) = xM(A) : yM(B) : zM(C)$$
5. Розрахувати масові співвідношення, підставивши відповідні значення у формулу.
6. Записати відповідь.

Приклад 4

Обчислити співвідношення мас Феруму й Оксигену в ферум (III) оксиді.

Дано:
 Fe_2O_3

Розв'язання:

$$v(A) : v(B) : v(C) = x : y : z$$

$$v(\text{Fe}) : v(\text{O}) = 2 : 3$$

$$m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = 2M(\text{Fe}) : 3M(\text{O});$$

$$m(\text{Fe}) : m(\text{O}) = (2 \cdot 56) : (3 \cdot 16) = 112 : 48 = 7 : 3$$

$m(\text{Fe}) : m(\text{O}) - ?$

Відповідь: співвідношення мас елементів Феруму й Оксигену в ферум (III) оксиді становить 7 : 3.

1.4. Молярний об'єм газів. Закон Авогадро Обчислення відносної густини газів

Закон Авогадро: в однакових об'ємах різних газів за однакових умов міститься однакова кількість молекул.

Разом з тим 1 моль будь-якого газу містить однакову кількість молекул. Отже, за однакових умов 1 моль будь-якого газу займає

один і той же об'єм. Цей об'єм називається *мольним об'ємом* газу і за нормальних умов становить 22,4 л/моль.

Опорні формули:

$$V_m = \frac{V}{\nu}, \quad V_m = 22,4 \text{ л/моль};$$

Оскільки 1 моль (за н.у.) займає об'єм 22,4 л, то, знаючи масу 1 л газу (за н.у.), можна обчислити молярну масу цього газу:

$$M = V_m \cdot \rho,$$

де ρ – густина, тобто маса 1 л даного газу (за н.у.)

Відносна густина газу одного газу (X) за другим (Y) позначається $D_X(Y)$. Це безрозмірна величина, яка обчислюється відношенням маси певного газу до маси такого самого об'єму іншого газу, взятих за однакових температури і тиску.

$$D_X(Y) = \frac{M(Y)}{M(X)};$$

Відносна густина деякого газу (Y) за воднем буде обчислюватись за формулою $D_{H_2}(Y) = \frac{M(Y)}{M(H_2)}$;

відносна густина деякого газу (Y) за повітрям буде обчислюватись за формулою:

$$D_{\text{пов}}(Y) = \frac{M(Y)}{M(\text{пов})};$$

Повітря – це суміш газів, тому підставляємо значення середньої молярної маси повітря – **$M(\text{пов})=29$ г/моль.**

Відносна густина газової суміші – відношення середньої молярної маси цієї суміші до молярної маси газу, за яким її визначають:

$$D_X(\text{газов. суміші}) = \frac{M_{\text{сер. газ. сум.}}}{M(X)}$$

Середня молярна маса газової суміші $M_{\text{сер. газ. сум.}}$ дорівнює сумі добутків молярної маси газу на його мольну частку (χ) (чи об'ємну частку (φ)) в складі газової суміші:

$$M_{\text{сер. газ. суміші}} = M_1 \chi_1 + M_2 \chi_2 + \dots + M_i \chi_i$$

або
$$M_{\text{сер. газ. суміші}} = M_1 \varphi_1 + M_2 \varphi_2 + \dots + M_i \varphi_i$$

Мольна частка (χ) – це відношення кількості речовини одного компонента суміші до суми кількостей речовини усіх складових суміші:

$$\chi = \frac{v(A)}{v(\text{газ})};$$

$$v(\text{газ}) = v(A) + v(B) + \dots v(n)$$

Об'ємна частка (φ) – це відношення об'єму газу одного з компонентів суміші до суми об'ємів газів усіх компонентів суміші(об'єму газової суміші):

$$\varphi = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{газ. сум.})};$$

$$V(\text{газ. сум.}) = V(A) + V(B) + \dots V(n)$$

Приклад 5

Обчислити відносну густину карбон (IV) оксиду за повітрям.

Дано:

$M(\text{CO}_2)$

Розв'язання:

$$D_{\text{пов}}(Y) = \frac{M(Y)}{M(\text{пов})}; \quad M(\text{пов})=29 \text{ г/моль}; \quad M(\text{CO}_2)=44$$

г/моль

$$D_{\text{пов}}(\text{CO}_2) = \frac{44}{29} = 1,52$$

$D_{\text{пов}}(\text{CO}_2)$ - ?

Відповідь: відносна густина CO_2 за повітрям дорівнює 1,52.

Приклад 6

Обчислити густину за воднем газової суміші, що містить 0,4 об'ємних частки вуглекислого газу, 0,3 об'ємних частки нітроген (IV) оксиду і 0,3 об'ємних частки азоту.

Дано:

$\varphi(\text{CO}_2) = 0,4$

$\varphi(\text{NO}_2) = 0,3$

$\varphi(\text{N}_2) = 0,3$

$D_{\text{H}_2}(\text{суміші})$ -?

Розв'язання:

$$D_{\text{H}_2}(\text{сум.}) = \frac{M_{\text{газ. сум.}}}{M(\text{H}_2)};$$

1. Яка середня молярна маса газової суміші?

$$M_{\text{сер.}}(\text{сум.}) = M(\text{CO}_2) \cdot \varphi(\text{CO}_2) + M(\text{NO}_2) \cdot \varphi(\text{NO}_2) + M(\text{N}_2) \cdot \varphi(\text{N}_2)$$

$$M_{\text{сер.}}(\text{сум.}) = 44 \cdot 0,4 + 46 \cdot 0,3 + 28 \cdot 0,3 = 39,8 \text{ г/моль}$$

2. Яка відносна густина суміші за воднем?

$$D_{\text{H}_2}(\text{газ. сум.}) = \frac{39,8}{2} = 19,9$$

Відповідь: відносна густина газової суміші за воднем дорівнює 19,9.

1.5. Обчислення з використанням газових законів

В основі розв'язування задач даного типу лежать газові закони: закон Авогадро, закон Бойля-Маріотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, рівняння Менделєєва – Клапейрона.

Закон Бойля – Маріотта: при сталій температурі тиск, що спричиняє дана маса газу, обернено пропорційний об'єму газу.

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{або} \quad pV = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака (I): при сталому тиску об'єм газу змінюється прямо пропорційно абсолютній температурі:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

Закон Шарля: при сталому об'ємі тиск що спричиняє дана маса газу, прямо пропорційний температурі.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{p}{T} = \text{const}$$

Об'єднаний газовий закон виражає залежність між об'ємом газу, тиском і температурою (об'єднує закони Бойля – Маріотта та Гей-Люссака):

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0};$$

де p_0, V_0, T_0 – тиск, об'єм та температура за нормальних умов,
 p, V, T – тиск, об'єм та температура за інших умов

Нормальні умови: $p_0 = 101,3 \text{ кПа} = 1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.}$
 $T_0 = 273 \text{ К.}$

Стандартні умови: $p_0 = 101,3 \text{ кПа} = 1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.}$
 $T_0 = 298 \text{ К.}$

$$\varphi = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{газ. сум.})}; \quad \varphi - \text{об'ємна частка}$$

Рівняння Менделєєва – Клапейрона:

$$pV = \nu RT, \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad pV = \frac{m}{M} RT$$

R – універсальна газова стала,

$R = 8,31 \text{ кДж/моль}\cdot\text{К} = 0,082 \text{ л}\cdot\text{атм/моль}\cdot\text{К} = 62630 \text{ мл}\cdot\text{мм рт.ст./моль}\cdot\text{К}$

Закон Гей-Люссака (2): об'єми реагуючих і утворених газоподібних речовин відносяться між собою як прості цілі числа або коефіцієнти в рівняннях реакцій:

$$V_1 : V_2 : V_3 = \nu_1 : \nu_2 : \nu_3$$

Алгоритм 3

1. Обчислити об'єми реагуючих і утворених речовин.
2. Обчислити співвідношення об'ємів речовин.
3. Записати рівняння реакції окиснення речовини.
4. Перенести в рівняння реакції коефіцієнти.
5. Визначити число атомів елементів у речовині.
6. Записати формулу речовини.

Приклад 7

Обчислити об'єм азоту і водню, необхідних для синтезу амоніаку (NH_3) об'ємом 60 л.

Дано:	Розв'язання:
$V(\text{NH}_3) = 60 \text{ л}$	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
$V(\text{N}_2) - ? \quad V(\text{H}_2) - ?$	$\nu(\text{N}_2) : \nu(\text{H}_2) : \nu(\text{NH}_3) = 1 : 3 : 2$
	$V(\text{N}_2) : V(\text{H}_2) : V(\text{NH}_3) = 1 : 3 : 2$
	$x : y : 60 = 1 : 3 : 2$
	$x : 60 = 1 : 2; x = 30 \text{ л};$
	$y : 60 = 3 : 2; y = 90 \text{ л}.$

Відповідь: об'єм азоту 30 л, об'єм водню 90 л.

Приклад 8

За нормальних умов 1 г повітря займає об'єм 773 мл. Який об'єм займе та ж маса повітря при 0°C та тиску, рівному 93,3 кПа?

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{пов}) = 1 \text{ г}$	$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}; V = \frac{p_0V_0T}{pT_0};$
$V_0(\text{пов}) = 0,773 \text{ л}$	$V = \frac{101,3\text{кПа} \cdot 0,773\text{л} \cdot 273\text{К}}{93,3\text{кПа} \cdot 273\text{К}} = 0,84 \text{ л}$
$t = 0^\circ\text{C}$	
$p = 93,3 \text{ кПа}$	
$V(\text{пов}) - ?$	

Відповідь: об'єм повітря 0,84 л.

Задачі для самостійного розв'язування

- 1.1. Амоніачну селітру використовують як мінеральне добриво. Визначте її відносну молекулярну масу, якщо формула її NH_4NO_3 .
- 1.2. Розчин калій перманганату (його ще називають марганцівкою), використовують як антисептичний засіб. Визначити відносну молекулярну масу калій перманганату, формула якого KMnO_4 .
- 1.3. Визначити масові частки всіх елементів, що входять до складу нітратної кислоти (HNO_3).
- 1.4. Обчисліть масові частки Кальцію у сполуках, формули яких CaSO_4 , CaCl_2 , CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.
- 1.5. Яка з руд найбільш багата на вміст Феруму: а) аварцит FeNi_2 ; б) гематит Fe_2O_3 ; в) пірит FeS_2 ; г) сидерит FeCO_3 ; д) халькопірит CuFeS_2 .
- 1.6. Визначити масову частку кристалізаційної води у кристалогідраті складу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- 1.7. Визначити число молекул води в 1 молекулі кристалогідрату $\text{K}_2\text{S} \cdot x \text{H}_2\text{O}$, якщо масова частка води у ньому складає 45 %.
- 1.8. Обчислити співвідношення мас елементів у глюкозі $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- 1.9. Як відносяться маси елементів у кальцій карбонаті CaCO_3 ?
- 1.10. У якому масовому співвідношенні сполучені між собою атоми у фосфор (V) оксиді?
- 1.11. Знайдіть формулу газу, що застосовувався під час першої світової війни як отруйна речовина, якщо масові частки елементів, що складають її, становлять: Карбону – 12,12%, Оксигену – 16,16%, Хлору – 71,72%.
- 1.12. Знайти найпростішу формулу речовини, до складу якої входять Гідроген, Карбон, Оксиген та Нітроген у масовому співвідношенні 1:3:4:7.
- 1.13. Речовина містить (за масою) 26,53% Калію, 35,37% Хрому та 38,1% Оксигену. Знайти її найпростішу формулу.
- 1.14. Яку масу будуть мати $6,02 \cdot 10^{22}$ молекул цукру $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$?
- 1.15. У речовині масою 70 г міститься $1,505 \cdot 10^{24}$ молекул, що складаються з двох однакових атомів. Обчислити молярну масу речовини і написати її формулу.
- 1.16. Визначити відносну густину хлору за повітрям.
- 1.17. Маса 2,24 л газу (н.у.) становить 2,8 г. Визначити відносну молекулярну масу цього газу.

- 1.18. Газоподібний оксид містить 30,4% Нітрогену. До складу молекули оксиду входить один атом Нітрогену. Визначити відносну густину цього газу за киснем.
- 1.19. Відносна густина деякого газу за вуглекислим газом становить 0,64. Визначити відносну густину цього газу за киснем.
- 1.20. За деякої температури відносна густина парів сірки за азотом становить 9,14. Із скількох атомів складається молекула сірки при цій температурі?
- 1.21. Із скількох атомів складаються в пароподібному стані молекули ртуті, якщо відносна густина цих парів за повітрям становить 6,92?
- 1.22. За нормальних умов 1 г повітря займає об'єм 773 мл. Який об'єм займає та ж маса повітря за стандартних умов?
- 1.23. При 27°C та тиску 700 мм рт. ст. об'єм газу становить 5 л. Який об'єм займе ця ж кількість газу при 40°C та тиску 102кПа?
- 1.24. При тиску 98,7 кПа та температурі 61°C деяка кількість газу займає об'єм 580 мл. Знайти об'єм цього газу за нормальних умов.
- 1.25. Тиск газу, що при певній температурі займає об'єм 2,5 л, становить 121,6 кПа. Яким буде тиск, якщо, не змінюючи температури, стиснути газ до об'єму в 1 л?
- 1.26. На питання, який об'єм займе за нормальних умов 1 моль води, відповідь була 22,4 л. Чи правильна вона? Доведіть розрахунками.
- 1.27. Яким є тиск на вершині Говерли, якщо при 0°C маса 1 л взятого там повітря становить 700 мг?
- 1.28. Який об'єм водню, зібраного при 17°C та тиску 102,4 кПа, виділиться при взаємодії 1,5 кг цинку з хлоридною кислотою?
- 1.29. Маса 200 мл ацетилену за нормальних умов становить 0,232 г. Визначити молярну масу ацетилену.
- 1.30. При 17°C і тиску 104 кПа маса 624 мл газу становить 1,56 г. Обчислити відносну молекулярну масу цього газу.
- 1.31. Обчислити молярну масу ацетону, якщо маса 500 мл його парів при 87°C і тиску 96 кПа становить 0,93 г.
- 1.32. Який об'єм займе 1 кг повітря при температурі 17°C та тиску 101,3 кПа?
- 1.33. Який об'єм кисню при 0°C і тиску 101,3 кПа можна одержати при термічному розкладі 1 моля бертолетової солі?
- 1.34. Скільки молекул міститься в 1 мл водню за нормальних умов?
- 1.35. Який об'єм газу за нормальних умов займають $27 \cdot 10^{21}$ молекул газу?

- 1.36.** Взято рівні маси кисню, водню та метану за однакових умов. Знайти відношення об'ємів взятих газів.
- 1.37.** Яким буде співвідношення об'ємів, що займають 1 г кисню та 1 г озону.
- 1.38.** Який об'єм кисню витратили на спалювання сірки, якщо в результаті реакції утворилось 1,2 л сірчистого газу?
- 1.39.** Визначити об'єм, що займуть 70 г азоту при 0°C та тиску 142 кПа.
- 1.40.** Газ масою 1,236 г при 20°C і тиску 101,325 кПа займає об'єм 512 мл. Визначте молярну масу газу.
- 1.41.** Визначте молярну масу бензену, якщо 600 мл його пару при температурі 87°C і тиску 83,2 кПа мають масу 1,30 г.
- 1.42.** Газоподібна речовина масою 1,215 г при температурі 27°C і тиску $0,99 \cdot 10^5$ Па займає об'єм 375 мл. Визначте її молярну масу.
- 1.43.** Який об'єм займає метан масою 64 г при температурі 110°C і тиску $0,96 \cdot 10^5$ Па?
- 1.44.** Газ масою 30,3 г заповнив ємність об'ємом 15 л при температурі 15°C . Тиск газу складав 122 кПа. Визначте молярну масу газу.

Розділ II. Розчини.

Задачі на розчини посідають особливе місце в курсі хімії. Їхнє значення неможливо переоцінити. Адже поняття розчинів використовують в курсі органічної, неорганічної та загальної хімії. Вміння готувати розчино важливо в повсякденному житті та побуті.

Характеристикою розчину є кількість речовини, яка міститься в певній масі або об'ємі розчину. Ця характеристика називається **концентрацією**. Склад розчину може бути виражений **масовою або об'ємною часткою** (у частках від одиниці або відсотках) або **концентрацією** (молярною, моляльною, еквівалентною та іншими).

За масами розчинника і розчиненої речовини можна визначити масу і концентрацію розчину.

За масою розчинника можна знайти масу розчину заданої концентрації і масу розчиненої речовини, яку потрібно розчинити в певній масі розчинника, щоб утворився розчин заданої концентрації.

За масою розчиненої речовини можна знайти масу розчину заданої концентрації і масу розчинника, в якому треба розчинити задану кількість речовини, щоб утворився розчин заданої концентрації.

За масою розчину заданої концентрації можна визначити маси розчинника і розчиненої речовини, потрібні для приготування певної маси розчину заданої концентрації.

Знаючи густину розчину, можна перерахувати масову концентрацію на молярну або нормальну і навпаки.

За таблицею розчинності можна знайти масу речовини, яка викристалізується при охолодженні певної маси насиченого при даній температурі розчину, і масу речовини, яку треба розчинити в насиченому при даній температурі розчині при нагріванні його до іншої температури, щоб утворився насичений при цій температурі розчин.

2.1. Обчислення масової частки і маси речовини в розчині

Масова частка розчиненої речовини в розчині (ω % (р.р.)) – це відношення маси розчиненої речовини до загальної маси розчину.

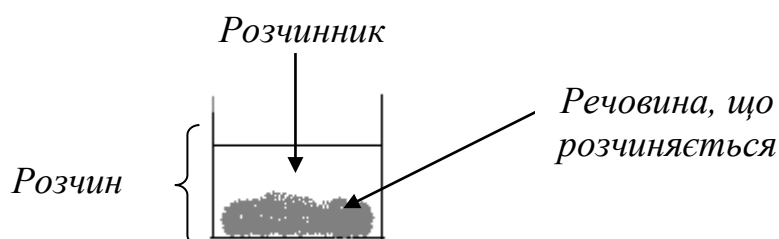


Рис. 1

Опорні формули:

$$\omega (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(роз)} , \text{ якщо у частках від одиниці.}$$

$$\omega \% (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(роз)} \cdot 100\% , \text{ якщо масова частка виражена у відсотках.}$$

ω % (р.р.) – масова частка розчиненої речовини

m (р.р.) – маса розчиненої речовини

m (розчину) – маса розчину

$$m (розчину) = m (p.p.) + m (H_2O) \text{ чи іншого розчинника}$$

Якщо відомий об'єм розчину і його густина, то масу розчину знаходять за формулою $m (розчину) = V \cdot \rho$

Виходячи з вищезазначеного, формула набуває вигляду:

$$\omega \% (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(p.p.) + m(H_2O)} \cdot 100\%$$

Приклад 9

Обчислити масову частку цукру в розчині, приготовленому при розчиненні 20 г цукру в 180 г води.

<p>Дано:</p> <p>m (р.р.)=20 г</p> <p>$m(H_2O)$=180г</p> <p>ω % (р.р.) - ?</p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1. Записуємо формулу для обчислення масової частки</p> $\omega \% (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(p.p.) + m(H_2O)} \cdot 100\%$
---	--

2. Підставляємо значення:

$$\omega \% (p.p.) = \frac{20}{20+180} \cdot 100\% = 10$$

Відповідь: масова частка цукру 10 %

Приклад 10

Визначити масу та об'єм води, в якій потрібно розчинити 60 г солі, щоб утворився розчин з масовою часткою 25 %.

Дано:

$$m (p.p.) = 60 \text{ г}$$

$$\omega \% (p.p.) = 25\%$$

$$m (H_2O) - ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо формулу для обчислення масової частки

$$\omega \% (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(p.p.) + m(H_2O)} \cdot 100$$

$$m (\text{роз}) = m (p.p.) + m (H_2O)$$

2. Підставляємо значення:

$$25 \% = \frac{60}{60 + x} \cdot 100;$$

$$0,25(60 + x) = 60$$

$$15 + 0,25x = 60$$

$$0,25x = 45$$

$$x = 180 - \text{це } m (H_2O)$$

3. Знаходимо об'єм води:

$$m (\text{розчину}) = V \cdot \rho, \quad V = m (\text{розчину}) / \rho$$

$$\rho (H_2O) = 1 \text{ г/мл}$$

$$V = \frac{180}{1} = 180 \text{ мл.}$$

Відповідь: маса води становить 180 г, об'єм – 180 мл.

Якщо до вихідного розчину додають воду, то концентрація розчину зменшується, тобто розчин розбавляють. Отже, маса розчину зростає на масу доданої води, а маса розчиненої речовини, що містилась у вихідному розчині, залишається тією ж самою.

Приклад 11

Визначити масову частку хлоридної кислоти в розчині, утвореному при додаванні 200 мл води до 300 г 40 % її розчину.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$$

$$m_1(\text{розч.}) = 300 \text{ г}$$

$$\omega \% (\text{HCl}) = 25\%$$

$$\omega_{2\%}(\text{HCl}) - ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо яку масу води додали до розчину:

$$m = \rho \cdot V; \rho (\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$m (\text{H}_2\text{O}) = 200 \cdot 1 = 200 \text{ (г)}$$

2. Розраховуємо масу утвореного розчину:

$$m_2(\text{розч.}) = m_1(\text{розч.}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m_2(\text{розч.}) = 300 + 200 = 500 \text{ (г)}$$

3. Визначаємо масу хлоридної кислоти у вихідному розчині:

$$m(\text{HCl}) = \frac{300 \cdot 25}{100} = 75 \text{ г.}$$

4. Записуємо формулу для обчислення масової частки і розраховуємо її:

$$\omega \% (\text{р.р.}) = \frac{m_2(\text{р.р.})}{m (\text{розч.})} \cdot 100\%$$

$$\omega_{2\%} (\text{р.р.}) = \frac{75}{500} 100\% = 15 \%$$

Відповідь: масова частка хлоридної кислоти в утвореному розчині становить 15%

Якщо до вихідного розчину деякої речовини додають ще певну порцію цієї ж речовини, то концентрація вихідного розчину зростає. Отже, маса розчину та маса розчиненої речовини зростають на масу доданої речовини.

Приклад 12

Визначити масову частку кухонної солі в розчині, одержаному при додаванні 25 г натрій хлориду до 200 г розчину з масовою часткою солі 0,25 (25 %).

Дано:

$$m (\text{NaCl}) = 25 \text{ г}$$

$$m_1(\text{розч.}) = 200 \text{ г}$$

$$\omega_1 (\text{NaCl}) = 0,25$$

$$\omega_{2\%}(\text{NaCl}) - ?$$

Розв'язання:

1. Встановлюємо масу солі що містилась у вихідному розчині:

$$m_1(\text{NaCl})_{\text{р.р.}} = 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ г.}$$

2. Визначаємо масу розчиненої речовини в утвореному розчині:

$$m_2(\text{NaCl})_{\text{p.p.}} = m_1(\text{NaCl})_{\text{p.p.}} + m(\text{NaCl}) = 50 + 60 = 110 \text{ г.}$$

3. Маса утвореного розчину дорівнює:

$$m_2(\text{розч}) = m_1(\text{розч}) + m(\text{NaCl}) = 200 + 60 = 260 \text{ г.}$$

4. Розраховуємо масову частку утвореного розчину:

$$\omega_{2\%}(\text{p.p.}) = \frac{m_2(\text{p.p.})}{m_2(\text{p})} \cdot 100\%$$

$$\omega_{2\%}(\text{NaCl}) = \frac{110\text{г}}{260\text{г}} \cdot 100\% = 42,3 \%$$

Відповідь: маса води становить 140 г, об'єм – 140 см³ (мл).

Якщо до води додають речовину, яка реагує з нею, то масова частка обчислюється таким чином:

Алгоритм 4

1. Записати рівняння реакції.
2. Обчислити за рівнянням реакції масу утвореної речовини (вона й буде масою розчиненої речовини).
3. Обчислити масу розчину за формулою:

$$m(\text{розчину}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{речовини, що розчиняли})$$

4. Обчислити масову частку розчиненої речовини.

Слід пам'ятати, що газоподібні речовини що виділяються із розчину зменшують його масу.

Приклад 13

Визначити масову частку калій гідроксиду в розчині, одержаному при розчиненні 7,8 г калію в 200 мл води.

Дано:

$$m(\text{K}) = 7,8 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$$

$$\omega\%(\text{KOH}) - ?$$

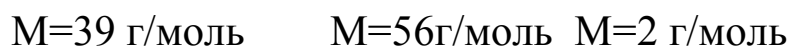
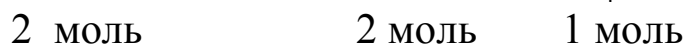
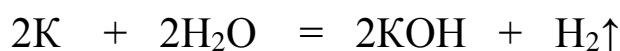
Розв'язання:

1. Визначаємо масу води розчинили калій:

$$m = \rho \cdot V; \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \cdot 1 = 200 \text{ (г)}$$

2. Визначаємо яка маса калій гідроксиду утворилась та який об'єм водню виділився в результаті реакції:



$$v(\text{K}) \frac{m}{M} = \frac{7,8\text{г}}{39\text{г/моль}} = 0,2 \text{ моль}; v(\text{KOH}) = v(\text{K}) = 0,2 \text{ моль.}$$

$$m(\text{KOH}) = \nu \cdot M = 0,2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{H}_2) = 1/2 \nu(\text{K}) = 0,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2) = \nu \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ г.}$$

3. Визначаємо масу розчину:

$$m(\text{розч}) = m(\text{K}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) = (7,8 + 200) - 0,2 = 207,6 \text{ г.}$$

4. Визначаємо масову частку калій гідроксиду в розчині:

$$\omega \% (\text{р.р.}) = \frac{11,2\text{г}}{207,6\text{г}} \cdot 100\% = 5,4 \%$$

Відповідь: масова частка калій гідроксиду 5,4 %

2.2. Обчислення молярної концентрації розчинів

Молярна концентрація показує, яка кількість розчиненої речовини міститься в певному об'ємі розчину.

Опорні формули:

$$c(\text{X}) = \frac{\nu(\text{X})}{V(\text{р})}; \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad c(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{M(\text{X}) \cdot V(\text{р})} \text{ (моль/л)}$$

Якщо відома масова частка розчиненої речовини в розчині та густина розчину, можна використати формулу:

$$c(\text{X}) = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega\%}{M}$$

Часто молярну концентрацію речовини в розчині позначають великою літерою M біля цифри, що зазначає її.

Наприклад, розчин з молярною концентрацією 1 моль/л – це $1M$ розчин.

Розчин з молярною концентрацією речовини 0,1 моль/л – $0,1M$ розчин.

Приклад 14

Визначити молярну концентрацію натрій хлориду в його розчині об'ємом 100мл, якщо там міститься 56 г солі.

<i>Дано:</i> $m(\text{NaCl})=56 \text{ г}$ $V(\text{розч})=100 \text{ мл}$ $C(\text{NaCl}) - ?$	<i>Розв'язання:</i> 1. Записуємо формулу для обчислення молярної концентрації: $C(X) = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(p)}$ 2. Підставляємо значення: $C(\text{NaCl}) = \frac{56}{58,5 \cdot 0,1} = 0,96 \text{ моль/л}$
--	---

Відповідь: молярна концентрація солі становить 0,96 моль/л.

2.3. Розв'язування задач з використанням поняття розчинності речовин

Розчинність виражається масою речовини, що здатна розчинитись у певній масі або об'ємі розчинника, утворюючи насичений розчин. Найчастіше розчинність виражають кількістю грамів речовини, що може розчинитись при певній температурі у 100г розчинника.

Опорні формули

$$S = \frac{m(p.p.)}{m(\text{розчинника})} 100\text{г розчинника (найчастіше-}\text{H}_2\text{O)}$$

S – розчинність речовини

Приклад 15

При випарюванні насиченого при 10 °С розчину натрій хлориду масою 200 г одержали твердий залишок масою 52,6 г. Обчислити розчинність натрій хлориду при даній температурі.

<i>Дано:</i> $m(\text{NaCl})_{\text{р}}=200 \text{ г}$ $m(\text{NaCl})=52,6 \text{ г}$ $t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ $S(\text{NaCl}) - ?$	<i>Розв'язання:</i> 1. Записуємо формулу для обчислення розчинності: $S(X) = \frac{m(p.p.)}{m(\text{розчинника})} 100\text{г}$
---	--

2. Визначаємо масу води в розчині:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 52,6 = 147,4 \text{ г.}$$

3. Розраховуємо розчинність натрій хлориду:

$$S (\text{NaCl}) = \frac{52,6}{147,4} \cdot 100 = 35,7 \text{ г.}$$

Відповідь: розчинність натрій хлориду становить 35,7 г.

2.4. Розв'язування задач з використанням поняття викристалізації речовин

Алгоритм 5

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити масу насиченого розчину при вищій температурі, виходячи з розчинності речовини.
3. Обчислити масу насиченого розчину при нижчій температурі, виходячи з розчинності речовини.
4. Обчислити масу солі, яка викристалізувалася з насиченого розчину, для чого від маси більшого насиченого розчину відняти масу меншого насиченого розчину.
5. Обчислити масу солі, яка викристалізувалась із заданої маси розчину.
6. Записати відповідь.

Алгоритм 6

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити масу насиченого розчину при вищій температурі, виходячи з розчинності речовини.
3. Обчислити масу солі в заданій масі розчину.
4. Обчислити масу води в заданій масі розчину.
5. Обчислити масу солі, яка розчиниться у знайдений масі води при нижчій температурі.
6. Обчислити масу солі, яка викристалізувалась, для чого від загальної маси розчину солі відняти масу солі, яка розчиниться у знайдений масі води при нижчій температурі.
7. Записати відповідь.

Приклад 16

Розчинність натрій фториду при 40 °С становить 4,5 г, а при 0 °С – 4,1 г. Яка маса солі викристалізується при охолодженні насиченого при 40 °С розчину масою 540 г до 0 °С?

Дано:

$$S(\text{NaF}, 40\text{ }^{\circ}\text{C}) =$$

4,5 г

$$S(\text{NaF}, 0\text{ }^{\circ}\text{C}) =$$

4,1 г

$$m(\text{розч}) = 540\text{ г}$$

$$m(\text{NaF}) = ?$$

Розв'язання:

I спосіб

1. $m_1(\text{роз.}) = 100\text{ г H}_2\text{O} + 4,5\text{ г NaF} = 104,5\text{ г.}$

2. $m_2(\text{роз.}) = 100\text{ г H}_2\text{O} + 4,1\text{ г NaF} = 104,1\text{ г.}$

3. Визначаємо масу солі, що викристалізується з маси насиченого розчину:

$$m(\text{NaF})_{\text{викрист.}} = 104,5 - 104,1 = 0,4\text{ г.}$$

4. Визначаємо масу солі що викристалізується з розчину масою 540 г:

Із 104,5 г викристалізовується 0,4 г солі

$$\begin{array}{ccc} \text{із } 104,5\text{ г} & \text{-----} & \text{із } 540\text{ г} \\ & & x \end{array}$$

$$x = 2,1\text{ г.}$$

II спосіб

1. Визначаємо масу насиченого розчину при 40 °С:

$$m_1(\text{роз.}) = 100\text{ г H}_2\text{O} + 4,5\text{ г NaF} = 104,5\text{ г.}$$

2. Визначаємо масу солі в розчині масою 540 г:

104,5 г містить 4,5 г солі

$$\begin{array}{ccc} 104,5\text{ г} & \text{-----} & 4,5\text{ г} \\ 540\text{ г} & & x \end{array}$$

$$x = 23,3\text{ г.}$$

3. Розраховуємо масу води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 540 - 23,3 = 516,7\text{ г.}$$

4. Розраховуємо яка маса солі розчиняється у воді при 0 °С:

100 г ----- 4,1 г солі

$$\begin{array}{ccc} 100\text{ г} & \text{-----} & 4,1\text{ г} \\ 516,7\text{ г} & & x \end{array}$$

$$x = 21,2\text{ г.}$$

5. Визначаємо яка маса солі викристалізувалась:

$$m(\text{NaF}) = 23,3 - 21,2 = 2,1\text{ г.}$$

Відповідь: викристалізується 2,1 г солі.

2.5. Обчислення на приготування розчинів з масовою часткою речовини з кристалогідратів

Кристалогідрати – сполуки, що містять у своєму складі кристалізаційну воду. Тобто, це кристалічні речовини, до складу яких входить певне число молекул води.

Особливість розрахункових задач з кристалогідратами полягає в тому, що в розчині розчинюваною речовиною є сіль – складова кристалогідрату, а до маси розчину входить вся маса кристалогідрату з масою розчинника. Тобто, необхідно робити перерахунок з маси кристалогідрату на масу безводної солі, яка й буде розчинюваною речовиною.

Опорні формули:

$$\omega \% (p.p.) = \frac{m(p.p.)}{m(\text{кристалогідрату}) + m(H_2O)} \cdot 100$$

Приклад 17

У воді масою 150 г розчинили мідний купорос масою 50 г. Визначити масову частку купрум (II) сульфату в одержаному розчині.

Дано:

$m(H_2O)_{р} = 150 \text{ г}$

$m(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$

$= 50 \text{ г}$

$\omega \% (CuSO_4) - ?$

Розв'язання:

1. Визначаємо маса розчиненої речовини – безводного $CuSO_4$:



1 моль

1 моль

$M = 250 \text{ г/моль}$

$M = 160 \text{ г/моль}$

$m = 250 \text{ г}$

$m = 160 \text{ г}$

50 г

х г

$x = 32 \text{ г}$ - це $m(p.p.)$

2. Визначаємо яка масова частка солі в утвореному розчині:

$$W_{\%} = \frac{m(p.p.)}{m(\text{кристалогідрату}) + m(H_2O)} \cdot 100$$

$$W_{\%}(CuSO_4) = \frac{32}{50 + 150} \cdot 100 = 16\%$$

Відповідь: масова частка купрум (II) сульфату становить 16 %

Приклад 18

Обчислити масу мідного купоросу та води, необхідних для приготування розчину купрум (II) сульфату масою 200 г з масовою часткою солі 16%.

Дано:

$$\omega\%(\text{CuSO}_4) = 16\%$$

$$m_p(\text{CuSO}_4) = 200 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) - ?$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо яка маса розчиненої речовини – безводного CuSO_4 у розчині:

$$\omega\%(\text{р.р.}) = \frac{m(\text{р.р.})}{m(\text{кристалогідрату}) + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100$$

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{\omega\% \cdot (m(\text{кристалогідрату}) + m(\text{H}_2\text{O}))}{100\%}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{16 \cdot 200}{100} = 32 \text{ г.}$$

2. Визначаємо яка маса кристалогідрату містить 32 г безводної солі:



1 моль

1 моль

$M=160 \text{ г/моль}$

$M=250 \text{ г/моль}$

$m = 160 \text{ г}$

$m = 250 \text{ г}$

32 г

x

$$x = 50 \text{ г. - це } m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$$

3. Визначаємо яка маса води потрібна:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_p(\text{CuSO}_4) - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$$

$$200 - 50 = 150 \text{ г.}$$

Відповідь: маса кристалогідрату 50 г, маса води 150 г.

Якщо до вихідного розчину деякої речовини додають ще певну порцію кристалогідрату цієї ж речовини, то концентрація вихідного розчину зростає. Отже, маса розчину та маса розчиненої речовини зростають. Маса розчину зростає на масу доданого кристалогідрату. Маса розчиненої речовини зростає на масу безводної солі в кристалогідраті:

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

$$m_2(\text{р.р.}) = m_1(\text{р.р.}) + m(\text{безводної солі з кристалогідрату})$$

Приклад 19

Визначити масову частку натрій сульфату в розчині, одержаному при додаванні 16,1 г глауберової солі до 300 г розчину натрій сульфату з масовою часткою солі 0,2.

Дано:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 16,1 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2$$

$$m_1(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{р}} = 300 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{Na}_2\text{SO}_4) = ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо яка маса розчиненої речовини Na_2SO_4 міститься у вихідному розчині:

$$\omega(\text{р.р.}) = \frac{m(\text{р.р.})}{m(\text{розчину})}$$

$$m_1(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \omega_1 \cdot m_1(\text{розчину})$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 300 = 60 \text{ г.}$$

2. Визначаємо яка маса безводної солі міститься в 16,1 г кристалогідрату:



1 моль

1 моль

$M=322 \text{ г/моль}$

$M=142 \text{ г/моль}$

$m = 322 \text{ г}$

$m = 142 \text{ г}$

16,1 г

x

$x = 7,1 \text{ г.}$ - це $m(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ з кристалогідрату

3. Визначаємо масу утвореного розчину:

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

$$m_2(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{роз.}} = 300 + 16,1 = 316,1 \text{ г.}$$

4. Визначаємо яка маса розчиненої речовини в утвореному розчині:

$$m_2(\text{р.р.}) = m_1(\text{р.р.}) + m(\text{безводної солі з кристалогідрату})$$

$$m_2(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{р.р.}} = 60 + 7,1 = 67,1 \text{ г.}$$

5. Визначаємо масову частку розчиненої речовини у розчині:

$$\omega_2(\text{р.р.}) = \frac{m_2(\text{р.р.})}{m_2(\text{розчину})}$$

$$\omega_{2\%}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{67,1}{316,1} \cdot 100\% = 21,23 \%$$

Відповідь: масова частка солі в утвореному розчині 21,23 %

2.6. Обчислення на змішування розчинів

Задачі даного типу можна розв'язувати поетапно з використанням раніше наведених формул, а можна розв'язувати з використанням формули змішуваних розчинів:

$$\omega_{\% \text{ зміш.}} = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 + \dots + m_n \cdot \omega_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \cdot 100$$

або з використанням *правила „хреста”* („квадрата Пірсона”):

$$\begin{array}{ccc} \omega_1 & \diagdown & \\ & \omega_3 & \diagup \\ \omega_2 & \diagup & \end{array} \left| \begin{array}{l} \omega_2 - \omega_3 \\ \omega_1 - \omega_3 \end{array} \right| \begin{array}{l} \mathbf{a} \text{ (масових частин)} \\ \mathbf{b} \text{ (масових частин)} \end{array}$$

Алгоритм 7

1. Обчислення масових співвідношень включаючи розчинів за схемою правила „хреста”.
2. Обчислити загальне число частин суми розчинів.
3. Обчислити маси змішуваних розчинів.

Приклад 20

Змішали розчини сульфатної кислоти з масовими частками 10 %, 25 % та 32 % з відповідними масами 120 г, 200 г та 350 г. Обчислити масову частку сульфатної кислоти в одержаному розчині.

Дано:

$$\omega_1 = 10 \%$$

$$\omega_2 = 25 \%$$

$$\omega_3 = 32 \%$$

$$m_1 = 120 \text{ г}$$

$$m_2 = 200 \text{ г}$$

$$m_3 = 350 \text{ г}$$

$$\omega_4 (\text{H}_2\text{SO}_4) - ?$$

Розв'язання:

$$\omega_{\% \text{ зміш.}} = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \cdot 100$$

$$\omega_4 = \frac{120 \cdot 10\% + 200 \cdot 25\% + 350 \cdot 32\%}{120 + 200 + 350} \cdot 100\% = 26 \%$$

Відповідь: масова частка сульфатної кислоти становить 26 %

Приклад 21

Які маси розчинів сульфатної кислоти з масовими частками 12 % та 42 % слід взяти для приготування розчину кислоти масою 600 г з масовою часткою 36 %?

Дано:

$$\omega_1 = 12 \%$$

$$\omega_2 = 42 \%$$

$$\omega_3 = 36 \%$$

$$m_3 = 600 \text{ г}$$

$$m_1 = ? \quad m_2 = ?$$

Розв'язання:

$$\text{I спосіб} \quad \omega_{\%} \text{ зміш.} = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} \cdot 100$$

$$m_3 = m_1 + m_2$$

Нехай $m_1 = x$ (г), тоді $m_2 = 600 - x$ (г)

$$36\% = \frac{x \cdot 12\% + (600 - x) \cdot 42\%}{600} \cdot 100 \%$$

$$x = 120 \text{ (г)} - \text{це } m_1,$$

$$\text{тоді } m_2 = 600 - 120 = 480 \text{ г.}$$

II спосіб

1. Визначаємо масові співвідношення змішуваних розчинів:

$$\begin{array}{cc|c} 12\% & 6\% & 1 \\ & 36\% & \\ 42\% & 24\% & 4 \end{array}$$

2. Визначаємо загальне число масових частин:

$$1 + 4 = 5.$$

3. Визначаємо масу розчину з $\omega = 12\%$:

$$5 : 1 = 600 : x,$$

$$x = 120 \text{ г.}$$

4. Визначаємо масу розчину з $\omega_1 = 42\%$:

$$5 : 4 = 600 : y,$$

$$y = 480 \text{ г.}$$

Відповідь: $m_1 = 120$ г, $m_2 = 480$ г

Задачі для самостійного розв'язування

- 2.1.** Визначити масову частку солі в розчині, що утворився внаслідок розчинення 40 г солі в 360 г води.
- 2.2.** Визначити маси цукру та води, необхідні для приготування 350 г розчину з масовою часткою цукру 25 %.
- 2.3.** Як приготувати 600 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 20 %, використавши для цього розчин солі з масовою часткою розчиненої речовини 80%?
- 2.4.** Які об'єми розчину сульфатної кислоти ($\rho=1,84$ г/см³) та води потрібно змішати для приготування 10 л розчину кислоти з густиною 1,42 г/см³.
- 2.5.** Змішали 200 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20 % ($\rho=1,173$ г/см³) та 500 мл розчину цієї ж речовини з масовою часткою 40% ($\rho=1,408$ г/см³). Визначити масову частку лугу в одержаному розчині.
- 2.6.** Визначити масову частку хлороводню в розчині, одержаному при додаванні 1000 мл води до 1,5 л хлоридної кислоти ($\rho=1,19$ г/см³) з масовою часткою хлороводню 38 %.
- 2.7.** Визначте маси розчинів сульфатної кислоти з масовими частками 60 % та 10 %, необхідних для приготування 600 мл розчину кислоти з масовою часткою 0,3 ($\rho=1,218$ г/см³).
- 2.8.** До розчину масою 400 г, масова частка солі в якому становить 20 %, долили воду об'ємом 350 мл. Визначити масову частку солі в одержаному розчині.
- 2.9.** Визначте молярну концентрацію лугу в розчині, одержаному при розчиненні натрій гідроксиду масою 85 г у воді, якщо об'єм одержаного розчину становив 1650 мл.
- 2.10.** Визначте молярну концентрацію ортофосфатної кислоти в розчині об'ємом 650 мл, в якому міститься 125 г кислоти.
- 2.11.** Який об'єм хлороводню слід розчинити у 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою кислоти 20% ($\rho=1,098$ г/см³), щоб збільшити масову частку речовини в 1,5 рази?
- 2.12.** В якому об'ємі 0,25 М розчину калій гідроксиду міститься 16,8 г лугу?
- 2.13.** Який об'єм 1,5 М розчину калій гідроксиду потрібно використати для приготування 6 л 0,25 М розчину лугу?
- 2.14.** Визначити молярну концентрацію розчину сульфатної кислоти з масовою часткою 20 % ($\rho=1,143$ г/см³).

- 2.15.** Визначити масову частку 12,2 М розчину нітратної кислоти ($\rho=1,35 \text{ г/см}^3$).
- 2.16.** Яку масу розчину натрій карбонату з масовою часткою солі 0,1 та кристалічної соди $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необхідно взяти для приготування розчину масою 540 г з масовою часткою натрій карбонату 0,15?
- 2.17.** В якому об'ємі води слід розчинити 7 г залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, щоб одержати розчин ферум (II) сульфату з масовою часткою солі 20 %?
- 2.18.** Визначити масу кристалогідрату купрум (II) броміду тетрагідрату, яку потрібно розчинити в 702 г розчину купрум броміду з масовою часткою 1,61 %, щоб утворився 10,68 % розчин.
- 2.19.** Визначити масову частку купрум (II) сульфату в розчині, утвореному внаслідок розчинення 80 г мідного купоросу - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 320 г 4 %-го розчину купрум (II) сульфату.
- 2.20.** Визначити масу амоній хлориду, що викристалізується, якщо 414 г насиченого при 80°C розчину (розчинність 65,6 г) охолодити до 20°C (розчинність 37,2 г).
- 2.21.** У 300 г насиченого при 60°C розчину міститься 157 г калійної селітри. Визначити розчинність селітри при даній температурі.
- 2.22.** Розчинність бертолетової солі при температурі 50°C становить 20 г на 100 г води. Визначити масову частку бертолетової солі в насиченому розчині при цій температурі.
- 2.23.** До 200 г насиченого при температурі 85°C розчину магній сульфату додали 150 г розчину цієї ж солі з масовою часткою речовини 10 %. Визначити масову частку речовини в одержаному розчині, якщо розчинність солі за даної температури становить 65 г на 100 г води.
- 2.24.** Визначте масу калій нітрату, що викристалізується з 600 г насиченого при 60°C розчину, якщо його охолодити до 20°C . Розчинність калій нітрату при 60°C становить 124 г на 100 г води, а при 20°C – 88 г на 100 г води.
- 2.25.** У 300 мл хлоридної кислоти ($\rho=1,129 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою кислоти 26 % розчинили 3,5 л хлороводню, виміряного при температурі 20°C і тиску 107 кПа. Визначити масову частку хлороводню в одержаному розчині.

Розділ III. Обчислення за рівняннями хімічних реакцій

3.1. Обчислення кількості речовини, маси чи об'єму речовини за рівнянням реакції

Алгоритм 8

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Записати молярні маси речовин, про які йде мова в умові задачі.
3. Записати рівняння реакції. Однією рисою підкреслити відому речовину, двома – невідому.
4. Обчислити кількість відомої речовини.
5. Обчислити за рівнянням реакції кількість невідомої речовини.
6. Обчислити масу (об'єм) невідомої речовини.
7. Записати відповідь.

Алгоритм 9

(з використанням методу пропорції і масових чи об'ємних величин)

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Записати рівняння реакції. Однією рисою підкреслити відому речовину, двома – невідому.
3. Під формулами речовин записати кількості речовин, молярну масу і масу, ще нижче – дані умови задачі.
4. Скласти пропорцію і розв'язати її.
5. Записати відповідь.

Приклад 22

Яку масу кисню слід використати на згоряння 6 г магнію? Який об'єм це становить за нормальних умов ?

Дано:

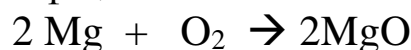
$$m(\text{Mg}) = 6 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) - ?$$

$$V(\text{O}_2) - ?$$

Розв'язання:

1. Записуємо рівняння хімічної реакції, під формулами речовин, що є в умові задачі та в запитанні вказуємо їх молярне співвідношення яке дорівнює стехіометричним коефіцієнтам:



$$2 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

2. Визначаємо кількість речовини магнію

$$v(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{6\text{г}}{24\text{г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

3. Визначимо кількість речовини кисню що прореагував. За рівнянням реакції $v(\text{O}_2) = 1/2 v(\text{Mg})$

$$=0,25:2=0,125 \text{ моль.}$$

4. Визначаємо яка маса кисню була витрачена:

$$m(\text{O}_2) = \nu \cdot M = 0,125 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 4 \text{ г.}$$

5. Встановимо об'єм кисню:

$$V(\text{O}_2) = \nu \cdot V_m = 0,125 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,8 \text{ л.}$$

Відповідь: маса кисню 4 г, об'єм кисню 2,8 л.

3.2. Розв'язування задач на домішки

Під час хімічних виробництв використовують сировину, яка в основному не являє собою чисту речовину, а містить різноманітні домішки. Ці домішки в процесі виробництва участі не беруть. Тому необхідно провести розрахунки, за якими обчислити масу чистої речовини, яка і буде брати участь в хімічному процесі.

Особливість розв'язування задач даного типу полягає в тому, що слід з'ясувати, що є технічною речовиною, чистою речовиною, а що є домішками. *Технічна речовина* – це речовина, в якій корисний компонент, забруднений домішками (рис. 2). Найчастіше це речовини, що зустрічаються в природі – руди, мінерали (пірит, мармур, крейда тощо). Визначивши компоненти, користуємось опорними формулами.

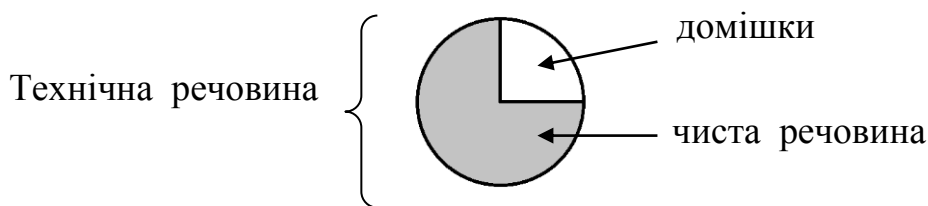


Рис. 2

Опорні формули:

$$m(\text{тех.}) = m(\text{чист. реч.}) + m(\text{дом.}); \quad m(\text{чист. реч.}) = m(\text{тех.}) - m(\text{дом.})$$

$$\omega\%(\text{дом.}) = \frac{m(\text{дом.})}{m(\text{тех.})} \cdot 100; \quad \omega\%(\text{чист. реч.}) = \frac{m(\text{ч.р.})}{m(\text{тех.})} \cdot 100$$

$$\omega\%(\text{дом.}) + \omega\%(\text{чист. реч.}) = 100\%$$

Алгоритм 10

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити масу домішок.
3. Обчислити масу чистої речовини.
4. Обчислити кількість чистої речовини.
5. Обчислити за рівнянням реакції кількість продукту реакції.
6. Обчислити масу чи об'єм продукту реакції.
7. Записати відповідь.

Алгоритм 11

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити масову частку чистої речовини.
3. Обчислити масу чистої речовини.
4. Обчислити кількість чистої речовини.
5. Обчислити за рівнянням реакції кількість продукту реакції.
6. Обчислити масу чи об'єм продукту реакції.
7. Записати відповідь.

Приклад 23

Який об'єм водню (н. у.) виділиться при дії хлоридної кислоти на технічний алюміній масою 1,2 г, якщо масова частка домішок, що не реагують з кислотою, 10 % ?

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{Al}_{\text{тех}})=1,2 \text{ г}$	$M(\text{Al})=27 \text{ г/моль}; V_{\text{м}}=22,4 \text{ л/моль}$
$\omega_{\%}(\text{дом.})=10\%$	1. Визначимо масу домішок. $m = \frac{1,2 \cdot 10\%}{100\%} = 0,12 \text{ г}$
$V(\text{H}_2)\text{-?}$	2. Маса чистої речовини дорівнює: $m(\text{Al})=1,2 - 0,12=1,08 \text{ г}$
	3. Визначимо кількість речовини алюмінію: $\nu(\text{Al}) = \frac{m}{M} = \frac{1,08 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} = 0,04 \text{ моль}$
	4. За рівнянням реакції визначимо кількість речовини водню:
	$6 \text{ HCl} + \underline{2 \text{ Al}} \rightarrow 2 \text{ AlCl}_3 + \underline{3 \text{ H}_2} \uparrow$
	$\begin{array}{ccc} 2 \text{ моль} & & 3 \text{ моль} \\ 0,04 \text{ моль} & & x \end{array}$
	$X = \frac{0,04 \cdot 3}{2} = 0,06 \text{ моль}$

5. Розрахуємо об'єм водню?

$$V(\text{H}_2) = V_m \cdot \nu = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,06 \text{ моль} = 1,344 \text{ л.}$$

Відповідь: 1,344 л водню.

3.3. Розв'язування задач на вихід продукту від теоретично можливого

Особливість цих задач полягає в тому, що в умові зазначається маса або об'єм вихідної речовини та практична маса чи об'єм продукту реакції. На основі цих даних необхідно обчислити масову або об'ємну частку виходу продукту реакції за відношенням до теоретично можливого.

Відношення маси практично одержаного продукту до маси речовини, яку повинні одержати теоретично, називають **масовою часткою виходу продукту** і позначають грецькою літерою η (читається *ета*).

Під час одержання продукту в газоподібному чи рідкому станах обчислюють **об'ємну частку виходу продукту**, яку позначають літерою ϕ (читається *фі*).

Опорні формули:

$$\eta(X) = \frac{m(X_{\text{пр}})}{m(X_{\text{теор}})} \cdot 100\% ; \quad \phi(X) = \frac{V(X_{\text{пр}})}{V(X_{\text{теор}})} \cdot 100\%$$

Алгоритм 12

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити кількість вихідної речовини.
3. Обчислити за рівнянням реакції кількість продукту реакції.
4. Обчислити теоретичну масу (об'єм) продукту реакції.
5. Обчислити вихід продукту реакції за відношенням до теоретичного.
6. Записати відповідь.

Приклад 24

При нагріванні 24,5 г купрум (II) гідроксиду отримали купрум (II) оксид масою 19 г. Визначте масову частку виходу продукту реакції.

Дано: $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 96 \text{ г}$ $m_{\text{пр.}}(\text{CuO}) = 60 \text{ г}$ $\eta(\text{CuO}) - ?$	Розв'язання: 1. Складаємо рівняння хімічної реакції: $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ 1 моль 1 моль 2. Визначаємо кількість речовини $\text{Cu}(\text{OH})_2$ $\nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \frac{m}{M} = \frac{25,5\text{г}}{98\text{г/моль}} = 0,25\text{моль}$ 3. За рівнянням реакції: $\nu(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \nu(\text{CuO}) = 0,25 \text{ моль}$. 4. Розраховуємо теоретичну масу CuO $m_{\text{теор.}}(\text{CuO}) = \nu \cdot M = 0,25\text{моль} \cdot 80\text{г/моль} = 20 \text{ г}$. 5. Знайдемо вихід продукту реакції: $\eta(\text{CuO}) = \frac{m_{\text{пр.}}(\text{CuO})}{m_{\text{теор.}}(\text{CuO})} \cdot 100\%$ $\eta(\text{CuO}) = \frac{19\text{г}}{20\text{г}} \cdot 100 = 95\%$
--	---

Відповідь: $\eta(\text{CuO}) = 95 \%$

3.4. Розв'язування задач на надлишок однієї з реагуючих речовин

Особливість задач даного типу полягає в тому, що в умові зазначається маса чи об'єм обох реагуючих речовин, одна з яких дається з кількості, більшої, ніж це необхідно для реакції (тобто, **в надлишку**). Під час проведення реакції частина такої речовини залишається в реакційній суміші після реакції, тому що не прореагує повністю. Для обчислення продукту реакції необхідно знати масу чи об'єм речовини, що прореагує повністю. Саме за даними цієї речовини (вважається, що вона знаходиться **в нестачі**) і будуть проводитися обчислення, необхідні для продукту реакції.

Алгоритм 13

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити кількості реагуючих речовин.
3. Записати рівняння реакції.
4. Обчислити за рівнянням реакції кількість іншої реагуючої речовини, потрібної для того, щоб повністю прореагував перший реагент.
5. Довести, яка з реагуючих речовин у надлишку а яка у нестачі.
6. Обчислити за рівнянням реакції кількість продукту реакції.
7. Обчислити масу (об'єм) продукту реакції.
8. Записати відповідь.

Алгоритм 14

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Записати рівняння реакції.
3. Обчислити коефіцієнти пропорційності реагуючих речовин.
4. Довести, яка з речовин у надлишку а яка у нестачі, для чого порівняти коефіцієнти пропорційності.
5. Обчислити масу (об'єм) продукту реакції за речовиною, коефіцієнт пропорційності якої менший.
6. Записати відповідь.

Опорні формули:

$$\nu(X) = \frac{m(X)}{M(X)}; \quad \nu(X) = \frac{V(X)}{V_m(X)}; \quad k = \frac{m}{\nu \cdot M};$$

$$m(\text{прод}) = k \cdot M(\text{пр.}) \cdot \nu(\text{пр.}); \quad V(\text{пр.}) = k \cdot V_m \cdot \nu(\text{пр.})$$

Приклад 25

Який об'єм водню виділиться при взаємодії алюмінію масою 2,16 г з розчином, що містить 9,6 г хлоридної кислоти?

Дано: $m(\text{Al}) = 2,16 \text{ г}$ $m(\text{HCl}) = 9,6 \text{ г}$ $V(\text{H}_2) - ?$	Розв'язання: І спосіб 1. $\nu(\text{Al}) = \frac{2,16}{27} = 0,08 \text{ моль}; \quad \nu(\text{HCl}) = \frac{9,6}{36,5} = 0,26 \text{ моль.}$ 2. $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ 3. Визначаємо яка кількість речовини хлоридної кислоти потрібна для того, щоб повністю прореагував весь алюміній кількістю речовини 0,08 моль. $2 : 6 = 0,08 : x; \quad x = 0,24 \text{ моль}$
--	--

4. У нас за умовою кислоти 0,26 моль, а потрібно 0,24 моль. Отже в надлишку саме HCl. Тоді алюміній у нестачі.

Подальші розрахунки проводимо за тією речовиною, **яка у нестачі**, тобто – за алюмінієм.

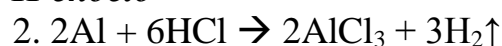
5. Визначаємо яка кількість речовини водню утвориться:

$$2 : 3 = 0,08 : y; y = 0,12 \text{ моль.}$$

6. Розраховуємо об'єм утвореного водню:

$$V(\text{H}_2) = 0,12 \cdot 22,4 = 2,688 \text{ л.}$$

II спосіб



3. Обчислюємо коефіцієнти пропорційності:

$$k(\text{Al}) = \frac{2,16}{2 \cdot 27} = 0,04; k(\text{HCl}) = \frac{9,6}{6 \cdot 36,5} = 0,044$$

4. Коефіцієнт пропорційності менший у алюмінію, отже знаходимо об'єм водню саме за ним:

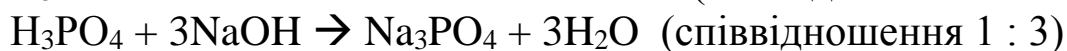
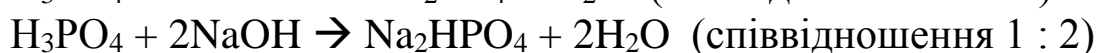
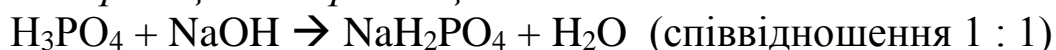
$$V(\text{H}_2) = 0,04 \cdot 22,4 \cdot 3 = 2,688 \text{ л.}$$

Відповідь: об'єм утвореного водню становить 2,688 л

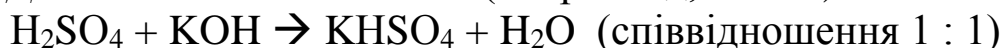
Особливості розв'язування задач на надлишок за участю солей багатосновних кислот

Особливість цих задач полягає у тому, що в залежності від кількісних співвідношень кислот з лугами можуть утворюватись різні типи солей.

Наприклад, для ортофосфатної кислоти існують декілька випадків реакції нейтралізації:



Для двохосновних кислот (наприклад, H₂SO₄)



Алгоритм 15

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Обчислити кількості реагуючих речовин.
3. Обчислити співвідношення кількостей реагуючих речовин.
4. Записати рівняння реакції, виходячи з кількісних співвідношень реагуючих речовин.

5. Проставити в рівняння реакцій кількості реагуючих речовин і продуктів реакцій.
6. Обчислити маси (об'єм) продуктів реакцій.
7. Записати відповідь.

Приклад 26

До розчину, що містить 16 г натрій гідроксиду, додали розчин, що містить 19,6 г ортофосфатної кислоти. Розчин випарили. Обчислити маси утворених солей.

Дано: $m(\text{NaOH}) = 16 \text{ г}$ $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 19,6 \text{ г}$ $m(\text{солей}) - ?$	Розв'язання: $2. \nu(\text{NaOH}) = \frac{16\text{г}}{40\text{г/моль}} = 0,4\text{моль};$ $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{19,6\text{г}}{98\text{г/моль}} = 0,2\text{моль}.$ $3. \nu(\text{NaOH}) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4 : 0,2 = 2 : 1$ <p style="text-align: center;">Сіль двозаміщена.</p> $4. \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>5. Визначаємо яка кількість речовини утвореної солі:</p> $1 : 1 = 0,2 : x$ $x = \nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2 \text{ моль}$ <p>6. Розраховуємо масу утвореної солі.</p> $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2 \cdot 142 = 28,4 \text{ г}.$
--	---

Відповідь: маса утвореного натрій гідрогенфосфату 28,4 г.

Приклад 27

До розчину, що містить 44 г натрій гідроксиду, додали розчин, що містить 39,2 г ортофосфатної кислоти. Розчин випарили. Обчислити маси утворених солей.

Дано: $m(\text{NaOH}) = 44 \text{ г}$ $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 39,2 \text{ г}$ $m(\text{солей}) - ?$	Розв'язання: $2. \nu(\text{NaOH}) = \frac{44\text{г}}{40\text{г/моль}} = 1,1\text{моль};$ $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{39,2\text{г}}{98\text{г/моль}} = 0,4\text{моль}$ $3. \nu(\text{NaOH}) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,1 : 0,4 = 2,75 : 1$ <p>Утворюється двозаміщена сіль і деяка частини гідрогенфосфату.</p> $4. \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>5. Визначаємо яка кількість речовини лугу прореагувала з кислотою:</p> $1 : 2 = 0,4 : x; \quad x = 0,8 \text{ моль}.$ <p>6. Визначаємо яка кількість речовини лугу в надлишку:</p> $\nu(\text{NaOH}) = 1,1 - 0,8 = 0,3 \text{ моль}.$
--	---

7. Визначаємо кількість речовини утвореної солі Na_2HPO_4 :
 $1 : 1 = 0,4 : y$; $y = 0,4$ моль.
8. Визначаємо кількість речовини натрій гідроген фосфату що прореагувала з надлишком лугу:
 $1 : 1 = 0,3 : y_2$; $y_2 = 0,3$ (моль)
9. Визначаємо яка кількість речовини натрій гідрогенфосфату залишилась.
 $\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,4 - 0,3 = 0,1$ моль.
10. Визначаємо яка кількість речовини натрій ортофосфату утворилась:
 $1 : 1 = 0,3 : y_3$; $y_3 = 0,3$ моль.
11. Розраховуємо масу утворених солей:
 $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,1 \cdot 142 = 14,2$ г.
 $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,3 \cdot 164 = 49,2$ г.

Відповідь: маса утвореного натрій гідрогенфосфату 14,2 г, а натрій ортофосфату 49,2 г.

3.5. Обчислення за термохімічними рівняннями.

Термохімічними називаються рівняння хімічних реакцій, в яких зазначений тепловий ефект реакції.

Тепловим ефектом реакції (ΔH^0) називається кількість теплоти, яка поглинається чи виділяється під час хімічної реакції. Тепловий ефект реакції записується після хімічного рівняння і відділяється від нього крапкою з комою. Значення ΔH стосується того числа моль речовин, яке зазначене рівнянням реакції.

Екзотермічними називаються хімічні реакції, які відбуваються з виділенням теплоти. При таких процесах значення ΔH має від'ємне значення. Хімічні реакції, які відбуваються з поглинанням теплоти, називаються **ендотермічними**. Значення ΔH – додатне.

Теплота утворення (кДж/моль) – це тепловий ефект реакції утворення 1 моль речовини зі стійких простих речовин при тиску 101,3 кПа та температурі 298 К. Слід пам'ятати, що тепловий ефект реакції утворення простих речовин за стандартних умов приймається рівним 0.

Закон Гесса (1840 р):

Тепловий ефект хімічної реакції залежить від стану вихідних речовин і кінцевих продуктів, але не залежить від проміжних стадій реакції.

Із закону Гесса витікає, що тепловий ефект реакції (ΔH^0) дорівнює різниці сум теплових ефектів реакцій утворення кінцевих продуктів реакції ($\Delta H^0_{\text{прод.}}$) і вихідних речовин ($\Delta H^0_{\text{вих. реч.}}$):

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{прод.}} - \sum \Delta H^0_{\text{вих. реч.}}$$

Приклад 28

Скільки теплоти виділиться при згоранні водню об'ємом 67,2 л, якщо тепловий ефект реакції становить 571,6 кДж?

Дано:

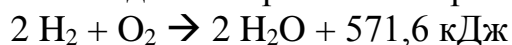
$$V(\text{H}_2) = 67,2 \text{ л}$$

$$\Delta H^0 = -571,6 \text{ кДж}$$

Q - ?

Розв'язання:

1. Складаємо термохімічне рівняння:



2 моль

2. Розраховуємо кількість речовини водню:

$$\nu(\text{H}_2) \frac{V}{V_m} = \frac{67,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 3 \text{ моль}$$

3. За рівнянням реакції:

$$\begin{array}{l} 3 \quad 2 \text{ моль водню виділяється } 571,6 \text{ кДж} \\ 3 \quad 3 \text{ моль водню ----- } x \end{array}$$

$$x = \frac{3 \cdot 571,6}{2} = 857,4 \text{ кДж.}$$

Відповідь: Q = 857,4 кДж

Приклад 29

Скласти термохімічне рівняння, якщо відомо, що при згорянні магнію масою 6 г виділяється 150,4 кДж теплоти.

Дано:

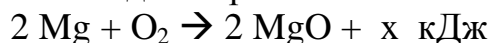
$$m(\text{Mg}) = 6 \text{ г}$$

$$Q = 150,4 \text{ кДж}$$

ΔH^0 - ?

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння хімічної реакції



2 моль

2. Визначаємо кількість речовини магнію:

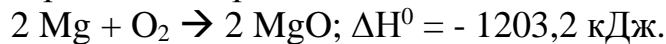
$$\nu(\text{Mg}) \frac{m}{M} = \frac{6 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

3. З 0,25 моль магнію виділяється 150,4 кДж теплоти

$$3 \cdot 2 \text{ моль} \cdot x$$

$$x = \frac{2 \cdot 150,4}{0,25} = 1203,2 \text{ кДж, враховуючи, що } \Delta H^0 = -Q$$

термохімічне рівняння:



Відповідь: $\Delta H^0 = -1203,2 \text{ кДж}$

Приклад 30

Обчислити тепловий ефект реакції, що описується рівнянням:

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O} (\text{г}) + 3\text{O}_2 (\text{г}) \rightarrow 2\text{CO}_2 (\text{г}) + 3\text{H}_2\text{O}$, якщо теплоти утворення $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, CO_2 та H_2O відповідно становлять -277 кДж/моль ; $-393,3 \text{ кДж/моль}$ та $-286,2 \text{ кДж/моль}$.

Дано:

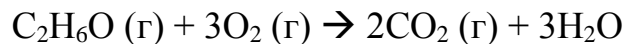
$$\Delta H^0_{298}(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = -277 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^0_{298}(\text{CO}_2) = -393,3 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O}) = -286,2 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^0 - ?$$

Розв'язання:



Користуючись наслідком із закону Гесса:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{прод.}} - \sum \Delta H^0_{\text{вих. реч.}}$$

$$\Delta H^0 = (2 \cdot (-393,3) + 3 \cdot (-286,2)) - (1 \cdot (-277) + 3 \cdot 0) =$$

$$= (-786,6 - 858,6) + 277 = -1368,2 \text{ кДж}$$

Відповідь: $\Delta H^0 = -1368,2 \text{ кДж}$

3.6. Розв'язування задач на суміші

Суміші – це системи, що складаються з двох і більше компонентів. В сумішах співвідношення реагуючих компонентів може бути різним. Тому при розв'язуванні задач на знаходження компонентів сумішей потрібно писати не сумарне рівняння реакції, а для кожного компонента суміші окремо. Якщо в суміші є більше, ніж два компоненти, то для кожного третього компонента суміші необхідна додаткова умова в задачі.

Алгоритм 16

(метод алгебраїчних рівнянь з одним невідомим з використанням кількості речовини)

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Позначити масу (чи об'єм) одного з компонентів суміші через x .
3. Виразити масу (чи об'єм) другого компонента суміші через різницю загальної маси та x .

4. Обчислити кількості реагуючих речовин.
5. Записати рівняння реакцій.
6. Обчислити за рівняннями реакцій кількості продукту реакції.
7. Обчислити масу (чи об'єм) продукту реакції.
8. Записати алгебраїчне рівняння, розв'язати його, визначивши перше невідоме.
9. Визначити друге невідоме, віднявши від загальної маси суміші масу першого невідомого.
10. Записати відповідь.

Алгоритм 17

(метод системи рівнянь з двома невідомими з використанням кількості речовини)

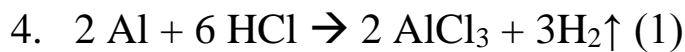
1. Записати повну і скорочену умову задачі.
2. Позначити масу (чи об'єм) першого компонента суміші через x , а другого – через y .
3. Обчислити кількості реагуючих речовин.
4. Записати рівняння реакцій.
5. Обчислити за рівняннями реакцій кількості продукту реакції.
6. Обчислити масу (чи об'єм) продукту реакції.
7. Скласти систему рівнянь з двома невідомими, розв'язати її, визначивши перше невідоме.
8. Визначити друге невідоме, віднявши від загальної маси суміші масу першого невідомого.
9. Записати відповідь.

Приклад 31

При розчиненні у хлоридній кислоті сплаву алюмінію з цинком масою 6,66 г виділилось 3,024 л водню. Визначити масу кожного металу у суміші.

Дано: $m(\text{Al} + \text{Zn}) = 6,66 \text{ г}$ $V(\text{H}_2) = 3,024 \text{ л}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $m(\text{Al}) - ?$ $m(\text{Zn}) - ?$	Розв'язання: І спосіб 1. Нехай $m(\text{Al}) = x \text{ (г)}$, тоді $m(\text{Zn}) = 6,66 - x \text{ г}$. 2. Визначаємо кількості реагуючих речовин: $\nu(\text{Al}) = \frac{x}{27} \text{ моль}; \quad \nu(\text{Zn}) = \frac{6,66 - x}{65} \text{ моль.}$ 3. Розраховуємо кількість речовин водню що виділяється:
--	---

$$v(\text{H}_2) = \frac{3,024}{22,4} = 0,135 \text{ моль.}$$



5. Визначаємо скільки моль водню виділиться при взаємодії хлоридної кислоти з алюмінієм:

$$2 : 3 = \frac{x}{27} : v_1(\text{H}_2); \quad v_1(\text{H}_2) = \frac{3x}{54} = \frac{x}{18} \text{ моль.}$$

6. Визначаємо скільки моль водню виділиться при взаємодії хлоридної кислоти з цинком?

$$1 : 1 = \frac{6,66-x}{65} : v_2(\text{H}_2); \quad v_2(\text{H}_2) = \frac{6,66-x}{65} \text{ моль.}$$

7. Яка маса алюмінію в суміші?

$$\frac{x}{18} + \frac{6,66-x}{65} = 0,135$$

$$65x + 119,88 - 18x = 157,95$$

$$x = 0,81 \text{ г}$$

8. Яка маса цинку в суміші?

$$m(\text{Zn}) = 6,66 - 0,81 = 5,85 \text{ г.}$$

II спосіб

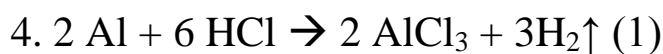
1. Нехай $m(\text{Al}) = x$ г, тоді $m(\text{Zn}) = y$ г.

2. Визначаємо кількості реагуючих речовин:

$$v(\text{Al}) = \frac{x}{27} \text{ моль}; \quad v(\text{Zn}) = \frac{y}{65} \text{ моль.}$$

3. Кількість речовин водню що виділяється:

$$v(\text{H}_2) = \frac{3,024 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,135 \text{ моль.}$$



5. Визначаємо кількість речовини водню що виділиться при взаємодії хлоридної кислоти з алюмінієм:

$$2 : 3 = \frac{x}{27} : v_1(\text{H}_2); \quad v_1(\text{H}_2) = \frac{3x}{54} = \frac{x}{18} \text{ моль.}$$

6. Визначаємо кількість речовини водню що виділиться при взаємодії хлоридної кислоти з цинком:

$$1 : 1 = \frac{y}{65} : v_2(\text{H}_2); \quad v_2(\text{H}_2) = \frac{y}{65} \text{ моль.}$$

7. Складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 6,66; \\ \frac{x}{27} + \frac{y}{65} = 0,135; \\ y = 6,66 - x, \\ \frac{x}{27} + \frac{y}{65} = 0,135; \\ x = 0,81 \text{ г}, y = 5,85 \text{ г}. \end{cases}$$

Відповідь: $m(\text{Al}) = 0,81 \text{ г}$; $m(\text{Zn}) = 5,85 \text{ г}$.

Задачі для самостійного розв'язування

Обчислення кількості речовини, маси чи об'єму речовини за рівнянням хімічної реакції

- 3.1. Визначити масу заліза, який спалили в хлорі, якщо утворилось 8,125 г ферум (III) хлориду.
- 3.2. Визначити масу міді, яка окисниться киснем, взятим у кількості речовини 2 моль.
- 3.3. Яку масу алюміній оксиду можна добути в результаті прожарювання алюміній гідроксиду масою 312 г ?
- 3.4. Який об'єм водню (н.у.) можна добути при взаємодії заліза масою 7 г із розчином сульфатної кислоти?
- 3.5. Яку масу заліза можна відновити з ферум (III) оксиду тим об'ємом водню (н.у.) який виділяється в наслідок взаємодії алюмінію з розчином, що містить 588 г сульфатної кислоти ?
- 3.6. Який об'єм водню (н.у.) необхідний для відновлення 9,6 г міді з купрум (II) оксиду?
- 3.7. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) поглинув розчин калій гідроксиду, якщо в наслідок реакції добули 2,37 г калій сульфіту?
- 3.8. Визначте об'єм (н.у.) нітроген (IV) оксиду, виміряний за нормальних умов, який добули при розкладі 18,8 г купрум (II) нітрату.
- 3.9. Скільки грамів калій гідроксиду знадобиться для нейтралізації 18,9 г нітратної кислоти?
- 3.10. Який об'єм амоніаку (н.у.) утворюється при взаємодії достатньої кількості кальцій гідроксиду з амоній нітратом масою 10 г?

- 3.11.** Який об'єм ацетилену (н.у.) утворюється при взаємодії з водою 19,2 г кальцій карбїду?
- 3.12.** Яка маса осаду утвориться при взаємодії з натрій сульфатом розчину, що містить 65,25 г барій нітрату?
- 3.13.** Визначити масу та кількість речовини фосфор (V) оксиду, утвореного при спалюванні в кисні фосфору масою 0,62 г.
- 3.14.** Визначити об'єм водню, що виділиться при розчиненні в хлоридній кислоті цинку масою 1,3 г.
- 3.15.** Визначити, чи вистачить кисню, одержаного при термічному розкладанні калій перманганату масою 7,9 г, на повне окиснення міді масою 3,2 г?
- 3.16.** Визначити, чи вистачить водню, одержаного при розчиненні у сульфатній кислоті алюмінію масою 0,81 г, на повне відновлення вольфраму з вольфрам (VI) оксиду кількістю речовини 0,25 моль.
- 3.17.** Яку масу кальцій гідроксиду можна одержати при дії води на негашене вапно масою 1,12 г ?
- 3.18.** Який об'єм водню виділиться при дії хлоридної кислоти на цинк масою 26 г ?
- 3.19.** Яка маса та який об'єм кисню утвориться при каталітичному розкладанні бертолетової солі масою 4,9 г?
- 3.20.** Яка кількість речовини купрум (II) гідроксиду була піддана термічному розкладу, якщо виділилось 0,56 л води у вигляді пару?

Розв'язування задач на домішки

- 3.21.** Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться при термічному розкладанні вапняку масою 350 г, що містить 5 % домішок?
- 3.22.** Визначити масову частку кальцій карбонату у 500 г вапняку, що розклали, якщо виділилось 100,8 л газу (н.у.).
- 3.23.** Визначити масу домішок, що містилась у технічному кальцій карбїді масою 8 г , якщо при дії на нього водою виділилось 2,24 л газу ацетилену C_2H_2 та утворився кальцій гідроксид.
- 3.24.** Яка маса купрум (II) оксиду утвориться при спалюванні міді в кисні, що утвориться при термічному розкладі калій перманганату масою 19,75 г, що містить 20 % домішок ?
- 3.25.** Обчислити масу кальцій оксиду, який утвориться при термічному розкладанні 20 кг вапняку, що містить 10 % некарбонатних домішок.

- 3.26.** Визначити масову частку домішок, що міститься в технічному алюмінії масою 1,2 г, якщо при розчиненні його у хлоридній кислоті виділиться 1,344 л газу.
- 3.27.** При дії розчину сульфатної кислоти на 1 кг технічного магній карбонату виділилось 224 л вуглекислого газу. Визначити масову частку домішок у зразку магній карбонату.
- 3.28.** Яка маса купрум (II) оксиду прореагує з воднем, який утвориться в результаті взаємодії розчину сульфатної кислоти з 9 г технічного алюмінію, де масова частка домішок становить 10 %?
- 3.29.** Внаслідок згоряння сірки масою 2 г одержали сульфур (IV) оксид об'ємом 1,12 л. Обчислити масову частку домішок у спаленому зразку сірки.
- 3.30.** При сплавленні 625 г вапняку з піском отримали 580 г кальцій силікату. Визначте масову частку домішок у вапняку.
- 3.31.** При термічному розкладанні калій перманганату, що містить 20% домішок, утворилось 0,448 л кисню (н.у.). Скільки грамів технічного калій перманганату взяли для реакції?
- 3.32.** Який об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.) утворюється із вапняку масою 200 г з масовою часткою домішок в ньому 10 %?
- 3.33.** Який об'єм ацетилену (н.у.) можна отримати із 400 г кальцій карбїду, що містить 20 % домішок?
- 3.34.** При взаємодії з хлоридною кислотою технічного алюмінію масою 15 г утворилось 16,8 л (н.у.) водню. Визначте масову частку домішок в цьому алюмінію.
- 3.35.** Який об'єм водню (н.у.) утвориться при взаємодії 13 г. цинку, що містить 20 % домішок із розчином хлоридної кислоти?
- 3.36.** При взаємодії 40 г мармуру з нітратною кислотою утворилось 6,72 л (н.у.) карбон (IV) оксиду. Визначте масову частку некарбонатних домішок у мрамурі у %.
- 3.37.** Який об'єм водню (н.у.) утвориться при взаємодії 6,25 г магнію, що містить 4 % домішок із розчином сульфатної кислоти ?
- 3.38.** При взаємодії 13 г кухонної солі з розчином аргентум нітрату утворилось 28,7 г осаду. Визначте масову частку чистого NaCl в кухонній солі у %.
- 3.39.** Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) може утворитися при прожарюванні 119 г вапняку, що містить 16 % домішок ?
- 3.40.** При взаємодії з киснем 5 г магнію утворилось 8 г магній оксиду. Скільки % домішок містив магній?

- 3.41.** Який об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.) утвориться при обробці хлоридною кислотою 10 г мармуру, що містить 5 % домішок ?
- 3.42.** При згорянні у кисні 10 г кальцію утворилось 11,2 г кальцій оксиду. Яка масова частка домішок у кальції ?
- 3.43.** Яка маса технічного алюмінію, масова частка домішок в якому 10 %, витратиться на добування алюміній сульфідом масою 30 г?

Розв'язування задач на вихід продукту від теоретично можливого

- 3.44.** При окисненні міді масою 12,8 г киснем одержали 12 г купрум (II) оксиду. Визначити масову частку виходу продукту.
- 3.45.** При дії розчину, що містить 4 г хлоридної кислоти на цинк добули 0,7 л газу (н.у.). Визначити вихід продукту від теоретично можливого.
- 3.46.** Яку масу сульфур(VI) оксиду можна отримати при окисненні 64г сульфур(IV) оксиду, якщо вихід продукту становить 60 % ?
- 3.47.** Який об'єм сульфур (IV) оксиду можна добути при дії сульфатної кислоти на 2,52 г натрій сульфїту, якщо вихід продукту становить 60 % ?
- 3.48.** Розрахуйте масу купрум (II) оксиду, який утворюється при нагріванні в кисні 6,4 г мідного порошку, якщо вихід реакції становить 94 %.
- 3.49.** При взаємодії 6,75 г алюмінію з сіркою добули 18 г алюміній сульфїду. Визначте масову частку виходу продукту реакції.
- 3.50.** Розчин хлоридної кислоти масою 54,75 г з масовою часткою HCl 20 % прореагував з цинком. Маса утвореної солі склала 15,3 г. Визначте вихід солі.
- 3.51.** На розчин барій нітрату подіяли розчином, що містить 21,3 г натрій сульфату. Отриманий осад мав масу 31,1 г. Визначте масову частку виходу продукту.
- 3.52.** Скільки грамів купрум (II) гідроксиду розклалося при нагріванні, якщо внаслідок реакції добули 2,04 г купрум (II) оксиду, що становить 85 % від теоретично можливого виходу?
- 3.53.** Скільки грамів барій гідроксиду було витрачено на нейтралізацію хлоридної кислоти, якщо в результаті реакції було отримано 3,33 г барій хлориду, що становить 80 % від теоретично можливого?

- 3.54.** Яку масу магній сульфату можна добути при взаємодії з сульфатною кислотою 10г магній оксиду, якщо практичний вихід становить 90%?
- 3.55.** Яку масу сірки спалили, якщо одержали сульфур (IV) оксид кількістю речовини 4,3 моль? Вихід продукту становить 80 % від теоретичного.
- 3.56.** При доокисненні карбон (II) оксиду киснем одержали 6,72 л вуглекислого газу. Визначити об'єм кисню, який витратився на цей процес, якщо вихід продукту становив 85% від теоретично можливого.
- 3.57.** Який об'єм газу одержали при термічному розкладанні калій нітрату масою 22,22 г, якщо вихід продукту становить 90 % від теоретичного?
- 3.58.** Окиснили сульфід цинку масою 19,4 г. Одержали сульфур (IV) оксид об'ємом 3,36 л. Визначити вихід сульфур (IV) оксиду.
- 3.59.** Який об'єм водню виділиться, якщо 10 г кальцію обробити водою, якщо вихід реакції становить 90% ?
- 3.60.** Яку масу амоніаку можна синтезувати з азоту масою 112 кг, якщо масова частка виходу амоніаку становить 72 % від теоретично можливого.
- 3.61.** Яку масу амоніаку можна синтезувати з азоту масою 336 кг, якщо масова частка втрат амоніаку під час синтезу складає 12%.
- 3.62.** Яка маса амоній хлориду, масова частка домішок в якому 5 %, витратиться на взаємодію з кальцій гідроксидом, якщо одержали амоніак об'ємом 5,712 л, що складає 85 % від теоретично можливого.

Розв'язування задач на надлишок однієї з реагуючих речовин

- 3.63.** Амоніак масою 85 кг пропустили крізь нітратну кислоту масою 380 кг. Обчислити масу амоній нітрату, що утворився при цьому.
- 3.64.** Кальцій оксид масою 14 г обробили розчином, що містить хлоридну кислоту масою 14,6 г. Визначити масу утвореної солі.
- 3.65.** До розчину, що містить 1,26 г натрій сульфїту, додали розчин, що містить 3,12 г барій хлориду. Яка маса утвореного осаду?
- 3.66.** Яку масу алюміній сульфїду можна добути при сплавленні 8,1 г алюмінію з 9,6 г сірки?
- 3.67.** Яка маса солі утвориться при взаємодії 8 г магній оксиду і 8 г сульфур (IV) оксиду?

- 3.68.** До розчину, що містить 4,9 г сульфатної кислоти додали розчин, що містить 12,48 г барій хлориду. Яка маса утвореного осаду?
- 3.69.** Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) утвориться при взаємодії 17,25 г калій карбонату з розчином, що містить 14,7 г сульфатної кислоти?
- 3.70.** Який об'єм сірководню (н.у.) може утворитись при взаємодії 17,6 г ферум (II) сульфїду з розчином, що містить 18,25 г хлоридної кислоти?
- 3.71.** Який об'єм водню може утворитись при взаємодії 5,4 г алюмінію з розчином, що містить 34,3 г сульфатної кислоти?
- 3.72.** На розчин, що містить 31,32 г барій нітрату, подіяли розчином, що містить 26,1 г калій сульфату. Визначте масу добутого осаду.
- 3.73.** Сїрку масою 8 г сплавили з 10,5 г залїза. Добутий продукт обробили надлишком хлоридної кислоти. Який об'єм сірководню при цьому утворився?
- 3.74.** Через розчин, що містить 10 г натрій гїдроксиду, пропустили 5,6 л сульфур(IV) оксиду. Яка сїль (кисла чи середня) і якої маси утворилася?
- 3.75.** Нагрїли сумїш, що містить 28 г залїза та 24 г сїрки. Обчислити масу утвореного ферум (II) сульфїду та масу речовини, що не вступила в реакцію.
- 3.76.** Крїзь розчин, що містить баритову воду масою 51,3 г, пропустили вуглекислий газ об'ємом 4,48 л. Визначити масу утвореної солї.
- 3.77.** До розчину, що містить 2 моль сульфатної кислоти, додали 2 моль калій гїдроксиду. Яка сїль і якої маси утвориться?
- 3.78.** Крїзь розчин, що містить натрій гїдроксид масою 7,5 г, пропустили сірководень об'ємом 56 л. Яка сїль утворилася і яка її маса?
- 3.79.** Яка сїль утвориться при змішуванні розчинів, що містять 1,25 моль сульфатної кислоти та 1,1 моль калій гїдроксиду? Яка її маса?
- 3.80.** Яка сїль і якої маси утвориться при пропусканні вуглекислого газу, одержаного при спалюванні 3,2 г сїрки, через розчин кальцій гїдроксиду, що містить 37 г Ca(OH)_2 ?
- 3.81.** До концентрованої нітратної кислоти масою 140 г додали мідні ошурки масою 44 г, що містять 27,7 % домішок. Визначте масу солї, що утворилася в наслідок реакції.

Обчислення за термохімічними рівняннями

- 3.82.** Обчислити кількість теплоти, яка поглинається під час утворення кисню об'ємом 6,72 л (н.у.) за реакцією $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$; $\Delta H^0 = 255$ кДж.
- 3.83.** Користуючись термохімічним рівнянням:
 $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$; $\Delta H^0 = -509$ кДж. Розрахуйте кількість теплоти, що виділяється при взаємодії 81г алюмінію.
- 3.84.** При спалюванні 6,5г цинку виділяється 34,8 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції.
- 3.85.** При спалюванні сірки добули 32 г сульфур (IV) оксиду, причому утворилось 146,3 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції.
- 3.86.** При спалюванні 6,08 г магнію утворилось 152,5кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції.
- 3.87.** Термохімічне рівняння згоряння фосфора: $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$; $\Delta H^0 = -3010$ кДж. Скільки теплоти виділяється при згорянні 31г фосфора?
- 3.88.** Термохімічне рівняння реакції купрум (II) оксиду з хлоридною кислотою має вигляд: $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\Delta H^0 = -63,6$ кДж. Яка кількість теплоти виділяється при взаємодії з хлоридною кислотою 200 г купрум (II) оксиду?
- 3.89.** Скласти термохімічне рівняння згоряння цинку в кисні, якщо в результаті спалювання цинку масою 1,3 г виділилось 6,98 кДж теплоти.
- 3.90.** Визначити об'єм метану, витраченого на обігрівання 80-квартирного будинку протягом доби, якщо витрати теплоти на 1 квартиру становлять 1200 кДж, а тепловий ефект горіння метану становить 803 кДж/моль.
- 3.91.** Скільки теплоти виділиться при взаємодії 1,12 л фтору з надлишковою кількістю водню, якщо відомо, що теплота утворення фтороводню становить -150 кДж/моль?
- 3.92.** У кисні спалили еквімолярну суміш алюмінію та цинку масою 18,4 г. Розрахуйте, скільки теплоти при цьому виділилось. Теплоти утворення оксиду алюмінію та оксиду цинку відповідно становлять -1675,7кДж/моль та 350,6 кДж/моль.

Розв'язування задач на суміші

- 3.93.** Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок розчину калій гідроксиду. Виділилось 11 л газу, виміряного при

25⁰С і тиску 1 атм. Обчислити масову частку алюмінію у вихідній суміші.

- 3.94.** При розчиненні сплаву алюмінію та міді масою 3,81 г в надлишку концентрованого розчину натрій гідроксиду виділилось 2016 мл газу. Обчислити об'єм концентрованої нітратної кислоти з масовою часткою 88 % ($\rho=1,478$ г/мл), який витратиться на реакцію з вихідним сплавом такої ж маси.
- 3.95.** Сплав міді з магнієм масою 150 г обробили надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ об'ємом 112 л (н.у.). Визначте масову частку міді в сплаві.
- 3.96.** Суміш міді з алюмінієм масою 20 г обробили хлорною кислотою, при цьому виділилось 6,72 л газу (н.у.). Визначте масову частку міді в сплаві.
- 3.97.** На суміш цинку та цинк оксиду масою 20 г подіяли надлишком розведеної сульфатної кислоти. Об'єм газу, що утворився при цьому склав 4,48 л (н.у.). Визначте масову частку цинку у суміші.
- 3.98.** На суміш натрій сульфіді і калій сульфіді масою 89,4 г подіяли надлишком розчину цинк хлориду. При цьому утворився осад масою 87,3 г. Розрахуйте масу кожного компоненту у вихідній суміші сульфідів.
- 3.99.** Сплав калію і натрію масою 27,1 г занурили у воду. Об'єм водню, що утворився склав 10,08 л. (н.у.). Визначте масу кожного металу у сплаві.
- 3.100.** Суміш натрій карбонату і калій карбонату масою 7 г обробили надлишком сульфатної кислоти. Утворився газ об'ємом 1,334 л (н.у.). Визначте масову частку натрій карбонату в суміші.

Розділ IV. Періодичний закон і періодична система елементів Д.І. Менделєєва

4.1. Задачі на знаходження елементів періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва

Алгоритм 18

1. Записати умову задачі (повну та скорочену).
2. Дати характеристику сполуці, вказаній в умові задачі.
3. Записати формулу для визначення відносної молекулярної маси сполуки
4. Обчислити відносну атомну масу невідомого елемента.
5. Визначити елемент за періодичною системою.
6. Записати відповідь.

Приклад 32

Визначити формулу гідроксиду, якщо його відносна молекулярна маса 121, а елемент, що його утворює, знаходиться в III групі періодичної системи.

Дано:	Розв'язання:
$M_r = 121$	E в III групі, отже формула гідроксиду $E(OH)_3$,
$E(OH)_3 - ?$	$M_r(OH) = 17$, тоді $A_r(E) = M_r(\text{спол.}) - 3M_r(OH) = 121 - 51 = 70$
	В періодичній системі знаходимо – Галій. Отже, $Ga(OH)_3$

Відповідь: $Ga(OH)_3$

Алгоритм 19

1. Записати умову задачі (повну та скорочену).
2. Дати характеристику сполуці, вказаній в умові задачі.
3. Записати формулу для обчислення масової частки елемента у сполуці.
4. За формулою знайти відносну молекулярну масу сполуки.
5. Обчислити відносну атомну масу елемента.
6. Визначити елемент за періодичною системою.
7. Записати відповідь.

Приклад 33

Назвати елемент, якщо відомо, що найвищий його оксид має формулу EO_3 , з воднем він утворює сполуку, що містить 5,9 % Гідрогену.

Дано:	Розв'язання:
EO_3	Визначаємо загальну формулу оксиду та водневої
$\omega\%(H)=5,9\%$	сполуки:
$E - ?$	$EO_3 \rightarrow VI \text{ гр.} \rightarrow EH_2$
	$\omega\% (E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{Mr(sp)} \cdot 100\%$
	$Mr (EH_2) = \frac{2 \cdot 1}{5,9\%} \cdot 100\% = 34$
	$Ar (E) = Mr (EH_2) - 2 \cdot Ar (H) = 34 - 2 = 32$
	Це – Сульфур
	Відповідь: Сульфур

4.2. Задачі на визначення елемента (металу) за рівнянням хімічної реакції

Приклад 34

При взаємодії з водою лужного металу масою 19,5 г з водою утворилось 5,6 л (н. у.) газу. Визначте цей метал.

Дано:	Розв'язання:
$m(Me)=19,5 \text{ г}$	1. Складаємо гіпотетичне рівняння хімічної реакції:
$V(H)=5,6 \text{ л}$	$2Me + 2H_2O \rightarrow 2MeOH + H_2 \uparrow$
$Me - ?$	2. Визначаємо кількість речовини водню:
	$\nu (H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,25 \text{ моль}$
	3. За гіпотетичним рівнянням кількість речовини лужного металу дорівнює:
	$\nu (Me) = 2 \cdot \nu (H_2) = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ моль.}$
	4. Визначимо молярну масу металу:
	$M(Me) = \frac{m}{\nu} = \frac{19,5 \text{ г}}{0,5 \text{ моль}} = 39 \text{ г/моль.}$
	Дана молярна маса відповідає Калію (за таблицею Д. І. Менделєєва).

Відповідь: Калій

4.3. Задачі на ізотопний склад речовини

Кожен хімічний елемент у природі зустрічається у вигляді суміші ізотопів різного вмісту. **Ізотопи** – це різновиди атомів елементів, що мають однаковий заряд ядра, але різне масове число. Тобто, це різновиди одного елемента, що мають різну кількість нейтронів. Кожний такий різновид атомів ще називають **нуклідом**. 20 елементів представлені в природі кожен одним єдиним нуклідом. Це Be, F, Na, Al, P, Sc, Co, Mn, As, Y, Nb, Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Au, Bi. Більшість же елементів мають по кілька нуклідів.

Відносна атомна маса елемента, що має ізотопи, обчислюється за такою формулою:

$$Ar(E) = \chi_1 \cdot A_1 + \chi_2 \cdot A_2 + \dots + \chi_n \cdot A_n,$$

Або

$$Ar(E) = \frac{\chi_1 \cdot A_1 + \chi_2 \cdot A_2 + \dots + \chi_n \cdot A_n}{100\%}$$

Де χ – молярні частки нуклідів у їх природній суміші, а A – відповідні масові (нуклонні) числа.

Сума всіх молярних часток ізотопів елемента в сумі дає 1, або, якщо у процентах – 100%.

Приклад 35

Природний купрум складається з двох ізотопів: ^{63}Cu та ^{65}Cu . Молярні частки їх становлять відповідно 73 % та 27 %. Визначити відносну атомну масу купруму.

Дано:

$$\chi(^{63}\text{Cu}) = 73\%$$

$$\chi(^{65}\text{Cu}) = 27\%$$

$$Ar(\text{Cu}) - ?$$

Розв'язання:

$$Ar(E) = \frac{\chi_1 \cdot A_1 + \chi_2 \cdot A_2 + \dots + \chi_n \cdot A_n}{100\%}$$

$$Ar(\text{Cu}) = \frac{73 \cdot 63 + 27 \cdot 65}{100} = 63,54$$

Відповідь: 63,54

Задачі для самостійного розв'язування

- 4.1. Оксид невідомого елемента має склад E_2O_5 . Масова частка Оксигену у ньому становить 74,04 %. Визначити невідомий елемент.
- 4.2. Вищий оксид елемента IV групи періодичної системи має відносну молекулярну масу 60. Назвіть цей елемент, складіть формулу оксиду і відповідної кислоти.

- 4.3. Елемент утворює з Гідрогеном газоподібну сполуку, масова частка Гідрогену в якій становить 12,5 %. Назвіть невідомий елемент, якщо відомо, що його вищий солетворний оксид має формулу EO_2 .
- 4.4. Елемент, який належить до V групи періодичної системи, утворює кислоту складу H_3EO_4 з відносною молекулярною масою 142. Визначити елемент.
- 4.5. Один з елементів, передбачених Д.І. Менделєєвим, утворює оксид, масова частка Оксигену в якому становить 30,5%. Сполука даного елемента E з гідрогеном має склад EH_4 . Визначити елемент E.
- 4.6. Оксид елемента, який з Гідрогеном утворює сполуку складу RH_4 , містить 53,3 % Оксигену. Який це елемент?
- 4.7. Елемент, вищий оксид якого RO_3 , утворює з воднем сполуку, що містить 2,47 % Гідрогену за масою. Який це елемент?
- 4.8. Один з елементів, передбачених Менделєєвим, тепер широко застосовується в радіотехніці як напівпровідник. Цей елемент утворює сполуку з хлором, яка містить 66,17 % Хлору і має густину пари за воднем 107,2. Який це елемент? Як його назвав Менделєєв?
- 4.9. Один з галогенів утворює сполуку з воднем, яка містить 5 % Гідрогену. Який це галоген?
- 4.10. Хімічний елемент X широко застосовується в металургії, літакобудуванні та інших галузях промисловості. Найважливіші руди цього елемента містять його вищий солетворний оксид. Хлорид, у якому елемент проявляє валентність відповідно до його місця в періодичній системі, містить 74,74 % Хлору. Густина пари цього хлориду за воднем 95. Який це елемент?
- 4.11. При взаємодії 1,11 г лужного металу з водою утворилося 0,16 г водню. Визначте цей метал.
- 4.12. При взаємодії 31,2 г лужного металу з водою утворилося 8,96 л водню (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.13. При взаємодії 13,8 г лужного металу з водою утворилося 6,72 л водню (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.14. При взаємодії 19,5 г лужного металу з водою утворилося 0,5 г водню. Визначте цей метал.
- 4.15. При взаємодії 8 г лужноземельного металу з водою утворилося 4,48 л водню (н. у.). Визначте цей метал.

- 4.16. Лужний метал масою 4,6 г при взаємодії з хлором утворив 11,7 г хлориду. Визначте лужний метал.
- 4.17. Лужний метал масою 5,6 г при взаємодії з сіркою утворив 18,4 г сульфїду. Визначте лужний метал.
- 4.18. Лужноземельний метал масою 6,85 г при взаємодії з сіркою утворив 8,45 г сульфїду. Визначте цей метал.
- 4.19. Лужноземельний метал масою 10 г окислили хлором. При цьому одержали 27,75 г його хлориду. Визначте цей метал.
- 4.20. Лужноземельний метал масою 25 г окислили киснем повітря. Добутий оксид розчинили у воді. Утворилося 46,25 г гїдрооксиду. Визначте цей метал.
- 4.21. Лужний метал масою 5,75 г без залишку прореагував із водою. При цьому виділився газ об'ємом 2,8 л (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.22. Двовалентний метал масою 2,5 г без залишку прореагував з водою. При цьому виділився газ об'ємом 1.4 л (н. у.). Визначте метал.
- 4.23. Метал II групи масою 6 г прореагував із розчином хлоридної кислоти. При цьому виділився газ об'ємом 5,6 л (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.24. Лужний метал масою 5,75 г без залишку прореагував із водою. При цьому виділився газ об'ємом 2,8 л (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.25. На лужний метал масою 3,5 г подіяли водою. При цьому виділився водень об'ємом 5,6 л (н. у.). Який це метал?
- 4.26. На лужний метал масою 36,8 г подіяли надлишком води. Виділився газ об'ємом 17,92 л (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.27. Одновалентний метал масою 4,6 г прореагував з хлором об'ємом 2,24 літри (н. у.). Визначте цей метал.
- 4.28. Природний Купрум складається з двох ізотопів ^{63}Cu та ^{65}Cu . Визначити процентний вміст кожного ізотопу в природному Купрумї, якщо відносна атомна маса його становить 63,54.
- 4.29. Природний Сульфур складається з чотирьох ізотопів: ^{32}S (95%), ^{33}S (0,76%), ^{34}S (4,22%) та ^{36}S (0,02%). Визначити відносну атомну масу Сульфуру.
- 4.30. Чому дорівнює вміст ізотопів $^{20}_{10}\text{Ne}$ і $^{22}_{10}\text{Ne}$ в природному Неонї, що має відносну атомну масу 20,2 ?
- 4.31. Природний Карбон складається з двох ізотопів ^{12}C та ^{13}C . На перший нуклід припадає 98,9 %. Обчисліть відносну атомну масу Карбону з точністю до сотих.

- 4.32.** Елемент знаходиться в II групі Періодичної системи. Масова частка елемента в його гідроксиді дорівнює 54,05 %. Визначте цей елемент.
- 4.33.** Назвіть елемент за наступними даними: знаходиться в IV групі, відносна густина за воднем вищого його оксиду становить 22.
- 4.34.** Вищий оксид хімічного елемента V групи має відносну молекулярну масу 108. Назвіть цей елемент, складіть формулу оксиду та відповідної кислоти.
- 4.35.** Зовнішній енергетичний рівень атома елемента має будову ns^2np^4 . Кислота, що відповідає його вищому оксиду, має відносну молекулярну масу 98. Назвіть елемент.
- 4.36.** Зовнішній енергетичний рівень атома елемента має будову ns^2np^2 , а молекулярна маса його леткої водневої сполуки однакова з молекулярною масою кисню. Назвіть елемент.
- 4.37.** Елемент А, що належить до головної підгрупи ІУ групи періодичної системи елементів, утворює сполуку з хлором, в якій масова частка хлору становить 92,21 %. Записати формулу вищого оксиду, утвореного елементом А, вказати його характер.

Розділ V. Задачі з теми „Метали”

5.1. Розв’язування задач на зміну маси пластинки

Одним з найбільш цікавих та різноманітних видів задач є задачі, пов’язані з хімічними реакціями, що протікають при зануренні пластинок з різних металів у розчини деяких солей.

Перш за все слід уважно вивчити умову задачі та спробувати скласти всі можливі рівняння процесів, що проходять. Тут потрібні знання про закономірності, що відображені в ряду стандартних електродних потенціалів, про особливості поведінки металів у розчинах концентрованих і розведених кислот (нітратної та сульфатної).

Алгоритм 20

1. Записати повну і скорочену умову задачі.
 2. Записати рівняння всіх можливих реакцій.
 3. Для всіх учасників процесу обчислити їх кількості речовин та маси (якщо вони задані у вигляді розчинів певної концентрації).
 4. Встановіть, чи не є дана задача задачею на «надлишок – нестачу» реагентів.
 5. Обчислити зміну маси пластинки в ході реакції (теоретично можливу), використовуючи порівняння молярних мас учасників реакції з урахуванням їх коефіцієнтів.
 6. Порівняти цю зміну з реальною зміною маси пластинки і після цього визначити кількості речовин реагентів, що брали участь в реакції.
 7. Обчислюючи масу розчину після закінчення реакції, слід врахувати, що в сумарний підсумок не входить маса пластинки та будь-яких осадів, а також маса газів, що при цьому виділились.
- Зміна маси пластинки (тобто розчинення одного металу та виділення іншого) викликає зміну маси розчину, причому збільшення маси пластинки зменшує масу розчину, а зменшення маси пластинки відповідає зростанню маси розчину.
8. Записати відповідь.

Приклад 36

До розчину, що містить 41,5 г купрум (II) хлориду, додали 14 г залізних ошурок. Як змінилась маса металічного залишку після реакції?

Дано: $m(\text{CuCl}_2) = 41,5 \text{ г}$ $m(\text{Fe}) = 14 \text{ г}$ <hr/> $m(\text{залишку}) - ?$	Розв'язання: $\text{CuCl}_2 + \text{Fe} = \text{FeCl}_2 + \text{Cu}.$ 1. Визначаємо які кількості речовин-реагентів вступили в реакцію: $\nu(\text{CuCl}_2) = 41,5\text{г}:135\text{г/моль} = 0,307 \text{ моль},$ $\nu(\text{Fe}) = 14\text{г}:56\text{г/моль} = 0,25 \text{ моль}.$ Отже, купрум (II) хлорид у надлишку. 2. Визначаємо яка маса міді та різниця мас металів до та після реакції: $m(\text{Cu}) = 0,25 \cdot 64 = 16 \text{ г}.$ 3. Визначаємо на скільки зросла маса металу після реакції: $m = 16 \text{ г} - 14 \text{ г} = 2 \text{ г}.$
--	--

Відповідь: 2 г

Приклад 37

Залізну пластинку масою 6,35 г помістили в 200 г 20 %-го розчину купрум (II) сульфату. Через деякий час маса пластинки зросла до 7,1 г. Визначити концентрацію купрум (II) сульфату та ферум (II) сульфату в одержаному розчині (у %).

Дано: $m(\text{Fe}) = 6,35 \text{ г}$ $m(\text{CuSO}_4)_{\text{р}} = 200 \text{ г}$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 20 \%$ $m_2(\text{пластинки}) = 7,1 \text{ г}$ <hr/> $\omega\%(\text{CuSO}_4) - ?$ $\omega\%(\text{FeSO}_4) - ?$	Розв'язання: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}.$ 1. Нехай x – кількість речовини міді та кількість речовини заліза, тоді $6,35 - 56x + 64x = 7,1 \text{ г}$ $x = 0,09375 \text{ моль}.$ 2. Визначаємо які маси FeSO_4 и CuSO_4 знаходяться в розчині: $m(\text{FeSO}_4) = 152 \cdot 0,09375 = 14,25 \text{ г},$ $m(\text{CuSO}_4) = 40 - 160 \cdot 0,09375 = 25 \text{ г}.$ 3. Маса нового розчину дорівнює: $m(\text{р-ну}) = 200 + 14,25 - 15 = 199,25 \text{ г}.$
---	--

4. Визначаємо масові частки солей в утвореному розчині:

$$\omega\% (\text{CuSO}_4) = 25/199,25 = 0,1255, \text{ або } 12,55 \%,$$

$$\omega\% (\text{FeSO}_4) = 14,25/199,25 = 0,0715, \text{ або } 7,15 \%.$$

Відповідь: 12,55 % та 7,15 %

Задачі для самостійного розв'язування

- 5.1.** Залізна пластинка масою 18 г була занурена в розчин купрум (II) сульфату. Коли вона вкрилась міддю, її маса стала рівною 20 г. Яка маса заліза перейшла у розчин?
- 5.2.** Залізну пластинку масою 15 г тривалий час витримали в розчині, що містить 1,6 г купрум (II) сульфату. Потім пластинку вийняли, промили, висушили та зважили. Яка її маса?
- 5.3.** В розчин аргентум (I) нітрату занурили мідну пластинку масою 50,6 г. Через деякий час маса пластинку стала дорівнювати 54,4 г. Яка маса срібла осіла на пластинці?
- 5.4.** Залізний цвях масою 20,5 г занурили в розчин мідного купоросу. Через деякий час його маса стала дорівнювати 20,7 г. Яка маса заліза перейшла в розчин?
- 5.5.** В розчин купрум (II) сульфату занурили кадмієву пластинку. Через деякий час маса пластинки зменшилась на 7,2 г. Визначте масу міді, що утворилась.
- 5.6.** В розчин, що містить купрум (II) сульфат занурили цинкову пластинку масою 5 г. Після реакції маса пластинки стала дорівнювати 4,96 г. Яка маса купрум (II) сульфату знаходилась у розчині?
- 5.7.** Свинцеву пластинку масою 25 г занурили в розчин аргентум нітрату. Після закінчення реакції маса пластинки стала дорівнювати 25,9 г. Яка кількість речовини плюмбум (II) нітрату утворилась у розчині?
- 5.8.** Залізну пластинку масою 1 г занурили в розчин купрум (II) хлориду. Після закінчення реакції маса стала дорівнювати 1,08 г. Яка маса міді осіла на пластинці?
- 5.9.** Залізну пластинку масою 5,2 г тривалий час витримували в розчині, що містить 1,6 г купрум (II) сульфату. По закінченні

реакції пластинку вийняли з розчину і висушили. Якою стала її маса?

5.10. Залізну пластинку занурили в розчин купрум (II) сульфату. Після реакції маса пластинки збільшилась на 0,65 г. Визначте масу міді, що утворилась на пластинці.

5.11. Цинкову пластинку занурили в розчин плюмбум (II) нітрату. Після завершення реакції промита і висушена пластинка збільшилась в масі на 1,42 г. Яка маса свинцю виділилась на пластинці?

5.12. В розчин станум (II) хлориду масою 380 г поклали шматочок цинку. Після реакції маса металу збільшилась на 5,4 г. Визначте масову частку цинк хлориду у розчині після реакції.

Розділ VI. Задачі на виведення формул

6.1. Виведення формул речовин за масовими частками елементів

Алгоритм 21

(використанням атомного фактору)

1. Позначити число атомів з елементів через x, y, z .
2. Знайти співвідношення між числом атомів у молекулі, поділивши масові частки кожного елемента на їх відносні атомні маси.
3. Знайдене відношення перевести до цілочисельного значення, для чого всі члени другої половини рівності розділити на найменше число.
4. Написати найпростішу формулу речовини.

Алгоритм 22

(через кількість речовини)

1. Прийняти масу речовини за 100 г.
2. Обчислити маси кожного з елементів в речовині.
3. Обчислити кількості речовини кожного з елементів.
4. Знайти співвідношення між кількостями елементів.
5. Записати найпростішу формулу.

Приклад 38

У складі сполуки масові частки елементів Калію, Хрому та Оксигену складають відповідно 26,53 %; 35,37 % та 38,09 %. Визначити формулу речовини.

Дано:

$$\omega\%(K)=26,53\%$$

$$\omega\%(Cr)=35,37\%$$

$$\omega\%(O)=38,09\%$$

$K_xCr_yO_z$ - ?

Розв'язання:

І спосіб



1. Визначаємо співвідношення між атомами в

$$\text{речовині: } x : y : z = \frac{\omega\%(K)}{Ar(K)} : \frac{\omega\%(Cr)}{Ar(Cr)} : \frac{\omega\%(O)}{Ar(O)} =$$

$$\frac{26,53}{39} : \frac{35,37}{52} : \frac{38,09}{16} = 0,68 : 0,68 : 2,38$$

2. Приводимо знайдене співвідношення до цілочисельного значення:

$$x : y : z = \frac{0,68}{0,68} : \frac{0,68}{0,68} : \frac{2,38}{0,68} = 1 : 1 : 3,5 = 2 : 2 : 7$$



II спосіб

Нехай маса $K_xCr_yO_z = 100$ г.

1. Визначаємо масу кожного елементу в сполуці:

$$m(K) = \frac{100 \cdot 26,53}{100\%} = 26,53г$$

$$m(Cr) = \frac{100 \cdot 35,37}{100\%} = 35,37г$$

$$m(O) = \frac{100 \cdot 38,09}{100\%} = 38,09г$$

2. Кількість речовини кожного елементу дорівнює:

$$v(K) = \frac{26,53}{39} = 0,68 \text{ моль}$$

$$v(Cr) = \frac{35,37}{52} = 0,68 \text{ моль}$$

$$v(O) = \frac{38,09}{16} = 2,38 \text{ моль}$$

3. Визначаємо співвідношення кількостей речовини кожного з елементів:

$$v(K) : v(Cr) : v(O) = 0,68 : 0,68 : 2,38 = 1 : 1 : 3,5 = 2 : 2 : 7$$

Відповідь: $K_2Cr_2O_7$

6.2. Виведення формул речовин за масовими частками елементів та відносною густиною

6.2.1. Обчислення з використанням атомного фактора

Алгоритм 23

1. Позначити число атомів кожного з елементів через x, y, z .
2. Знайти співвідношення між числом атомів у молекулі, поділивши масові частки кожного елемента на їх відносні атомні маси.
3. Знайдене відношення перевести до цілнчисельного значення, для чого всі члени другої половини рівності розділити на найменше число.
4. Написати найпростішу формулу і обчислити відносну молекулярну масу.
5. Визначити справжню відносну молекулярну масу речовини за відносною густиною.

- Обчислити, у скільки разів справжня відносна молекулярна маса більша за відносну молекулярну масу формули найпростішої речовини.
- Число атомів кожного з елементів збільшити у потрібне число разів.
- Записати справжню формулу речовини.

Приклад 39

Масова частка Карбону в органічній речовині складає 82,76 %, Гідрогену – 17,24 %. Визначити формулу речовини, якщо відносна густина її за воднем становить 29.

<p>Дано: $\omega(C)=82,76\%$ $\omega(H)=17,24\%$ $C_xH_y - ?$</p>	<p>Розв'язання: 1. Визначаємо співвідношення атомів у сполучі: $D_{H_2}(C_xH_y)=29 \quad x : y = \frac{82,76}{12} : \frac{17,24}{1} = 6,9 : 17,24 = 1 : 2,5$ $= 2 : 5$ 2. Найпростіша формула C_2H_5; $M(C_2H_5) = 29$ г/моль 3. Визначаємо молекулярну масу речовини: $Mr(C_xH_y)=D_{H_2} \cdot M(H_2)=58$г/моль. 4. Визначаємо, у скільки разів справжня відносна молекулярна маса більша за найпростішу відносну молекулярну масу: $58 : 29 = 2$. 5. Справжня формула речовини C_4H_{10}; $M(C_4H_{10})=58$ г/моль.</p>
---	---

Відповідь: C_4H_{10}

6.2.2. Обчислення через масову частку елемента

Алгоритм 24

- Обчислити справжню молекулярну масу речовини за відотною густиною.
- Обчислити число атомів кожного з елементів у речовині за формулою:

$$\omega\% (E) = \frac{n \cdot Ar(E)}{Mr(cn)} \cdot 100\% ; n(E) = \frac{Mr(C_xH_y) \cdot \omega(E)}{Ar(E) \cdot 100\%}$$

- Записати формулу речовини та обчислити її молярну масу.

Розв'язання:

1. Яка справжня молекулярна маса речовини? M_r
 $(C_xH_y) = D \cdot M_r(H_2) = 58$

2. Яке число атомів Карбону і Гідрогену у сполуці?

$$n(C) = \frac{58 \cdot 82,76}{12 \cdot 100} = 4; \quad n(H) = \frac{58 \cdot 17,24}{1 \cdot 100} = 10$$

3. Яка справжня формула речовини?

$M(C_4H_{10}) = 58$ г/моль, отже справжня формула C_4H_{10} .

Відповідь: C_4H_{10}

6.2.2. Обчислення через кількість речовини елемента

1. Нехай маса органічної речовини дорівнює 100 г. Тоді маса Карбону в ній дорівнює 82,76 г, а Гідрогену 17,24 г. Кількість речовини Карбону і Гідрогену буде дорівнювати:

$$\nu(C) = \frac{m}{M} = \frac{82,76g}{12g/моль} = 6,90моль; \quad \nu(H) = \frac{m}{M} = \frac{17,24g}{1g/моль} = 17,24моль;$$

$$M(C_xH_y) = 58g/моль; \quad \nu(C_xH_y) = \frac{m}{M} = \frac{100g}{58g/моль} = 1,72моль;$$

$$x = \frac{\nu(C)}{\nu(C_xH_y)} = \frac{6,90моль}{1,72моль} = 4 \quad y = \frac{\nu(H)}{\nu(C_xH_y)} = \frac{17,24моль}{1,72моль} = 10$$

Відповідь: формула сполуки C_4H_{10}

6.3. Виведення формул речовин за продуктами згорання

6.3.1. З використанням кількостей речовин

Алгоритм 25

1. Обчислити справжню відносну молекулярну масу речовини.
2. Обчислити кількості аналізованої речовини і продуктів згорання.
3. Обчислити співвідношення кількостей.
4. Записати схему реакції окиснення речовини, прийнявши її за вуглеводень, проставивши в схемі одержані кількості речовин.
5. Записати формулу речовини та обчислити її відносну молекулярну масу.

6.3.2. З використанням методу пропорції на основі схеми реакції окиснення

Алгоритм 26

1. Обчислити справжню відносну молекулярну масу речовини.
2. Записати схему реакції окиснення речовини, припустивши, що вона – вуглеводень. Урівняти рівняння реакції по числу атомів Карбону і Гідрогену.
3. Проставити в схему рівняння реакції числові позначення.
4. Обчислити число атомів Карбону і Гідрогену.
5. Обчислити число атомів третього елемента – Оксигену (якщо він є).
6. Записати формулу речовини та обчислити її відносну молекулярну масу.

6.3.3. З використанням мас елементів та співвідношенням їх атомів

Алгоритм 27

1. Обчислити справжню відносну молекулярну масу речовини.
2. Обчислити маси Карбону і Гідрогену в речовині через продукти згорання.
3. Обчислити масу Оксигену в речовині, для чого від загальної маси речовини відняти масу карбону і гідрогену.
4. Обчислити співвідношення атомів С,Н,О в молекулі речовини.
5. Записати справжню формулу речовини та обчислити її відносну молекулярну масу.

Приклад 40

При спалюванні органічної речовини масою 1,1 г утворився вуглекислий газ масою 2,2 г і вода масою 0,9 г. Вивести формулу речовини, якщо її пари об'ємом 0,7 л мають масу 2,75 г.

Дано:

$$m(\text{реч.}) = 1,1 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 2,2 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,9 \text{ г}$$

$$V(\text{пар.}) = 0,7 \text{ л}$$

Розв'язання:

І спосіб:

$$1. 0,7 \text{ л має масу } 2,75 \text{ г}$$

$$22,4 \text{ л відповідно} - x \text{ г}$$

$$x = (2,75 \cdot 22,4) : 0,7 = 88 \text{ г}$$

- $m(\text{пар.}) = 2,75 \text{ г}$
 Формула?
- Визначаємо кількості речовин:
 $v(\text{реч.}) = 1,1 \text{ г} : 88 \text{ г/моль} = 0,0125 \text{ моль};$
 $v(\text{CO}_2) = 2,2 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль};$
 $v(\text{H}_2\text{O}) = 0,9 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}.$
 - Визначаємо співвідношення кількостей речовин:
 $v(\text{реч.}) : v(\text{CO}_2) : v(\text{H}_2\text{O}) = 0,0125 : 0,05 : 0,05 = 1 : 4 : 4$
 - Визначаємо кількість атомів С та Н в речовині:
 $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$
 $x = 4; y = 8$
 - Кількість атомів О в речовині:
 $N(\text{O}) = (88 - 4 \cdot 12 + 8) : 16 = 32 : 16 = 2.$
 - Справжня формула:
 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \quad M_r = 88$

II спосіб:

- Визначаємо молекулярну масу речовини:
 $0,7 \text{ л}$ важить $2,75 \text{ г}$
 $22,4 \text{ л} - // - x$
 $x = (2,75 \cdot 22,4) : 0,7 = 88 \text{ г}$
- Записуємо рівняння реакції горіння речовини:
 $1,1 \text{ г} \qquad 2,2 \text{ г} \qquad 0,9 \text{ г}$
 $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow x \text{ CO}_2 + y/2 \text{ H}_2\text{O}$
 $M_r = 88 \qquad M_r = 44 \quad M_r = 18$
 $m = 88 \qquad m = 44x \quad m = 9y$
 $x = \frac{88 \cdot 2,2}{1,1 \cdot 44} = 4; \qquad y = \frac{88 \cdot 0,9}{1,1 \cdot 9} = 8$
- Кількість атомів О в молекулі речовини дорівнює:

$$N(\text{O}) = \frac{88 - (4 \cdot 12 + 8)}{16} = 2$$
- Визначаємо справжню формулу речовини:
 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2; \quad M_r(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 88$

III спосіб:

- Визначимо молярну масу і кількість речовини органічної сполуки:

$$v(\text{реч.}) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,7 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0313 \text{ моль};$$

$$M(\text{реч.}) = \frac{m}{v} = \frac{2,75 \text{ г}}{0,0313 \text{ моль}} = 88 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{реч.}) = \frac{m}{M} = \frac{1,1\text{г}}{88\text{г/моль}} = 0,0125\text{моль}$$

2. Розрахуємо кількість речовин, що утворились при згорянні, та кількість речовин елементів, що входили до їх складу:

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{2,2\text{г}}{44\text{г/моль}} = 0,05\text{моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{C}) = 0,05\text{моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{0,9\text{г}}{18\text{г/моль}} = 0,05\text{моль}$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,05\text{моль} = 0,1\text{моль}$$

3. Визначимо, чи входив Оксиген до складу речовини, для цього від маси речовини віднімемо маси атомарних Гідрогену та Карбону:

$$m(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,05\text{моль} \cdot 12\text{г/моль} = 0,6\text{г}$$

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

$$m(\text{O}) = m(\text{реч.}) - [m(\text{C}) + m(\text{H})] = 1,1\text{г} - (0,6 + 0,1) = 0,4\text{г}$$

4. Визначимо кількість речовини Оксигену:

$$\nu(\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{0,4\text{г}}{16\text{г/моль}} = 0,025\text{моль}$$

5. Визначимо формулу оксигенвмісної органічної сполуки



$$x = \frac{\nu(\text{C})}{\nu(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)} = \frac{0,05\text{моль}}{0,0125\text{моль}} = 4$$

$$y = \frac{\nu(\text{H})}{\nu(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)} = \frac{0,1\text{моль}}{0,0125\text{моль}} = 8$$

$$z = \frac{\nu(\text{O})}{\nu(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)} = \frac{0,025\text{моль}}{0,0125\text{моль}} = 2$$

Відповідь: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

6.4. Виведення формули органічної речовини за молекулярною масою

Особливість задач цього типу полягає в тому, що в їх умові вказується клас органічної речовини. На підставі загальної формули визначають молекулярну формулу речовини.

Умовні позначення

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ – насичений вуглеводень;

C_nH_{2n} – етиленовий вуглеводень, або циклоалкан;

- C_nH_{2n-2} – ацетиленовий або дієновий вуглеводень;
- C_nH_{2n-6} – ароматичний вуглеводень;
- $C_nH_{2n+1}OH$ – насичений одноатомний спирт;
- $C_nH_{2n+1}COH$ – альдегід;
- $C_nH_{2n+1}COOH$ – насичена одноосновна карбонова кислота;
- $C_nH_{2n+1}NH_2$ – первинний амін

Алгоритм 28

1. Визначити відносну молекулярну масу речовини за відотною густиною, або іншими даними.
2. Записати загальну формулу органічної сполуки
3. Підставити в загальну формулу відносні атомні маси елементів та відносну молекулярну масу сполуки.
4. Розв'язати рівняння і записати формулу речовини.

Приклад 41

Відносна густина пару алкану за воднем дорівнює 36. Визначте молекулярну формулу алкану.

Дано: $D_{H_2}(C_nH_{2n+2})=36$ $C_nH_{2n+2} - ?$	Розв'язання: 1. Визначаємо відносну молекулярну масу речовини: $M(C_nH_{2n+2}) = 2D_{H_2} = 2 \cdot 36 = 72 \text{ г / моль}$ 2. Підставляємо в загальну формулу відносні атомні та відносну молекулярну масу речовин: $12n + 2n + 2 = 72$ $n = 5$ Формула алкану C_5H_{12}
---	---

Відповідь: C_5H_{12}

6.5. Знаходження формули органічної речовини за рівнянням хімічної реакції

Алгоритм 29

1. Записати гіпотетичне рівняння реакції
2. Обчислити кількість вихідної речовини чи продукту реакції.
3. Обчислити за рівнянням реакції кількість невідомої речовини.
4. Обчислити молярну масу невідомої речовини.
5. Підставити молярну масу речовини в загальну формулу і розв'язати рівняння

6. Записати формулу речовини.

Приклад 42

Невідомий алкен масою 1,12 г повністю прореагував з бромом масою 3,2 г. Визначте формулу алкену

Дано:

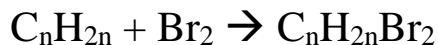
$$m(C_nH_{2n})=1,12 \text{ г}$$

$$m(Br_2)=3,2 \text{ г}$$



Розв'язання:

1. Складаємо гіпотетичне рівняння:



2. Визначаємо кількість речовини бром:

$$\nu(Br_2) = \frac{m}{M} = \frac{3,2\text{г}}{160\text{г/моль}} = 0,02\text{моль}$$

3. За рівнянням реакції видно, що молярне співвідношення між бромом і алкеном однакові, отже $\nu(Br_2) = \nu(C_nH_{2n}) = 0,02\text{моль}$

Молярна маса алкену становить:

$$M(C_nH_{2n}) = \frac{m}{\nu} = \frac{1,12\text{г}}{0,02\text{г/моль}} = 56\text{г/моль}$$

4. Підставляємо значення молярної маси в загальну формулу алкену:

$$12n + 2n = 56$$

$$14n = 56$$

$$n = 4$$

Формула C_4H_8

Відповідь: C_4H_8

6.6. Виведення формул речовин на основі об'ємних співвідношень

В основі розв'язання задача такого типу лежить закон Гей-Люссака:

Об'єми реагуючих і утворених газоподібних речовин відносяться між собою як прості цілі числа або коефіцієнти в рівняннях реакцій.

$$V_1 : V_2 : V_3 = n_1 : n_2 : n_3$$

Алгоритм 30

1. Обчислити об'єми реагуючих і утворених речовин.
2. Обчислити співвідношення об'ємів речовин.
3. Записати рівняння реакції окиснення речовини.
4. Перенести в рівняння реакції коефіцієнти.

5. Визначити число атомів елементів у речовині.
6. Записати формулу.

Приклад 43

Вивести формулу вуглеводню, якщо на спалювання його об'ємом 0,3 л витратили кисень об'ємом 1,95 л, а внаслідок реакції утворився вуглекислий газ об'ємом 1,2 л і пари води об'ємом 1,5 л.

Дано:	Розв'язання:
$V(C_xH_y) = 0,3$ л	1. Визначаємо співвідношення об'ємів реагуючих і утворених речовин:
$V(O_2) = 1,95$ л	$V(C_xH_y) : V(CO_2) : V(O_2) : V(H_2O) = 0,3 : 1, 2 :$
$V(CO_2) = 1,2$ л	$1,95 : 1,5 = 1 : 4 : 6,5 : 5 = 2 : 8 : 13 : 10$
$V(H_2O) = 1,5$ л	2. $2C_xH_y + 13 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$
C_xH_y	3. Визначаємо скільки атомів Карбону і Гідрогену в речовині:
	$2x = 8; \quad 2y = 20;$
	$x = 4 \quad y = 10$
	4. Справжня формула C_4H_{10} .

Відповідь; C_4H_{10}

Задачі для самостійного розв'язування

- 6.1. Визначити молекулярну формулу алкану, масова частка Карбону в якому становить 75 %.
- 6.2. При спалюванні 4,8 г органічної речовини одержали 6,6 г вуглекислого газу та 5,4 г води. Густина парів цієї речовини за воднем становить 16. Визначити формулу речовини.
- 6.3. При спалюванні органічної речовини масою 4,6 г отримано 8,8 г карбон (IV) оксиду і 5,4 г води. Відносна густина речовини за воднем 23. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 6.4. При спалюванні 12 г невідомого вуглеводню утворилось 16,8 л карбон (IV) оксиду та 27 г води. 1 л вуглеводню має масу 0,714 г. Визначити формулу вуглеводню.
- 6.5. Деякий алкан має відносну густину пари за повітрям 3,931. Визначте його формулу.

- 6.6.** Визначте молекулярну формулу алкану, 14,5 г якого займає об'єм 5,6 л. (н.у.)
- 6.7.** Визначте формулу алкену, який має відносну густину за воднем 28.
- 6.8.** Алкан має відносну густину за повітрям 4,9. Визначте його формулу.
- 6.9.** Алкан масою 11 г за нормальних умов займає об'єм 5,6 л. Визначте його формулу.
- 6.10.** Визначте формулу алкану, густина парів якого за воднем дорівнює 36.
- 6.11.** Алкан кількістю речовини 0,2 моль має масу 22,8 г. Визначте його формулу.
- 6.12.** Густина алкену за н. у. дорівнює 2,5 г/л. Визначте формулу алкену.
- 6.13.** Відносна густина пару алкану за азотом дорівнює 5,07. Визначте молекулярну формулу алкану.
- 6.14.** Монобромпохідна речовина невідомого алкану містить 65 % бром. Визначити формулу речовини, записати структурні формули її ізомерів та дати їм назви.
- 6.15.** При пропусканні етиленового вуглеводню масою 14 г крізь надлишок бромної води одержали 54 г дибромпохідного вуглеводню. Визначити формулу ненасиченого вуглеводню.
- 6.16.** Два ненасичені вуглеводні мають однаковий елементарний склад: 85,714 % Карбону та 14,286 % Гідрогену. Густина парів вуглеводнів за повітрям становить відповідно 1,448 та 2,414. Визначити молекулярні формули вуглеводнів.
- 6.17.** До водного розчину невідомої органічної речовини масою 132 г з масовою часткою речовини 20 % додали надлишок амоніачного розчину аргентуму (I) оксиду. Випав осад, на повне розчинення якого витратили 189 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 80%. Визначити формулу органічної речовини.
- 6.18.** При взаємодії 8,7 г невідомого альдегіду з амоніачним розчином аргентуму (I) оксиду одержали 32,4 г срібла. Визначити структурну формулу альдегіду.
- 6.19.** Органічна речовина А реагує з воднем та купрум (II) гідроксидом, але не взаємодіє з бромною водою та кальцій оксидом. Масова частка Оксигену в речовині А становить 27,58 %. Відомо, що речовина А не змінюється під дією розчину калій

перманганату з масовою часткою солі 2 %. Визначити формулу речовини А.

- 6.20.** Етиленовий вуглеводень масою 16,8 г приєднує 6,72 л бромоводню (н.у.). Визначте молекулярну формулу алкену.
- 6.21.** Визначте формулу алкену, якщо відомо, що 7 г його знебарвлюють 80 г розчину з масовою часткою бромоводню 20 %.
- 6.22.** Алкен масою 7 г приєднує бромоводень, об'єм якого однаковий з об'ємом метану масою 2 г (н.у.). Визначити формулу алкену.
- 6.23.** Алкен масою 2,8 г приєднує 2,24 л хлору (н.у.). Знайти молекулярну формулу вуглеводню.
- 6.24.** Визначте молекулярну формулу алкену, якщо відомо, що його зразок масою 1,4 г може знебарвити 107 г 3 %-вої бромної води.
- 6.25.** Алкен нерозгалуженої будови містить подвійний зв'язок при першому атомі Карбону. Зразок цього алкену масою 0,84 г може приєднати 1,6 г бромоводню. Визначте формулу алкену і назвіть його.
- 6.26.** Визначте формулу дієну, якщо 3,4 г можуть знебарвлювати 80 г бромної води з масовою часткою бромоводню 2 %.
- 6.27.** Визначте формулу алкену, якщо він масою 5,6 г при взаємодії з водою утворює 7,4 г спирту.
- 6.28.** Визначте формулу етиленового вуглеводню, якщо 14 г його приєднують 32 г бромоводню.

Розділ VII. Комбіновані задачі

Комбіновані задачі – це задачі, які розв’язують на основі поєднання кількох алгоритмів різнотипних задач.

Наприклад, задачі на „надлишок” ускладнюються, якщо вихідні речовини містять домішки або дані у вигляді розчинів. Для розв’язування таких задач спочатку знаходять маси чистих речовин, а далі вже доводять, який із реагентів у надлишку і проводять обчислення як для задачі на „надлишок”.

7.1. Розрахунки за рівнянням хімічної реакції коли реагенти знаходяться у розчині з певною часовою часткою

Алгоритм 31

1. Записати умову задачі
2. Визначити кількість речовини, що вступає в хімічну реакцію
3. За рівнянням хімічної реакції визначити кількість речовини, що реагує з речовиною відомою кількістю
4. Розрахувати масу реагенту, що знаходиться у розчині
5. Визначити масу (або об’єм) розчину за відомою масовою часткою та густиною.
6. Записати відповідь

Приклад 44

Який об’єм розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 10 % (густина розчину 1,07 г/мл) витрачається на повне осадження барій хлориду масою 31,2 г ?

Дано:

$$\omega\% (\text{H}_2\text{SO}_4) = 10 \%$$

$$\rho (\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,07 \text{ г/мл}$$

$$m (\text{BaCl}_2) = 31,2 \text{ г}$$

$$V_p (\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Розв’язок:

1. Складаємо рівняння хімічної реакції та визначаємо кількісне співвідношення реагентів – учасників хімічної реакції:



1 моль 1 моль

2. Розраховуємо кількість речовини барій хлориду:

$$\nu(\text{BaCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{31,2\text{г}}{208\text{г/моль}} = 0,15\text{моль};$$

3. За рівнянням хімічної реакції видно, що сульфатна кислота реагує в тій самій кількості (0,1 моль).

4. Визначимо масу сульфатної кислоти

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu \cdot M = 0,15\text{моль} \cdot 98\text{г/моль} = 14,7\text{г}$$

5. Визначимо масу розчину сульфатної кислоти:

$$m_p(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega} = \frac{14,7\text{г}}{0,1} = 147\text{г}$$

6. Розрахуємо об'єм розчину сульфатної кислоти:

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m}{\rho} = \frac{147\text{г}}{1,07\text{г/мл}} = 137,4\text{мл.}$$

Відповідь: об'єм розчину 137 мл.

Алгоритм 32

1. Записати умову задачі

2. Визначити масу речовини, що знаходиться у розчині

3. Розрахувати кількість речовини-реагенту, що міститься у розчині

4. За рівнянням хімічної реакції визначити кількість речовини другого реагенту

5. Визначити масу (об'єм) другого реагенту

Якщо другий реагент дан у вигляді розчину з певною масовою часткою та густиною, то визначити масу розчину або його об'єм

6. записати відповідь

7.2 Метод логічних ланцюгів для розв'язування комбінованих задач

Приклад 45

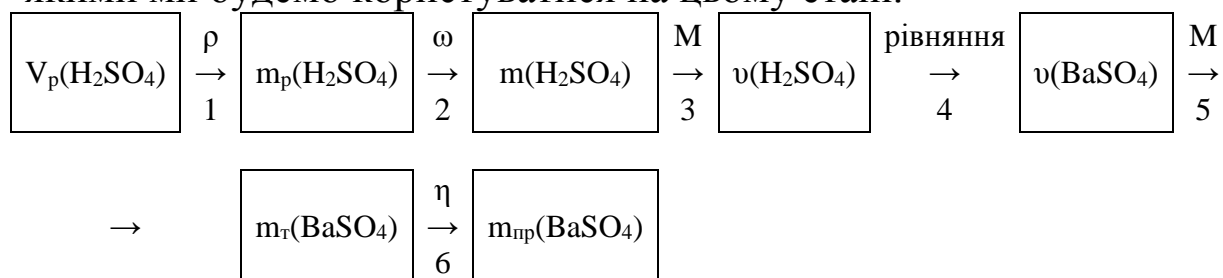
Яка маса осаду утворюється при дії розчину сульфатної кислоти об'ємом 128,61 мл з масовою часткою кислоти 20 % ($\rho = 1,143 \text{ г/мл.}$) на надлишок розчину барій хлориду. Масова частка виходу реакції становить 93 %.

Методичні поради

Ця задача містить 3 типи розрахункових задач:

1. Визначення масової частки розчиненої речовини.
2. Розрахунки за рівняннями хімічних реакцій.
3. Задачі на вихід продукту реакції.

Складаємо логічний ланцюжок, вказуючи над стрілками ті величини, якими ми будемо користуватися на цьому етапі.



Розв'яжемо задачу, користуючись логічним ланцюжком:

Дано:

$$V_p(H_2SO_4) = 128,61 \text{ мл}$$

$$\omega\%(H_2SO_4) = 20 \%$$

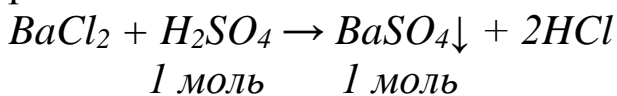
$$\rho(H_2SO_4) = 1,143 \text{ г/мл}$$

$$\eta = 93\%; 0,93$$

$$m_{пр}(BaSO_4) - ?$$

Розв'язок:

1. Складемо рівняння хімічної реакції, визначимо молярне співвідношення реагентів:



2. Визначимо масу розчину H_2SO_4

$$m_p(H_2SO_4) = \rho \cdot v = 1,143 \text{ г/мл} \cdot 128,61 \text{ мл}$$

$$m_p(H_2SO_4) = 147 \text{ г.}$$

3. Визначимо масу безводної H_2SO_4 :

$$m(H_2SO_4) = m_p(H_2SO_4) \cdot \omega = 147 \text{ г} \cdot 0,2 = 29,4 \text{ г.}$$

4. Розрахуємо кількість речовини H_2SO_4 :

$$v(H_2SO_4) = \frac{m}{M} = \frac{29,4 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

5. Визначимо молярне співвідношення вихідних речовин і продуктів реакції:

$$v(BaSO_4) = v(H_2SO_4) = 0,3 \text{ моль (за рівнянням хімічної реакції).}$$

6. Розрахуємо теоретичну масу $BaSO_4$

$$m_m(BaSO_4) = v \cdot M = 0,3 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль}$$

$$m_m(BaSO_4) = 69,9 \text{ г}$$

7. Визначимо практичну масу $BaSO_4$:

$$m_{np}(BaSO_4) = m_m(BaSO_4) \cdot \eta = 69,9 \cdot 0,93 = 65 \text{ г}$$

Відповідь: $m_{np}(BaSO_4) = 65 \text{ г}$

7.1 Який об'єм займе газ при температурі 80°C , що виділиться при взаємодії 2,8 г заліза із сульфатною кислотою, яка міститься у 25 г розчину з масовою часткою кислоти 98%?

7.2 На хлорування суміші масою 27,2 г, що містить магній та залізо, витратили 18,352 л хлору, виміряного при температурі 25°C та тиску 108 кПа. Обчислити масовий склад вихідної суміші.

7.3 Натрій сульфід, необхідний для реакції в сірчано кислому середовищі з 5,98 г солі, до складу якої входить 26,53 % Калію, 35,37 % Хрому та 38,1 % Оксигену, був одержаний шляхом пропускання сульфур (IV) оксиду крізь 16% водний розчин натрій гідроксиду ($\rho=1,2 \text{ г/мл}$). Обчислити об'єм розчину натрій гідроксиду.

7.4 Фосфор (V) оксид, одержаний при спалюванні 3,1 г фосфору, розчинили у 70 мл 14 % розчину калій гідроксиду ($\rho=1,14 \text{ г/мл}$). Визначити масову частку солі в одержаному розчині.

- 7.5** Визначте об'єм водню (н.у.) який можна добути при взаємодії 13 г цинку з 235,58 мл 6 % - вого розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,04 \text{ г/мл}$).
- 7.6** Визначте об'єм нітроген (IV) оксиду (н.у.) який можна добути при взаємодії 0,64 г міді з 2,234 мл 94 % - вого розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,5 \text{ г/мл}$).
- 7.7** Визначте масу ферум (III) сульфату, добутого при взаємодії з надлишком ферум (III) оксиду розчину об'ємом 27,54 мл з масовою часткою сульфатної кислоти 10 % ($\rho = 1,069 \text{ г/мл}$).
- 7.8** Скільки грамів калій нітрату утворюється, якщо до 8,4 г калій гідроксиду прилити 150,86 мл 8 % - вої нітратної кислоти ($\rho = 1,044 \text{ г/мл}$) ?
- 7.9** Скільки грамів осаду утворюється при пропусканні 6,72 л карбон (IV) оксиду (н.у.) через розчин барій гідроксиду масою 570 г з масовою часткою лугу 3 % ?
- 7.10** Визначте масу осаду, що утворюється при взаємодії 160 г 10 % - вого розчину купрум (II) сульфату з 60 г 20 % - вого розчину натрій гідроксиду.
- 7.11** При взаємодії з цинком 20 % - вої хлоридної кислоти практично добули 3 г водню. Відомо що масова частка виходу водню становить 75 %. Визначте масу розчину хлоридної кислоти, що прореагував.
- 7.12** Скільки грамів 14 % - вого розчину калій гідроксиду вступило в реакцію з нітратною кислотою, якщо практично добули 9,696 г калій нітрату. Відомо, що масова частка калій нітрату становить 96% від теоретично можливого.
- 7.13** Який об'єм 4 % - вого розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,046 \text{ г/мл}$) витрачається на нейтралізацію 150 г 20 % - вого розчину оцтової кислоти?
- 7.14** До розчину масою 300 г з масовою часткою оцтової кислоти 30% додали натрій гідроксид масою 20 г. Який об'єм розчину з масовою часткою калій гідроксиду 25 % потребується для нейтралізації розчину, добутого після додавання натрій гідроксиду? Густина розчину КОН дорівнює 1,24 г/мл.

Розділ VIII. Хімічна кінетика і рівновага

8.1. Швидкість хімічної реакції

Хімічна кінетика — розділ хімії, що вивчає швидкість хімічних процесів. Ця наука включає в себе вивчення впливу різних експериментальних умов на швидкість хімічних реакцій та досліджує їх механізми.

Предметом хімічної кінетики є вивчення законів, що визначають залежність швидкості хімічної реакції від різних факторів.

Швидкість хімічної реакції може змінюватись в широких межах. Більшість хімічних реакцій в розчинах (між основами і кислотами, між солями) відбуваються настільки швидко, що практично їх можна вважати миттєвими. Дуже швидко відбуваються реакції, що супроводжуються вибухом. Можливі хімічні реакції, які перебігають протягом декількох хвилин, годин або років. Хімічні перетворення в склі, металах, гірських породах відбувається дуже повільно.

Швидкість хімічної реакції це-зміна концентрації вихідних речовин або продуктів реакції за одиницю часу.

Залежність між зміною концентрації вихідної речовини за певний проміжок часу має графічний вигляд (рис. 3):

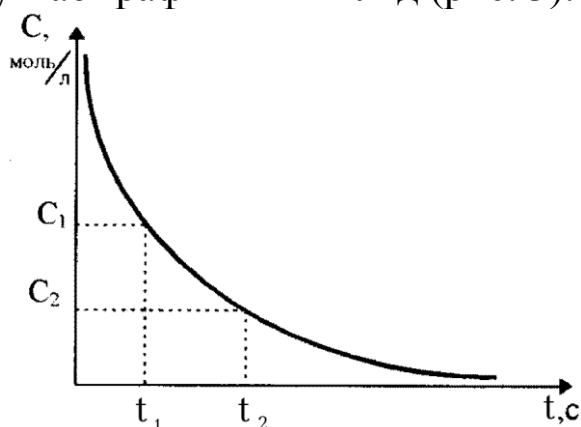


Рис. 3

При цьому немає значення, зміна концентрації якої речовини контролюється в ході реакції, так як всі реагенти і продукти пов'язані між собою рівнянням реакції, і тому за змінною концентрації однієї із речовин можна робити висновок про зміну концентрації всіх інших. Швидкість хімічної реакції виражають в моль/(л·с).

Наприклад, крива (рис. 3) характеризує зменшення концентрації речовини А в ході хімічної реакції $A+B=C+D$. Так, коли концентрація

речовини А в деякий момент часу t_1 вимірюється величиною C_1 , а в момент t_2 починає дорівнювати C_2 , то за проміжок часу $\Delta t = t_2 - t_1$ зміна концентрації речовини становить:

$$\Delta C = C_1 - C_2,$$

звідки середня швидкість реакції дорівнює:

$$\bar{v} = \pm \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

де ΔC – зміна концентрації реагуючої речовини за проміжок часу Δt .

Швидкість реакції можна визначити і за зміною концентрації одного із продуктів реакції за одиницю часу.

Приклад 46.

Обчислити швидкість хімічної реакції $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$, якщо концентрація карбон (II) оксиду протягом 10 хв зменшилась від 0,2 до 0,1 моль/л.

Алгоритм 33

1. Скласти умову задачі
2. Записати вираз для швидкості хімічної реакції
3. Підставити у вираз молярні концентрації реагентів та проміжок часу
4. Провести розрахунки
5. Записати відповідь

Дано:

$$C_1 = 0,2 \text{ моль/л}$$

$$C_2 = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$\Delta t = 10 \text{ хв}$$

$$v = ?$$

Розв'язання:

$$v = \pm \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Підставимо данні умови задачі:

$$v = \frac{(0,2 \text{ моль/л} - 0,1 \text{ моль/л})}{10 \text{ хв}} = 0,01 \text{ моль/л} \cdot \text{хв}$$

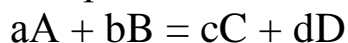
Відповідь: швидкість реакції становить 0,01 моль/л·хв

8.2. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації реагуючих речовин

Необхідною умовою того, щоб між частинками реагуючих речовин відбулася хімічна взаємодія, є їх зіткнення між собою. Кількість зіткнень, в свою чергу, тим більше, чим вище концентрація кожного із вихідних речовин. Залежність швидкості простих хімічних реакцій від концентрацій була відкрита у 1867 році К.М.Гульдбергом і П.Вааге і має назву **закон діючих мас**:

Швидкість хімічної реакції при постійній температурі прямо пропорційна добутку концентрацій реагуючих речовин, узятих у степенях, що дорівнюють коефіцієнтам у хімічній реакції.

Наприклад, для хімічної реакції:



$$v = k[A]^a \cdot [B]^b$$

Такий вираз має назву-кінетичне рівняння. В нього не входять кристалічні (тверді) речовини.

Константа швидкості реакції (k) чисельно дорівнює швидкості реакції при концентраціях реагуючих речовин, що дорівнюють 1 моль/л.

Константа швидкості реакції не залежить від концентрації реагуючих речовин, а залежить від природи реагуючих речовин.

Приклад 47.

Як зміниться швидкість реакції $2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g)$, якщо концентрацію вихідних речовин збільшити в 3 рази?

Алгоритм 33

1. Скласти умову задачі
2. Написати вираз залежності швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин (кінетичне рівняння)
3. Записати кінетичне рівняння за умов зміни концентрації реагуючих речовин
4. Записати співвідношення швидкостей реакцій
5. Провести алгебраїчні скорочення та арифметичні розрахунки
6. Записати відповідь

Будьте уважні! В умовах задач такого типу за участю газоподібних речовин можуть бути надані зміна тиску або об'єму газів. Збільшення

тиску газів призводить до пропорційного зменшення їх об'ємів, що сприяє збільшенню концентрації газоподібної речовини. Для цих задач також застосовують закон діючих мас.

Дано:	Розв'язок:
$\frac{[NO]_2}{[NO]_1} = 3$ рази	Складаємо кінетичні рівняння:
$\frac{[O_2]_2}{[O_2]_1} = 3$ рази	$v_1 = k[NO]^2[O_2]$
$\frac{v_2}{v_1} = ?$	$v_2 = k[3NO]^2[3O_2] = k \cdot 9[NO]^2 \cdot 3[O_2]$
	Запишемо вираз для відношення швидкостей:
	$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot 9[NO]^2 \cdot 3[O_2]}{k[NO]^2[O_2]} = 27$ раз

Відповідь: швидкість зросте у 27 разів.

8.3. Залежність швидкості хімічної реакції від температури

Значно впливає на швидкість хімічної реакції температура. З підвищенням температури швидкість хімічних реакцій, як правило зростає. При підвищенні температури зростає швидкість руху молекул і відповідно збільшується кількість зіткнень між ними.

Збільшення числа зіткнень між молекулами не є головною причиною такого значного збільшення швидкості реакції при нагріванні. При збільшенні температури молекули набувають надлишкової енергії - енергії активації, яка і є вирішальною для цього процесу.

Для оцінки залежності швидкості хімічної реакції від температури користуються **правилом Вант-Гоффа**:

При підвищенні температури кожні 10° швидкість хімічної реакції збільшується в 2-4 рази.

Цю залежність можна виразити рівнянням:

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

де v_2 – швидкість хімічної реакції при температурі t_2 ;

v_1 – швидкість хімічної реакції при температурі t_1 ;

γ - температурний коефіцієнт $\gamma = 2 \dots 4$;

$t_2 - t_1$ – різниця температур.

Приклад 48.

Швидкість реакції при 0°C становить $1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Температурний коефіцієнт дорівнює 3. Розрахуйте швидкість реакції при 30°C .

Алгоритм 34

1. Скласти умову задачі
2. Записати математичний вираз правила Вант-Гоффа
3. Підставити у вираз чисельні данні
4. Провести математичні розрахунки
5. Записати умову задачі

Дано:

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 3$$

$$v_1 = 1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$v_2 = ?$$

Розв'язок:

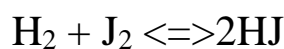
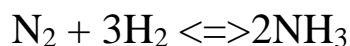
$$\text{За правилом Вант-Гоффа: } v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$$v_2 = 1 \text{ моль/л} \cdot \text{с} \cdot 3^{\frac{30-0}{10}} = 1 \cdot 3^3 = 27 \text{ моль/л} \cdot \text{с}$$

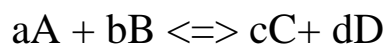
Відповідь: $v_2 = 27 \text{ моль/л} \cdot \text{с}$

8.3. Хімічна рівновага

Оборотними називають хімічні реакції, що перебігають як в прямому так і в зворотному напрямках.



Як приклад розглянемо гіпотетичну реакцію:



Якщо система складається із чистих реагентів, то згідно із законом діючих мас швидкість їх взаємодії визначається співвідношенням:

$$V_{\text{пр.}} = k_{\text{пр.}} [\text{A}]^a [\text{B}]^b$$

По мірі хімічного перетворення концентрація А і В зменшується і, відповідно, швидкість прямої реакції знижується. Разом з цим утворення в системі продуктів дає можливість перебігу зворотної реакції, швидкість якої буде зростати і визначатись співвідношенням:

$$V_{зв.} = k_{зв.} [C]^c [D]^d$$

Рано чи пізно їх швидкості зрівняються і в системі настане хімічна рівновага (рис. 4).

Хімічна рівновага – це стан системи при якому швидкість прямої реакції дорівнює швидкості зворотної реакції

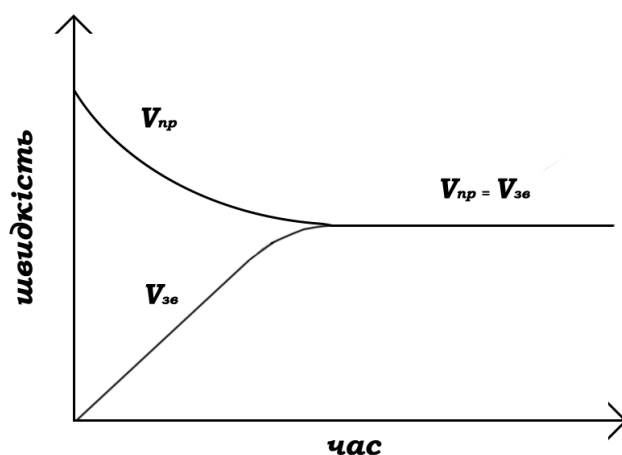


Рис. 4

Рівноважними називаються концентрації реагентів і продуктів в стані хімічної рівноваги.

Константа хімічної рівноваги – це відношення констант швидкостей прямої і зворотної реакції.

Так, як в стані хімічної рівноваги $V_{пр} = V_{зв}$, то

$$k_{пр} [A]^a [B]^b = k_{зв} [C]^c [D]^d,$$

відповідно:

$$K = \frac{k_{пр}}{k_{зв}} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Приклад 49.

В системі $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ вихідні концентрації CO і Cl_2 становили 0,28 і 0,09 моль/л, рівноважна концентрація CO – 0,20 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги.

Дано:

$$[\text{CO}]_0 = 0,28$$

моль/л

$$[\text{Cl}_2]_0 = 0,09 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = 0,20 \text{ моль/л}$$

К- ?

Розв'язання:

1) визначимо рівноважні концентрації COCl_2 і Cl_2 , тобто $[\text{COCl}_2]$ і $[\text{Cl}_2]$.

а) виходячи з рівноважної концентрації CO , яка дорівнює $[\text{CO}] = 0,20$ моль/л, знайдемо кількість речовини CO , що вступила в реакцію, тобто $\Delta\nu(\text{CO}) = [\text{CO}]_0 - [\text{CO}] = 0,28 - 0,20 = 0,08$ моль;

б) визначимо кількість речовини Cl_2 , що вступила в реакцію та кількість речовини COCl_2 , яка утворилась з рівняння реакції:
 $\Delta\nu(\text{CO}) = \nu[\text{Cl}_2] = \Delta\nu(\text{COCl}_2) = 0,08$ моль;

в) рівноважна концентрація Cl_2 дорівнює:

$$[\text{Cl}_2] = [\text{Cl}_2]_0 - \Delta C(\text{Cl}_2) = 0,09 - 0,08 = 0,01 \text{ моль/л};$$

г) рівноважна концентрація COCl_2 становить:

$$[\text{COCl}_2] = \Delta C[\text{COCl}_2] = 0,08 \text{ моль/л}$$

2) розрахуємо константу рівноваги:

$$K = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,08}{0,2 \cdot 0,01} = 40$$

Відповідь: $K = 40$

Приклад 50.

В системі $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{г})$ рівноважні концентрації дорівнюють $[\text{A}] = 0,06$ моль/л; $[\text{B}] = 0,12$ моль/л; $[\text{C}] = 0,216$ моль/л. Знайти константу рівноваги реакції і вихідні концентрації речовин A і B .

Дано:

$[A] = 0,06$ моль/л

$[B] = 0,12$ моль/л

$[C] = 0,216$ моль/л

$[A]_0$ -?

$[B]_0$ -?

K- ?

Розв'язання:

1) Константа рівноваги виражається співвідношенням:

$$K = \frac{[C]}{[A][B]^2} = \frac{0,216}{0,06 \cdot (0,12)^2} = 2,5$$

2) для знаходження вихідних концентрацій речовин А і В, врахуємо, що згідно з рівнянням, з 1 моль А і 2 моль В утворюється 1 моль С. Таким чином, було витрачено 0,216 моль і $2 \cdot 0,216 = 0,432$ моль В. Розрахуємо вихідні концентрації:

$$[A]_0 = 0,06 + 0,216 = 0,276 \text{ моль/л;}$$

$$[B]_0 = 0,12 + 0,432 = 0,552 \text{ моль/л}$$

Відповідь: $K = 2,5$; $[A]_0 = 0,276$ моль/л; $[B]_0 = 0,552$ моль/л

Задачі для самостійного розв'язування

- 8.1. В замкнутій системи об'ємом 5 л міститься 0,8 г водню і хлор. Через 10 с в наслідок реакції маса водню знизилась до 0,3 г. розрахуйте середню швидкість реакції.
- 8.2. В сосуді об'ємом 2 л змішали 4,5 моль газу А і 3 моль газу В. Гази А і В реагують за рівнянням: $A + B = 2C$. Через 2 с в реакційній системі утворився газ С кількістю речовини 1 моль. Визначте середню швидкість реакції.
- 8.3. Як зміниться швидкість реакції $2NO + O_2 = 2NO_2$, якщо зменшити об'єм системи в 3 рази?
- 8.4. Визначте, у скільки разів збільшиться швидкість реакції $N_2 + O_2 = 2NO$, якщо збільшити кількість речовини азоту і кисню в реакційній системі в 2 рази?
- 8.5. Знайти значення константи швидкості реакції $A + B = AB$, якщо при концентраціях речовин А – 0,5 моль/л, В – 0,1 моль/л, швидкість реакції дорівнює 0,005 моль/л·с.
- 8.6. Розрахуйте, як зміниться швидкість реакції при підвищенні температури на 300 °С, якщо температурний коефіцієнт дорівнює 3.
- 8.7. Визначте, на скільки градусів слід підвищити температуру, щоб швидкість реакції збільшилась у 8 разів, якщо температурний коефіцієнт дорівнює 2.

- 8.8.** При 20 °С швидкість реакції дорівнює 0,04 моль/л·с. Визначте швидкість цієї реакції при 40 °С. Температурний коефіцієнт дорівнює 2.
- 8.9.** В системі $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ концентрацію CO збільшили від 0,03 до 0,12 моль/л, а концентрацію хлору від 0,02 до 0,06 моль/л. У скільки разів збільшилась швидкість прямої реакції?
- 8.10.** Визначте, на скільки градусів необхідно підвищити температуру, щоб швидкість реакції зросла в 50 і 100 разів, якщо температурний коефіцієнт дорівнює 3.
- 8.11.** Як зміниться швидкість реакції $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, що перебігає в газовій фазі, якщо тиск в системі збільшити в 3 рази?
- 8.12.** В системі $\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{г})$ початкова концентрація CO і Cl_2 дорівнювали 0,28 і 0,09 моль/л; рівноважна концентрація CO дорівнювала 0,20 моль/л. Знайти константу рівноваги.
- 8.13.** В стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрація азоту складала 0,3 моль/л, водню – 0,9 моль/л, амоніаку – 0,4 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги і вихідні концентрації азоту і водню.
- 8.14.** В замкнутому посуді об'ємом 40 л містилось 8 моль фосфору (V) хлориду. Через деякий час розклатося 6 моль цієї речовини. Розрахуйте константу рівноваги для цієї реакції, що описується рівнянням: $\text{PCl}_5(\text{г}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$.
- 8.15.** Константа хімічної рівноваги реакції, що описується гіпотетичним рівнянням: $\text{A}(\text{г}) + \text{B}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{г}) + \text{D}(\text{г})$ дорівнює 1. Початкові концентрації речовин становлять: A – 2 моль/л, B – 1,2 моль/л. Розрахуйте, скільки речовини A прореагувало, і скільки речовини B міститься в суміші у стані рівноваги.
- 8.16.** В системі: $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$ початкові концентрації NO та Cl_2 становили відповідно 0,5 та 0,2 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги, якщо на момент встановлення рівноваги прореагувало 20 % NO .
- 8.17.** Розрахуйте константу хімічної рівноваги для реакції: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, якщо на початок реакції концентрація N_2O_4 становила 0,08 моль/л, а на момент хімічної рівноваги прореагувало 50 % N_2O_4 .
- 8.18.** При деякій температурі рівноважні концентрації речовин для хімічної реакції $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$ дорівнюють CO – 0,04

- моль/л, O_2 – 0,06 моль/л, CO_2 – 0,02 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги для цієї реакції.
- 8.19.** Під час синтезу амоніаку: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ рівноважні концентрації становили: N_2 – 2,5 моль/л, H_2 – 1,8 моль/л, NH_3 – 3,6 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги та вихідні концентрації азоту і водню.
- 8.20.** Вихідні концентрації карбон (II) оксиду і пару води для хімічної реакції: $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ дорівнювали відповідно 0,08 моль/л. Рівноважна концентрація CO_2 становила 0,05 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги.
- 8.21.** В системі: $A(г) + 2B(г) \rightleftharpoons C(г)$ рівноважні концентрації дорівнювали: A – 0,06 моль/л; B – 0,12 моль/л; C – 0,206 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги.
- 8.22.** Рівновага в системі: $H_2(г) + J_2(г) \rightleftharpoons 2HJ(г)$ встановилась при таких концентраціях: H_2 – 0,025 моль/л; J_2 – 0,05 моль/л; HJ – 0,09 моль/л. Визначте вихідні концентрації йоду і водню.
- 8.23.** При деякій температурі рівновага в системі $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ встановилась при таких концентраціях: NO_2 – 0,006 моль/л; NO – 0,024 моль/л; O_2 – 0,012 моль/л. Знайти константу хімічної рівноваги і вихідну концентрацію NO_2 .
- 8.24.** Рівновага реакції $2NO(г) + O_2(г) \rightleftharpoons 2NO_2(г)$ встановилась при таких концентраціях реагуючих речовин: NO – 3 моль/л; O_2 – 4 моль/л; NO_2 – 2 моль/л. Розрахуйте константу хімічної рівноваги.
- 8.25.** Рівноважні концентрації в системі $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ становили: SO_2 – 0,04 моль/л; O_2 – 0,06 моль/л; SO_3 – 0,02 моль/л. Визначте константу хімічної рівноваги і початкові концентрації SO_2 і O_2 .

Відповіді

Розділ I

1.1	80	1.2	158
1.3	1,6% H; 76,2% O; 22,2% N	1.4	29,4%; 36%; 38,1; 17,1%
1.5	$Fe_2O_3(70\%)$	1.6	45,3%
1.7	5	1.8	2:1:8
1.9	3,3:1:4	1.10	3,1:4
1.11	$COCl_2$	1.12	H_4CON_2
1.13	$K_2Cr_2O_7$	1.14	34,2 г
1.15	N_2	1.16	2,45
1.17	28	1.18	1,44
1.19	0,88	1.20	8
1.21	1	1.22	844 мл
1.23	4,8 л	1.24	462 мл
1.25	304 кПа	1.26	18 мл
1.27	54,8 кПа	1.28	540 л
1.29	26 г/моль	1.30	58 г/моль
1.31	58 г/моль	1.32	850 л
1.33	33,6 л	1.34	$2,68 \cdot 10^{-19}$
1.35	1 л	1.36	1:16:2
1.37	3:2	1.38	1,2 л
1.39	40 л	1.40	58 г/моль
1.41	80 г/моль	1.42	82 г/моль
1.43	167 л	1.44	40 г/моль

Розділ II

2.1	10 %	2.2	87,5 г; 262,5 г
2.3	150 г р-ну, 450 г води	2.4	3,9 л; 7,1 л
2.5	35 %	2.6	24,4 %
2.7	292,3 г; 438,5 г	2.8	10,7 %
2.9	1,29 м	2.10	1,97 м
2.11	19,24 л	2.12	1,2 л
2.13	1 л	2.14	2,3 м
2.15	57 %	2.16	489,1; 50,9
2.17	12 мл	2.18	97,68 г
2.19	16 %	2.20	51,75 г
2.21	109,8 г	2.22	16,7 %
2.23	26,8 %	2.24	51 г
2.25	27,2 %		

Розділ III

3.1	2,8 г	3.2	64 г
3.3	204 г	3.4	2,8 л
3.5	224 г	3.6	3,36 л
3.7	0,336 л	3.8	4,48 л
3.9	16,8 г	3.10	2,8 л
3.11	6,72 л	3.12	58,52 г
3.13	1,42 г; 0,01 моль	3.14	0,448 л
3.15	вистачить	3.16	не вистачить
3.17	1,48 г	3.18	8,96 л
3.19	1,92 г; 1,344 л	3.20	0,025 моль
3.21	74,48 л	3.22	90 %
3.23	80 %	3.24	4 г
3.25	4,03 м ³	3.26	100 %
3.27	16 %	3.28	36 г
3.29	20 %	3.30	20 %
3.31	7,9 г	3.32	40,32 л
3.33	112 л	3.34	10 %
3.35	3,58 л	3.36	25 %
3.37	5,6 л	3.38	10 %
3.39	22,4 л	3.40	4 %
3.41	2,13 л	3.42	20 %
3.43	12,42 г	3.44	12 г
3.45	57 %	3.46	48 г
3.47	0,27 л	3.48	7,52
3.49	96 %	3.50	75 %
3.51	89 %	3.52	2,94 г
3.53	3,42 г	3.54	27 г
3.55	172 г	3.56	15,8 г
3.57	2,22 л	3.58	75 %
3.59	5,04 л	3.60	97,92 кг
3.61	359 кг	3.62	16,9 г
3.63	640 кг	3.64	11,1 г
3.65	2,17 г	3.66	45 г
3.67	13 г	3.68	1,65 г
3.69	2,8 л	3.70	4,48 л
3.71	6,72 л	3.72	27,96 г
3.73	4,26 г	3.74	26 г (кисла)
3.75	44 г; 8 г S	3.76	39,4 г

3.77	272 г $KHSO_4$	3.78	10,64 г $NaHS$
3.79	149,6 г $KHSO_4$	3.80	12 г $CaSO_4$
3.81	94 г	3.82	76,5 кДж
3.83	76,35 кДж	3.84	-
3.85	-	3.86	-
3.87	752,5 кДж	3.88	158,8 кДж
3.89	-	3.90	2,68 м ³
3.91	7,5 кДж	3.92	118,9 кДж
3.93	40,5 %	3.94	6,6 мл
3.95	20 %	3.96	73 %
3.97	65 %	3.98	23,4 г Na_2S ; 66 г K_2S
3.99	11,5 г Na ; 15,6 г K	3.100	73 %

Розділ IV

4.1	N	4.2	Si
4.3	Si	4.4	As
4.5	Ge	4.6	Si
4.7	Se	4.8	Ge
4.9	F	4.10	Ti
4.11	Li	4.12	K
4.13	Na	4.14	K
4.15	Ca	4.16	Na
4.17	Li	4.18	Ba
4.19	Ca	4.20	Ca
4.21	Na	4.22	Ca
4.23	Mg	4.24	Na
4.25	Li	4.26	Na
4.27	Na	4.28	73 %; 27 %
4.29	32,064	4.30	90 %; 10 %
4.31	12,011	4.32	Ca
4.33	C	4.34	N
4.35	S	4.36	Si
4.37	C		

Розділ V

5.1	14 г	5.2	15,08 г
5.3	5,4 г	5.4	1,4 г
5.5	9,6 г	5.6	6,4 г
5.7	0,1 моль	5.8	0,64 г
5.9	5,28 г	5.10	5,1 г
5.11	2,07 г	5.12	3,6 %

Розділ VI

6.1	CH_4	6.2	CH_4O
6.3	C_2H_6O	6.4	CH_4
6.5	C_8H_{18}	6.6	C_4H_{10}
6.7	C_4H_8	6.8	$C_{10}H_{22}$
6.9	C_3H_8	6.10	C_5H_{12}
6.11	C_8H_{18}	6.12	C_4H_8
6.13	$C_{10}H_{22}$	6.14	C_3H_7Br
6.15	C_4H_8	6.16	$C_3H_6; C_5H_{10}$
6.17	CH_3COH	6.18	C_2H_5COH
6.19	C_2H_5COH	6.20	C_4H_8
6.21	C_5H_{10}	6.22	C_4H_8
6.23	C_2H_4	6.24	C_5H_{10}
6.25	C_6H_{12}	6.26	C_5H_8
6.27	C_4H_8	6.28	C_5H_{10}

Розділ VII

7.1	1,45 л	7.2	4,8 г Mg; 22,4 г Fe
7.3	25 мл	7.4	24,4 %
7.5	1,36 л	7.6	0,448 л
7.7	4 г	7.8	15 г
7.9	19,7 г	7.10	9,8 г
7.11	730	7.12	40 г
7.13	478 мл	7.14	180,6 мл

Розділ VIII

8.1	0,005 моль/л·с	8.2	0,125 моль/л·с
8.3	в 27 раз	8.4	у 4 рази
8.5	0,1 моль/л·с	8.6	в 27 раз
8.7	30°C	8.8	0,16 моль/л·с
8.9	в 12 раз	8.10	35,62°; 41,42°
8.11	243 раз	8.12	40
8.13	$K=0,73$	8.14	0,45
8.15	0,75 моль A; 0,45 моль B	8.16	0,417
8.17	0,16	8.18	4,17
8.19	$K=0,89; N_2=4,3; H_2=7,2$	8.20	2,78
8.21	2,5	8.22	0,07 моль/л; 0,05 моль/л
8.23	0,192; 0,03 моль/л	8.24	0,11
8.25	4,17; $SO_2 - 0,06; O_2 - 0,07$		

Література

1. Буринська Н.М. Хімія. 10 кл: Підручник для загальноосвітніх навчальних закл.,[Текст] / Н.М Буринська, Л.П. Величко. –К.: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2007.
2. Буринська Н.М. Хімія. 11 кл: Підручник для загальноосвітніх навчальних закл.,[Текст] / Н.М Буринська, Л.П. Величко. –К.: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2007.
- 3.Березан О.В. Енциклопедія хімічних задач [Текст] / О.В. Березан .- Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 304 с.
4. Березан О.В. Хімія: Тести для школярів і вступників до ВНЗ [Текст] / О.В. Березан .-Тернопіль: Підручники і посібники, 2007. – 368 с.
5. Басов В.П. Хімія: Навчальний посібник для самопідготовки до іспитів [Текст] / В.П. Басов, В.М.Родіонов, О.Г. Юрченко . - К.: Каравела, Львів:Новий світ, 2006. – 308 с.
6. Домбровський А.В. Органічна хімія: Підр. Для 10-11 кл. серед. Загально освіт. шк. [Текст] /А.В. Домбровськмй, Н.І. Лукашова, С.М. Лукашов – К.: Освіта, 1995.
7. Ерыгин Д.П. Методика решения расчетных задач по химии [Текст] / Д.П. Ерыгин. Е.А. Шишкин.- М.: Просвещение, 1989.- 176 с.
8. Кукса С.П. 600 задач з хімії [Текст] / С.П. Кукса .- Тернопіль: Мандрівець, 1998. 79 с.
9. Ярошенко О. Г. Завдання і вправи з хімії [Текст] / О. Г. Ярошенко, В. І Новицька – Станіца – Київ, 2003. – 234 с.
10. Хомченко Г. П. Збірник задач з хімії для вступників у вузи [Текст] / Г. П. Хомченко, І. Г. Хомченко – К.: Вища школа, 1991. – 256 с.

Додатки

Основні фізико-хімічні величини та їх одиниці

Фізична величина	Позначення	Рівняння для визначення даної фізичної величини	Одиниця
Відносна атомна маса	<i>A_r</i>	$A_r = \frac{m(X)}{1/12m(C)}$	<i>а.о.м</i>
Відносна молекулярна маса	<i>M_r</i>	$M_r = \frac{m(X)}{1/12m(C)}$	<i>а.о.м</i>
Молярна маса	<i>M</i>	$M = \frac{m}{\nu}; M = 2D_{H_2}$	<i>кг/моль</i> <i>г/моль</i>
Маса речовини	<i>m</i>	$m = V\rho; m = M\nu$	<i>кг, г</i>
Кількість речовини	<i>\nu</i>	$\nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}; \nu = \frac{N}{N_A}$	<i>моль</i>
Об'єм газу	<i>V</i>	$V = \frac{m}{\rho}; V = V_m\nu$	<i>м³, л</i>
Молярний об'єм	<i>V_m</i>	$V_m = \frac{V}{\nu}; V_m = \frac{M}{\rho}$	<i>м³/моль</i> <i>л/моль</i>
Густина	<i>\rho</i>	$\rho = \frac{m}{V}; \rho = \frac{M}{V_m}$	<i>кг/м³, г/см³,</i> <i>г/л, г/мл</i>
Масова частка	<i>\omega</i>	$\omega = \frac{m(\text{компоненту})}{m(\text{системи})}$	<i>безрозмітна</i>
Об'ємна частка	<i>\varphi</i>	$\varphi = \frac{V(\text{компоненту})}{V(\text{суміші})}$	<i>безрозмірна</i>
Молярна частка	<i>\chi</i>	$\chi = \frac{\nu(\text{компоненту})}{\nu(\text{суміші})}$	<i>безрозмірна</i>
Відносна густина газів	<i>D</i>	$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}; D = \frac{M_1}{M_2}$	<i>безрозмірна</i>

Відносні молекулярні маси деяких неорганічних сполук

	H ⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Pb ²⁺
O ²⁻			62	94	153	56	40	102	152	72	160	71	81	80	232	223
OH ⁻	18	35	40	56	171	74	58	78	103	90	107	89	99	98	—	241
Cl ⁻	36,5	53,5	58,5	74,5	208	111	95	133,5	158,5	127	162,5	126	136	135	143,5	278
Br ⁻	81	98	103	119	297	200	184	267	292	216	296	215	225	224	188	367
I ⁻	128	145	150	166	391	294	278	408	433	310	437	309	319	—	235	461
NO ₃ ⁻	63	80	85	101	261	164	148	213	238	180	242	179	189	188	170	331
S ²⁻	34	68	78	110	169	72	56	150	—	88	—	87	97	96	248	239
SO ₃ ²⁻	82	116	126	158	217	120	104	294	344	136	352	135	145	144	294	287
SO ₄ ²⁻	98	132	142	174	233	136	120	342	392	152	400	151	161	160	312	303
CO ₃ ²⁻	62	96	106	138	197	100	84	234	284	116	292	115	125	124	276	267
SiO ₃ ²⁻	78	112	122	154	213	116	100	282	332	132	340	131	141	140	292	283
PO ₄ ³⁻	98	149	164	212	601	310	262	122	147	358	151	355	385	382	419	811

Таблиця розчинності основ, кислот, солей у воді

Аніони	Катіони														
	H ⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺ , K ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺ , Ni ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻	-	P	P	-	P	M	M	H	H	H	H	H	H	H	H
F ⁻	P	P	P	P	M	M	M	P	P	M	M	H	P	M	P
Cl ⁻	P	P	P	H	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	H	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	H	P	P	P	P	-	M	P	-	P	P	P
S ²⁻	P	-	P	H	P	#	#	H	H	H	H	#	H	#	#
SO ₃ ²⁻	P	P	P	H	M	M	P	P	-	M	M	-	M	-	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	M	H	M	P	P	P	M	P	P	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ³⁻	P	P	P	H	H	H	M	H	#	H	H	H	H	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	M	H	H	M	H	#	H	H	-	M	-	-
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P

Умовні позначення:

«P» - розчинна речовина (розчинність понад 1 г речовини у 100г води);

«M» - малорозчинна речовина (розчинність від 0,001 г до 1г у 100 г води);

«H» - нерозчинна речовина (розчинність менше 0,001 г у 100 г води);

«-» - речовина не існує;

«#» - речовина реагує з водою

Навчальний посібник

Слободнюк Руслан Євгенійович

РОЗРАХУНКОВІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ: МЕТОДИКА І ПРАКТИКА

Дизайн обкладинки: *Євгеній Мацішин*

Видавництво

*ПФ «Стандарт-Сервіс». м. Дніпро,
Свідоцтво ДК № 3197 від 28.05.2008 р.
52005, Україна, Дніпропетровська обл., смт. Ювілейне,
вул. Совхозна, 68, кв. 65
Тел. (056) 370-30-22, факс (0562) 32-16-73
e-mail: ss1010@ukr.net*

Надруковано:

*ПФ «Стандарт-Сервіс». м. Дніпро,
вул. Володимира Великого, 2-а, тел. (056) 370-30-22.
Підписано до друку 15.02.2017. Формат 29,7x42 1/4. Папір офсетний.
Спосіб друку - різнограф. Умов.друк. арк. 5,72. Тираж 100 прим.*

ISBN 978-617-7382-03-3