

Навчально-методичний посібник

**Харків
Видавнича група «Основа»
2015**

УДК 37.016
ББК 74.263
О54

Автори-укладачі:

- Г. В. Беліменко* — учитель вищої категорії,
вчитель-методист;
В. М. Калантаєвська — учитель вищої категорії,
вчитель-методист;
С. В. Сікорська — учитель вищої категорії,
вчитель-методист;
Н. К. Юн — учитель вищої категорії, вчитель-методист,
Соросовський вчитель

О54 **Олімпіади з хімії. Задачі районних олімпіад: навч.-метод. посіб./Г. В. Беліменко, В. М. Калантаєвська, С. В. Сікорська, Н. К. Юн.** — Х. : ВГ «Основа», 2015. — 174, [2] с.

ISBN 978-617-00-2481-7.

Посібник містить задачі, які було запропоновано на районних олімпіадах з хімії у 2008–2012 роках, а також сорок задач для самостійного розв'язування.

Додатково до складу посібника увійшли задачі за темами «Розчини», «Електроліз», «Реакції за участі газоподібних речовин».

Рекомендовано вчителям хімії та учням, які цікавляться хімією.

УДК 37.016

ББК 74.263

ISBN 978-617-00-2481-7

© Беліменко Г. В., Калантаєвська В. М.,
Сікорська С. В., Юн Н. К., 2015

© ТОВ «Видавнич група «Основа», 2015

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
8 КЛАС	6
Олімпіада 2007 р.	6
Олімпіада 2008 р.	9
Олімпіада 2009 р.	13
Олімпіада 2010 р.	15
Олімпіада 2012 р.	18
Задачі для самостійного розв'язування	21
9 КЛАС	23
Олімпіада 2007 р.	23
Олімпіада 2008 р.	28
Олімпіада 2010 р.	33
Олімпіада 2011 р.	36
Олімпіада 2012 р.	40
Задачі для самостійного розв'язування	46
10 КЛАС	48
Олімпіада 2007 р.	48
Олімпіада 2008 р.	52
Олімпіада 2010 р.	56
Олімпіада 2011 р.	59
Олімпіада 2012 р.	64
Задачі для самостійного розв'язування	69
11 КЛАС	71
Олімпіада 2007 р.	71
Олімпіада 2008 р.	76
Олімпіада 2010 р.	81
Олімпіада 2011 р.	85
Олімпіада 2012 р.	90
Задачі для самостійного розв'язування	98
Література	100

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ЗА РІВНЯННЯМИ**РЕАКЦІЙ, У ЯКИХ БЕРУТЬ УЧАСТЬ**

ГАЗОПОДІБНІ РЕЧОВИНИ	101
Задачі на суміші газів	101
Задачі на використання газових законів	110
Задачі на встановлення складу газової суміші за наявних даних про зміну об'єму газової суміші в результаті реакції	116
Задачі з використанням поняття «ступінь перетворення (конверсії)»	118
Нестандартні задачі	121
Задачі для самостійного розв'язування	124
Література	126

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

З ТЕМИ «РОЗЧИНИ»	127
I. Задачі на приготування розчинів, у яких не перебігають хімічні реакції	129
II. Задачі, що передбачають розрахунки за рівняннями реакцій, які відбуваються у розчинах	134
III. Задачі на визначення складу олеуму й на приготування розчинів H_2SO_4 на основі олеуму	139
IV. Задачі на визначення розчинності речовин і використання коефіцієнта розчинності	145
V. Задачі на використання взаємозв'язків між масовою часткою, молярністю, молярною концентрацією, молярною концентрацією еквівалентів та розчинністю	147
Література	156

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ

З ТЕМИ «ЕЛЕКТРОЛІЗ»	157
Розв'язування розрахункових задач	160

ПЕРЕДМОВА

Хімія — одна з найважливіших природничих наук, яка відіграла значну роль у створенні картини світу. Майбутньому вченому-хіміку треба не тільки вміти знаходити зв'язок між будовою та властивостями речовин, пояснювати хімічні явища, а й уміти кількісно характеризувати ці процеси. Таке гармонійне вивчення предмета не завжди можливе під час уроку.

Основна мета цього навчально-методичного посібника полягає в тому, щоб компенсувати недоліки навчального процесу, досконало навчити учнів розв'язувати складні й нестандартні задачі, які поглиблюють їхній хімічний кругозір.

Посібник дозволяє вчителю підготувати учнів до участі в олімпіадах, проаналізувати й розглянути перелік задач, запропонованих раніше, зробити акцент на ті задачі, які неможливо розглянути під час уроку. Посібник є продовженням збірника «Сучасні хімічні олімпіади» (видавнича група «Основа», 2012).

Посібник складається з двох частин. Перша частина містить завдання районних олімпіад. У збірнику подано задачі, які було запропоновано на олімпіадах з хімії у 2008–2012 рр. Для самостійного розв'язування наведено ще 40 задач (по 10 задач для кожної паралелі).

Задачі, вміщені в посібнику, передбачають різні способи розв'язування. Майже кожна з них може бути розв'язана кількома способами.

Друга частина складається з теоретичного та практичного матеріалів за темами «Розчини», «Електроліз», «Реакції за участі газоподібних речовин».

Автори цього навчально-методичного посібника ставили собі за мету допомогти учням та вчителям у підготовці до хімічних олімпіад.

Збірник рекомендовано вчителям та учням шкіл, гімназій, ліцеїв.

8 КЛАС

ОЛІМПІАДА 2007 р.

Задача 1

У сплаві алюмінію та цинку кількість атомів Алюмінію дорівнює кількості атомів Цинку. Обчисліть масову частку цинку у сплаві.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання</i>
Сплав (Al; Zn)	1. За умовою, $N(\text{Al}) = N(\text{Zn})$, звідки $n(\text{Al}) = n(\text{Zn})$.
$N(\text{Al}) = N(\text{Zn})$	2. Нехай $n = 1$ моль, тоді за формулою:
$w(\text{Zn}) = ?$	$m = n \cdot M.$

$M(\text{Al}) = 27$ г/моль; $M(\text{Zn}) = 65$ г/моль;

$m(\text{Al}) = 27$ г; $m(\text{Zn}) = 65$ г.

3. Обчислюємо масову частку Цинку у сплаві за формулою:

$$w(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{сплаву})}.$$

$$m(\text{сплаву}) = 27 \text{ г} + 65 \text{ г} = 92 \text{ г}.$$

$$w(\text{Zn}) = \frac{65 \text{ г}}{92 \text{ г}} = 0,7065, \text{ або } 70,65 \%.$$

Відповідь: $w(\text{Zn}) = 70,65 \%$.

Задача 2

Суміш містить 2 моль CuCl_2 та 3,2 моль CuSO_4 . Обчисліть масову частку Купруму в цій суміші.

<i>Дано:</i>	<i>Розв'язання</i>
$n(\text{CuCl}_2) = 2$ моль	1. Обчислюємо маси речовин CuCl_2
$n(\text{CuSO}_4) = 3,2$ моль	і CuSO_4 за формулою $m = n \cdot M.$
$w(\text{Cu}) = ?$	$M(\text{CuCl}_2) = 135$ г/моль;
	$M(\text{CuSO}_4) = 160$ г/моль.

$$m(\text{CuCl}_2) = 2 \text{ моль} \cdot 135 \text{ г/моль} = 270 \text{ г.}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 3,2 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 512 \text{ г.}$$

$$2. m_{\text{суміші}}(\text{CuSO}_4 \text{ та } \text{CuCl}_2) = m(\text{CuSO}_4) + m(\text{CuCl}_2) = 512 \text{ г} + 270 \text{ г} = 782 \text{ г.}$$

$$3. \text{ Оскільки } n_1(\text{Cu}) = n(\text{CuCl}_2), n_2(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4),$$

$$\text{а } M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль},$$

тоді

$$m_1(\text{Cu}) = 2 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 128 \text{ г},$$

$$m_2(\text{Cu}) = 3,2 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 204,8 \text{ г.}$$

$$4. m_{\text{загальна}}(\text{Cu}) = m_1(\text{Cu}) + m_2(\text{Cu}) = 128 \text{ г} + 204,8 \text{ г} = 332,8 \text{ г.}$$

$$5. w(\text{Cu}) = \frac{m_1(\text{Cu}) + m_2(\text{Cu})}{m_{\text{суміші}}(\text{CuSO}_4 \cdot \text{CuCl}_2)}.$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{332,8 \text{ г}}{782 \text{ г}} = 0,426, \text{ або } 42,6 \%.$$

Відповідь: $w(\text{Cu}) = 42,6 \%$.

Задача 3

Виведіть формулу сполуки, яка на світлі або під час нагрівання розкладається на нітроген(IV) оксид, кисень і воду в масовому співвідношенні 46:8:9. Напишіть рівняння хімічної реакції.

Дано:

$$m(\text{NO}_2) : m(\text{O}_2) : m(\text{H}_2\text{O}) = 46 : 8 : 9$$

Формула — ?

Розв'язання

1. Складаємо мольне співвідношення речовин за формулою $n = \frac{m}{M}$.

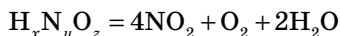
$$\begin{aligned} n(\text{NO}_2) : n(\text{O}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= \frac{m(\text{NO}_2)}{M(\text{NO}_2)} : \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} : \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}. \end{aligned}$$

$$M(\text{NO}_2) = 46 \text{ г/моль}. \quad M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}.$$

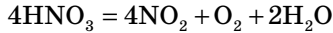
$$\begin{aligned} n(\text{NO}_2) : n(\text{O}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= \frac{46}{46} : \frac{8}{32} : \frac{9}{18} = 1 : 0,25 : 0,5 = 4 : 1 : 2, \end{aligned}$$

отже,



2. У продуктах реакції $n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 4 : 4 : 12 = 1 : 1 : 3$.

Отже, ця речовина HNO_3 , а рівняння хімічної реакції:

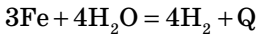
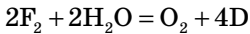
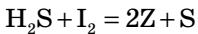
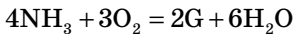
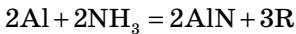
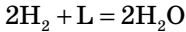


Відповідь: HNO_3 — нітратна кислота.

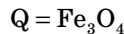
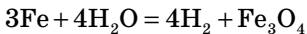
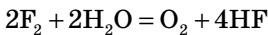
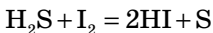
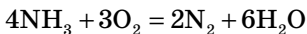
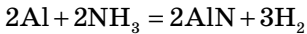
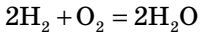
Задача 4

Запишіть замість літер L, R, G, Z, D, Q відповідні хімічні формули.

Напишіть рівняння хімічних реакцій.



Розв'язання



Задача 5

Так звана гірка сіль утворена трьома хімічними елементами: Магнієм, Сульфуром і Оксигеном. Масові частки Сульфуру й Оксигену становлять, відповідно, 0,267 і 0,533. Визначте формулу гіркої солі.

Дано:

$$w(\text{S}) = 0,267$$

$$w(\text{O}) = 0,533$$

$$\text{Mg}_x\text{S}_y\text{O}_z \text{ — ?}$$

Розв'язання

- За умовою задачі, у 100 г речовини складу $\text{Mg}_x\text{S}_y\text{O}_z$ міститься 26,7 г S, 53,3 г O.

$$m(\text{Mg}) = 100 - (26,7 + 53,3) = 20 \text{ г.}$$

- Обчислюємо кількість речовини елементів за формулою $n = \frac{m}{M}$.

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}; M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}; M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{20 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} = 0,833 \text{ моль.}$$

$$n(\text{S}) = \frac{26,7 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,834 \text{ моль.}$$

$$n(\text{O}) = \frac{53,3 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 3,33 \text{ моль.}$$

3. Кількість атомів кожного елемента пропорційна кількості речовини елемента.

Отже,

$$\begin{aligned} x : y : z &= n(\text{Mg}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 0,833 : 0,834 : 3,33 = \\ &= \frac{0,833}{0,833} : \frac{0,834}{0,833} : \frac{3,33}{0,833} = 1 : 1 : 4. \end{aligned}$$

Формула гіркої солі MgSO_4 — магній сульфат.

Відповідь: MgSO_4 — магній сульфат.

ОЛІМПІАДА 2008 р.

Задача 1

Маса атома елемента X становить $7,96 \cdot 10^{-26}$ кг, а Карбону $1,99 \cdot 10^{-26}$ кг. Визначте елемент X і знайдіть його в Періодичній системі.

Дано:

$$m_a(X) = 7,96 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$m_a(\text{C}) = 1,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$X \text{ — ?}$$

Розв'язання

Відносна атомна маса елемента дорівнює відношенню маси атома елемента до атомної одиниці маси (а.о.м.), де

$$\begin{aligned} 1 \text{ а.о.м.} &= \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \\ &= \frac{1}{12} \cdot 1,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг} = 0,166 \cdot 10^{-26} \text{ кг.} \end{aligned}$$

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})};$$

$$A_r(X) = \frac{7,96 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{0,166 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 48;$$

$A_r(X) = 48$, це елемент Титан, $A_r(\text{Ti}) = 48$.

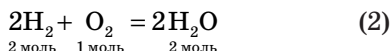
Відповідь: Ti — Титан.

Задача 2

Є дві посудини, що заповнені сумішами газів: а) H_2 і Cl_2 ; б) H_2 і O_2 . Як зміниться тиск у посудинах, якщо через ці суміші пропустити електричний розряд?

*Дано:*Суміш (H_2 і Cl_2)Суміш (H_2 і O_2) P_1 — ? P_2 — ?*Розв'язання*

У результаті пропускання електричного розряду газу реагують між собою. Рівняння реакцій:



За рівнянням реакції (1) видно, що 1 моль водню й 1 моль хлору утворюють 2 моль гідроген хлориду. Отже, кількість речовини газу після реакції (1) залишається без змін, об'єм газової суміші також не змінюється, тому й тиск у посудині не змінюється.

Кількість речовини газу після закінчення реакції (2) зменшується у $\frac{3}{2} = 1,5$ рази, отже, і тиск зменшується у 1,5 рази.

Відповідь:

а) тиск не змінюється;

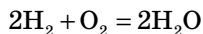
б) тиск зменшується у 1,5 рази.

Задача 3

Спалили 25 мл суміші кисню й водню. Після закінчення реакції та приведення продуктів реакції до нормальних умов залишилося 7 мл газу, в якому яскраво спалахує жевріюча скіпка. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші.

Дано: $V(\text{H}_2 \text{ і } \text{O}_2) = 25 \text{ мл}$ $V(\text{залишку}) = 7 \text{ мл}$ $\varphi(\text{H}_2)$ — ? $\varphi(\text{O}_2)$ — ?*Розв'язання*

1. Складаємо рівняння хімічної реакції:



2. За умовою задачі, газ, який залишився після реакції, підтримує горіння, отже,

$$V_{\text{зал.}}(\text{O}_2) = 7 \text{ мл.}$$

Об'єми газів, що прореагували:

$$V(\text{H}_2 \text{ і } \text{O}_2) = 25 - 7 = 18 \text{ мл.}$$

3. За рівнянням хімічної реакції, $n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$.

Отже, $V(\text{H}_2) = \frac{18}{3} \cdot 2 = 12 \text{ мл}$, а $V(\text{O}_2) = 18 - 12 = 6 \text{ мл}$.

4. Об'єм кисню у вихідній суміші:

$$V(\text{O}_2) = 6 + 7 = 13 \text{ мл.}$$

5. Обчислюємо об'ємні частки газів у вихідній суміші:

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{суміші}}} = \frac{12}{25} = 0,48, \text{ або } 48\%;$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_{\text{суміші}}} = \frac{13}{25} = 0,52, \text{ або } 52\%.$$

Відповідь: $\varphi(\text{H}_2) = 48\%$, $\varphi(\text{O}_2) = 52\%$.

Задача 4

Визначте метал, який плавиться у долоні, а у твердому стані легший за рідкий і плаває в розплаві, як і лід у воді. Під час реакції 56,0 г його з достатньою кількістю кисню утворюється 75,2 г оксиду, в якому металічний елемент виявляє валентність III.

Дано:

$$m(\text{Me}) = 56,0 \text{ г}$$

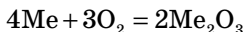
$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 75,2 \text{ г}$$

Me — ?

Розв'язання

І спосіб

1. Складаємо рівняння хімічної реакції:



2. Нехай $A_r(\text{Me}) = x$, тоді складаємо пропорцію за рівнянням хімічної реакції:

$$\begin{array}{c} 56,0 \text{ г} \\ 4\text{Me} + 3\text{O}_2 = 2\text{Me}_2\text{O}_3 \\ 4x \text{ г} \qquad \qquad \qquad 75,2 \text{ г} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad (4x+96) \text{ г} \end{array}$$

$$\frac{56,0}{4x} = \frac{75,2}{4x+96}; \quad x = 70;$$

$$A_r(\text{Ga}) = 70.$$

Отже, цей метал — галій, $t_{\text{пл.}} = 29,8^\circ\text{C}$.

II спосіб

1. Складаємо рівняння хімічної реакції: $4\text{Me} + 3\text{O}_2 = 2\text{Me}_2\text{O}_3$

2. За законом збереження маси речовин обчислюємо масу кисню:

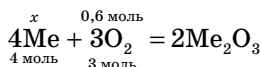
$$m(\text{O}_2) = 75,2 - 56,0 = 19,2 \text{ г.}$$

3. За формулою $n = \frac{m}{M}$ обчислюємо кількість речовини кисню:

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{19,2 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль.}$$

4. За рівнянням реакції обчислюємо кількість речовини металу:



$$\frac{x}{4} = \frac{0,6}{3}; \quad x = 0,8;$$

$$n(\text{Me}) = 0,8 \text{ моль.}$$

5. Обчислюємо молярну масу металу за формулою $M = \frac{m}{n}$.

$$M(\text{Me}) = \frac{56,0 \text{ г}}{0,8 \text{ моль}} = 70 \text{ г/моль.}$$

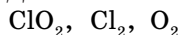
$$M(\text{Ga}) = 70 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: Ga — галій.

Задача 5

Хлор(IV) оксид під час нагрівання розкладається на хлор і кисень. Складіть рівняння реакції й обчисліть відносну густина за повітрям газової суміші, яка утворюється.

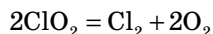
Дано:



$D_{\text{пов.}}$ (газової суміші) — ?

Розв'язання

1. Складаємо рівняння хімічної реакції:



2. За рівнянням хімічної реакції, утворюється газова суміш, яка складається з 1 моль Cl_2 та 2 моль O_2 . Отже, 1 моль суміші містить $1/3$ моль Cl_2 і $2/3$ моль O_2 .

3. Обчислюємо масу хлору та кисню в 1 моль суміші за формулою

$$m = n \cdot M.$$

$$M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{Cl}_2) = \frac{1}{3} \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 23,7 \text{ г.}$$

$$m(\text{O}_2) = \frac{2}{3} \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 21,3 \text{ г.}$$

4. Маса 1 моль суміші становитиме:

$$m(\text{газової суміші}) = m(\text{Cl}_2) + m(\text{O}_2) = 23,7 \text{ г} + 21,3 \text{ г} = 45,0 \text{ г.}$$

Тому молярна маса суміші:

$$M(\text{газової суміші}) = 45,0 \text{ г/моль.}$$