

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ХІМІЇ У 9 КЛАСІ

Тетяна ВОРОНЕНКО, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

У статті крім задач, що входять до навчальної програми з хімії для 9 класу, розглядаються задачі на розчинність. Це допоможе учням у виконанні дослідницьких робіт з приготування насичених розчинів для вирощування кристалів. Виконуючи покрокові дії, учні можуть за запропонованою методикою самостійно навчитися розв'язувати розрахункові задачі, обравши один із варіантів. Перед розв'язуванням задач з конкретної теми варто пригадати закони, основні поняття й фізичні формули, що знадобляться учневі під час роботи.

ТЕМА 1. «Розчини»

Основні поняття: розчин, концентрація, маса розчину, масова частка розчиненої речовини, розчинена речовина, кількість речовини, молярна концентрація, розчинність.

Розчин – система (суміш), що складається з розчинника і розчиненої речовини.

Концентрація (частка компонента суміші) – це величина, що кількісно характеризує вміст компонента щодо всієї суміші.

Маса розчину дорівнює сумі мас розчиненої речовини і розчинника:

$$m(\text{роз-ну}) = m(\text{реч.}) + m(\text{роз-ка}).$$

Масова частка розчиненої речовини (w) – це відношення маси розчиненої речовини до маси всього розчину. Як правило, виражається в частках одиниці або у відсотках (для вираження масової частки у відсотках слід помножити вказаний вираз на 100 %). Обчислюється за формулою:

$$w = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{роз-ну})};$$

$$w = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{роз-ну})} \cdot 100 \%,$$

де w – масова частка розчиненої речовини; $m(\text{реч.})$ – маса розчиненої речовини; $m(\text{роз-ну})$ – маса розчину.

З даної формули маємо:

$$m(\text{реч.}) = w(\text{реч.}) \cdot m(\text{роз-ну});$$

$$m(\text{роз-ну}) = m(\text{реч.}) / w(\text{реч.}).$$

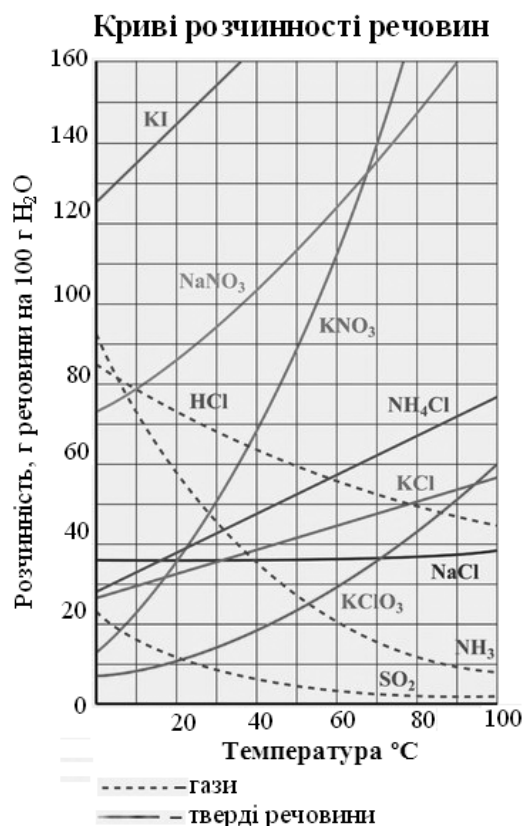
Розчинність – це здатність речовини утворювати з іншими речовинами гомогенні системи – розчини. Кількісно розчинність характеризується **коефіцієнтом розчинності** ($K_{\text{розч}}$) – відношенням маси речовини, що за даної температури утворює насичений розчин, до об'єму розчинника.

Насичений розчин – це розчин, в якому досягнуто максимальної концентрації розчиненої речовини за даних умов (тобто неможливо розчинити більше речовини).

Ненасичений розчин – це розчин, у якому за даних умов (температури і тиску) ще можна розчинити додаткову кількість речовини.

Якщо розчинником є вода (густина $\rho = 1 \text{ г/мл}$), то **коефіцієнт розчинності** ($K_{\text{розч}}$) – це відношення маси розчиненої речовини, що за даної температури утворює насичений розчин, до маси розчинника (води).

Залежність розчинності речовин від температури показано на кривих розчинності.



Задача 1. Обчисліть масу осаду, що утвориться внаслідок взаємодії 20 мл розчину сульфатної кислоти ($w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14\%$, $\rho = 1,098$ г/мл) з барій хлоридом.

Дано:	Допоміжні дані
$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20$ мл	$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ г/моль
$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14\%$ (0,14)	$M(\text{BaSO}_4) = 233$ г/моль
$\rho = 1,098$ г/мл	
$m(\text{осаду}) - ?$	

Розв'язання

Крок 1. Обчислюємо масу розчину за формулою:

$$m = V\rho;$$

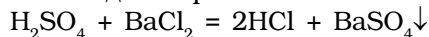
$$m(\text{розчину}) = 20 \cdot 1,098 = 21,96 \approx 22 \text{ (г)}.$$

Крок 2. Обчислюємо масу речовини в розчині за формулою:

$$m(\text{реч.}) = wt(\text{роз-ну});$$

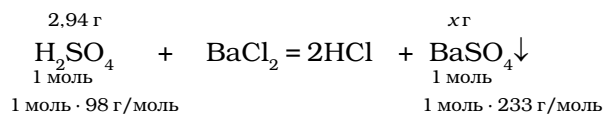
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,14 \cdot 22 = 3,08 \text{ (г)}.$$

Крок 3. Складаємо рівняння хімічної реакції:



Варіант I

Крок 4. Записуємо дані умови задачі над рівнянням. Відповідно до одиниць вимірювання записуємо молярні маси під формулами речовин:



Крок 5. Обчислюємо масу осаду. Для цього складемо пропорцію і розв'яжемо її:

$$2,94 / 98 = x / 233;$$

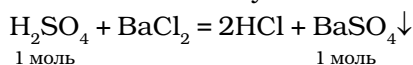
$$x = 2,94 \cdot 233 / 98;$$

$$x = 6,99 \text{ г}.$$

В і д п о в і д ь: $m(\text{осаду}) = 6,99$ г.

Варіант II

Крок 4. Записуємо кількість речовини під формулами зазначених сполук:



Крок 5. Обчислюємо кількість речовини кислоти, що вступила в реакцію, за формулою:

$$v = m/M;$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,08 / 98 = 0,0315 \text{ (моль)}.$$

Крок 6. Встановлюємо кількість речовини барій сульфату, що утворився. За рівнянням реакції співвідношення кількості речовини кислоти і солі становить:

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) : v(\text{BaSO}_4) = 1 : 1 = 0,0315 : 0,0315.$$

Отже утворилося 0,0315 моль BaSO_4 .

Крок 7. Обчислюємо масу осаду за формулою:

$$m = vM;$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,0315 \cdot 233 = 7,33 \text{ (г)};$$

В і д п о в і д ь: $m(\text{осаду}) = 7,33$ г.

Задача 2. Установіть, чи буде насиченим розчин, якщо у 200 г води за температури 80 °C розчинити 80 г амоній хлориду NH_4Cl . Користуйтеся кривими розчинності.

Дано:	Допоміжні дані
$m(\text{NH}_4\text{Cl})_1 = 80$ г	$K_{\text{розч}}(\text{NH}_4\text{Cl}) = 67$ (50 °C)
$m(\text{H}_2\text{O}) = 200$ г	
$m(\text{NH}_4\text{Cl})_2 - ?$	

Розв'язання

Крок 1. Обчислюємо масу речовини, що її можна розчинити в 200 г води за даної температури.

Складаємо пропорцію, виходячи з визначення поняття *розчинність*:

$$\begin{array}{rcl} 67 \text{ г NH}_4\text{Cl} & - & 100 \text{ г H}_2\text{O} \\ x \text{ г} & - & 200 \text{ г} \end{array}$$

$$x = 200 \cdot 67 / 100 = 134 \text{ (г)}.$$

Крок 2. Порівнюємо маси.

За розрахунками, у 200 г води за 80 °C можна розчинити 134 г солі. У воду додали лише 80 г: $80 < 134$.

Отже, розчин буде ненасиченим.

В і д п о в і д ь: не буде.

Задача 3. За нормальних умов (н. у.) у воді масою 100 г розчинили гідроген хлорид об'ємом 50,5 л. Насичений за температури 0 °C розчин HCl масою 50 г нагріли до температури 50 °C. Обчисліть масу добутого розчину.

Дано:	Допоміжні дані
$m(\text{H}_2\text{O})_1 = 100$ г	$K_{\text{розч.}}(\text{HCl})_2 =$
$V(\text{HCl})_1 = 50,5$ л	$= 60 \text{ г (50 °C, 0,1 МПа)}$
$t_1 = 0$ °C	$M(\text{HCl}) = 36,5$ г/моль
$m(\text{насих. р-ну})_2 =$	$V_M(\text{HCl}) = 22,4$ л/моль
$= 50 \text{ г (0 °C)}$	
$t_2 = 50$ °C	
$m(\text{р-ну})_3 - ?$	

Розв'язання

Варіант I

Крок 1. Обчислюємо константу розчинності за 0 °C (якщо немає довідкових даних)

Складаємо пропорцію, виходячи з молярної маси і молярного об'єму:

$$\begin{array}{rcl} 36,5 \text{ г HCl} & - & 22,4 \text{ л} \\ x \text{ г} & - & 50,5 \text{ л} \end{array}$$

$$x = 36,5 \cdot 50,5 / 22,4 = 82,2879 \approx 82,3 \text{ (г)}.$$

$$K_{\text{розч.}}(\text{HCl})_1 = 82,3 \text{ г (0 °C, 0,1 МПа)}$$

Крок 2. Обчислюємо масу розчину за 0 °С формулою:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{реч.}) + m(\text{роз-ка}).$$

$$m(\text{р-ну})_1 = 82,3 + 100 = 182,3 \text{ (г)}.$$

Крок 3. Обчислюємо різницю мас речовини.

Різницю мас гідроген хлориду у 100 г першого і другого розчинів визначаємо за їхніми константами розчинності:

$$\Delta m(\text{HCl}) = K_{\text{розч}}(\text{HCl})_1 - K_{\text{розч}}(\text{HCl})_2$$

$$\Delta m(\text{HCl}) = 82,3 - 60 = 22,3 \text{ (г)}.$$

Крок 4. Обчислюємо масу гідроген хлориду, що випарувався під час нагрівання.

З розчину масою 182,3 г під час нагрівання має вивільнитися 22,3 г гідроген хлориду. Складаємо пропорцію й обчислюємо, яка маса газу має випаруватися з розчину масою 50 г:

$$\begin{array}{r} 22,3 \text{ г HCl} - 182,3 \text{ г} \\ x \text{ г} - 50 \text{ г} \end{array}$$

$$x = 22,3 \cdot 50 / 182,3 = 6,1162 \approx 6 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{газу}) = 6 \text{ г}.$$

Крок 5. Обчислюємо масу добутого розчину за формулою:

$$m(\text{р-ну})_3 = m(\text{р-ну})_2 - m(\text{газу});$$

$$m(\text{р-ну})_1 = 50 - 6 = 44 \text{ (г)}.$$

В і д п о в і д ь: 44 г.

Варіант II

Для даної задачі можна записати такий **алгоритм**.

Крок 1. Складаємо першу пропорцію для визначення коефіцієнта розчинності.

У нашій задачі – це $K_{\text{розч}}(\text{HCl})_1$ при 0 °С:

$$\begin{array}{r} 36,5 \text{ г HCl} - 22,4 \text{ л} \\ x \text{ г} - 50,5 \text{ л} \end{array}$$

$$x = 36,5 \cdot 50,5 / 22,4 = 82,2879 \approx 82,3 \text{ (г)}.$$

Крок 2. Складаємо другу пропорцію для визначення маси зайвої речовини зі зміною температури, виходячи з першої пропорції і даних за умовою:

$m(\text{реч.})$ (осад або зайвий газ)	–	$m(\text{реч.})$ при охолодженні
(визначається як Δm з 1-ої пропорції)		(додаються $m(\text{реч.})$ і $m(\text{води})$ у 1-й пропорції)
$x(\text{реч})$ (осад або зайвий газ)	–	$m(\text{реч.})$ за умовою задачі (за тим самим інтервалом температури)

У нашій задачі – це

$$\begin{array}{r} + \\ 82,3 \text{ г HCl} - 100 \text{ г H}_2\text{O (за 0 °С)} \\ - \\ 60 \text{ г HCl} - 100 \text{ г H}_2\text{O (за 50 °С)} \\ \hline 22,3 \text{ г HCl}\uparrow - 182,3 \text{ г роз-ну (0 } \rightarrow \text{ 50 °С)} \\ x \text{ HCl}\uparrow - 50 \text{ г роз-ну (0 } \rightarrow \text{ 50 °С)} \end{array}$$

$$x = 6 \text{ г}.$$

Крок 3. Обчислюємо масу нового розчину:

$$m(\text{нового роз-ну}) = 50 - 6 = 44 \text{ г}.$$

В і д п о в і д ь: 44 г.

Задача 4. Обчисліть масу осаду, що утворюється під час охолодження насиченого за 80 °С розчину калій хлориду масою 80 г до температури 30 °С. Користуйтеся кривими розчинності.

Дано:	Допоміжні дані
$m(\text{р-ну})_1 = 80 \text{ г}$	$K_{\text{розч.}}(\text{KCl})_1 = 51 \text{ г (80 °С)}$
$t_1 = 80 \text{ °С}$	$K_{\text{розч.}}(\text{KCl})_2 = 37,4 \text{ г (30 °С)}$
$t_2 = 30 \text{ °С}$	
$m(\text{осаду}) - ?$	

Розв'язання

Крок 1. Складаємо пропорцію, виходячи з коефіцієнтів розчинності

$$\begin{array}{r} + \\ 51 \text{ г KCl} - 100 \text{ г H}_2\text{O (80 °С)} \\ - \\ 37,4 \text{ г KCl} - 100 \text{ г H}_2\text{O (30 °С)} \end{array}$$

Крок 2. Складаємо пропорцію для визначення маси осаду, що утвориться зі зміною температури, виходячи з 1-ї пропорції і даних за умовою:

$$\begin{array}{r} 13,6 \text{ г KCl} - 151 \text{ г H}_2\text{O (80 °С)} \\ x \text{ г KCl} - 80 \text{ г H}_2\text{O (30 °С)} \end{array}$$

$$x = 13,6 \cdot 80 / 151 = 7,2052 \approx 7,2 \text{ (г)}.$$

В і д п о в і д ь: 7,2 г.

ТЕМА 3.

«Початкові поняття про органічні сполуки»

Основні поняття: закон об'ємних відношень; кількість речовини.

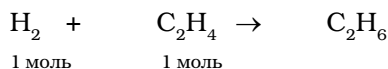
Закон об'ємних відношень: об'єми газів, що вступають у реакцію за однакових умов (температури і тиску) співвідносяться між собою і до об'ємів газів, що утворюються, як прості цілі числа.

Задача 1. Об'єм водню, що вступить у реакцію гідрування 10 л етену, дорівнює:

- A** 22,4 л
B 15 л
B 10 л
Г 5 л

Розв'язання

Запишемо рівняння реакції:



Підпишемо під рівнянням реакції кількість речовин за умовою. За рівнянням, кількість речовини водню відноситься до кількості речовини етену, як 1 : 1. За законом об'ємних відношень, на 10 л етену необхідно 10 л водню.

В і д п о в і д ь: B.

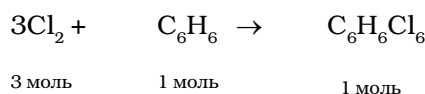
Задача 2. Унаслідок взаємодії 9 л хлору з парою бензену утворилося 3 моль гексахлоро-

циклогексану. Визначте об'єм пари бензену, що вступив у реакцію.

- A** 9 л
B 3 л
B 1 л
Г 6 л

Розв'язання

Запишемо рівняння реакції:



Підпишемо під рівнянням реакції кількість речовин, зазначених в умові. За рівнянням, кількість речовини хлору відноситься до кількості речовини бензену, як 3 : 1. За законом об'ємних відношень, на 9 л хлору необхідно втричі менший об'єм пари бензену: $9/3 = 3$ (л).

В і д п о в і д ь: B.

ХІМІЧНА ЗАДАЧА ЯК ПРОБЛЕМА: ВИКОРИСТОВУЄМО АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД

Ірина СОТНІЧЕНКО, доцент кафедри педагогіки, психології та менеджменту освіти Комунального навчального закладу Київської обласної ради «Київський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних кадрів», кандидат педагогічних наук

Інтеграція України в європейський та світовий освітній простір потребує перегляду деяких підходів до організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Особливості сучасного життя, зростаючий обсяг інформації вимагають, щоб школа підготувала особистість, яка вмє самостійно здобувати знання, здійснювати свідомий вибір, виокремлювати головне, визначати й розв'язувати проблеми, самостійно та критично мислити.

За умов компетентнісно орієнтованої освіти мірою засвоєння навчального змісту є не так його відтворення, як уміння використовувати здобуті знання для розв'язування різних проблем і задач. Компетентність – ближче до «знаю, як», ніж «знаю, що». Автори бестселера «Революція в навчанні» Гордон Драйден і Джаннет Вос, аналізуючи шкільну справу з позицій глобалізації, зазначають: «Справжня революція в навчанні полягає не лише в змісті шкільної системи. Вона полягає в навчанні того, як учитися, як думати, у вивченні нових методів, які ви можете використати для розв'язування будь-якої задачі».

© Сотніченко І. І., 2021

що виникає перед вами в будь-якому віці» [1, 122]. Головне завдання процесу реформування сучасної освіти – підготувати компетентну особистість, здатну знаходити правильні рішення в конкретних навчальних, життєвих, а в майбутньому – й у професійних ситуаціях.

Важливим засобом формування ключових і предметної компетентностей щодо предметів природничо-математичного циклу є розрахункові задачі, розв'язування яких учить використовувати знання на практиці, розвиває логічне мислення.

Досвід десятирічного проведення зовнішнього незалежного оцінювання з хімії засвідчує, що саме тестові завдання з відкритою відповіддю, переважна кількість яких передбачає розв'язування розрахункових задач, є найскладнішими для більшості випускників. Така статистика говорить про те, що існує серйозна проблема щодо сформованості вмінь розв'язувати хімічні задачі.

За визначенням А. І. Шаповалова, хімічна задача – невелика проблема, «що розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій, хімічного експерименту на основі понять,