

Обчислення маси (об'єму, кількості речовини) продукту реакції за масами (об'ємом, кількістю речовини) реагентів, один з яких узятو в надлишку.

Це актуально! Під час хімічної реакції речовини взаємодіють в певних кількісних співвідношеннях, згідно коефіцієнтів у рівнянні. Але часто одну з вихідних речовин беруть більше, ніж потрібно за рівнянням, тобто у надлишку. Це забезпечує достатню швидкість реакції не тільки на її початку, а й на завершенні. Реакція між речовинами відбувається доти, доки повністю прореагує одна з них, а надлишок іншої речовини залишається.

Якщо в задачі вказана кількість обох реагентів, потрібно з'ясувати, чи не взятий один з реагентів у надлишку. Якщо виявиться, що один із реагентів наявний у надлишку, то обчислення кількості продукту виконуємо за іншим реагентом, що перебуває у недостатці. Розглянемо розв'язування конкретних задач.

Задача 1. Оксид магнію масою 7 г обробили розчином, який містить сульфатну кислоту масою 9,8 г. Обчислити масу солі, яка утвориться під час реакції.

Дано: $m(\text{MgO}) = 7 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 \text{ г}$	1. Обчислюємо, яка з вихідних речовин взята у надлишку. Знаходимо кількості речовини реагентів: $M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}; M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}; \nu = \frac{m}{M};$ $\nu(\text{MgO}) = \frac{7 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,175 \text{ моль};$ $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{9,8 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль};$
$m(\text{MgSO}_4) - ?$ Відповідь: $m(\text{MgSO}_4) = 12 \text{ г}$	Записуємо рівняння реакції: $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O};$ 1 моль : 1 моль : 1 моль Згідно з рівнянням реакції 1 моль MgO реагує з 1 моль H ₂ SO ₄ . За умовою 0,1 моль MgO має прореагувати з 0,1 моль H ₂ SO ₄ , а дано 0,175 моль MgO. Отже, не весь MgO вступить в реакцію: $\nu_{\text{надл}}(\text{MgO}) = 0,175 - 0,1 = 0,075 \text{ моль}$, тобто 0,075 моль MgO залишиться невитраченим. 2. Обчислюємо кількість речовини солі за кількістю речовини H ₂ SO ₄ , який прореагує повністю: 0,1 моль x моль $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O};$ 1 моль : 1 моль : 1 моль $\nu(\text{MgSO}_4) = 0,1 \text{ моль}.$ 3. Знаходимо масу магній сульфату: $M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль};$ $m = M \cdot \nu; \quad m(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = 12 \text{ г}.$

Задача 3. До розчину, який містить 4,9 г сульфатної кислоти, добавили 2 г натрій гідроксиду. Яка сіль утворилась в результаті реакції? Обчислити масу добутої солі.

<p>Дано: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,9 \text{ г}$ $m(\text{NaOH}) = 2 \text{ г}$</p>	<p>Так як H_2SO_4 – двоосновна кислота, то при взаємодії з основами може утворювати кислі солі – гідрогенсульфати, або середні солі – сульфати, залежно від кількісного співвідношення реагентів.</p>
<p>$m(\text{солі})$ - ? Відповідь: $m(\text{NaHSO}_4) = 6 \text{ г.}$</p>	<p>1. Складаємо рівняння реакцій утворення кислоти (1) та середньої солі (2) і виявляємо співвідношення кількості речовини кислоти та основи у випадку (1) та (2). (1) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 1 моль : 1 моль : 1 моль $\nu(\text{NaOH}) : \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1:1$ Якщо основа і кислота узяті в рівних кількостях (згідно рівняння 1), то утворюється тільки кисла сіль NaHSO_4. II спосіб. Для того, щоб визначити яка сіль утворюється обчислюємо відношення кількості речовини основи до кількості речовини кислоти за рівнянням реакції : $\frac{\nu(\text{NaOH})}{\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 1$, якщо за умовою задачі відношення кількості речовини основи до кількості речовини кислоти дорівнює 1, то утворюється лише кисла сіль і речовини узяті в потрібних кількостях, а якщо – менше 1, то утворюється кисла сіль, але кислота взята у надлишку, тому розрахунки виконуємо за кількістю основи (що перебуває у недостатці). Увага! Завжди обчислюємо відношення $\frac{\nu(\text{основи})}{\nu(\text{кислоти})}$, а не навпаки! (2) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2 моль : 1 моль : 1 моль Якщо $\nu(\text{NaOH}) : \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2:1$, то утворюється середня сіль Na_2SO_4. $\frac{\nu(\text{NaOH})}{\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 2$, якщо за умовою задачі відношення кількості речовини основи до кількості речовини кислоти дорівнює 2, то утворюється лише кисла сіль і речовини узяті в потрібних кількостях, а якщо – більше 2, то утворюється середня сіль, але основа взята у надлишку, тому розрахунки виконуємо за кількістю кислоти (що перебуває у недостатці). 2. Обчислюємо співвідношення кількості речовини NaOH і H_2SO_4 за даними умови задачі: $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$; $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$;</p>

	$v = \frac{m}{M}; \quad v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,9 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль};$ $v(\text{NaOH}) = \frac{2 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль};$ $v(\text{NaOH}) : v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 : 0,05 = 1:1, \text{ результат відповідає рівнянню (1), тому утворюється кисла сіль NaHSO}_4.$ <p>II спосіб. $\frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,05 \text{ моль}}{0,05 \text{ моль}} = 1.$ Утворюється лише кисла сіль і речовини узяті в потрібних кількостях. Тому обчислення кількості речовини продукту реакції – солі, можна виконувати як за кількістю речовини основи, так і за кількістю речовини кислоти, за рівнянням (1).</p> <p>3. Обчислюємо кількість речовини і масу солі, що утворилась за рівнянням (1):</p> $\frac{0,05 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x \text{ моль}}{1 \text{ моль}}; \quad x = 0,05 \text{ моль. } M(\text{NaHSO}_4) = 120 \text{ г/моль};$ $m(\text{NaHSO}_4) = 120 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 6 \text{ г.}$ <p>Увага! Якщо при обчисленні відношення $\frac{v(\text{основи})}{v(\text{кислоти})}$ одержується число більше ніж 1, або менше ніж 2 (наприклад $\frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 1,2$), то утворюється суміш двох солей NaHSO₄ і Na₂SO₄, і реагенти витрачаються повністю. В такому випадку, задача розв'язується в інший спосіб. (Див. розділ «Розв'язування задач на суміші»)</p>
--	--

Задача 4. Розчин натрій гідроксиду масою 31,25 г з масовою часткою речовини 8%, поглинув 672 мл вуглекислого газу (н.у.). Яка сіль утворилась? Обчисліть її масу.

<p>Дано:</p> $m_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) = 31,25 \text{ г}$ $w(\text{NaOH}) = 8\%$ <p>+</p> $V(\text{CO}_2) = 672 \text{ мл}$ $= 0,672 \text{ л}$	<p>CO₂ – кислотний оксид, якому відповідає двоосновна кислота H₂CO₃, тому здатний утворювати як кислі солі гідрокарбонати, так і середні – карбонати, залежно від кількісного співвідношення реагентів у реакції.</p> <p>1. Складаємо рівняння реакцій, обчислюємо співвідношення кількостей речовин лугу і кислоти:</p> <p>(1) $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> $1 \text{ моль} : 1 \text{ моль} : 1 \text{ моль}$ $\frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{CO}_2)} = \frac{1 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 1$
<p>$m(\text{солі}) - ?$</p> <p>Відповідь:</p> $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,18 \text{ г}$	<p>(2) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> $2 \text{ моль} : 1 \text{ моль} : 1 \text{ моль}$ $\frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{CO}_2)} = \frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 2$ <p>2. Обчислюємо кількості речовин NaOH і CO₂ за даними умови задачі:</p> $m(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) \cdot w(\text{NaOH}) = 31,25 \text{ г} \cdot 0,08 = 2,5 \text{ г}$

	$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}; \quad v(\text{NaOH}) = \frac{2,5 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,0625 \text{ моль}$ $v(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,672 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,03 \text{ моль}$ <p>3. За кількісним співвідношенням реагентів визначаємо, яка сіль утворилась за даних умов та обчислюємо її масу:</p> $\frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{CO}_2)} = \frac{0,0625 \text{ моль}}{0,03 \text{ моль}} = 2,08; \text{ отже, утворюється середня сіль, за рівнянням (2), але NaOH взятий у надлишку, тому розрахунки виконуємо за CO}_2\text{:}$ $0,03 \text{ моль} : x \text{ моль}$ $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2 \text{ моль} : 1 \text{ моль} : 1 \text{ моль}$ $\frac{0,03 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = \frac{x \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \quad x = 0,03 \text{ моль}$ $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль};$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,03 \text{ моль} = 3,18 \text{ г.}$
--	---

Задачі для самостійного розв'язування.

1. До розчину, який містить 14,7 г сульфатної кислоти добавили розчин, що містить 20,8 г барій хлориду. Обчислити масу осаду, який виділився.
2. 14 г кальцій оксиду обробили розчином, який містить 39,2 г сульфатної кислоти. Обчислити масу солі, що утворилась.
3. Який об'єм амоніаку (н.у.) виділився в результаті нагрівання амоній хлориду масою 10,7 г з натрій гідроксидом масою 12 г?
4. До цинку масою 13 г додали розбавлений розчин сульфатної кислоти, який містить 29,4 г H_2SO_4 . Який об'єм газу (н.у.) при цьому виділився?
5. Карбон(IV) оксид, кількістю речовини 0,2 моль, пропустили крізь розчин, який містить 20 г натрій гідроксиду. Яка маса солі при цьому утворилась? Яка речовина і в якій кількості залишилась невитраченою?
6. Крізь розчин, який містить 14 г калій гідроксиду, пропустили сірчистий газ кількістю речовини 0,1 моль. Яка маса солі при цьому утворилась? Яка речовина і в якій кількості залишилась невитраченою?
7. До розчину, який містить 9,75 г ферум(III) хлориду добавили розчин, що містить 20,4 г аргентуму нітрату. Осад відфільтрували. Визначте маси солей, які містяться у фільтраті.
8. До розчину, який містить 19,6 г хром(III) сульфату добавили розчин, який містить 41,6 г барій хлориду. Осад відфільтрували. Визначте маси солей, які містяться у фільтраті.

- 9.** До розчину, який містить 10,4 г барію хлориду, добавили розчин, що містить 9,8 г сульфатної кислоти. Осад відфільтрували й висушили. Яка маса сухого осаду? Які речовини міститимуться в розчині?
- 10.** У розчин, який містить 4 г натрій гідроксиду, добавили розчин, який містить таку саму масу нітратної кислоти. Яка реакція на індикатор добутого розчину: кисла, лужна чи нейтральна?
- 11.** До розчину, що містить 19,6 г сульфатної кислоти, добавили розчин, що містить 8 г натрій гідроксиду. Яка сіль утвориться в результаті реакції? Обчисліть її масу.
- 12.** Через розчин, що містить 9,25 г кальцій гідроксиду, пропустили карбон(IV) оксид об'ємом 5,6 л (н.у.). Яка сіль і якої маси утвориться при цьому?
- 13.** Через розчин, що містить 10 г їдкого натру, пропустили 11,2 л сірководню (н.у.). Яка сіль і якої маси утвориться при цьому?
- 14.** До розчину ортофосфатної кислоти масою 100 г з масовою часткою кислоти 9,8% добавили розчин натрій гідроксиду масою 80 г з масовою часткою лугу 10%. Яка сіль утворилась в результаті реакції? Обчисліть її масу.
- 15.** Газ, одержаний при спалюванні метану об'ємом 4,48 л (н.у.), пропустили через розчин натрій гідроксиду об'ємом 100 мл, з масовою часткою NaOH 28% та густиною 1,32 г/см³. Яка сіль утворилась при цьому? Обчисліть її масу.