

ТЕМА: Розрахункові задачі Обчислення кількості речовини, маси або об'єму продукту за рівнянням хімічної реакції, якщо один із реагентів взято в надлишку.

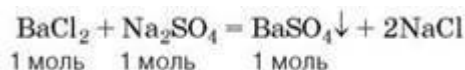
Задача 1. Обчисліть масу осаду, який утвориться з барій хлориду масою 41,6 г і натрій сульфату масою 42,6 г.

Розв'язання

1. Запишемо скорочено умову задачі.

Дано:	Допоміжні величини
$m(\text{BaCl}_2) = 41,6 \text{ г}$	$M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль}$
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 42,6 \text{ г}$	$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$
$m_{\text{осаду}} = ?$	

2. Складемо рівняння реакції.



3. З'ясуємо кількісні відношення реагентів і нерозчинного продукту за рівнянням реакції.

$$v(\text{BaCl}_2) : v(\text{Na}_2\text{SO}_4) : v(\text{BaSO}_4) = 1 : 1 : 1$$

4. З'ясуємо кількісні відношення реагентів за умовою задачі.

Для цього спочатку обчислимо кількість речовини кожного реагенту за формулою

$$v = \frac{m}{M} :$$

$$v(\text{BaCl}_2) = \frac{41,6}{208} = 0,2 \text{ (моль)};$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{42,6}{142} = 0,3 \text{ (моль)}.$$

Відношення реагентів виявилось таким:

$$v(\text{BaCl}_2) : v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,2 : 0,3 = 2 : 3 = 1 : 1,5.$$

Як бачимо, за умовою задачі з надлишком узяли натрій сульфат Na_2SO_4 , відтак барій хлорид BaCl_2 прореагує без залишку (повністю). Тому масу утвореного осаду барій сульфату BaSO_4 потрібно обчислювати з використанням відомостей про барій хлорид.

5. Обчислюємо кількість речовини барій сульфату, що утворився.

Оскільки кількісні відношення $v(\text{BaCl}_2) : v(\text{BaSO}_4)$ у цій реакції становлять $1 : 1$, то:

$$v(\text{BaSO}_4) = v(\text{BaCl}_2) = 0,2 \text{ моль}.$$

6. Обчислюємо масу барій сульфату кількістю речовини 0,2 моль за формулою $m = \nu \cdot M$:

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 46,6 \text{ г.}$$

Примітка. А що відбулося з натрій сульфатом масою 42,6 г, кількість речовини якого дорівнювала 0,3 моль? Згідно з кількісними відношеннями 0,2 моль натрій сульфату витратилося під час реакції, а 0,1 моль залишилося.

Якщо за умовою задачі один з реагентів взяли в надлишку, потрібно обов'язково розглядати можливість подальшої його взаємодії з утвореним продуктом реакції.

Солі взаємодіють між собою лише за умови, що вони обидві розчинні у воді (реакції йонного обміну відбуваються тільки між електролітами). Барій сульфат — нерозчинна сіль. Отже, подальша взаємодія продукту реакції із залишком реагенту натрій сульфату неможлива.

Відповідь: маса утвореного осаду барій сульфату дорівнює 46,6 г.

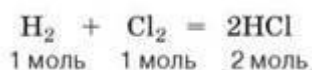
Задача 2. Який об'єм гідроген хлориду можна одержати в результаті реакції водню об'ємом 224 л (н. у.) з хлором масою 284 г?

Розв'язання

1. Запишемо скорочено умову задачі.

Дано:	Допоміжні величини
$V(\text{H}_2) = 224 \text{ л}$	$M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль}$
$m(\text{Cl}_2) = 284 \text{ г}$	
$V(\text{HCl}) = ?$	

2. Запишемо рівняння реакції і розглянемо кількісні відношення речовин у ньому:



За рівнянням $\nu(\text{H}_2) : \nu(\text{Cl}_2) : \nu(2\text{HCl}) = 1 : 1 : 2$

3. Встановимо кількісні відношення речовин за рівнянням реакції, з'ясуємо їх за умовою задачі.

Спочатку за формулою

$$\nu = \frac{V}{V_m}$$

обчислимо кількість речовини водню об'ємом 224 л (н. у.):

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{224 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 10 \text{ моль.}$$

4. За формулою

$$v = \frac{m}{M}$$

обчислимо кількість речовини хлору масою 284 г.

$$v(\text{Cl}_2) = \frac{284 \text{ г}}{71 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 4 \text{ моль.}$$

5. Визначимо кількісні відношення реагентів за умовою задачі:

$$v(\text{H}_2) : v(\text{Cl}_2) = 10 : 4.$$

Порівнявши кількісне відношення водню і хлору за умовою задачі з відношенням цих речовин за рівнянням реакції, робимо висновок, що реагент водень взятий в надлишку. Тому подальші обчислення здійснюватимемо за хлором.

6. Обчислимо кількість речовини гідроген хлориду, що утворився внаслідок реакції:

$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 4 = 8 \text{ (моль).}$$

7. Обчислимо об'єм гідроген хлориду:

$$V(\text{HCl}) = V_m \cdot v = 22,4 \cdot 8 = 179,2 \text{ (л).}$$

Відповідь: об'єм одержаного гідроген хлориду дорівнює 179,2 л.

Задача 1 Амоній хлорид масою 10,7 г змішали з кальцій гідроксидом масою 11,1 г і нагріли. Обчисліть об'єм газу (н. у.), який виділився.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 10,7 \text{ г}$	1) Записуємо рівняння хімічної реакції:
$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 11,1 \text{ г}$	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$
	2 моль 1 моль 2 моль
$V(\text{газу}) - ?$	2) Обчислюємо кількості речовини амоній хлориду і кальцій гідроксиду:
	$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{10,7 \text{ г}}{53,5 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль};$
	$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{M(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{11,1 \text{ г}}{74 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}.$
	3) За хімічним рівнянням амоній хлорид взаємодіє з удвічі меншою кількістю речовини кальцій гідроксиду. Отже, кальцій гідроксид наявний у надлишку, і розрахунок проводимо за амоній хлоридом.
	Згідно з рівнянням реакції:
	$n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,2 \text{ моль}.$
	4) Обчислюємо об'єм амоніаку.
	$V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л або } 4480 \text{ мл}.$
	Відповідь: $V(\text{NH}_3) = 4,48 \text{ л або } 4480 \text{ мл}.$

Задача 2 Вуглекислий газ об'ємом 1,12 л пропустили крізь розчин, який містить натрій гідроксид масою 5г. Обчисліть масу солі, яка утворилася.

Дано:	Розв'язання:
$V(\text{CO}_2) = 1,12 \text{ л}$	1) Записуємо рівняння можливих реакцій:
$m(\text{NaOH}) = 5 \text{ г}$	$\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}; \quad (1)$
$m(\text{солі}) - ?$	1 моль 2 моль 1 моль
	$\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3. \quad (2)$
	1 моль 1 моль 1 моль
	2) Обчислюємо кількості речовини вуглекислого газу і натрій гідроксиду:
	$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{1,12 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,05 \text{ моль};$
	$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{5 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,125 \text{ моль}.$
	3) Знайдена кількість речовини натрій гідроксиду у 2,5 рази ($0,125 : 0,05$) перевищує кількість речовини вуглекислого газу. Тому утворюється середня сіль згідно з рівнянням (1) і залишається надлишок лугу. Розрахунок проводимо за вуглекислим газом, який повністю вступає в цю хімічну реакцію.
	4) Обчислюємо кількість речовини і масу натрій карбонату:
	$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль};$
	$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 5,3 \text{ г}.$
	Відповідь: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5,3 \text{ г}.$

Задача 3

Метан об'ємом 100 м^3 спалили у кисні об'ємом 300 м^3 . Обчисліть об'єм вуглекислого газу, який утворився. Об'єми газів виміряно за однакових умов.

Дано:

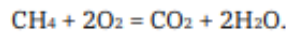
$$V(\text{CH}_4) = 100 \text{ м}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 300 \text{ м}^3$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Розв'язання:

1) Записуємо рівняння реакції горіння метану:



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

За рівнянням хімічної реакції кількість речовини кисню удвічі більша за кількість речовини метану. Тому і об'єм кисню має бути вдвічі більшим за об'єм метану.

За умовою задачі кисню взято утричі більше за об'ємом, ніж метану. Отже, кисень наявний у надлишку. Розрахунок проводимо за метаном.

2) За рівнянням хімічної реакції і згідно з законом об'ємних співвідношень газів:

$$V(\text{CO}_2) = V(\text{CH}_4) = 100 \text{ м}^3.$$

Відповідь: $V(\text{CO}_2) = 100 \text{ м}^3$.