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**
$m\,(BaCl_2) = 41{,}6$ г	$M\,(BaCl_2) = 208$ г/моль
$m\,(Na_2SO_4) = 42{,}6$ г	$M\,(Na_2SO_4) = 142$ г/моль
$m_{осаду}$ —?	

2. Складемо рівняння реакції.

$$\underset{\text{1 моль}}{BaCl_2} + \underset{\text{1 моль}}{Na_2SO_4} = \underset{\text{1 моль}}{BaSO_4\downarrow} + 2NaCl$$

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

$$v\,(BaCl2) : v\,(Na_2SO_4) : v\,(BaSO_4) = 1 : 1 : 1$$

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

Для цього спочатку обчислимо кількість речовини кожного реагенту за формулою

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

$$v\,(BaCl_2) = \frac{41{,}6}{208} = 0{,}2\ (\text{моль});$$

$$v\,(Na_2SO_4) = \frac{42{,}6}{142} = 0{,}3\ (\text{моль}).$$

Відношення реагентів виявилося таким:

$$v\,(BaCl_2) : v\,(Na_2SO_4) = 0{,}2 : 0{,}3 = 2 : 3 = 1 : 1{,}5.$$

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 $v\,(BaCl_2) : v\,(BaSO_4)$ у цій реакції становлять 1 : 1, то:

$$v\,(BaSO_4) = v\,(BaCl_2) = 0{,}2 \text{ моль}.$$

6. Обчислюємо масу барій сульфату кількістю речовини 0,2 моль за формулою m = v · M:

$$m(BaSO_4) = 0{,}2 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 46{,}6 \text{ г}.$$

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**
$V(H_2) = 224$ л	$M(Cl_2) = 71$ г/моль
$m(Cl_2) = 284$ г	
$V(HCl)$ —?	

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

$$\underset{1\text{ моль}}{H_2} + \underset{1\text{ моль}}{Cl_2} = \underset{2\text{ моль}}{2HCl}$$

За рівнянням $v(H_2) : v(Cl_2) : v(2HCl) = 1 : 1 : 2$

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

Спочатку за формулою

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

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

$$v(H_2) = \frac{224 \text{ л}}{22{,}4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 10 \text{ моль}.$$

4. За формулою

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

обчислимо кількість речовини хлору масою 284 г.

$$\nu(Cl_2) = \frac{284\ г}{71\ \frac{г}{моль}} = 4\ моль.$$

5. Визначимо кількісні відношення реагентів за умовою задачі:

$$\nu(H_2) : \nu(Cl_2) = 10 : 4.$$

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:

$$\nu\ HCl = 2\nu(Cl_2) = 2 \cdot 4 = 8\ (моль).$$

7. Обчислимо об'єм гідроген хлориду:

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

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:

$m(NH_4Cl) = 10,7$ г

$m(Ca(OH)_2) = 11,1$ г

V(газу) – ?

Розв'язання:

1) Записуємо рівняння хімічної реакції:

$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$.

2 моль 1 моль 2 моль

2) Обчислюємо кількості речовини амоній хлориду і кальцій гідроксиду:

$$n(NH_4Cl) = \frac{m(NH_4Cl)}{M(NH_4Cl)} = \frac{10,7\text{ г}}{53,5\text{ г/моль}}$$

=0,2 моль;

$$n(Ca(OH)_2) = \frac{m(Ca(OH)_2)}{M(Ca(OH)_2)} = \frac{11,1\text{г}}{74\text{ г/моль}}$$

= 0,15 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:

$n(NH_3) = n(NH_4Cl) = 0,2$ моль.

4) Обчислюємо об'єм амоніаку.

$V(NH_3) = n(NH_3) \cdot V_m = 0,2$ моль $\cdot$ 22,4 л/моль =

=4,48 л або 4480 мл.

Відповідь: $V(NH_3) = 4,48$ л або 4480 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:

$V(CO_2) = 1,12$ л

$m(NaOH) = 5$ г

m(солі) – ?

Розв'язання:

1) Записуємо рівняння можливих реакцій:

$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$; (1)

1 моль 2 моль 1 моль

$CO_2 + NaOH = NaHCO_3$. (2)

1 моль 1 моль 1 моль

2) Обчислюємо кількості речовини вуглекислого газу і натрій гідроксиду:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{1,12\text{ л}}{22,4\text{ л/моль}}$$

=0,05моль;

$$n(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{5\text{ г}}{40\text{ г/моль}}$$

=0,125 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:

$n(Na_2CO_3) = n(CO_2) = 0,05$ моль;

$m(Na_2CO_3) = n(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3) =$

$= 0,05$ моль $\cdot$ 106 г/моль = 5,3 г.

Відповідь: $m(Na_2CO_3) = 5,3$ 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:	***Розв'язання:***
$V(CH_4) = 100$ м^3 $V(O_2) = 300$ м^3 $V(CO_2) - ?$	1) Записуємо рівняння реакції горіння метану: $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$. 1 моль 2 моль 1 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: $V(CO_2) = V(CH_4) = 100$ м^3. ***Відповідь:*** $V(CO_2) = 100$ м^3.