



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВЫСОКОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ ПО УРАВНЕНИЯМ РЕАКЦИЙ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РАСТВОРАХ

КОЧКАРОВ Ж. А., профессор кафедры неорганической химии, Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик

Задачи высокого уровня сложности входят в третью часть экзаменационной работы ЕГЭ. Задания этой части работы предназначены для оценки учебных достижений с учетом требований к общеобразовательной подготовке выпускников на профильном уровне изучения химии. Затруднения вызывают задачи С4 на нахождение массы (или объема) вещества, добавляемое к раствору другого вещества для получения раствора заданной концентрации в результате протекания реакции. В статье предлагается алгоритм для успешного решения этих задач.

1. Найти массу металлического натрия, которую необходимо растворить в 200 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей гидроксида натрия 10%.

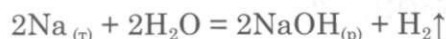
Дано:

$$\begin{aligned} V(\text{H}_2\text{O}) &= 200 \text{ мл} \\ \rho(\text{H}_2\text{O}) &= 1 \text{ г/мл} \\ \omega(\text{NaOH}) &= 10\% \end{aligned}$$

$$m(\text{Na}) - ?$$

Решение

1. Запишем уравнение реакции



2. Обозначим через x требуемое количество вещества Na.

Тогда получим:

$$v(\text{Na}) = v(\text{NaOH}) = x, v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} x$$

3. Выразим массы веществ через x :

$$\begin{aligned} m(\text{Na}) &= 23x, m(\text{NaOH}) = 40x, \\ m(\text{H}_2) &= \frac{1}{2} (2x) = x \end{aligned}$$

4. Выразим массу полученного раствора с учетом того, что в ходе реакции выделяется водород:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра}} &= m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) \\ m_{\text{р-ра}} &= 23x + 200 - x \end{aligned}$$

5. Запишем выражение для массовой доли NaOH:

$$\begin{aligned} \omega(\text{NaOH}) &= m(\text{NaOH}) : m_{\text{р-ра}} \\ 0,1 &= 40x : (m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2)) \\ 0,1 &= 40x : (23x + 200 - x) \end{aligned}$$

6. Решая полученное уравнение, найдем x :

$$x = 0,529 \text{ моль}$$

7. Находим массу металлического натрия:

$$m(\text{Na}) = 23 \cdot x = 23 \cdot 0,529 = 12,17 \text{ г}$$

2. Решая обратную задачу, проверим полученные в задаче 1 результаты.

В 200 мл воды растворили 12,17 г металлического натрия. Найти массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$$

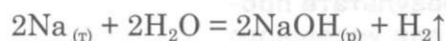
$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{Na}) = 12,17 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = ?$$

Решение

1. Запишем уравнение реакции



2. Определим количество вещества Na:

$$\nu(\text{Na}) = 12,17 : 23 = 0,529 \text{ моль}$$

Из уравнения реакции имеем:

$$\nu(\text{Na}) = \nu(\text{NaOH}), \nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{Na})$$

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,529 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0,529 / 2 = 0,2645 \text{ моль}$$

3. Найдем массы веществ:

$$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,529 = 21,16 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,2645 = 0,529 \text{ г}$$

4. Рассчитаем массу полученного раствора с учетом того, что в ходе реакции водород выделяется:

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2)$$

$$m_{\text{р-ра}} = 12,17 + 200 - 0,529 = 211,6 \text{ г}$$

5. Находим массовую долю гидроксида натрия:

$$\omega(\text{NaOH}) = 21,16 : 211,6 = 0,1 \text{ (10\%)}$$

3. Найти массу гидрида натрия, которую нужно растворить в 200 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей гидроксида натрия 10%.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$$

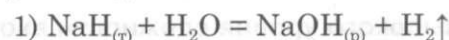
$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 10\%$$

$$m(\text{NaH}) = ?$$

Решение

Алгоритм решения такой же, как и в первой задаче.



$$2) \nu(\text{NaH}) = \nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{H}_2) = x$$

$$3) m(\text{NaH}) = 24x, m(\text{NaOH}) = 40x, m(\text{H}_2) = 2x$$

$$4) m_{\text{р-ра}} = m(\text{NaH}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2)$$

$$m_{\text{р-ра}} = 24x + 200 - 2x$$

$$5) \omega(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) : m_{\text{р-ра}}$$

$$0,1 = 40x : (24x + 200 - 2x)$$

$$6) x = 0,529 \text{ моль}$$

$$7) m(\text{NaH}) = 24x = 24 \cdot 0,529 = 12,696 \text{ г}$$

4. Решая обратную задачу, проверим полученные в задаче 3 результаты.

В 200 мл воды растворили 12,696 г гидрида натрия. Найти массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ мл}$$

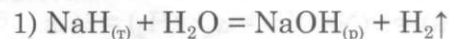
$$m(\text{NaH}) = 12,696 \text{ г}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = ?$$

Решение

Алгоритм решения такой же, как и во второй задаче.



- 2) $v(\text{NaNH}) = 12,696 / 24 = 0,529$ моль
 $v(\text{NaNH}) = v(\text{NaOH}) = v(\text{H}_2) = 0,529$ моль
 3) $m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,529 = 21,16$ г
 $m(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,529 = 1,058$ г
 4. $m_{\text{р-ра}} = m(\text{NaNH}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2)$
 $m_{\text{р-ра}} = 12,696 + 200 - 1,058 = 211,6$ г
 5. $\omega(\text{NaOH}) = 21,16 : 211,6 = 0,1$ (10%)

5. Какой объем аммиака (н.у) следует растворить в 200 г 10%-ного раствора аммиака NH_3 , чтобы получить 15%-ный раствор аммиака NH_3 ?

Дано:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра1}}(\text{NH}_3) &= 200 \text{ г} \\ \omega_1(\text{NH}_3) &= 10\% \\ \omega_2(\text{NH}_3) &= 15\% \end{aligned}$$

$V(\text{NH}_3) - ?$

Решение

1) находим массу NH_3 в исходном растворе

$$m_{\text{в-ва1}}(\text{NH}_3) = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ г}$$

2) выражаем количество вещества растворяемого NH_3 через x :

$$v(\text{NH}_3) = x$$

3) выражаем массу растворяемого через x :

$$m(\text{NH}_3) = 17x$$

4) выражаем массу полученного раствора:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра2}} &= m(\text{NH}_3) + m_{\text{р-ра1}} \\ m_{\text{р-ра2}} &= 17x + 200 \end{aligned}$$

5) выражаем массу всего NH_3 в полученном растворе:

$$m(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) + m(\text{NH}_3)$$

$$m(\text{NH}_3) = 20 + 17x$$

6) записываем выражение для ω_2 :
 $\omega_2(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) : m_{\text{р-ра2}}$

$$0,15 = (20 + 17x) : (17x + 200)$$

7) решая полученное уравнение, находим количество вещества NH_3 :

$$x = 0,692 \text{ моль}$$

8) находим объем аммиака:

$$V(\text{NH}_3) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,692 \text{ моль} = 15,5 \text{ л}$$

6. Решая обратную задачу, проверим полученные в задаче 5 результаты.

К 200 г 10%-ного раствора аммиака прибавили 15,5 л аммиака NH_3 (ну). Найти массовую долю NH_3 в полученном растворе.

Дано:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра1}}(\text{NH}_3) &= 200 \text{ г} \\ \omega_1(\text{NH}_3) &= 10\% \\ V(\text{NH}_3) &= 15,5 \text{ л} \end{aligned}$$

$\omega_2(\text{NH}_3) - ?$

Решение

1) находим массу NH_3 в исходном растворе

$$m_{\text{в-ва1}}(\text{NH}_3) = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ г}$$

2) находим количества веществ NH_3 :

$$\begin{aligned} v(\text{NH}_3) &= 15,5 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль}, \\ v(\text{NH}_3) &= 0,692 \text{ моль} \end{aligned}$$

3) находим массу растворенного NH_3 :

$$\begin{aligned} m(\text{NH}_3) &= 17 \text{ г/моль} \cdot 0,692 \text{ моль}, \\ m(\text{NH}_3) &= 11,76 \text{ г} \end{aligned}$$

4) находим массу полученного раствора:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра2}} &= m(\text{NH}_3) + m_{\text{р-ра1}} \\ m_{\text{р-ра2}} &= 11,76 + 200 = 211,76 \text{ г} \end{aligned}$$

5) находим общую массу NH_3 в полученном растворе:

$$m_{\text{в-ва}2}(\text{NH}_3) = \\ = 20 + 11,76 = 31,76 \text{ г}$$

6) рассчитываем массовую долю NH_3 в полученном растворе:

$$\omega_2(\text{NH}_3) = m_{\text{в-ва}2}(\text{NH}_3) : m_{\text{р-ра}2} \\ \omega_2(\text{NH}_3) = 31,76 \text{ г} : 211,76 \text{ г} = 0,15 \text{ (15\%)}$$

7. Какую массу гидрида натрия надо добавить к 500 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,5 \text{ г/мл}$), чтобы массовая доля гидроксида увеличилась до 30%?

Дано:

$$\begin{array}{l} V_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 500 \text{ мл} \\ \rho_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 1,5 \text{ г/мл} \\ \omega_1(\text{NaOH}) = 20\% \\ \omega_2(\text{NaOH}) = 30\% \end{array}$$

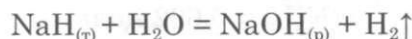
$$m_{\text{в-ва}}(\text{NaH}) = ?$$

Решение

1) находим массу раствора NaOH и массу вещества NaOH в исходном объеме раствора:

$$\begin{array}{l} m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = \rho_{\text{р-ра}1} \cdot V_{\text{р-ра}1} \\ m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 1,5 \text{ г/мл} \cdot 500 \text{ мл} = 750 \text{ г} \\ m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) \cdot \omega_1(\text{NaOH}) \\ m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) = 750 \text{ г} \cdot 0,2 = 150 \text{ г} \end{array}$$

2) запишем уравнение реакции:



3) обозначим количество вещества NaH через x :

$$v(\text{NaH}) = v(\text{NaOH}) = v(\text{H}_2) = x$$

4) выразим массы веществ через x :

$$m(\text{NaH}) = 24x, \quad m(\text{NaOH}) = 40x, \\ m(\text{H}_2) = 2x$$

5) выразим общую массу вещества

NaOH в полученном растворе и массу полученного раствора:

$$\begin{array}{l} m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) + m(\text{NaOH}) \\ m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) = 150 \text{ г} + 40x \\ m_{\text{р-ра}2}(\text{NaOH}) = 750 \text{ г} + 24x - 2x \end{array}$$

6) выразим $\omega_2(\text{NaOH})$:

$$\begin{array}{l} \omega_2(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) : m_{\text{р-ра}2}(\text{NaOH}) \\ 0,3 = 150 \text{ г} + 40x : (750 \text{ г} + 24x - 2x) \end{array}$$

7) решением полученного уравнения находим количество вещества NaH :

$$x = 2,245 \text{ моль}$$

8) рассчитываем $m_{\text{в-ва}}(\text{NaH})$:

$$\begin{array}{l} m_{\text{в-ва}}(\text{NaH}) = 24x = \\ = 24 \text{ г/моль} \cdot 2,245 \text{ моль} = 53,88 \text{ г} \end{array}$$

8. Решая обратную задачу, проверим полученные в задаче 7 результаты.

К 500 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,5 \text{ г/мл}$) прибавили 53,88 г гидрида натрия. Найти массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Дано:

$$\begin{array}{l} V_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 500 \text{ мл} \\ \rho_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 1,5 \text{ г/мл} \\ \omega_1(\text{NaOH}) = 20\% \\ m(\text{NaH}) = 53,88 \text{ г} \end{array}$$

$$\omega_2(\text{NaOH}) = ?$$

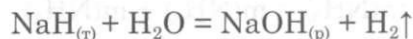
Решение

1) находим массу раствора NaOH и массу вещества

NaOH в исходном объеме раствора:

$$\begin{array}{l} m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = \rho_{\text{р-ра}1} \cdot V_{\text{р-ра}1} \\ m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) = 1,5 \text{ г/мл} \cdot 500 \text{ мл} = 750 \text{ г} \\ m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) \cdot \omega_1(\text{NaOH}) \\ m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) = 750 \text{ г} \cdot 0,2 = 150 \text{ г} \end{array}$$

2) запишем уравнение реакции:



3) рассчитываем количества веществ:

$$v(\text{NaH}) = m(\text{NaH})/M(\text{NaH})$$

$$v(\text{NaH}) = 53,88 \text{ г} : 24 \text{ г/моль} = 2,245 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaH}) = v(\text{NaOH}) = v(\text{H}_2) = 2,245 \text{ моль}$$

4) рассчитываем массы образующихся веществ:

$$m(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль} \cdot 2,245 \text{ моль} = 89,8 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль} \cdot 2,245 \text{ моль} = 4,49 \text{ г}$$

5) находим общую массу полученного раствора:

$$m_{\text{р-ра}2} = m_{\text{р-ра}1}(\text{NaOH}) + m(\text{NaH}) - m(\text{H}_2)$$

$$m_{\text{р-ра}2} = 750 \text{ г} + 53,88 \text{ г} - 4,49 \text{ г} = 799,39 \text{ г}$$

6) находим общую массу NaOH в полученном растворе:

$$m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}1}(\text{NaOH}) + m(\text{NaOH})$$

$$m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) = 150 \text{ г} + 89,8 \text{ г} = 239,8 \text{ г}$$

7) рассчитываем массовую долю NaOH в полученном растворе:

$$\omega_2(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}2}(\text{NaOH}) / m_{\text{р-ра}2}$$

$$\omega_2(\text{NaOH}) = 239,8 \text{ г} : 799,39 \text{ г} = 0,3 \text{ (30\%)}$$

9. Какой объем 50%-ного раствора аммиака ($\rho = 0,9 \text{ г/мл}$) необходимо добавить к 300 мл 50%-ного раствора серной кислоты ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$), чтобы массовая доля кислоты уменьшилась в 2 раза?

Дано:

$$\omega(\text{NH}_3) = 50\%$$

$$\rho_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 0,9 \text{ г/мл}$$

$$\omega_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 50\%$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 300 \text{ мл}$$

$$\rho_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,2 \text{ г/мл}$$

$$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 25\%$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) \text{ — ?}$$

Решение

1) находим массу исходного раствора:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,2 \text{ г/мл} \cdot 300 \text{ мл} = 360 \text{ г}$$

2) находим массу H_2SO_4 в исходном растворе:

$$m_{\text{в-ва}1}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega_1(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$m_{\text{в-ва}1}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 360 \text{ г} \cdot 0,5 = 180 \text{ г}$$

3) записываем уравнение реакции:



4) вводим обозначение и выражаем количества веществ: $v(\text{NH}_3) = x$,

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} x$$

5) выражаем массы вступающих в реакцию веществ и массу раствора аммиака:

$$m_{\text{в-ва}}(\text{NH}_3) = 17 x, m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 17 x : 0,5 = 34 x$$

$$m_{\text{в-ва}2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot \frac{1}{2} x = 49 x$$

6) выражаем массу H_2SO_4 в растворе после реакции:

$$m_{\text{в-ва}3}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{в-ва}1}(\text{H}_2\text{SO}_4) - m_{\text{в-ва}2}(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$m_{\text{в-ва}3}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 180 \text{ г} - 49 x$$

7) выражаем общую массу полученного раствора:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{общ}) = m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) + m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4),$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{общ}) = 34 x + 360$$

8) выражаем $\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$ после реакции и находим x :

$$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{в-ва}3}(\text{H}_2\text{SO}_4) : m_{\text{р-ра}}(\text{общ})$$

$$0,25 = 180 \text{ г} - 49 x : 34 x + 360 \text{ г},$$

$$x = 1,565 \text{ моль}$$

9) находим массу и объем раствора аммиака:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 34 x = 34 \cdot 1,565 \text{ моль} = 53,21 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 53,21 \text{ г} : 0,9 = 59,12 \text{ мл}$$

10. К 300 г 30%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 50 г фосфорного ангидрида. Найти массовую долю ортофосфорной кислоты в полученном растворе.

Дано:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 300 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4) = 30\%$$

$$m_{\text{в-ва1}}(\text{P}_2\text{O}_5) = 50 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?$$

Решение:

1) масса H_3PO_4 в исходном растворе:

$$m_{\text{в-ва1}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 300 \cdot 0,3 = 90 \text{ г}$$

2) уравнение реакции:



3) количества веществ P_2O_5 и H_3PO_4 :

$$v(\text{P}_2\text{O}_5) = 50 \text{ г} : 142 \text{ г/моль} = 0,352 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot 0,352 \text{ моль} = 0,704 \text{ моль}$$

4) масса образовавшегося вещества H_3PO_4 :

$$m_{\text{в-ва2}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,704 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 69 \text{ г}$$

5) общая масса вещества H_3PO_4 :

$$m_{\text{в-ва3}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{в-ва1}}(\text{H}_3\text{PO}_4) + m_{\text{в-ва2}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$m_{\text{в-ва3}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 90 \text{ г} + 69 \text{ г} = 159 \text{ г}$$

6) общая масса полученного раствора:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{общ}) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) + m_{\text{в-ва1}}(\text{P}_2\text{O}_5)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{общ}) = 300 \text{ г} + 50 \text{ г} = 350 \text{ г}$$

7) массовая доля ортофосфорной кислоты в полученном растворе:

$$\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4) = 159 \text{ г} : 350 \text{ г} = 0,4543 \text{ (45,43\%)}$$

Выводы:

Очевидно, что все действия, связанные с решением подобных задач, сводятся к выражению для массовой доли:

$$\omega(\text{в-ва}) = m(\text{в-ва}) : m(\text{р-ра}) \quad (1)$$

В случае если $\omega(\text{в-ва})$ задана, то определяются масса вещества ($m(\text{в-ва})$) через количество вещества (x) и масса раствора ($m(\text{р-ра})$).

Если в ходе реакции массовая доля исходного вещества уменьшается и один из продуктов выделяется в виде газа или осадка, то выражение (1) принимает вид:

$$\omega(\text{в-ва}) = [m_1(\text{в-ва}_1) - m_2(\text{в-ва}_1)] : [m(\text{р-ра}) - m_{\text{ос}}(\text{в-ва})] \quad (2)$$

или

$$\omega(\text{в-ва}) = [m_1(\text{в-ва}_1) - m_2(\text{в-ва}_1)] : [m(\text{р-ра}) - m_{\text{газ}}(\text{в-ва})] \quad (3)$$

Если в ходе реакции массовая доля исходного вещества увеличивается и один из продуктов выделяется в виде газа или осадка, то выражение (1) принимает вид:

$$\omega(\text{в-ва}) = [m_1(\text{в-ва}_1) + m_2(\text{в-ва}_1)] : [m(\text{р-ра}) - m_{\text{ос}}(\text{в-ва})] \quad (4)$$

или

$$\omega(\text{в-ва}) = [m_1(\text{в-ва}_1) + m_2(\text{в-ва}_1)] : [m(\text{р-ра}) - m_{\text{газ}}(\text{в-ва})] \quad (5)$$

Далее решением одного из соответствующих уравнений (2–5) с неизвестным (x) находят количество вещества (x), затем массу вещества.