

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 2 (25 баллов)

Вариант 1

При термическом разложении смеси солей: перманганата и хлората калия, массой 30,5 г образовалось 3,808 л газа (н.у.). Остаток после разложения солей растворили в воде и добавили избыток нитрата серебра. При этом образовалось 12,915 г осадка. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси с точностью до десятых, учитывая, что смесь не содержит примесей.

Решение и критерии оценивания решения:

1) Количество вещества

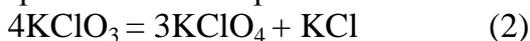
- кислорода составляет $3,808/22,4 = 0,17$ моль;
- хлорида серебра $12,915/M(\text{AgCl}) = 12,915/143,5 = 0,09$ моль.

2) Уравнения реакций

-разложение перманганата калия



-разложение хлората калия без катализатора MnO_2



и после образования достаточного количества MnO_2



-образование осадка после добавления избытка AgNO_3



Обоснование протекания реакций 2 и 3:

-если при разложении смеси протекают только реакции 1 и 2, т.е. O_2 образуется только из KMnO_4 , то $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 0,34$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 0,34 \cdot$

$158 = 53,72$ г – больше массы смеси по условию. Следовательно, кислород образуется по двум реакциям: 1 и 3.

-если осадок AgCl образуется только из KCl , полученного по реакции 3, то $n(\text{AgCl}) = n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3) = 0,09$ моль, а количество кислорода, образовавшегося по реакции 3, $n(\text{O}_2) = 0,045$ моль.

Тогда по реакции 1 образовалось кислорода $0,17 - 0,045 = 0,125$ моль, т.е.

$n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 0,25$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 0,25 \cdot 158 = 39,5$ г – больше массы смеси по условию. Следовательно, осадок AgCl образуется из KCl , полученного по двум реакциям: 2 и 3.

Вывод: при термическом разложении протекают и 2, и 3 реакции

3) Пусть $n(\text{KMnO}_4) = x$ моль;

по реакции 2 разлагается $n_1(\text{KClO}_3) = y$ моль;

по реакции 3 разлагается $n_2(\text{KClO}_3) = z$ моль.

Составляем систему уравнений:

кислорода выделилось $0,5x + 1,5z = 0,17$;

хлорида калия образовалось $0,25y + z = 0,09$;

масса навески $158x + 122,5y + 122,5z = 30,5$.

Выражаем $x = 0,34 - 3z$; $y = 0,36 - 4z$ и подставляем в третье уравнение. Получаем $z = 0,08$ моль; $x = 0,1$ моль; $y = 0,04$ моль.

4) Рассчитываем массы солей и их массовые доли в смеси: $m(\text{KMnO}_4) = 0,1 \cdot 158 =$

$15,8$ г; $m(\text{KClO}_3) = (0,08 + 0,04) \cdot 122,5 = 14,7$ г

$\omega(\text{KMnO}_4) = (15,8/30,5) \cdot 100\% = 51,8\%$;

$\omega(\text{KClO}_3) = (14,7/30,5) \cdot 100\% = 48,2\%$

Ответ: $\omega(\text{KMnO}_4) = 51,8\%$; $\omega(\text{KClO}_3) = 48,2\%$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 2 (25 баллов)

Вариант 2.

При термическом разложении смеси солей: перманганата и хлората калия, массой 61,0 г образовалось 7,616 л газа (н.у.). Остаток после разложения солей растворили в воде и добавили избыток нитрата серебра. При этом образовалось 25,83 г осадка. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси с точностью до десятых, учитывая, что смесь не содержит примесей.

Решение и критерии оценивания решения:

1) Количество вещества

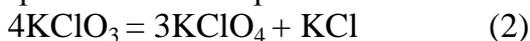
- кислорода составляет $7,616/22,4 = 0,34$ моль;
- хлорида серебра $25,83/M(\text{AgCl}) = 25,83/143,5 = 0,18$ моль.

2) Уравнения реакций

-разложение перманганата калия



-разложение хлората калия без катализатора MnO_2



и после образования достаточного количества MnO_2



-образование осадка после добавления избытка AgNO_3



Обоснование протекания реакций 2 и 3:

-если при разложении смеси протекают только реакции 1 и 2, т.е. O_2 образуется только из KMnO_4 , то $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 0,68$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 0,68 \cdot 158 = 107,44$ г – больше массы смеси по условию. Следовательно, кислород образуется по двум реакциям: 1 и 3.

-если осадок AgCl образуется только из KCl , полученного по реакции 3, то $n(\text{AgCl}) = n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3) = 0,18$ моль, а количество кислорода, образовавшегося по реакции 3, $n(\text{O}_2) = 0,09$ моль.

Тогда по реакции 1 образовалось кислорода $0,34 - 0,09 = 0,25$ моль, т.е.

$n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 0,5$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 0,5 \cdot 158 = 79$ г – больше массы смеси по условию. Следовательно, осадок AgCl образуется из KCl , полученного по двум реакциям: 2 и 3.

Вывод: при термическом разложении протекают и 2, и 3 реакции

3) Пусть $n(\text{KMnO}_4) = x$ моль;

по реакции 2 разлагается $n_1(\text{KClO}_3) = y$ моль;

по реакции 3 разлагается $n_2(\text{KClO}_3) = z$ моль.

Составляем систему уравнений:

кислорода выделилось $0,5x + 1,5z = 0,34$;

хлорида калия образовалось $0,25y + z = 0,18$;

масса навески $158x + 122,5y + 122,5z = 61$.

Выражаем $x = 0,68 - 3z$; $y = 0,72 - 4z$ и подставляем в третье уравнение. Получаем $z = 0,16$ моль; $x = 0,2$ моль; $y = 0,08$ моль.

4) Рассчитываем массы солей и их массовые доли в смеси:

$m(\text{KMnO}_4) = 0,2 \cdot 158 = 31,6$ г; $m(\text{KClO}_3) = (0,16 + 0,08) \cdot 122,5 = 29,4$ г

$\omega(\text{KMnO}_4) = (31,6/61) \cdot 100\% = 51,8\%$;

$\omega(\text{KClO}_3) = (29,4/61) \cdot 100\% = 48,2\%$

Ответ: $\omega(\text{KMnO}_4) = 51,8\%$; $\omega(\text{KClO}_3) = 48,2\%$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 2 (25 баллов)

Вариант 3.

При термическом разложении смеси солей: перманганата и хлората калия, массой 152,5 г образовалось 19,04 л газа (н.у.). Остаток после разложения солей растворили в воде и добавили избыток нитрата серебра. При этом образовалось 64,575 г осадка. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси с точностью до десятых, учитывая, что смесь не содержит примесей.

Решение и критерии оценивания решения:

<p>1) Количество вещества</p> <ul style="list-style-type: none">- кислорода составляет $19,04/22,4 = 0,85$ моль;- хлорида серебра $64,575/M(\text{AgCl}) = 64,575/143,5 = 0,45$ моль.
<p>2) Уравнения реакций</p> <p>-разложение перманганата калия $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ (1)</p> <p>-разложение хлората калия без катализатора MnO_2 $4\text{KClO}_3 = 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$ (2)</p> <p>и после образования достаточного количества MnO_2 $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + \text{O}_2$ (3)</p> <p>-образование осадка после добавления избытка AgNO_3 $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} = \text{AgCl} + \text{KNO}_3$ (4)</p> <p><i>Обоснование протекания реакций 2 и 3:</i></p> <p><i>-если при разложении смеси протекают только реакции 1 и 2, т.е. O_2 образуется только из KMnO_4, то $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 1,7$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 1,7 \cdot 158 = 268,6$ г – большие массы смеси по условию. Следовательно, кислород образуется по двум реакциям: 1 и 3.</i></p> <p><i>-если осадок AgCl образуется только из KCl, полученного по реакции 3, то $n(\text{AgCl}) = n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3) = 0,45$ моль, а количество кислорода, образовавшегося по реакции 3, $n(\text{O}_2) = 0,225$ моль.</i></p> <p><i>Тогда по реакции 1 образовалось кислорода $0,85 - 0,225 = 0,625$ моль, т.е. $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 1,25$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 1,25 \cdot 158 = 197,5$ г – большие массы смеси по условию. Следовательно, осадок AgCl образуется из KCl, полученного по двум реакциям: 2 и 3.</i></p> <p><i>Вывод: при термическом разложении протекают и 2, и 3 реакции</i></p>
<p>3) Пусть $n(\text{KMnO}_4) = x$ моль;</p> <p>по реакции 2 разлагается $n_1(\text{KClO}_3) = y$ моль;</p> <p>по реакции 3 разлагается $n_2(\text{KClO}_3) = z$ моль.</p> <p>Составляем систему уравнений:</p> <p>кислорода выделилось $0,5x + 1,5z = 0,85$;</p> <p>хлорида калия образовалось $0,25y + z = 0,45$;</p> <p>масса навески $158x + 122,5y + 122,5z = 152,5$.</p> <p>Выражаем $x = 1,7 - 3z$; $y = 1,8 - 4z$ и подставляем в третье уравнение. Получаем $z = 0,4$ моль; $x = 0,5$ моль; $y = 0,2$ моль.</p>
<p>4) Рассчитываем массы солей и их массовые доли в смеси: $m(\text{KMnO}_4) = 0,5 \cdot 158 = 79$ г; $m(\text{KClO}_3) = (0,4 + 0,2) \cdot 122,5 = 73,5$ г</p> <p>$\omega(\text{KMnO}_4) = (79/152,5) \cdot 100\% = 51,8\%$;</p> <p>$\omega(\text{KClO}_3) = (73,5/152,5) \cdot 100\% = 48,2\%$</p>
<p>Ответ: $\omega(\text{KMnO}_4) = 51,8\%$; $\omega(\text{KClO}_3) = 48,2\%$</p>

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 2 (25 баллов)

Вариант 4.

При термическом разложении смеси солей: перманганата и хлората калия, массой 305 г образовалось 38,08 л газа (н.у.). Остаток после разложения солей растворили в воде и добавили избыток нитрата серебра. При этом образовалось 129,15 г осадка. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси с точностью до десятых, учитывая, что смесь не содержит примесей.

Решение и критерии оценивания решения задачи 2:

1) Количество вещества

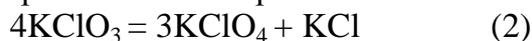
- кислорода составляет $38,08/22,4 = 1,7$ моль;
- хлорида серебра $129,15/M(\text{AgCl}) = 129,15/143,5 = 0,9$ моль.

2) Уравнения реакций

-разложение перманганата калия



-разложение хлората калия без катализатора MnO_2



и после образования достаточного количества MnO_2



-образование осадка после добавления избытка AgNO_3



Обоснование протекания реакций 2 и 3:

-если при разложении смеси протекают только реакции 1 и 2, т.е. O_2 образуется только из KMnO_4 , то $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 3,4$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 3,4 \cdot 158 = 537,2$ г – большие массы смеси по условию. Следовательно, кислород образуется по двум реакциям: 1 и 3.

-если осадок AgCl образуется только из KCl , полученного по реакции 3, то $n(\text{AgCl}) = n(\text{KCl}) = n(\text{KClO}_3) = 0,9$ моль, а количество кислорода, образовавшегося по реакции 3, $n(\text{O}_2) = 0,45$ моль.

Тогда по реакции 1 образовалось кислорода $1,7 - 0,45 = 1,25$ моль, т.е. $n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2,5$ моль, $m(\text{KMnO}_4) = 2,5 \cdot 158 = 395$ г – большие массы смеси по условию. Следовательно, осадок AgCl образуется из KCl , полученного по двум реакциям: 2 и 3.

Вывод: при термическом разложении протекают и 2, и 3 реакции

3) Пусть $n(\text{KMnO}_4) = x$ моль;

по реакции 2 разлагается $n_1(\text{KClO}_3) = y$ моль;

по реакции 3 разлагается $n_2(\text{KClO}_3) = z$ моль.

Составляем систему уравнений:

кислорода выделилось $0,5x + 1,5z = 1,7$;

хлорида калия образовалось $0,25y + z = 0,9$;

масса навески $158x + 122,5y + 122,5z = 305$.

Выражаем $x = 3,4 - 3z$; $y = 3,6 - 4z$ и подставляем в третье уравнение. Получаем $z = 0,8$ моль; $x = 1,0$ моль; $y = 0,4$ моль.

4) Рассчитываем массы солей и их массовые доли в смеси:

$m(\text{KMnO}_4) = 1,0 \cdot 158 = 158$ г; $m(\text{KClO}_3) = (0,8 + 0,4) \cdot 122,5 = 147$ г

$\omega(\text{KMnO}_4) = (158/305) \cdot 100\% = 51,8\%$;

$\omega(\text{KClO}_3) = (147/305) \cdot 100\% = 48,2\%$

Ответ: $\omega(\text{KMnO}_4) = 51,8\%$; $\omega(\text{KClO}_3) = 48,2\%$