

**Олимпиада по химии на призы ПАО «СИБУР Холдинг»
среди учащихся 9-х классов общеобразовательных школ
города Кстова и Кстовского района 15.12.2016 г.**

Задачи теоретического тура

Задача 1.

Какие из перечисленных ниже газов можно сушить (т. е. освобождать от влаги) концентрированной серной кислотой: CH_4 , NH_3 , H_2S , HCl , Xe ? Какие нельзя и по какой причине? Приведите необходимые химические уравнения. **(35 б.)**

Задача 2.

При взаимодействии 17.68 г некоторого металла с хлором образовалось 53.89 г хлорида металла со степенью окисления +3. Определите металл. Вычислите массу оксида марганца(IV) и объем 37 %-ого раствора соляной кислоты (плотность 1.19 г/мл), которые нужно взять для получения необходимого количества хлора, запишите уравнение реакции получения хлора и реакции хлорирования металла. **(35 б.)**

Решения задач теоретического тура

Решение задачи 1.

Можно сушить CH_4 , HCl , Xe , они не реагируют с H_2SO_4 **(5*3=15 б.)**

Нельзя сушить NH_3 и H_2S , они реагируют с H_2SO_4 конц. **(5*2=10 б.)**

$2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ **(5 б.)**

$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ **(5 б.)**

Итого 35 б.

Решение задачи 2.

$2\text{Me} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{MeCl}_3$ **5 б.**

Пусть молярная масса металла равна M_{Me} г/моль, тогда молярная масса хлорида металла равна $M_{\text{Me}}+106.5$ г/моль.

Количество вещества исходного металла и конечного хлорида металла должны быть равны:

$n(\text{Me}) = 17.68/M_{\text{Me}} = n(\text{MeCl}_3) = 53.89/(M_{\text{Me}}+106.5) \Rightarrow M_{\text{Me}}=52$, это хром **Cr 10 б.**

$2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CrCl}_3$ **5 б.**

$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ **5 б.**

$n(\text{Cr}) = 17.8/52 = 0.34$ моль, $n(\text{Cl}_2) = 1.5n(\text{Cr}) = 0.51$ моль

$m(\text{MnO}_2) = 0.51 \text{ моль} * 87 \text{ г/моль} = 44.37 \text{ г}$ **5 б.**

$m(\text{HCl}) = 4 * 0.51 \text{ моль} * 36.5 \text{ г/моль} = 74.46 \text{ г}$ **5 б.**

$m(\text{HCl})_{\text{p-ра}} = 74.46 \text{ г} / 0.37 = 201.24 \text{ г}$

$V(\text{HCl})_{\text{p-ра}} = 201.24 \text{ г} / 1.19 \text{ г/мл} = 169 \text{ мл.}$ **5 б.**

Итого 35 б.

Задача экспериментального тура

Вариант 1

В пронумерованных пробирках налиты разбавленные водные растворы гидроксида калия, соляной кислоты, карбоната калия, сульфата цинка, по 12 мл каждого.

Этап 1. Качественный анализ (32 б.)

1.1. Определите содержимое пробирок без использования других реактивов путем поочередного сливания примерно по 0.5-1 мл растворов, отобранных из подписанных пробирок, друг с другом. Имеются пустые пробирки, вода, таблица растворимости, периодическая таблица Менделеева. Вставьте результаты определения веществ в растворах 1-4 в таблицу 1.

Таблица 1

| Раствор №1 | Раствор №2 | Раствор №3 | Раствор №4 |
|------------|------------|------------|------------|
| Формула: | Формула: | Формула: | Формула: |

1.2. Запишите **уравнения всех реакций, которые могут необратимо протекать** в ходе анализа, и укажите под каждым уравнением наблюдаемые превращения (выделение газа ↑, выпадение осадка ↓, без видимых эффектов).

Этап 2. Анализ растворимости осадков (40 б.)

Опираясь на итоги 1 этапа, получите вновь какой-либо осадок (в виде водной взвеси объемом 1-2 мл), разделите его на 4 части (по 0.25-0.5 мл), и для каждой части отдельно исследуйте возможность растворения добавлением 3-4-кратного избытка растворов веществ 1-4. Если наблюдали растворение осадка в каком-то растворе, то отметьте результат в таблице 2 и **запишите уравнение реакции**.

Таблица 2. Растворимость осадка(формула) в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид калия | Соляная кислота | Карбонат калия | Сульфат цинка |
|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| | | | |

Таблица 3. Растворимость осадка(формула) в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид калия | Соляная кислота | Карбонат калия | Сульфат цинка |
|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| | | | |

Решение задачи экспериментального тура

Вариант 1

Этап 1. (32 б.)

1.1. Путь идентификации растворов по визуальным эффектам иллюстрируется таблицей:

| | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| XXXXXX | КОН | HCl | K ₂ CO ₃ | ZnSO ₄ | Результат |
| КОН | XXXXXXXX | | | ↓ Zn(OH) ₂ | 1 осадок |
| HCl | | XXXXXX | ↑ CO ₂ | | 1 газ |
| K ₂ CO ₃ | | ↑ CO ₂ | XXXXXX | ↓ ZnCO ₃ | 1 газ и 1 осадок |
| ZnSO ₄ | ↓ Zn(OH) ₂ | | ↓ ZnCO ₃ | XXXXXX | 2 осадка и 1 газ |

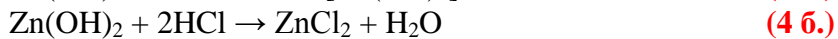
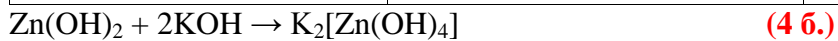
Результат анализа: №1 - КОН, №2 - HCl, №3 - K₂CO₃, №4 - ZnSO₄ (4 б.*4=16 б.)

1.2. Уравнения необратимых реакций с указанием визуальных эффектов:

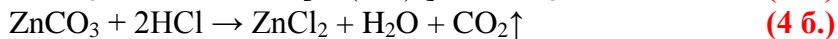
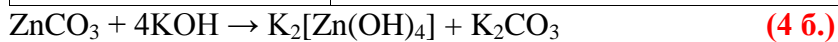


Этап 2. (40 б.)Таблица 2. Растворимость осадка $Zn(OH)_2$ в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид калия | Соляная кислота | Карбонат калия | Сульфат цинка |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Растворение осадка (4 б.) | Растворение осадка (4 б.) | - (2 б.) | - (2 б.) |

Таблица 3. Растворимость осадка $ZnCO_3$ в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид калия | Соляная кислота | Карбонат калия | Сульфат цинка |
|----------------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Растворение осадка (4 б.) | Растворение осадка и выделение газа (4 б.) | - (2 б.) | - (2 б.) |



Варианты 2,3,4 включают те же вещества, но в другой последовательности номеров.

Задача экспериментального тура

Вариант 2

В пронумерованных пробирках налиты разбавленные водные растворы гидроксида натрия, азотной кислоты, карбоната натрия, хлорида цинка, по 12 мл каждого.

Этап 1. Качественный анализ (32 б.)

1.1. Определите содержимое пробирок без использования других реактивов путем поочередного сливания примерно по 0.5-1 мл растворов, отобранных из подписанных пробирок, друг с другом. Имеются пустые пробирки, вода, таблица растворимости, периодическая таблица Менделеева. Вставьте результаты определения веществ в растворах 1-4 в таблицу 1.

Таблица 1

| Раствор №1 | Раствор №2 | Раствор №3 | Раствор №4 |
|------------|------------|------------|------------|
| Формула: | Формула: | Формула: | Формула: |

1.2. Запишите уравнения всех реакций, которые могут необратимо протекать в ходе анализа, и укажите под каждым уравнением наблюдаемые превращения (выделение газа ↑, выпадение осадка ↓, без видимых эффектов).

Этап 2. Анализ растворимости осадков (40 б.)

Опираясь на итоги 1 этапа, получите вновь какой-либо осадок (1-2 мл мутного раствора), разделите его на 4 части (по 0.25-0.5 мл), и для каждой части отдельно исследуйте возможность растворения добавлением 3-4-кратного избытка растворов веществ 1-4. Если наблюдали растворение осадка в каком-то растворе, то отметьте результат в таблице 2 и запишите уравнение реакции.

Таблица 2. Растворимость осадка в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид натрия | Азотная кислота | Карбонат натрия | Хлорид цинка |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | | | |

Таблица 3. Растворимость осадка в избытке имеющихся растворов

| Гидроксид натрия | Азотная кислота | Карбонат натрия | Хлорид цинка |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | | | |

Решение зачачи экспериментального тура

Вариант 1

Этап 1. (32 б.)

1.1. Путь идентификации растворов по визуальным эффектам иллюстрируется таблицей:

| XXXXXX | NaOH | HNO ₃ | Na ₂ CO ₃ | ZnCl ₂ | Результат |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|
| NaOH | XXXXXXXX | | | ↓ Zn(OH) ₂ | 1 осадок |
| HNO ₃ | | XXXXXX | ↑ CO ₂ | | 1 газ |
| Na ₂ CO ₃ | | ↑ CO ₂ | XXXXXX | ↓ ZnCO ₃ | 1 газ и 1 осадок |
| ZnCl ₂ | ↓ Zn(OH) ₂ | | ↓ ZnCO ₃ | XXXXXX | 2 осадка и 1 газ |

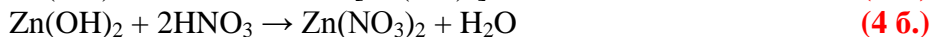
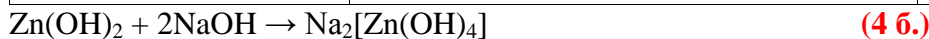
Результат анализа: №1 - , №2 - , №3 - , №4 - (4 б.*4=16 б.)

1.2. Уравнения необратимых реакций с указанием визуальных эффектов:

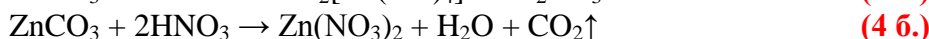
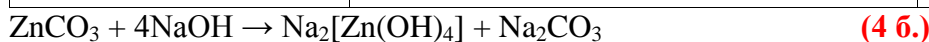


Этап 2. (40 б.)Таблица 2. Растворимость осадка $Zn(OH)_2$ в избытке имеющихся растворов

| | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Гидроксид натрия | Азотная кислота | Карбонат натрия | Хлорид цинка |
| Растворение осадка (4 б.) | Растворение осадка (4 б.) | - (2 б.) | - (2 б.) |

Таблица 3. Растворимость осадка $ZnCO_3$ в избытке имеющихся растворов

| | | | |
|----------------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Гидроксид натрия | Азотная кислота | Карбонат натрия | Хлорид цинка |
| Растворение осадка (4 б.) | Растворение осадка и выделение газа (4 б.) | - (2 б.) | - (2 б.) |

Рекомендации жюри по экспериментальному туру

1. Приготовить для задачи растворы KOH (0.5 моль/л), HCl (0.5 моль/л), K_2CO_3 (0.25 моль/л), $ZnSO_4$ (0.25 моль/л), по 12 мл каждого в пробирку.
2. В связи с тем, что ожидается большая скученность участников и возможность подглядывать у соседа, раздать 2 варианта заданий экспериментального тура для соседних рабочих мест, но разливать во втором варианте те же растворы, что и в первом, так как визуальные результаты должны быть идентичными.
3. Всего предусмотреть 4 разные последовательности номеров веществ:

| Участник | Раствор № 1 | Раствор № 2 | Раствор № 3 | Раствор № 4 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 вар. 1А Иванов Иван КСШ1 | HCl | KOH | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 |
| 2 вар. 2А Петров Петр КСШ2 | Na_2CO_3 | HNO_3 | NaOH | $ZnCl_2$ |
| 3 вар. 1б | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 | HCl | KOH |
| 4 вар. 2б | NaOH | $ZnCl_2$ | Na_2CO_3 | HNO_3 |
| 5 вар. 1а | HCl | KOH | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 |
| 6 вар. 2а | Na_2CO_3 | HNO_3 | NaOH | $ZnCl_2$ |
| 7 вар. 1б | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 | HCl | KOH |
| 8 вар. 2б | NaOH | $ZnCl_2$ | Na_2CO_3 | HNO_3 |
| 9 вар. 1а | HCl | KOH | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 |
| 10 вар. 2а | Na_2CO_3 | HNO_3 | NaOH | $ZnCl_2$ |
| 11 вар. 1б | $ZnSO_4$ | K_2CO_3 | HCl | KOH |
| 12 вар. 2б | NaOH | $ZnCl_2$ | Na_2CO_3 | HNO_3 |
| Рядом не ставить из одной СШ и из Кстовской химшколы | | | | |

4. Каждому участнику приготовить штатив с пробирками (4 подписанные и 4 пустые). Предупредить, чтобы шли мыть пробирки в раковине только когда кончатся чистые.
5. Предупредить, что если раствора не хватит, то обратиться к жюри. Он добавит, но снимет 1 балл. За разговоры с другим участником снимется 1 балл. За разбитую пробирку – 1 балл.
6. Каждому участнику при входе в практикум выдается карточка с шифром – номером от 1 до 46. В практикуме уже расставлены штативы с надписанными номерами от 1 до 46.