

## Всероссийская олимпиада школьников по химии

## Муниципальный этап

## 9 класс

## Решения заданий

**Задание 1.** В 136 г насыщенного водного раствора хлорида железа (II) внесли 34 г безводной соли. Полученную смесь нагрели до полного растворения, а затем охладили до исходной температуры. При этом выпало 82,62 г осадка кристаллогидрата. Установите формулу кристаллогидрата, если известно, что насыщенный раствор содержит 38,5% безводной соли. (8 баллов)

Решение	баллы
Пусть в состав кристаллогидрата входит $x$ молекул воды $\text{FeCl}_2 + x\text{H}_2\text{O} = \text{FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	1 балл
После выпадения осадка кристаллогидрата масса конечного раствора равна  $m(\text{раствора}) = 136 + 34 - 82,62 = 87,38 \text{ г}$	1 балл
В этом растворе масса хлорида железа равна  $m_1(\text{FeCl}_2) = 87,38 \cdot 0,385 = 33,64 \text{ г FeCl}_2.$	1 балл
В исходном растворе содержалось  $m_2(\text{FeCl}_2) = 136 \cdot 0,385 = 52,36 \text{ г FeCl}_2,$	1 балл
следовательно, в составе 82,62 г выпавшего кристаллогидрата было  $m_3(\text{FeCl}_2) = 52,36 + 34 - 33,64 = 52,72 \text{ г FeCl}_2.$	1 балла
$M(\text{FeCl}_2) = 127 \text{ г/моль}$ $M(\text{FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 127 + 18x \text{ г/моль}$	1 балл
$127 + 18x \text{ г (FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})$ ----- $127 \text{ г(FeCl}_2)$  $82,62 \text{ г(FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O)}$ ----- $52,72 \text{ г FeCl}_2.$	1 балл
$52,72/82,62 = 127/(127+18x)$ откуда $x = 4$ , формула кристаллогидрата $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1 балла
	Всего 8 баллов

**Задание 2.** К раствору соли А голубого цвета добавили раствор бесцветный раствор вещества Б. Образовавшееся студенистое голубое вещество В нейтрализуется бесцветным веществом Г с образованием раствора вещества А. При выпаривании раствора вещества А и прокаливании осадка образуются газ бурого цвета Д, газ Е (бесцветный, в котором вспыхивает тлеющая лучинка) и твердое вещество Ж черного цвета, которое может вступать в реакцию с веществом Г с образованием вещества А. Вещество Ж может также образоваться при прокаливании вещества В. Вещество В не растворяется в воде, но растворяется в растворе аммиака с образованием раствора вещества З интенсивного синего цвета. Аналогично ведет себя вещество Ж, т.е. растворяется в растворе аммиака. При нагревании вещества Ж до 1000 градусов так же выделяется газ Е. Газ Д в присутствии газа Е реагирует с водой с образованием вещества Г. (промышленное производство). Газ Д может реагировать с водой с образованием вещества Г и без кислорода. Газ Д растворяется в растворе вещества Б с образованием двух солей. Определите вещества А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З и приведите уравнения соответствующих реакций. ( 20 баллов)

Решение	баллы
Вещество А – нитрат меди (2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1 балл
Вещество Б – гидроксид натрия или гидроксид калия $\text{KOH}$	1 балл
Вещество В – гидроксид меди (2) $-\text{Cu}(\text{OH})_2$	1 балл
Вещество Г – азотная кислота $\text{HNO}_3$	1 балл
Газ Д- диоксид азота $\text{NO}_2$	1 балл
Газ Е – кислород $\text{O}_2$	1 балл
Вещество Ж – оксид меди (2) $\text{CuO}$	1 балл
Вещество З - гидроксид тетраамминмеди (2) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	2 балла
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$	1 балл
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$	1 балл
$\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	1 балл
$\text{CuO} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$	1 балл
$4\text{CuO} = 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$	1 балл
$4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \leftrightarrow 4\text{HNO}_3$	1 балл
$2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO} \uparrow$	1 балл
	Всего 20 баллов

**Задание 3.** При сливании двух неизвестных растворов получен раствор, содержащий только ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Подберите примеры пяти пар исходных веществ, необходимых для получения такого раствора. Запишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде. (5 баллов)

Решение.	баллы
$\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$	1 балл
$\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + 2\text{NaCl}$	1 балл
$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$	1 балл
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
Возможны другие варианты правильных ответов. 1 балл за молекулярное и ионное уравнение. Если написано только молекулярное уравнение - 0,5 балла	Всего 5 баллов

**Задание 4.** Масса сосуда, заполненного оксидом углерода (IV) равна 422 г. Этот же сосуд с аргоном имеет массу 420 г. Если сосуд заполнить смесью из аргона и неизвестного газа А (объемные доли газов 50%), то масса его станет равна 417 г. Вычислите массу сосуда, объем сосуда, молярную массу газа А. Углекислый газ из сосуда пропустили через 200 г раствора гидроксида натрия, массовая доля вещества в растворе 10%. Какая соль образовалась в результате реакции? Какова ее массовая доля в растворе после реакции? (12 баллов)

Решение	баллы
В одном и том же сосуде количество аргона и углекислого газа одинаково $n(\text{CO}_2) = n(\text{Ar})$	0,5 балла
$X$ –масса сосуда	0,5 балла
$m(\text{CO}_2) = Mx \cdot n = 44 \text{ г/моль} \cdot n \text{ моль} = 44n \text{ (г)}$ Масса сосуда, заполненного оксидом углерода (4) $X + 44n = 422$ (1 уравнение)	1 балл
$m(\text{Ar}) = Mx \cdot n = 40 \text{ г/моль} \cdot n \text{ моль} = 40n \text{ (г)}$ Масса сосуда, заполненного аргоном $X + 40n = 420$ (2 уравнение)	1 балл
При вычитании уравнения 2 из уравнения 1 получим массу сосуда $X + 40n - (X + 44n) = 420 - 422$ $4n = -2 \quad n = 0,5$ $X = 422 - 44 \cdot 0,5 = 422 - 22 = 400$ (масса сосуда)	1 балл
Объем сосуда $V_{\text{сосуда}} = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 11,2 \text{ л}$	0,5 балла
Объем неизвестного газа $V(\text{A}) = 11,2/2 = 5,6 \text{ л}$ (объемные доли газов по условию 50%) $V(\text{Ar}) = 5,6 \text{ л}$ $V(\text{A}) = 5,6 \text{ л}$	1 балл

$n(\text{Ar}) = V / V_m = 5,6 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,25 \text{ моль}$ $n(\text{A}) = n(\text{Ar}) = 0,25 \text{ моль}$ (мольные доли газов равны объемным долям)  $m(\text{Ar}) = M \cdot n = 40 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ моль} = 10(\text{г})$	1 балл
$m(\text{A}) = m(\text{сосуда}) - m(\text{Ar}) = 417 - 400 - 10 = 7 \text{ г}$	0,5 балла
$M(\text{A}) = m(\text{A}) / n(\text{A}) = 7 \text{ г} / 0,25 \text{ моль} = 28 \text{ г/моль}$	1 балл
$V(\text{CO}_2) = V_{\text{сосуда}} = 11,2 \text{ л}$  $n(\text{CO}_2) = 11,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,5 \text{ моль}$ $m(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 22 \text{ г}$ (или $422 \text{ г} - 400 \text{ г} = 22 \text{ г}$ )	0,5 балла
$m(\text{NaOH}) = m_{\text{раствора}} \cdot w = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ г}$  $n(\text{NaOH}) = 20 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$	1 балл
$n(\text{CO}_2) : n(\text{NaOH}) = 1 : 1$ , следовательно, образуется кислая соль $\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$ $m(\text{NaHCO}_3) = M \cdot n = 84 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 42 \text{ г}$	1 балл
$m_{\text{раствора после реакции}} = m_{\text{раствора NaOH}} + m(\text{CO}_2) = 200 + 22 = 222 \text{ г}$	1 балл
$w(\text{NaHCO}_3) = 42 \text{ г} / 222 \text{ г} = 0,189$ или 18,9%	0,5 балла
Любое другое правильное решение -12 баллов	Итого 12 баллов

### Задание 5. Реальный эксперимент

Выполните опыты, используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование.

В двух пробирках без названий находятся растворы неизвестных веществ. При добавлении к раствору первого вещества хлорида бария выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах. Осадок белого цвета выпадает также и при добавлении раствора нитрата серебра к пробе, отобранной из второго сосуда. При нагревании пробы первого раствора с гидроксидом натрия выделяется газ с резким запахом (**выполнять при наличии тяги!**). При взаимодействии второго раствора с серной кислотой выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах.

Установите, какие вещества находятся в пробирках. Напишите уравнения четырех реакций в молекулярной и ионной форме.

### Решение

Описание задачи (условие задачи)	Решение задачи (ответ)	Описание опыта
1. В двух сосудах находятся растворы неизвестных веществ. При добавлении в раствор первого вещества хлорида бария выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах	Первый раствор – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaSO}_4$	В пробирку налить первый раствор-раствор сульфата аммония и прилить раствор хлорида бария
2. Осадок белого цвета выпадает также и при добавлении раствора нитрата серебра к пробе, отобранной из второго сосуда	Второй раствор- $\text{BaCl}_2$ $\text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}$	В пробирку налить второй раствор-раствор хлорида бария и прилить раствор нитрата серебра
3. При нагревании пробы первого раствора с гидроксидом натрия выделяется газ с резким запахом ( <b>выполнять при наличии тяги!</b> )	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	В пробирку налить первый раствор-раствор сульфата аммония и прилить раствор гидроксида натрия, нагреть на спиртовке
4. При взаимодействии второго раствора с серной кислотой выпадает осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах	$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$	В пробирку налить второй раствор-раствор хлорида бария и прилить раствор серной кислоты
Реактивы	Оборудование	Рисунок прибора
Сульфат аммония – раствор Хлорид бария – раствор Нитрат серебра - раствор Серная кислота - раствор	Пробирки в штативе Держатель для пробирок Спички Фильтры, спиртовка Коническая воронка	Опыты в пробирках

#### Оценивание:

- За установление формул веществ – 2 балла (по 1 баллу за каждое вещество)
  - За уравнения реакций в молекулярной форме – 4 балла (по 1 баллу за каждое уравнение)
  - За уравнения реакций в ионной форме – 4 балла (по 1 баллу за каждое уравнение)
  - За выполнение опытов - 4 балла (по 1 баллу за каждый опыт)
  - За соблюдение техники безопасности и порядка на рабочем месте - 1 балл
- Всего 15 баллов.

**Максимальное количество баллов: 60.**