

*Всероссийская олимпиада школьников по химии
2022/23 учебный год
Муниципальный этап*

11 класс
РЕШЕНИЕ

Задача 1. Для проведения химического вечера учитель поручил подобрать вещества, которые (или их растворы) окрашены в цвета радуги. Предложите вариант для каждого цвета: название вещества и формула

Цвет	Название вещества	Формула
Красный	Красный фосфор	P
Оранжевый	Дихромат калия	K ₂ Cr ₂ O ₇
Желтый	Хромат калия	K ₂ CrO ₄
Зеленый	Сульфат хрома (II)	Cr ₂ (SO ₄) ₃
Голубой	Гидроксид меди (II)	Cu(OH) ₂
Синий	Медный купорос	CuSO ₄ ·5H ₂ O
Фиолетовый	Раствор щелочи с индикатором лакмус	NaOH

Принимаются другие возможные правильные варианты, например, красный цвет – оксид хрома (VI) CrO₃ и т.д., но на каждый цвет – только одно вещество (или раствор). При написании нескольких вариантов для одного цвета, проверяется первый вариант. При указании цветов, не входящий в перечень цветов радуги, например, малиновый, вариант окраски оцениванию не подлежит, т.е. выставляется 0 баллов

Баллы:

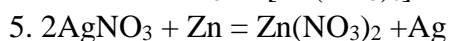
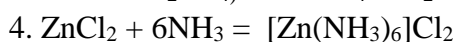
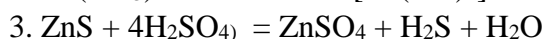
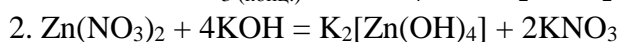
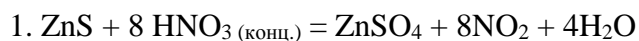
За каждое верно указанное вещество – 0,5 б

За каждую верно указанную формулу, соответствующую цвету – 0,5 б

Итого: 7 баллов

Задача 2. Восстановите левую часть уравнений. Даны все продукты реакции без коэффициентов.

- 1) = сульфат цинка + оксид меди (II) + вода
- 2) = тетрагидроксицинкат калия + нитрат калия
- 3) = сульфат цинка + сероводород + вода
- 4) = хлорид тетраамминцинка
- 5) = нитрат цинка + серебро



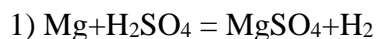
Баллы:

За каждое правильно написанное уравнение – 2б

Если верно указаны исходные вещества, но есть ошибки в расстановке коэффициентов – 16

Итого: 10 баллов

Задача 3. Магний растворили в 250 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,5 моль/л (плотность 1,04 г/мл). На нейтрализацию избыточной кислоты израсходовали 100 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 0,3 моль/л (плотность 1,01 г/мл). Определите массовые доли образовавшихся средних солей в растворе.



$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-ра}} = 250 \text{ мл} \cdot 1,04 \text{ г/мл} = 260 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль/л} \cdot 0,25 \text{ л} = 0,125 \text{ моль}$$

Из этого количества часть прореагировала с магнием, часть с гидроксидом калия.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_2 = 1/2 n(\text{KOH}) = 1/2 \cdot 0,3 \text{ моль/л} \cdot 0,1 \text{ л} = 0,015 \text{ моль}$$

В ходе второй реакции образовалась средняя соль сульфат калия

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)_2 = 0,015 \text{ моль}$$

На реакцию с магнием израсходовано серной кислоты:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_1 = 0,125 \text{ моль} - 0,015 \text{ моль} = 0,11 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgSO}_4) = n(\text{Mg}) = n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)_1 = 0,11 \text{ моль}$$

Рассчитаем массу конечного раствора

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-ра}} + m(\text{Mg}) - m(\text{H}_2) + m(\text{KOH})_{\text{р-ра}} = 260 + 0,11 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} - 0,11 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} + 100 \text{ мл} \cdot 1,01 \text{ г/мл} = 363,42 \text{ г}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 0,11 \text{ моль} \cdot 120 = 13,2 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,015 \text{ моль} \cdot 174 \text{ г/моль} = 2,61 \text{ г}$$

$$\omega(\text{MgSO}_4) = \frac{13,2 \text{ г}}{363,42 \text{ г}} \approx 0,036 \text{ или } 3,6\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{2,61 \text{ г}}{363,42 \text{ г}} \approx 0,0072 \text{ или } 0,72\%$$

Баллы:

Каждое уравнение – по 16

Расчет количеств веществ: исходного количества серной кислоты, серной кислоты в реакции с гидроксидом калия, гидроксида калия, сульфата калия, серной кислоты в реакции с магнием, магния, водорода – по 0,5 б

Расчет масс раствора серной кислоты, раствора гидроксида калия, магния, водорода, сульфата калия, сульфата магния – по 0,5 б

Расчет массы конечного раствора – 1,5 б

Расчет массовых долей солей – по 0,5 б

Итого 11 баллов

Задача 4. При окислении 16 г неизвестного кислородсодержащего органического соединения образовалось 23 г одноосновной предельной органической кислоты, при взаимодействии которой с избытком пищевой соды выделилось 11,2 л газа. Определите формулу исходного соединения и органической кислоты, образовавшейся в ходе окисления.

Т.к. кислота предельная одноосновная, то можно записать как RCOOH



$$n(\text{RCOOH}) = n(\text{CO}_2) = 11,2 / 22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{RCOOH}) = 23 / 0,5 = 46 \text{ г/моль}$$

$M(\text{R}) = 46 - 12 - 2 \cdot 16 - 1 = 1$ – это водород, значит кислота HCOOH, муравьиная кислота.

Кислородсодержащим веществом, дающим при окислении кислоту, может быть спирт или альдегид. В данном случае это HCOH либо CH₃OH

$$n(\text{в-ва}) = n(\text{RCOOH})$$

$$M(\text{в-ва}) = 16 / 0,5 = 32 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{HCOH}) = 30 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ г/моль, значит исходное вещество CH}_3\text{OH, метиловый спирт}$$

Баллы:

Уравнение взаимодействия кислоты с содой – 1б

Расчет количества и молярной массы кислоты – по 1б

Определение формулы кислоты – 1б

Определение количества и молярной массы исходного вещества – по 1б

Определение формулы исходного вещества - 2

Итого 8 баллов

Задача 5. В 10 пробирках без надписей находятся образцы следующих веществ

- 1) Безводного сульфата меди
- 2) Аммиачной селитры
- 3) Глицерина
- 4) 96%-ной серной кислоты
- 5) Поваренной соли
- 6) Карбоната кальция
- 7) Едкого кали
- 8) Бензола
- 9) Этилового спирта
- 10) Хлороформа

Опишите ход экспериментального определения содержимого каждой пробирки. Из реактивов можно использовать только воду

Решение.

Вещества можно разделить на группы:

Твердые: безводный сульфат меди, аммиачная селитра, поваренная соль, карбонат кальция, едкое кали

Жидкость: глицерин, 96% серная кислота, бензол, этиловый спирт, хлороформ

При добавлении воды к твердым веществам:

безводный сульфат меди – растворяется, образуется голубой раствор,

аммиачная селитра- растворяется, при это раствор сильно охлаждается,

поваренная соль – растворяется, внешних эффектов не наблюдается. Определяется методом исключения.

карбонат кальция - не растворяется,

едкое кали – растворяется, раствор сильно разогревается

при добавлении воды к жидкостям:

96% серная кислота и глицерин – очень вязкие жидкости, Обе хорошо растворяются в воде, но при растворение серной кислоты, раствор сильно нагревается При использовании воды необходимо приливать кислоту в воду!

Невязкие жидкости – этиловый спирт, бензол, хлороформ. Этиловый спирт растворяется в воде, хлороформ и бензол – нет. Но бензол легче воды, будет находиться над водным слоем, хлороформ тяжелее воды, сверху будет водный слой.

Баллы:

За определение каждого вещества – по 1 б

Итого 10 баллов

ВСЕГО за полностью выполненную работу: максимум 46 баллов

Набранные баллы пересчитать в 100-балльную шкалу

46 – 100

Б – X,

где Б – баллы, набранные участником, X – результат пересчета пропорции

$$X = \frac{Б \cdot 100}{46}$$