

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2018-2019 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП**

11 класс

Задания, ответы и критерии оценивания

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается. Максимальное количество баллов – 50.

Задание 1.

Восстановите левую или правую часть уравнений следующих химических реакций

- 1) ... \xrightarrow{t} $2\text{Fe}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{FeCl}_3$
- 2) $2\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t}$...
- 3) ... \xrightarrow{t} $\text{AgI}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_5 + 4\text{KMnO}_4 (\text{водный р-р}) \xrightarrow{t}$...
- 5) $5\text{K}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t}$...

Решение.

- 1) $6\text{FeO} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t} 2\text{Fe}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{FeCl}_3$
- 2) $2\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t} 3\text{Cu} + \text{CuCl}_2 + \text{N}_2\uparrow + 2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 3) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{HI} \xrightarrow{t} \text{AgI}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_5 + 4\text{KMnO}_4 (\text{водный р-р}) \xrightarrow{t} \text{C}_6\text{H}_5-\text{COOK} + 4\text{MnO}_2\downarrow + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5) $5\text{K}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} 5\text{S}\downarrow + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

Каждое уравнение – по 2 балла.

Всего – 10 баллов.

Задание 2.

В трех пробирках находятся разные ациклические соединения состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. как химическим путем можно их различить?

А. Составьте структурные формулы ациклических соединений состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, назовите их по систематической номенклатуре.

Б. Составьте план действий при распознавании веществ и оформите его в виде таблицы.

В. Напишите уравнения химических реакций, необходимых для идентификации этих соединений.

Г. Приведите структурные формулы циклических соединений, имеющих такую же молекулярную формулу.

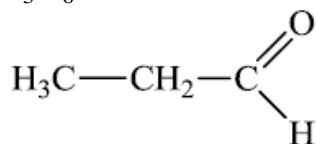
Всероссийская олимпиада школьников по химии 2018-2019 уч. г.
Школьный этап. 11 класс.

Соединения Реактивы	Формула соединения № 1	Формула соединения № 2	Формула соединения № 3
Название реактива и его формула			
Название реактива и его формула			
Название реактива и его формула			

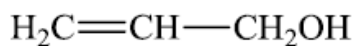
В таблице укажите признаки использованных качественных реакций.

Решение.

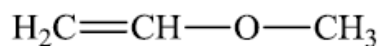
А. Структурные формулы ациклических соединений, отвечающих составу C_3H_6O .



Этаналь



пропенол



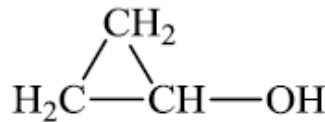
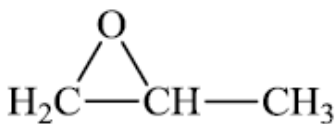
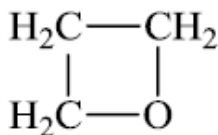
метилвиниловый эфир

Б.

Соединения Реактивы	CH_3-CH_2-CHO	$CH_2=CH-CH_2-OH$	$CH_2=CH-O-CH_3$
$[Ag(NH_3)_2]OH$ Аммиачный раствор оксида серебра (I)	реакция <i>серебряного</i> <i>зеркала</i>	-----	-----
Br_2 / водный раствор	-----	обесцвечивание бромной воды	обесцвечивание бромной воды
Na	-----	выделение водорода	-----

В. После заполнения таблицы должны быть приведены уравнения качественных реакций, используемых для идентификации химических соединений.

Г. Структурные формулы циклических соединений, отвечающих составу C_3H_6O .



3 балла (за каждую формулу ациклического изомера по 1 баллу).

4 балла (1 балл за каждое уравнение).

3 балла (за каждую формулу циклического изомера по 1 баллу)

Всего - 10 баллов.

Задание 3. Синтез сложного эфира.

Как из природного известняка получить бензойноэтиловый эфир? Напишите уравнения реакций, укажите условия протекания реакций.

Решение.

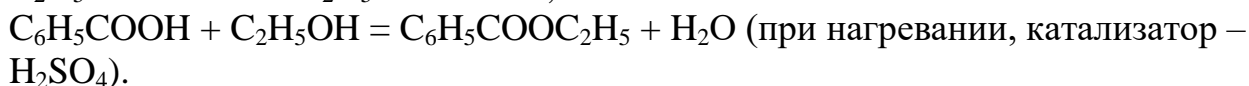
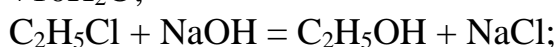
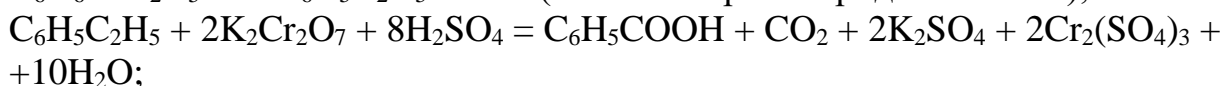
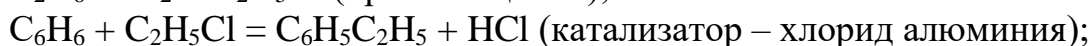
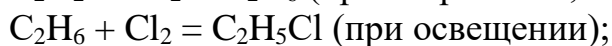
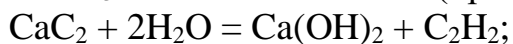
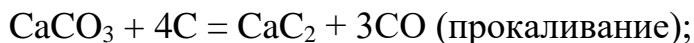


Схема оценивания:

за правильный переход от известняка к ацетилену – 3 балла;

за получение бензола из ацетилена – 1 балл;

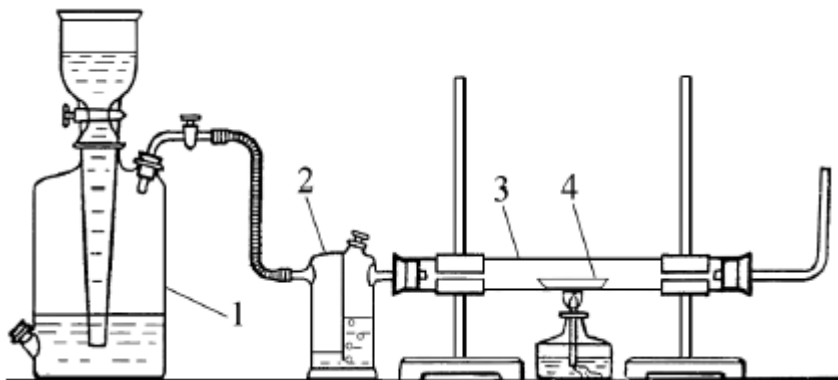
за получение бензойной кислоты из бензола – 2 балла;

за получение эфира тем или иным способом из бензойной кислоты – 4 балла;

Всего - 10 баллов.

Задание 4. Химический эксперимент.

В лаборатории собрали установку, представленную на рисунке.



Простое газообразное вещество А пропустили из газометра 1 через склянку 2 с концентрированной серной кислотой в кварцевую трубку 3.

В трубке находилась керамическая лодочка 4 с простым веществом В. Масса навески В до опыта составляла 1,47 г. После того, как газ А вытеснил весь воздух из установки, сильно нагрели вещество В, которое сначала расплавилось, а потом воспламенилось. В результате получили 2,45 г твёрдого продукта реакции, который аккуратно перенесли в раствор, содержащий 0,3 моль хлороводорода. Для нейтрализации соляной кислоты, оставшейся после реакции, потребовалось 200 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л.

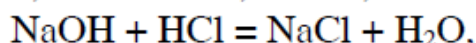
Если продукт взаимодействия веществ А и В обработать не раствором кислоты, а водой, то наблюдается выделение газа с резким запахом. Определите вещества А и В.

Решение.

Согласно приведённому описанию, продуктом взаимодействия простого газообразного вещества А и твёрдого простого вещества В, реагирующим с соляной кислотой, мог быть нитрид металла.

Рассчитаем, сколько моль хлороводорода потребовалось для реакции с продуктом взаимодействия веществ А и В:

$$n(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ моль/л} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,02 \text{ моль. (1 балл).}$$



следовательно, количество HCl, оставшееся после реакции, 0,02 моль (1 балл).

Таким образом, в реакции с продуктом взаимодействия веществ А и В израсходовано $0,3 - 0,02 = 0,28$ моль HCl (1 балл).

Если в результате реакции получился нитрид металла Me_3N_n , то $\text{Me}_3\text{N}_n + 4n\text{HCl} = 3\text{MeCl}_n + n\text{NH}_4\text{Cl}$ (1 балл).

Таким образом,

$$n(\text{Me}_3\text{N}_n) = \frac{0,28}{4n} \text{ моль (1 балл).}$$

$$M(\text{Me}_3\text{N}_n) = \frac{2,45 \cdot 4n}{0,28} = 35n \text{ г/моль (1 балл).}$$

При $n = 1$ получаем $M(\text{Me}) = 7 \text{ г/моль}$, т. е. металл — литий (4 балла).

Всего - 10 баллов.

Аналогичный результат дает расчёт, основанный на применении закона сохранения массы веществ. Так, масса вступившего в реакцию газа А равна $2,45 \text{ г} - 1,47 \text{ г} = 0,98 \text{ г}$. Если предположить, что А — азот, то $n(\text{N}_2) = 0,035$ моль. В случае одновалентного металла получаем

$$M(\text{Me}) = \frac{1,47}{6 \cdot 0,035} = 7 \text{ г/моль}$$

Ответ: А — N_2 ; В — Li.

Задание 5. Электролиз расплава.

При пропускании постоянного электрического тока через расплав некоторой соли, состоящей из двух элементов, на катоде выделилось 8,0 г металла, а на аноде 4,48 л (н. у.) газа, относительная плотность по водороду которого равна 35,5. Какая была соль?

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2018-2019 уч. г.
Школьный этап. 11 класс.

Решение.

$\text{MeЭ}n \rightarrow \text{Me} + n / 2 \text{Э}2\uparrow$ электролиз

Газы в данном случае будут иметь формулу $\text{Э}2\uparrow$, так как газом должно быть простое вещество, что следует из условия 2 балла

Определим количество вещества газа

$$\nu(\text{газа}) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль} \quad 1 \text{ балл}$$

Определим молярную массу газа и газ

$$M(\text{газа}) = 2 \times 35,5 = 71 \text{ г/моль, это хлор } \text{Cl}_2 \quad 2 \text{ балла}$$

Найдём металл. По уравнению электролиза

$$\nu(\text{Me}) = 0,2 / (n / 2) = 0,4 / n,$$

$$M(\text{Me}) = 8,0 / (0,4 / n) = 20 n.$$

При $n = 2$ получаем $M(\text{Me}) = 40 \text{ г/моль}$, соль – CaCl_2 . 5 баллов

Всего - 10 баллов.

Задание 6. Состав глауберовой соли

Навеску частично выветрившейся глауберовой соли (кристаллогидрата сульфата натрия) массой 28,6 г растворили в воде и прибавили избыток раствора хлорида бария. Образовалось 23,3 г осадка. Определите формулу исходной соли.

Решение.

Глауберова соль – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 1 балл

Формула частично выветрившейся

глауберовой соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 1 балл

По условию образовалось $\nu(\text{BaSO}_4) = 23,3 / 233 = 0,1 \text{ моль}$ 2 балла

Согласно уравнению реакции



в растворе находится 0,1 моль Na_2SO_4 , то есть 14,2 г. 1 балл

Тогда в навеске соли массой 28,6 г

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 28,6 - 14,2 = 14,4 \text{ г}; \quad 1 \text{ балл}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 14,4 / 18 = 0,8 \text{ моль}. \quad 1 \text{ балл}$$

Значит формула исходного кристаллогидрата:



Всего - 10 баллов.