



Всероссийская химическая олимпиада  
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»  
2020—2021 учебный год. Отборочный этап



Работы сдаются в электронном виде (например, в виде doc-файлов с текстом или сканов), подробности на странице [formulo.org/ru/olymp/2020-chem-ru](http://formulo.org/ru/olymp/2020-chem-ru). Последний день сдачи — **14 февраля 2021 года**.

Работы должны быть сделаны самостоятельно. В большинстве задач нужны не только ответы, но и полные обоснования. В работе не должны содержаться личные данные участника, то есть **подписывать работу не следует**.

## Задачи для 9 класса

### Задача 9.1

Максимальный балл: **31**. Автор: **Попов Р. А.**

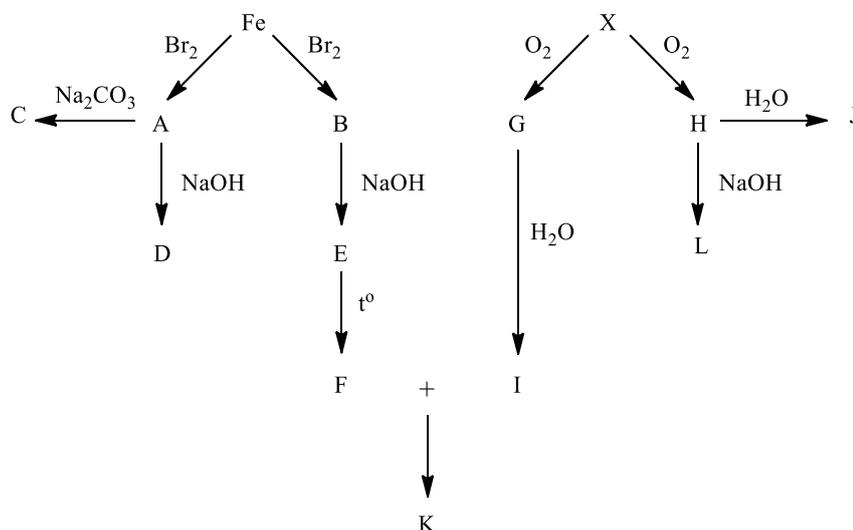
Железо при взаимодействии с водным раствором брома может образовывать два соединения **A** и **B**, в зависимости от соотношений реагентов.

1. Укажите состав соединений **A** и **B**, если известно, что мольная доля железа в **B** составляет 25%.

**A** при взаимодействии с карбонатом и с гидроксидом натрия в водном растворе образует нерастворимые, состоящие из трех элементов вещества **C** и **D** соответственно. При взаимодействии **B** с раствором гидроксида натрия образуется нерастворимое в воде соединение **E**, при прокаливании которого на воздухе образуется **F**.

2. Определите соединения **C – F** (4 штуки), если известно, что степени окисления элементов в этих реакциях не изменяются.

При сгорании простого вещества **X** в кислороде (в зависимости от его количества) могут образовываться соединения **G** и **H**. Известно, что 55 г **H** содержит такое же количество атомов кислорода, как и в 27 мл воды. Оба вещества взаимодействуют с водой с образованием кислых растворов веществ **I** и **J** соответственно.



3. Определите вещества **X, G – J** если известно, что масса одного атома **X** составляет  $5.15 \cdot 10^{-26}$  кг. Плотность воды 1 г/мл. Формулы **X, H** подтвердите расчетом.

4. Определите вещества **K** и **L**, если они получаются при взаимодействии реагентов в мольном соотношении 1:2.

5. Напишите все приведенные на схеме уравнения реакций (12 штук).

### Задача 9.2

Максимальный балл: **33**. Автор: **Крапивин М.А.**

Закон постоянства состава гласит, что качественный и количественный состав химического соединения не зависят от способа его получения. Вещества, для которых данный закон выполняется, называют дальтонидами. Типичными представителями являются молекулярные соединения.

В таблице справа приведены данные относительных масс 6 дальтонидов.

1. На основании приведенных значений расшифруйте молекулярные формулы (1-6)
2. Для веществ 1-5 приведите структурные формулы, опираясь на теорию валентных связей.
3. Сколько протонов содержится в молекуле  $F_2D_3$ ?
4. Перечислите все вещества с формулой вида  $\Phi_2D_3$ , на одну формульную единицу которых приходится 50 протонов. Какие из них имеют молекулярное строение?

№	Дальтонид	Mr
1	AB	207
2	AB <sub>3</sub>	367
3	CE <sub>2</sub> D	119
4	D <sub>2</sub> CE <sub>2</sub>	135
5	FDE	65.5
6	F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	76

Соединения переменного состава, для которых закон постоянства состава не выполняется, называют бертоллидами. Переменный состав имеют, например, многие соединения переходных металлов с неметаллами, например, их оксиды и гидроксиды.

В частности, гидроксид железа (III) является соединением переменного состава, формулу которого можно записать как  $FeO(OH) \cdot nH_2O$ . Такая запись, однако, зачастую является избыточной, и зачастую, ее упрощают до  $Fe(OH)_3$ .

5. Определите количество (в штуках) нейтронов и электронов в 1000 г оксида, состав которого выражается формулой  $Fe_2O_{3,1}$  (считайте, что в составе навески имеются только атомы наиболее распространенных изотопов элементов).

При сплавлении оксида  $Fe_2O_{3,1}$  с оксидом магния получают соединения состава  $Mg_{1-x}Fe_{2+x}O_{4,1}$ . В ходе сплавления получили образец с точным составом  $MgFe_2O_{4,1}$ . Его обработали сначала избытком соляной кислоты, а затем избытком гидроксида натрия.

6. Запишите схему взаимодействия с соляной кислотой и уравнения реакций, протекающих при добавлении к полученному раствору избытка раствора гидроксида натрия.
7. Определите количественный состав осадка (в % масс.), образующегося в ходе взаимодействий, описанных в пункте 6, если выходы указанных реакций считать количественными.
8. Для того, чтобы убедиться в том, что продукт сплавления является соединением переменного состава, при других температуре и давлении был получен еще один образец. Оказалось, что из 30720 г такого вещества можно получить 51187,5 г  $FeCl_3$  и 16200 г  $MgSO_4$ . Установите состав полученного образца, ответ подтвердите расчетом.

### Задача 9.3

Максимальный балл: 30. Автор: Попов Р. А.

Соли А, Б, В, Г имеют общий анион и не являются кристаллогидратами. При прокаливании 2000 г соли А (реакция 1) образуется 1143 г смеси газов X и Y, имеющей плотность по водороду 21.6. После охлаждения смеси до  $-10^\circ C$  ее объем уменьшается на 80%, плотность оставшегося газа при н.у. равна 1.429 г/л. При растворении X в воде образуется кислый раствор (реакция 2).

1. Определите вещества А, X, Y, ответ подтвердите расчетом, запишите уравнения двух реакций.

При прокаливании Б также образуется смесь газов X и Y (реакция 3), при пропускании через водный раствор щелочи объем смеси уменьшается на 66.67% смеси (реакция 4). Масса твердого остатка равна 63.53% от массы исходного соединения.

2. Определите вещество Б, ответ подтвердите расчетом, запишите уравнения двух реакций..

Массовая доля кислорода в соединениях В и Г равна 56.47% и 60.00% соответственно.

3. Определите вещества В, Г, ответ подтвердите расчетом, запишите уравнения реакций их разложения (реакции 5,6). Известно, что при прокаливании Г (реакция 6) твердых веществ не остается.