



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 8 класса

### Задача 8.1

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

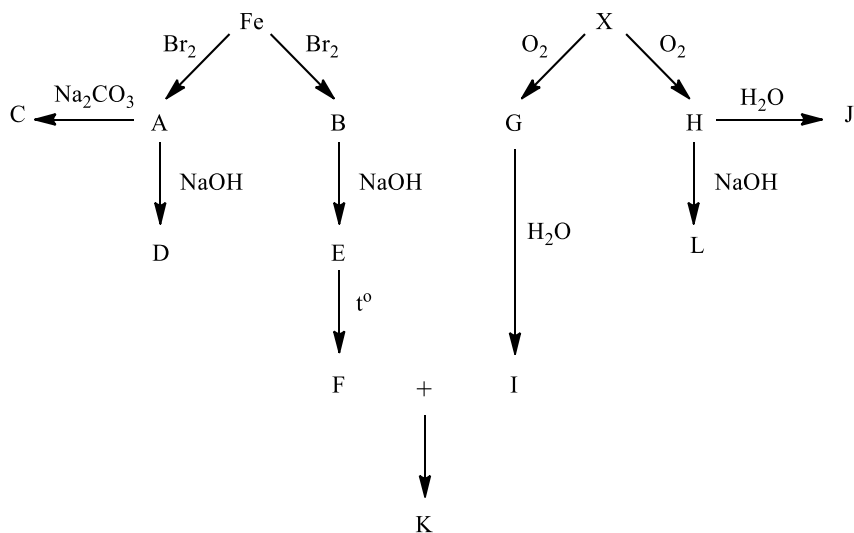
Железо при взаимодействии с водным раствором брома может образовывать два соединения **A** и **B**, в зависимости от соотношений реагентов.

**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 8.2

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?

№	Дальтони́д	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 8.3

Максимальный балл: 28. Автор: Мартышко Е.А.



Во время пандемии важно знать, какие вещества являются нашими помощниками в борьбе с бактериями и вирусами. Вещества, которые способны уничтожить микробы или подавлять их рост, называются антисептиками. Перед вами способ получения трех веществ 3, 4, 6, обладающих антисептическим действием. Вещество 4 простое, вещества 1, 2, 3 и 5 – бинарные соединения. Массовая доля более легкого элемента в веществе 2 составляет 18,93%.

Вещество 3 было впервые получено в начале XIX века. Его раствор самопроизвольно разлагается с выделением газа, в котором вспыхивает тлеющая лучинка. Чистое вещество 3 и его концентрированные растворы оставляют на коже серьезные ожоги, но его слабый раствор легко купить в аптеке. Вещество 6 состоит из трех элементов.

1. Напишите уравнения реакций, указанных на схеме (всего 5 штук).
2. К каким классам относятся вещества 1-3 и 6?

В промышленных объёмах вещество **3** продается в виде 30-50% водных растворов.

3. Сколько литров 3% раствора этого вещества ( $\rho = 1,009 \text{ г/см}^3$ ) можно получить из 2 литров 30% раствора вещества **3** ( $\rho = 1,112 \text{ г/см}^3$ )?

Всемирная организация здравоохранения предлагает следующий рецепт антисептика для приготовления в домашних условиях: 73% этилового спирта, 2% глицерина, 0,143% вещества **3** (% масс.)

4. Какой объём 96% этилового спирта ( $\rho = 0,8014 \text{ г/см}^3$ ), глицерина ( $\rho = 1,2558 \text{ г/см}^3$ ), 30% раствора вещества **3** и воды нужно взять для приготовления 100 г антисептика по данному рецепту?
5. 3 г вещества **4** нагрели и в газовую фазу перешло 30% от его массы, определите объём получившегося газа и количество молекул в нём. Какого газ цвета?

Вещество **6** реагирует с раствором NaOH в соотношении 2:1 с образованием трёхэлементного вещества **7**.

При реакции 6,18 г вещества **6** с 2,0 г NaOH после упаривания раствора получено 9,535 г кристаллогидрата вещества **7**. После прокаливания при  $390^\circ\text{C}$  получили безводное вещество **7** массой 5,03 г. Вещество **7** имеет множество применений, в том числе в стандартизации растворов в аналитической химии и в производстве слаймов.

6. Определите вещество **7**, свой ответ подтвердите расчётами, запишите формулу кристаллогидрата **7**. Для каких целей применяется как антисептик вещество **6**? Запишите реакцию **6** с NaOH.