

Задания отборочного тура олимпиады «Ломоносов» по химии 5 – 9 классы

Задание 1

1.1. Напишите уравнение реакции между двумя электролитами, в результате которой количество ионов в растворе уменьшается в 2.5 раза. Ответ подтвердите расчетом с помощью полного ионного уравнения.

1.2. Напишите уравнение реакции между двумя электролитами, в результате которой количество ионов в растворе уменьшается в 1.5 раза. Ответ подтвердите расчетом с помощью полного ионного уравнения.

1.3. Напишите уравнение реакции между двумя электролитами, в результате которой в растворе не остается ионов. Ответ подтвердите полным ионным уравнением.

1.4. Напишите уравнение реакции между сильным и слабым электролитом, в результате которой количество ионов в растворе увеличивается на треть. Ответ подтвердите расчетом с помощью полного ионного уравнения.

Задание 2

2.1. Газообразное при обычных условиях вещество **X** образуется при взаимодействии двух веществ – простого (газ тяжелее воздуха) и сложного (газ легче воздуха). Газ **X** легко гидролизуеться, превращаясь в два газа, каждый из которых дает осадок при пропускании через известковую воду. Определите вещество **X** и напишите уравнения всех реакций. Какую геометрическую форму имеет молекула **X**?

2.2. Газообразное при обычных условиях вещество **X** в 3.52 раза тяжелее воздуха. Оно образуется при взаимодействии двух веществ – простого и сложного. Газ **X** медленно гидролизуеться, превращаясь в кислоты, одна из которых сильная, а другая – слабая. Определите вещество **X** и напишите уравнения всех реакций. Какую геометрическую форму имеет молекула **X**?

2.3. Газ **X** состоит из трех элементов, он примерно в 3 раза тяжелее воздуха. **X** легко гидролизуеться, превращаясь в два газа, каждый из которых дает осадок при пропускании через известковую воду. Определите вещество **X** и напишите уравнения всех реакций. Какую геометрическую форму имеет молекула **X**?

2.4. Газообразное при обычных условиях вещество **X** в 3.59 раза тяжелее воздуха. **X** легко гидролизуеться, превращаясь в две слабые кислоты, каждая из которых дает осадок с известковой водой. Определите вещество **X** и напишите уравнения всех реакций. Какую геометрическую форму имеет молекула **X**?

Задание 3

3.1. Один из галогенидов лития имеет кристаллическую структуру типа NaCl. Элементарная ячейка представляет собой куб стороной 0.550 нм, на одну ячейку приходится 4 формульные единицы. Плотность кристаллов равна 3.464 г/см³. Установите формулу галогенида и подтвердите расчетом.

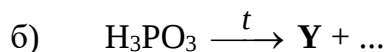
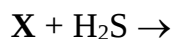
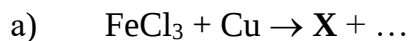
3.2. Один из галогенидов калия имеет кристаллическую структуру типа NaCl. Элементарная ячейка представляет собой куб стороной 0.536 нм, на одну ячейку приходится 4 формульные единицы. Плотность кристаллов равна 2.49 г/см³. Установите формулу галогенида и подтвердите расчетом.

3.3. Один из галогенидов рубидия имеет кристаллическую структуру типа NaCl. Элементарная ячейка представляет собой куб стороной 0.690 нм, на одну ячейку приходится 4 формульные единицы. Плотность кристаллов равна 3.35 г/см³. Установите формулу галогенида и подтвердите расчетом.

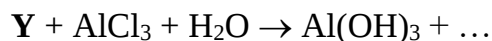
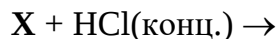
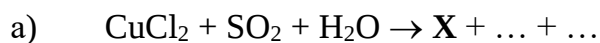
3.4. Один из галогенидов цезия имеет кристаллическую структуру типа NaCl. Элементарная ячейка представляет собой куб стороной 0.602 нм, на одну ячейку приходится 4 формульные единицы. Плотность кристаллов равна 4.64 г/см³. Установите формулу галогенида и подтвердите расчетом.

Задание 4

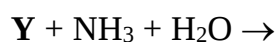
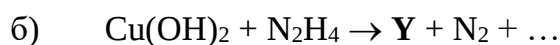
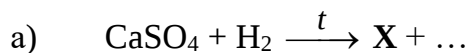
4.1. Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



4.2. Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:



4.3. Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:

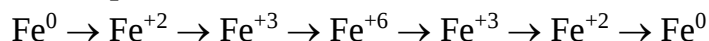


4.4. Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, соответствующих схемам превращений:

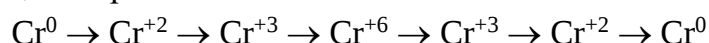
- а) $\text{HCOOH} \xrightarrow{t, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X} + \dots$
 $\text{X} + \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
- б) $\text{FeCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow \text{Y} + \dots + \dots$
 $\text{Y} + \text{HCl} \rightarrow$

Задание 5

5.1. Предложите уравнения реакций, в которых степень окисления железа изменяется следующим образом:



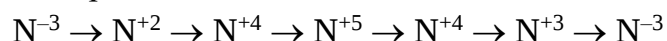
5.2. Предложите уравнения реакций, в которых степень окисления хрома изменяется следующим образом:



5.3. Предложите уравнения реакций, в которых степень окисления марганца изменяется следующим образом:



5.4. Предложите уравнения реакций, в которых степень окисления азота изменяется следующим образом:



Задание 6

6.1. Фосфатный буфер представляет собой раствор, содержащий смесь двух кислых солей фосфорной кислоты. Кислотность буфера зависит от соотношения солей. Чтобы получить фосфатный буфер с $\text{pH} = 6.8$, число молей дигидрофосфата в растворе должно быть в 2.5 раза больше, чем гидрофосфата. Сколько миллилитров 3 М раствора КОН надо добавить к раствору, содержащему 0.7 моль H_3PO_4 , чтобы получить необходимый буферный раствор? Ответ подтвердите уравнениями реакций и расчетом.

6.2. Фосфатный буфер представляет собой раствор, содержащий смесь двух кислых солей фосфорной кислоты. Кислотность буфера зависит от соотношения солей. Чтобы получить фосфатный буфер с $\text{pH} = 7.6$, число молей гидрофосфата калия в растворе должно быть в 2.5 раза больше, чем дигидрофосфата. Сколько литров 2 М раствора КОН надо добавить к раствору, содержащему 1.4 моль H_3PO_4 , чтобы получить необходимый буферный раствор? Ответ подтвердите уравнениями реакций и расчетом.

6.3. Карбонатный буфер представляет собой раствор, содержащий смесь кислой и средней солей угольной кислоты. Кислотность буфера зависит от соотношения солей. Чтобы получить карбонатный буфер с $\text{pH} = 10.8$, число молей карбоната в растворе должно быть в 3 раза больше, чем гидрокарбоната. Сколько литров углекислого газа (н.у.) надо пропустить через раствор, содержащий 0.7 моль КОН, чтобы получить необходимый буферный раствор? Ответ подтвердите уравнениями реакций и расчетом.

6.4. Карбонатный буфер представляет собой раствор, содержащий смесь кислой и средней солей угольной кислоты. Кислотность буфера зависит от соотношения солей. Чтобы получить карбонатный буфер с $\text{pH} = 9.8$, число молей гидрокарбоната в растворе должно быть в 3.4 раза больше, чем карбоната. Сколько литров углекислого газа (н.у.) надо пропустить через раствор, содержащий 1.08 моль КОН, чтобы получить необходимый буферный раствор? Ответ подтвердите уравнениями реакций и расчетом.

Задание 7

7.1. Фосфор образует несколько соединений с водородом, из которых устойчивы два – фосфин PH_3 и дифосфин P_2H_4 . Теплоты образования этих веществ в газовой фазе равны -5.5 и -20.9 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энергию связи $\text{P}-\text{P}$, если энергии связи $\text{P}-\text{H}$ и $\text{H}-\text{H}$ равны 322 и 436 кДж/моль, соответственно. Считайте, что энергия связи $\text{P}-\text{H}$ в фосфине и дифосфине – одна и та же.

7.2. Фосфор образует несколько соединений с водородом, из которых устойчивы два – фосфин PH_3 и дифосфин P_2H_4 . Теплоты образования этих веществ в газовой фазе равны -5.5 и -20.9 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энергию связи $\text{P}-\text{H}$, если энергии связи $\text{P}-\text{P}$ и $\text{H}-\text{H}$ равны 201 и 436 кДж/моль, соответственно. Считайте, что энергия связи $\text{P}-\text{H}$ в фосфине и дифосфине – одна и та же.

7.3. Фосфор образует несколько соединений с хлором, в которых он трехвалентен. Теплоты образования газообразных PCl_3 и P_2Cl_4 равны 279.5 и 344 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энергию связи $\text{P}-\text{P}$, если энергии связи $\text{P}-\text{Cl}$ и $\text{Cl}-\text{Cl}$ равны 326 и 242 кДж/моль, соответственно. Считайте, что энергия связи $\text{P}-\text{Cl}$ в обоих соединениях – одна и та же.

7.4. Фосфор образует несколько соединений с хлором, в которых он трехвалентен. Теплоты образования газообразных PCl_3 и P_2Cl_4 равны 279.5 и 344 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энергию связи $\text{P}-\text{Cl}$, если энергии связи $\text{P}-\text{P}$ и $\text{Cl}-\text{Cl}$ равны 198 и 242 кДж/моль, соответственно. Считайте, что энергия связи $\text{P}-\text{Cl}$ в обоих соединениях – одна и та же.