

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Муниципальный этап

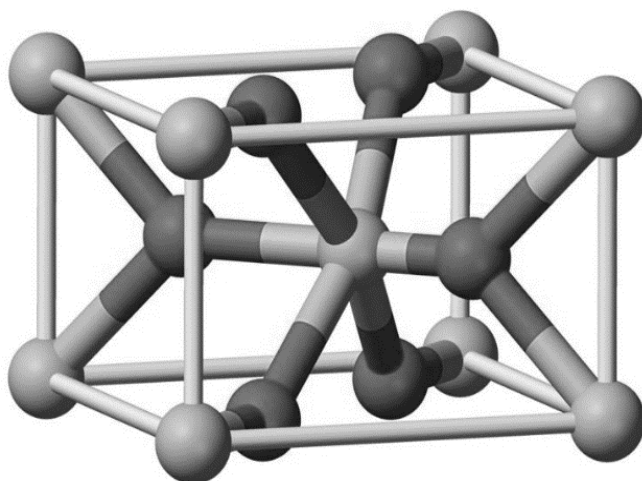
2023 – 2024 уч. г.

10 класс

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.

Задача 1

Вы наверняка в своей жизни встречались с кристаллами. Скорее всего при их виде вам сразу же на ум приходят геометрические фигуры, и на самом деле ваши мысли близки к реальным теоретическим моделям. Для описания кристаллических структур прибегают к такому элементу описания, как элементарная ячейка. При помощи характеристик ячейки возможно определить, что за вещество перед Вами. Давайте испытаем на себе, что из себя представляет работа кристаллохимика.



Дана ячейка, где темно-серый атом имеет радиус 76,5 пм, а светло-серый – 126 пм. Эффективность упаковки, то есть отношение объёма атомов, входящих в элементарную ячейку, к объёму элементарной ячейки, равна 37,92%, и все углы прямые.

1. Определите соотношение светло-серых и темно-серых атомов, принадлежащих данной ячейке.
2. Определите молекулярную массу данного вещества.
3. Определите молекулярную формулу данного соединения при условии, что оно образуется при нагревании простого вещества на воздухе и имеет плотность 11,65 г/см³.

Задача 2

Школьник Саша решил получить соль **X** простой обменной реакцией, в которой он взял 0,952 г бинарного вещества **A** (с массовой долей хлора 74,50 %) и избыток раствора карбоната натрия. В ходе реакции выпал ожидаемый им осадок белого цвета (*реакция 1*). Чтобы наверняка убедиться в составе полученного осадка, Саша решил нагреть этот осадок. На его удивление, в ходе разложения соли (*реакция 2*) остался осадок массой 0,337 г и выделился не просто углекислый газ, а образовалась газовая смесь углекислого газа и воды с молярной массой смеси 38,8 г/моль. Причем Саша проверил, что получил он не кристаллогидрат! И тут он осознал, что на самом деле полученный белый осадок соответствует не желаемому веществу **X**, а другому веществу **Y**.

Заметив мучения Саши над проблемой, его дядя Ваня решил подсказать, что он зря использовал раствор карбоната натрия. Вместо него нужно было использовать раствор гидрокарбоната натрия. «Всё зависит от основности раствора!» - попытался аргументировать дядя Ваня своё предложение. Вместе они провели правильный синтез с той же массой вещества **A** в качестве реагента и получили вещество **X** (*реакция 3*).

1. Какое вещество **A** использовал Саша для синтеза?
2. Сравните основность растворов гидрокарбоната натрия и карбоната натрия.
3. Какое вещество **Y** Саша получил в ходе синтеза. Какую соль **X** Саша хотел получить вместо этого? Запишите уравнения реакций 1-3. Рассчитайте теоретический выход вещества **Y** (в граммах).
4. Рассчитайте массу осадка **X**, которую Саша получил вместе с Ваней при проведении правильного синтеза вещества **X**.

После успешного проведения синтеза, Саша решил проверить, получится ли у него провести синтез с другим хлоридом **B**. Однако он не нашёл у себя его, а вот оксид **C** соответствующего металла с массовой долей кислорода 64,00% нашёлся.

5. Определите вещества **B** и **C**. Предложите способ получения безводного вещества **B** из **C** (*реакция 4*).

Получив вещество **B**, Саша решил провести аналогичную реакцию с карбонатом натрия (*реакция 5*). При этом он получил вещество **Z**, которое при нагревании разлагается (*реакция 6*) с образованием газовой смеси углекислого газа и воды со средней молекулярной массой 31 г/моль.

6. Какое вещество **Z** получил Саша? Запишите уравнения реакций 5-6.

Примечание: при всех расчётах атомные массы следует брать с точностью до сотых!

Задача 3. Органика или неорганика?

Границы органической и неорганической химии очень размыты, в том числе в эту размытую границу попадают и карбиды металлов. Информация о некоторых карбидах приведена в таблице ниже:

Карбид	$\omega(\text{C}), \%$	Цвет	Продукт взаимодействия с HCl
A	25,03	светло-желтый	F
B	42,57	белый	G
C	37,48	белый	H
D	14,74	желтый	H + I
E	20,06	темно-серый	J*

* – карбид E не взаимодействует с соляной кислотой, указан продукт взаимодействия с царской водкой.

Все вещества, зашифрованные буквами, содержат углерод.

1. Определите формулы карбидов **A–E**.
2. Напишите реакции взаимодействия карбидов **A–D** с соляной кислотой, а также карбида **E** с царской водкой.
3. Укажите структурные формулы веществ **F–J**, если известно, что **I** не реагирует с бромной водой

Задача 4

При сжигании 15,2 грамм органического вещества **X** был получен бесцветный газ **A**, а также бесцветная летучая жидкость **B**, объем которой составил 14,4 мл. Газ **A** пропустили через избыток баритовой воды, при этом выпал осадок **C** массой 118,2 грамма. Также известно, что образец **X** массой вдвое больше, чем в прошлом опыте, может вступить в реакцию с 15,6 граммами металлического калия.

1. Определите брутто-формулу **X**
2. Укажите структурную формулу вещества **X**
3. Напишите уравнения всех описанных реакций, а также запишите реакцию **X** с иодоводородной кислотой, если известно, что в это реакции два органических продукта, не образующих водородные связи

Задача 5. Задача для Цезаря

Термохимия – мощный инструмент для работы, но чаще всего для получения релевантного результата необходимо провести кучу экспериментов и измерений. Давайте попробуем потренироваться проводить расчеты самостоятельно.

При сжигании черного простого вещества на воздухе образуется два оксида **A** и **B**, массовая доля кислорода в **A** равна 57,14%. При температуре T_1 сгорание 48 г этого простого вещества даёт газовую смесь с плотностью по водороду равной 20 и 1291 кДж теплоты. При температуре T_2 сгорание такой же массы простого вещества дает смесь с плотностью по водороду равной 16 и 725 кДж теплоты.

1. Определите вещества **A** и **B**.
2. Определите состав смеси в мольных долях при температуре T_1 и T_2 , приведите все необходимые математические выкладки в подтверждение своего ответа.
3. Определите теплоты образования **A** и **B**, ответ подтвердите расчетом

Задача 6

Два сосуда разных объемов, соединены трубкой с закрытым краном, Эти сосуды при одинаковых температуре и давлении заполнены газами: один \square монооксидом азота NO (димеризацией молекул пренебречь), другой \square кислородом (рис. 1а). Кран открыли, произошла химическая реакция. После охлаждения сосудов до исходной температуры T_1 оказалось, что давление в системе упало на 50 %, а молярная масса газовой смеси составила 61,5 г/моль (рис. 1б). Какой газ находится в сосуде большего объема, а какой в сосуде меньшего объема, неизвестно.

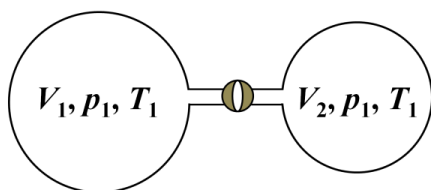


Рис. 1а

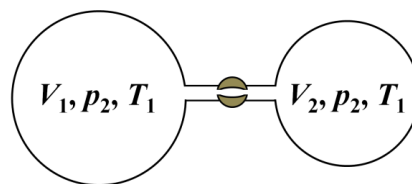


Рис. 1.б

Задания.

- 1) Напишите уравнения всех протекающих реакций.
- 2) Изменилась ли окраска газовой смеси, если температура эксперимента около 25 °С?
- 3) Составьте математические выражения, позволяющие рассчитать объемные доли газов в полученной газовой смеси.
- 4) Рассчитайте массовые доли веществ в растворе, если 4,48 л (н. у.) этой газовой смеси пропустить через 120 г 10%-ного водного раствора едкого натра.
- 5) Найдите соотношение объемов NO и O₂ до открытия крана.
- 6) Сколько решений имеет задача? Ответ обоснуйте.