

Пояснительная записка

Региональный этап Олимпиады по химии проводится в 2 тура. Для трех возрастных параллелей: 9-х, 10-х и 11-х классов подготовлен отдельный комплект заданий теоретического и практического туров. В задание теоретического тура входит 6 задач из различных разделов химии для каждой возрастной параллели участников. Проверке подлежат все 6 задач, при подсчете рейтинга участников в суммарном балле за теоретический тур учитываются баллы только ПЯТИ задач. Баллы за задачу с минимальным числом баллов не суммируются.

Распределение тематики задач по классам представлено в таблице:

| Задача \ Класс | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------|----------------------|---|--------------------|------------|------------------|---|
| 9 | Неорганическая химия | | | | Физическая химия | |
| 10 | Неорганическая химия | | | Орг. химия | Физическая химия | |
| 11 | Неорг. химия | | Органическая химия | | Физическая химия | |

Девятый класс

В зачет идут только ПЯТЬ задач из шести. Задача с минимальным числом баллов не учитывается при подсчете суммы баллов за теоретический тур.

Задача 9-1

Венская известь

Венская известь образуется при сильном прокаливании природного минерала **X**, причем из **1** кг **X** может быть получено **521.7** г извести. Венская известь бурно реагирует с водой, увеличиваясь в объеме и образуя **619.5** г белого кристаллического продукта. При растворении этого продукта в избытке соляной кислоты получается бесцветный раствор, из которого добавлением избытка насыщенного сульфата натрия может быть теоретически выделено **934.8** г белого кристаллического вещества **Y** нерастворимого в кислотах. Навеска этого вещества массой **10** г при нагревании до 350°C теряет **2.093** г.

Вопросы:

- 1) Определите состав венской извести в массовых процентах, если известно, что она окрашивает пламя в кирпично-красный цвет
- 2) Найдите формулу минерала **X** и вещества **Y**. Приведите тривиальные названия этих веществ
- 3) Запишите уравнение реакции взаимодействия **X** с соляной кислотой. Рассчитайте минимальный объем 20%-ной соляной кислоты (плотность 1.1 г/мл), необходимой для перевода в раствор **1** г минерала **X**.

Задача 9-2

Чудотворный носитель света

При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют пары простого вещества **A** (р-ция 1), которые конденсируются в виде желтоватых кристаллов. **A** способно самовоспламеняться на воздухе, сгорая до крайне гигроскопичного **B** (р-ция 2). При нагревании **A** без доступа воздуха образуется красное вещество **B** (р-ция 3). Кипячение **A** с концентрированным раствором гидроксида натрия приводит к диспропорционированию с вы-

Задания теоретического тура

делением газа **Г** и образованию в растворе соли **Д** (**р-ция 4**). Соль **Д** является сильным восстановителем. Из 0.25 г **А** может быть получено 45.2 мл (н.у.) **Г**.

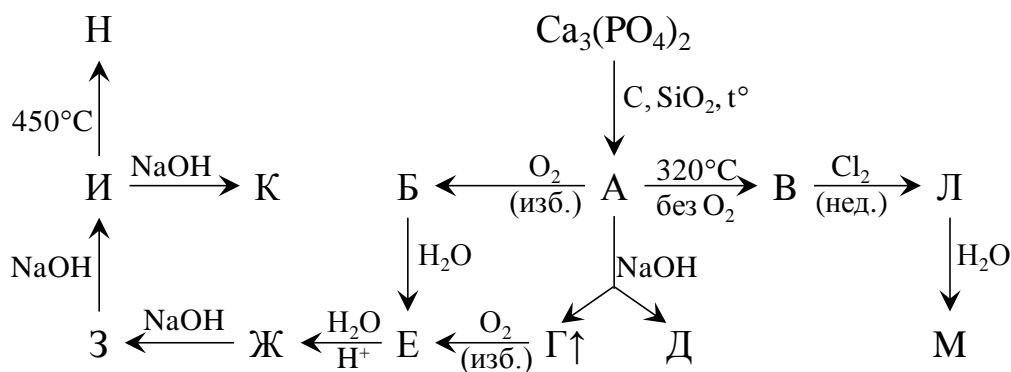
Газ **Г** легко воспламеняется при поджигании на воздухе образуя кислоту **Е** (**р-ция 5**), при растворении которой в воде образуется известная каждому школьнику кислота **Ж** (**р-ция 6**). Кислота **Е** образуется также если оставить **Б** на влажном воздухе (**р-ция 7**).

При нейтрализации **Ж** раствором гидроксида натрия, последовательно образует соли **З**, **И** и **К** (**р-ции 8-10**).

При хлорировании **В** в недостатке хлора можно получить жидкость **Л** (**р-ция 11**), при гидролизе которой образуется кислота **М** (**р-ция 12**).

При пиролизе **И** образуется средняя соль **Н** еще одной кислоты (**р-ция 13**), содержащей мостиковый (соединенный с двумя атомами фосфора) атом кислорода.

Все перечисленные вещества **А – Н** содержат элемент **Х**. Ниже приведена схема описанных превращений:



Вопросы:

Определите элемент **Х** и вещества **А – Н**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.

Из водного раствора соль **Д** выделяется в виде кристаллогидрата, содержащего 16.98 % воды. Определите его состав.

Предложите структурные формулы кислот **Ж**, **М**, а так же кислот соответствующих солям **Д** и **Н**. Для каждой кислоты определите и обоснуйте основность.

Задача 9-3

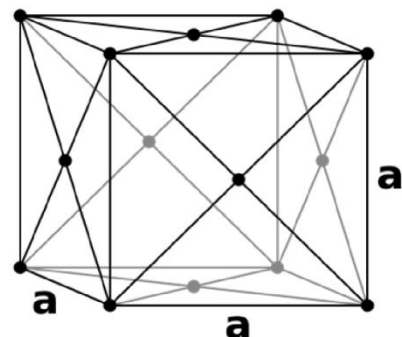
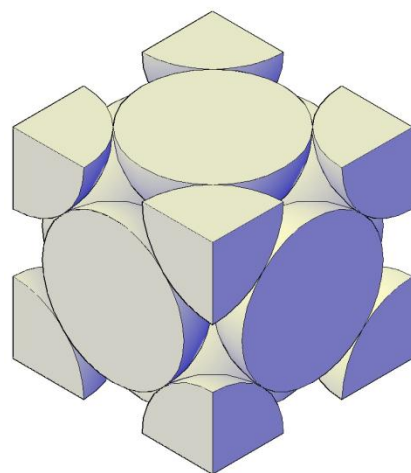
Благородный металл жёлтого цвета **X** имеет кубическую гранцентрированную кристаллическую решетку (см. рисунок, атомы располагаются в вершинах куба, и в центре каждой его грани). Плотность металла 19.30 г/см^3 , параметр **a** элементарной ячейки равен 4.0781 \AA .

1. Рассчитайте радиус атома **X**, определите число атомов в элементарной ячейке, учитывая, что атомы могут принадлежать одновременно нескольким ячейкам. Рассчитайте молярную массу **X**, используя данные задачи. Определите металл **X**.

При сплавлении в автоклаве металла **X** с легкоплавким активным металлом **Y** золотистого цвета образуется прозрачное кристаллическое вещество жёлтого цвета **Z**. Элементарная ячейка вещества **Z** изображена на рисунке (атомы одного сорта располагаются в вершинах куба, атом другого сорта располагается в центре куба). Плотность вещества составляет 7.08 г/см^3 , параметр **a** элементарной ячейки равен 4.262 \AA .

2. В каком мольном отношении **X** и **Y** входят в это соединение? Рассчитайте молярную массу **Y**, используя данные задачи. Определите металл **Y**.

3. Вещество **Z** имеет ионное строение, какие степени окисления **X** и **Y** в этом соединении, ответ обоснуйте. Оцените (больше или меньше какой-то величины) ионные радиусы, ответ обоснуйте. Назовите **Z**.



4. Запишите уравнения реакций металла **Y** и вещества **Z** с водой. Обсудите возможность взаимодействия **X**, **Y** и **Z** с кислородом, запишите уравнения реакций (не менее 3-х) и условия их протекания.

Задача 9-4

Широко распространенный в природе минерал **А** представляет собой оксид, массовая доля кислорода в котором составляет 30.0%. Он применяется в металлургии, входит в состав некоторых видов керамики, используется в качестве пигмента, а также катализатора в некоторых химических процессах.

1. Определите его молекулярную формулу.
2. Как называется этот минерал?

Если 2.4 г вещества **А** поместить в сосуд объемом 1.0 л (при н.у.), герметично закрыть и нагреть до 1470 °С, то после резкого охлаждения системы до 0 °С давление в сосуде увеличится на 5.6 % по сравнению с исходным. При этом в результате полного разложения вещества **А** образуется соединение **В**.

3. Установите формулу соединения **В** и запишите уравнение реакции разложения вещества **А** при данных условиях (**р-ция 1**).

4. Составьте уравнения реакций взаимодействия соединения **В** с соляной кислотой (**р-ция 2**) и концентрированной азотной кислотой (**р-ция 3**).

Сплавление минерала **А** с кальцинированной содой (карбонат натрия) (**р-ция 4**) и последующим гидролизом получившегося остатка (**р-ция 5**) положены в основу одного из способов производства вещества **С**, применяемого во многих отраслях промышленности.

5. Запишите уравнения описанных выше реакций.
6. В чем заключается преимущество данного метода? Назовите еще два промышленных способа получения вещества **С**.
7. Какую максимальную массу вещества **С** можно получить, если в качестве исходного сырья использовали 130.4 кг горной породы, содержащей 92.0% минерала **А** и 88.0 кг соды?

Задача 9-5

Реакции между газами

Газообразные при нормальных условиях вещества **А** – **Г** попарно реагируют между собой при нагревании, образуя во всех случаях одни и те же продукты – два вещества, входящие в состав воздуха. Данные об относительной плот-

ности газовых смесей, участвующих в реакции, приведены в таблице. Реагенты во всех случаях взяты в стехиометрическом соотношении.

| Реагирующие вещества | Плотность по водороду D_{H_2} исходной смеси | Плотность по водороду D_{H_2} смеси продуктов при 200 °С |
|----------------------|--|--|
| А + Б | 11.5 | 11.5 |
| В + Б | 8.0 | 10.67 |
| В + Г | 12.4 | 11.27 |

1. Определите формулы веществ **А – Г** (подтвердите расчётом). Напишите уравнения всех реакций.

2. Газообразное вещество **Е** реагирует с **Г** в объёмном соотношении 3 : 4, превращаясь в те же продукты, что и в п. 1. Эти же газы реагируют между собой в водном растворе в соотношении 1 : 1, образуя две соли одинакового качественного состава. Определите вещество **Е** и напишите уравнения обеих реакций.

Задача 9-6

Тепловые эффекты химических реакций

Тепловым эффектом химической реакции называется теплота, которая выделяется (или поглощается) в химической реакции. Для измерения тепловых эффектов химических реакций используют специальные приборы – калориметры.

Теплотой образования вещества называется тепловой эффект реакции образования этого вещества из простых веществ. Например, теплота образования глюкозы – это тепловой эффект реакции

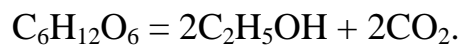


Однако тепловой эффект этой реакции нельзя непосредственно измерить в калориметре, поскольку такая реакция не идет.

1. Предложите способ, с помощью которого можно определить теплоту образования глюкозы. Тепловые эффекты каких реакций нужно измерить для этого? Запишите эти реакции и покажите, как с их помощью узнать теплоту образования глюкозы.

Задания теоретического тура

2. Спиртовое брожение глюкозы – сложный ферментативный процесс, который описывается следующей суммарной реакцией:



Тепловой эффект этой реакции тоже нельзя непосредственно измерить в калориметре. Для его определения были проделаны следующие измерения.

В калориметре сожгли 0.976 г бензойной кислоты ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$), в результате температура калориметра повысилась на 3.69 К. Теплота сгорания бензойной кислоты равна 3230 кДж/моль.

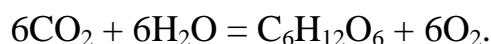
а). Запишите уравнение сгорания бензойной кислоты до CO_2 и H_2O . Рассчитайте теплоемкость калориметра.

При сжигании в этом калориметре 1.35 г глюкозы температура повысилась на 3.00 К, а при сжигании 0.644 г этанола – на 2.74 К.

б). Запишите уравнения сгорания глюкозы и этанола ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) до CO_2 и H_2O . Рассчитайте теплоты сгорания глюкозы и этанола.

в). Покажите, как с помощью этих данных рассчитать тепловой эффект реакции спиртового брожения глюкозы, и рассчитайте его.

3. Одним из важнейших процессов на Земле является процесс фотосинтеза, протекающий в растениях под действием солнечного света. Этот сложный процесс можно представить в виде следующей суммарной реакции:



Предложите способ, с помощью которого можно определить тепловой эффект этой реакции. Можно ли его определить из имеющихся у вас данных? Если да, то чему он равен?