

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

(для участников)

1 тур

2019–2020

Пояснительная записка

Региональный этап Олимпиады по химии проводится в 2 тура. Для трех возрастных параллелей: 9-х, 10-х и 11-х классов подготовлены отдельные комплекты заданий теоретического и практического туров. В комплект заданий каждой возрастной параллели для теоретического тура входит 5 задач из различных разделов химии. Распределение тематики задач в первом туре по классам представлено в таблице:

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

При подсчете рейтинга участников в суммарном балле за теоретический тур учитываются баллы всех задач. Максимальный балл за теоретический тур составляет 100 баллов

Длительность тура составляет 5 (пять) астрономических часов.

Девятый класс

Задача 9-1

Химия неизвестного элемента

При пропускании сероводорода через бесцветный раствор вещества X_1 образуется чёрный осадок X_2 (*р-ция 1*). При длительном прокаливании на воздухе осадок X_2 превращается в оранжево-красный порошок X_3 (*р-ция 2*), причём из 1 кг X_2 может быть получено 955 г X_3 . При действии на вещество X_3 горячего раствора кислоты Y наблюдается выделение фиолетовых паров простого вещества и образование слабо окрашенного раствора (*р-ция 3*), из которого при охлаждении выпадают чешуйчатые золотистые кристаллы X_4 . При обработке вещества X_4 азотной кислотой образуется вещество X_1 (*р-ция 4*). Также раствор вещества X_1 может быть получен введением пластинки из металла X массой 30.00 г в 100 г 17.0 %-ного раствора нитрата серебра (*р-ция 5*). После окончания реакции в растворе осталась только соль X_1 , а масса промытой и высушенной пластинки стала равной 30.44 г.

Вопросы:

- 1) Определите элемент X и неизвестные вещества X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , Y , состав вещества X_3 подтвердите расчетом.
- 2) Запишите уравнения реакций.
- 3) Какое применение находит вещество X_3 в промышленности?

Задача 9-2

Чисто там, где убирают

Убираясь после проведения лабораторной работы на уроке химии, лаборант обнаружил две пробирки с малиновыми растворами. При добавлении серной кислоты *раствор 1* не изменил окраски, а *раствор 2* обесцветился. При добавлении к исходным растворам горячего водного раствора сульфата аммония в *растворе 1* наблюдалось выделение газа без запаха и выпадение

Задания теоретического тура ВсОШ по химии

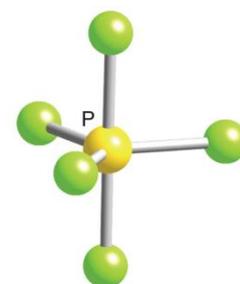
коричневого осадка, а в *растворе 2* чувствовался запах аммиака, появление осадка не наблюдалось. Оба раствора окрашивают пламя в фиолетовый цвет. При сливании *растворов 1* и *2* при комнатной температуре никаких мгновенных видимых изменений не наблюдалось.

Вопросы:

1. Определите какие вещества содержатся в *растворах 1* и *2*.
2. Запишите уравнения реакций, протекающих при добавлении к *раствору 1*
 - а) раствора иодида калия, подкисленного серной кислотой,
 - б) сернистого газа,
 - в) горячего водного раствора аммиака.
3. Запишите уравнение реакции, происходящий при взаимодействии алюминия с избытком *раствора 2*.
4. Какие изменения могут произойти со временем в растворе, полученном смешением *растворов 1* и *2*? Запишите уравнение реакции.
5. Какое применение находят вещества, окрашивающие *растворы 1* и *2*?

Задача 9-3

Фосфор при взаимодействии с избытком газа **A** образует твёрдое вещество **Б** (*р-ция 1*). Которое состоит из ионов X^+ и Y^- , образованных из одних и тех же двух элементов. При нагревании **Б** плавится, причём расплав состоит из молекул, имеющих форму тригональной бипирамиды (см. рис.). Нагревание выше точки кипения приводит к частичному обратимому разложению **Б** на газообразные вещества **A** и **В** (*р-ция 2*). Причем плотность газа **Б** в 2.94 раза выше, чем **A** при одинаковых условиях.



Молекула **Б**

1. Определите формулы веществ **A**, **Б** и **В**. Запишите уравнения реакций получения и разложения **Б**.

Задания теоретического тура ВсОШ по химии

2. Из каких ионов X^+ и Y^- состоит **Б** в твердом состоянии?

3. Рассчитайте степень разложения **Б** при 250 °С (то есть долю **Б**, которая разложилась) и состав смеси **А**, **Б** и **В** (в мольных %), если плотность газообразной смеси, полученной из **Б** нагреванием до этой температуры, по **А** равна 1.65.

И **Б**, и **В** бурно реагируют с водой (*р-ция 3* и *4*) с образованием растворов, содержащих сильную кислоту **Г** и кислоты **Д** (в случае **Б**) и **Е** (в случае **В**). При пропускании газа **А** через раствор **Е** образуются **Г** и **Д** (*р-ция 5*). При длительном контакте **Б** с влажным воздухом образуется жидкое вещество **Ж** молекулярного строения (*р-ция 6*), которое в промышленности получается взаимодействием **В** с простым газообразным веществом **З** (*р-ция 7*). Молекулы **Ж** имеют такую же геометрическую форму, как и ион X^+ .

4. О каких веществах **Г – З** идет речь? Определите их формулы и запишите уравнения пяти описанных реакций.

Более сложными методами можно получить твердое вещество **Б'**, состоящее из катионов X^+ и анионов Y^- и Z^- в мольном отношении $Y^- : Z^- = 1 : 1$. Известно, что один из них образуется при растворении **Б** в воде.

5. Определите оставшийся ион Z^- . Запишите формулу **Б'** в виде совокупности ионов, учитывая, что количества анионов в составе **Б'** равны.

Задача 9-4

«Точно так же»

Неорганическое вещество **Х** получают в лаборатории пропусканием хлора в горячий раствор гидроксида калия (*р-ция 1*). Выпадающие кристаллы кислородсодержащей соли **Х** отфильтровывают и подвергают перекристаллизации. Растворимость **Х** при 0 °С составляет 3.3 г соли на 100 г воды, а при 100 °С 56.2 г на 100 г воды.

С очищенной перекристаллизацией солью **Х** провели 4 опыта:

Задания теоретического тура ВсОШ по химии

А) **X** нагрели с диоксидом марганца в присутствии твердого гидроксида калия (*р-ция 2*), продукты реакции растворились в воде без остатка с образованием темно-зеленого раствора, со временем изменяющего окраску с выпадением коричневого осадка (*р-ция 3*).

Б) Нагревание **X** с диоксидом марганца без щелочи (*р-ция 4*) приводит к остатку, частично растворимому в воде, образующийся раствор не окрашен и со временем никаких изменений с ним не происходит. Если к твердому остатку разложения прибавить концентрированную серную кислоту – выделяется газ желто-зеленого цвета (*р-ция 5*).

В) Если к **X** прибавить концентрированную серную кислоту выделяется другой газ желтого цвета (*р-ция 6*), реагирующий с горячим раствором гидроксида калия (*р-ция 7*) с образованием бесцветного раствора.

Г) Взаимодействие **X** с красным фосфором сопровождается взрывом, при этом образуется белый твердый остаток (*р-ция 8*), растворимый в воде.

Водный раствор щелочи **A** массой 70.4 г нагревали со стехиометрическим количеством галогена **B** (*р-ция 9*), в полученном растворе массовые доли солей равны 26.31 % и 8.165 %.

Вопросы:

1. Напишите уравнения реакций *1-9*. Укажите тривиальное название **X**.
2. Какую окраску приобретает раствор по окончании *р-ции 3*? Где в быту используется *р-ция 8*?
3. Определите минимальную массу воды m_1 в которой растворится 15 г соли **X** при 100 °С. Рассчитайте сколько граммов безводной соли m_2 можно получить из 58 г насыщенного при 100 °С раствора при его охлаждении до 0 °С.
4. Определите вещества **A**, **B** и массовую долю ω щелочи в растворе **A**.

Задания теоретического тура ВсОШ по химии

Задача 9-5

Термохимия и взаимные превращения атмосферных газов

Газы **X** и **Y** в очень незначительных количествах присутствуют в атмосфере Земли. Содержание **X** равно $5.0 \cdot 10^{-5} \%$ по объёму и $3.5 \cdot 10^{-6} \%$ по массе, для **Y** значения этих же величин составляют $3.0 \cdot 10^{-5} \%$ и $5.0 \cdot 10^{-5} \%$ соответственно.

1. Определите неизвестные вещества **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётом.

Некоторые термохимические характеристики данных веществ приведены в таблице:

Вещество	X	Y
Теплота образования, кДж/моль	0	-142
Теплота сгорания с образованием газообразных продуктов, кДж/моль	242	–
Энергия, необходимая для диссоциации на атомы, кДж/моль	436	605

Газ **Y** может быть получен из вещества **Z** (*р-ция 1*), молекула которого содержит два атома. **Z** легко взаимодействует с **X** с образованием соединения **N** (*р-ция 2*). Вещества **N** и **Z** также содержатся в атмосфере Земли.

2. Запишите термохимические уравнения *р-ций 1* и *2*.

3. Рассчитайте энергию связи в молекуле **Z**.

4. Рассчитайте энергию каждой связи в молекуле **N**.

Одним из лабораторных способов получения **Z** является разложение вещества **M**, состоящего из тех же элементов, что и **N** (*реакция 3*).

5. Запишите уравнение *реакции 3*.

Учёными достаточно давно высказывались предположения о существовании изомера **Y** – **Y***. В 1998 году удалось зафиксировать **Y*** на поверхности оксида магния.

6. Изобразите структурные формулы **Y** и **Y***.

Указание: Термохимическим уравнением называется запись уравнения химической реакции с указанием агрегатного состояния веществ и теплового эффекта реакции.