

Максимальное количество баллов за олимпиаду - 50**Задание 1.**

Природный минерал флюорит (молярная масса основного компонента равна 78 г/моль) является главным источником элемента X. При обработке флюорита концентрированной серной кислотой получают едкую летучую кислоту, способную растворять стекло. При пропускании газообразного HX через трубку с нагретым сухим оксидом фосфора (V) образуется бесцветный тяжёлый трёхэлементный газ А, содержащий 54.8 % элемента X по массе. Этот газ легко гидролизует на воздухе с образованием белого дыма, содержащего две кислоты.

Запишите формулу газа А.

Ответ: _____

Какая масса основного компонента флюорита необходима для получения 25.2 г газа А, если выход на каждой стадии его получения из основного компонента флюорита составляет 80 %? Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: _____

Задание 2.

Известный с древних времён синий пигмент получают прокаливанием смеси оксида переходного металла М, карбоната натрия, кремнезёма и серы без доступа воздуха. Металл М - это пластичный тяжёлый металл 11-й (I В) группы, широко используемый в электротехнике. При растворении оксида этого металла в разбавленной серной кислоте образуется раствор ярко-синего цвета. Если к этому раствору добавить избыток иодида калия, то выпадает осадок бинарного соединения Y и чёрный с фиолетовым отливом осадок простого вещества Z. Массовое содержание металла в Y составляет 33.5 %.

Запишите формулу бинарного вещества Y.

Ответ: _____

Сколько электронов переходит от восстановителя к окислителю при образовании 1 молекулы простого вещества Z в описанной выше реакции?

Ответ: _____

Задание 3.

Оранжевая четырёхэлементная растворимая в воде соль X при нагревании претерпевает бурное разложение. Процесс напоминает извержение миниатюрного вулкана: выделяется газ Y, пары воды и зелёный оксид металла. Газ Y очень инертен благодаря наличию прочной тройной связи в его двухатомной молекуле. Однако при нагревании он реагирует с магнием, образуя бинарное соединение Z.

Запишите формулу соединения Z.

Ответ: _____

При разложении соли X визуальный объём образующегося оксида металла заметно больше такового для исходной соли. Охарактеризуйте массу оксида аналогичным образом:

Ответ:

- Больше массы X
- Меньше массы X
- Такая же, как масса X
- Соотношение меняется от эксперимента к эксперименту

Задание 4.

Жёлтое кристаллическое простое вещество X широко встречается в самородном виде и горит красивым синим пламенем. При растворении X в горячей концентрированной азотной кислоте выделяется бурый газ и образуется сильная двухосновная кислота, качественной реакцией на анион которой является образование белого осадка с катионами бария.

Вещество X состоит из циклических молекул и в обычных условиях представляет собой диэлектрик жёлтого цвета. При нагревании этого вещества в закрытом сосуде происходит удивительное физическое явление: сначала твёрдые кристаллы плавятся в подвижную жёлтую жидкость, но при дальнейшем росте температуры (выше 160 °C) жидкость внезапно становится тёмно-бурой и очень вязкой.

Сколько миллилитров (минимально) концентрированной ($\omega(\text{HNO}_3) = 68.4\%$, $\rho = 1.41$ г/мл) азотной кислоты потребуется для полного растворения 8 г вещества X? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____

С чем связано аномальное увеличение вязкости расплава вещества X при его нагревании выше 160 °C?

Ответ:

- Происходит испарение лёгких изотопов
- Циклические молекулы разрываются, образуя длинные полимерные цепи
- Вещество вступает во взаимодействие со стенками стеклянного сосуда
- Происходит переход электронов в зону проводимости и кристаллизация жидкости

Задание 5.

Смесь этена и этана при н. у. имеет объём 10 л. Для полного гидрирования этена в исходной смеси требуется 2.5 л (н. у.) H_2 .

Определите мольную долю этена в исходной смеси. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: _____

Определите плотность исходной смеси при нормальных условиях. Ответ выразите в граммах на литр, округлите до десятых.

Ответ: _____

Во сколько раз больше объём при нормальных условиях продуктов сгорания в кислороде этой смеси по сравнению с начальным объёмом смеси этана и этена? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____

Задание 6.

На дне океанов и в зоне вечной мерзлоты существуют соединения, называемые клатратами. Одно из них - «гидрат метана» состава $\text{CH}_4 \cdot 5.75\text{H}_2\text{O}$. Это твёрдое вещество, напоминающее снег, которое способно гореть. С глубины океана подняли образец такого «льда» массой 1.195 кг.

Какой объём (н. у.) метана выделится при полном разложении этого образца при нагревании? Ответ выразите в литрах, округлите до целых.

Ответ: _____

По некоторым оценкам учёных, сокрытые под Мировым океаном запасы гидрата метана составляют около трёх тысяч гигатонн.

Сколько процентов по массе метана окажется в земной атмосфере, если весь метан со дна океанов будет высвобожден в атмосферу? Ответ округлите до тысячных.

Масса земной атмосферы составляет $5.15 \cdot 10^{18}$ кг, 1 гигатонна = 10^9 тонн.

Ответ: _____

Задание 7.

В четырёх пронумерованных пробирках находятся растворы нитратов четырёх различных металлов, один из которых трёхвалентный, а остальные - двухвалентные. При этом все металлы относятся к *d*-элементам, три из них находятся в одном периоде, а два - в одной группе.

Пробирка № 1: при добавлении щёлочи выпадает бурый осадок.

Пробирка № 2: при добавлении щёлочи выпадает ярко-синий осадок, который при нагревании чернеет.

Пробирка № 3: выпадает белый осадок, который растворяется как в избытке щёлочи, так и в избытке раствора аммиака.

Пробирка № 4: при добавлении щёлочи выпадает жёлто-оранжевый осадок.

Катионы каких металлов находились в пробирках? Запишите химические символы элементов без указания зарядов.

Пробирка № 1	_____
Пробирка № 2	_____
Пробирка № 3	_____
Пробирка № 4	_____

Задание 8.

При сильном прокаливании на воздухе тёмно-серого минерала **А**, основной компонент которого состоит из двух элементов, выделяется бинарный газ **Б** с резким запахом жжёных спичек. В результате этой реакции образуется один твёрдый продукт - чёрный порошок **В**, в котором металл находится в чётной степени окисления, равной удвоенной степени окисления этого же металла в исходном минерале **А**.

- Если этот чёрный порошок **В** обработать разбавленной серной кислотой, то образуется раствор голубого цвета.
- Если же порошок **В** нагреть в токе водорода - он восстанавливается с образованием пластичного металла красного цвета.

Запишите формулы веществ **А**, **Б** и **В**.

А	_____
Б	_____
В	_____

Задание 9.

В трёх пробирках находятся белые студенистые осадки трёх разных гидроксидов. Эти гидроксиды образованы тремя элементами (не считая кислорода и водорода), которые являются соседями, стоящими друг за другом в одном периоде Периодической системы. Чтобы различить эти вещества, провели серию тестов:

Пробирка № 1: осадок растворяется как в соляной кислоте, так и в избытке раствора щёлочи, образуя в обоих случаях бесцветный раствор.

Пробирка № 2: осадок в щёлочи не растворяется, но растворяется в соляной кислоте. Если к полученному раствору добавить избыток раствора аммиака, то из раствора выпадает белый осадок.

Пробирка № 3: осадок не взаимодействует с соляной кислотой, но растворяется в щёлочи. Если полученный прозрачный раствор подкислить соляной кислотой, то из него выпадает белый студенистый осадок, который при сильном прокаливании превращается в тугоплавкое вещество, используемое в производстве стекла.

Определите элементы, образующие указанные гидроксиды. Запишите их химические символы.

Пробирка № 1	_____
Пробирка № 2	_____
Пробирка № 3	_____

Задание 10.

При сжигании в избытке кислорода навески гомолога циклопропана X массой m г образуется углекислый газ и 1.29 г воды. В молекуле углеводорода X первичных атомов углерода в 2 раза больше, чем четвертичных атомов углерода. Вторичные и третичные атомы углерода отсутствуют.

Запишите формулу углеводорода X.

Ответ: _____

Определите массу навески m . Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: _____

Задание 11.

Для проведения экспериментов учёному потребовалось 150 г 80 %-го раствора азотной кислоты. Среди лабораторных реактивов ему удалось найти только коммерческий раствор (65 %, $\rho = 1.3913$ г/мл) азотной кислоты. Учёный решил получить раствор высокой концентрации, осуществив перегонку смеси концентрированной серной кислоты с нитратом калия. В результате перегонки ему удалось получить 95 %-й водный раствор азотной кислоты плотностью 1.4932 г/мл. Какие объёмы 65 %-го и 95 %-го растворов азотной кислоты необходимо смешать учёному для получения 150 г 80 %-го раствора азотной кислоты. Ответ выразите в миллилитрах, округлите до десятых.

V (65 %)	_____
V (95 %)	_____

Нужно ли учёному знать плотность 80 %-го раствора азотной кислоты для приготовления 150 г такого раствора?

Ответ:

- Да
- Нет
- Недостаточно данных

Задание 12.

Чёрную трёхэлементную смесь алюминия с веществом X последовательно прокачивали при температуре около 500 °С то в токе водорода, то в токе кислорода. Результаты экспериментов представлены ниже:

1. Ток водорода: смесь покраснела, потеря массы смеси после опыта составила 16.33 %. На холодной части трубки образовались капли бесцветной жидкости.
2. Ток кислорода: смесь снова почернела, масса смеси увеличилась на 39.02 %.
3. Ток водорода: смесь снова покраснела, масса смеси уменьшилась на 14.04 %.

Дополнительно известно, что если нагреть исходную смесь до очень высокой температуры, то произойдёт очень бурная химическая реакция с образованием смеси тех же двух веществ, что остались в трубке после опыта 3.

Запишите формулу вещества X.

Ответ: _____

Найдите мольное соотношение X и алюминия в исходной смеси. Ответ выразите в виде отношения.

Ответ: _____