

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

При неполном сгорании метана в условиях недостатка кислорода образуется бесцветный ядовитый газ без запаха. При небольшом (около 50 °С) нагревании этот газ способен реагировать с никелем, образуя в качестве единственного продукта реакции летучее и крайне токсичное жидкое вещество, состоящее из тетраэдрических молекул комплекса В. При нагревании (около 200 °С) паров соединения В оно полностью разлагается на металл и исходный газ, потеря массы по отношению к жидкому В при этом составляет 65.50 %.

Запишите формулу соединения В.

Ответ: _____

Формулы таких соединений переходных металлов можно предсказать с помощью правила Сиджвика. По этому правилу атом переходного металла в этих соединениях должен иметь 18-электронную конфигурацию валентного уровня $ns^2(n-1)d^{10}np^6$.

Учитывая, что в таких соединениях каждая молекула лиганда предоставляет металлу одну электронную пару, запишите формулу простейшего комплексного соединения, которое образуется при взаимодействии вышеуказанного ядовитого газа с железом.

Ответ: _____

Какую степень окисления имеет никель в соединении В?

Ответ: _____

Задание 2.

Тёмно-фиолетовые кристаллы калиевой соли А ($\omega(\text{O}) = 40.5\%$) широко применяются в лаборатории как один из сильнейших окислителей. При растворении 3.16 г соли А в большом количестве воды образуется розовый раствор. К подкисленному серной кислотой раствору А небольшими порциями добавляют пероксид водорода. Происходит бурное выделение бесцветного газа В, поддерживающего горение, а раствор полностью обесцвечивается.

Запишите химическую формулу выделяющегося газа В.

Ответ: _____

Какой объём 0.5 М раствора пероксида водорода потребуется для полного обесцвечивания указанной порции соли А? Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

Ответ: _____

Задание 3.

Неметалл А способен существовать в виде нескольких аллотропных модификаций. Его наиболее химически активная аллотропная модификация состоит из тетраэдрических молекул и самовоспламеняется на воздухе. При кипячении этого простого вещества в концентрированном растворе гидроксида натрия протекает реакция диспропорционирования. В результате реакции образуется соль и выделяется ядовитый газ В с чесночным запахом. При взаимодействии газа В с избытком хлора образуется высший хлорид элемента А - соединение С, имеющее в твёрдом виде ионное строение: тетраэдрические катионы и октаэдрические анионы.

Запишите формулу газа В.

Определите состав ионов в твёрдом хлориде С.

Катион из С = [_____]⁺, анион из С = [_____]⁻

Более стабильная химическая форма А состоит из соединённых в линейную цепочку тетраэдрических фрагментов атомов А. Какой цвет имеет эта аллотропная модификация А?

Ответ:

- Красный
- Оранжевый
- Жёлтый
- Зелёный
- Голубой
- Синий
- Фиолетовый
- Чёрный
- Белый
- Цвета нет

Задание 4.

Металл М ($\rho = 10.5 \text{ г/см}^3$) относится к d -элементам 5-го периода и обладает высокой электропроводностью. Аммиачный раствор оксида этого металла можно использовать для качественного определения альдегидов. При добавлении к нитрату этого металла раствора щёлочи вместо ожидаемого гидроксида сразу выпадает бурый осадок оксида Х.

Запишите формулу оксида Х.

Ответ: _____

Раньше покрытия многих зеркал получали посредством химической реакции между аммиачным раствором Х и глюкозой. Пусть толщина слоя металла в зеркальном покрытии составляет 0.30 мкм. Какую общую минимальную массу сырья (глюкозы ($M = 180 \text{ г/моль}$), оксида Х) нужно затратить для производства 1 квадратного зеркала размером $1 \text{ м} \times 2 \text{ м}$? Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: _____

Задание 5.

При пропускании одноэлементного двухатомного газа А через холодный раствор гидроксида калия протекает реакция диспропорционирования с образованием смеси солей В и С. Если же реакцию проводить при сильном нагревании, то образуется смесь солей С и D. Соль D является мощным окислителем и используется в производстве пиротехники и спичек. Известно, что соли В, С образуются в массовом соотношении 1.21 : 1, а соли С, D - в массовом соотношении 3.04 : 1.

Запишите формулу соли В.

Ответ: _____

Запишите формулу соли С.

Ответ: _____

Запишите формулу соли D.

Ответ: _____

Какую геометрическую форму имеет анион, входящий в состав соли D?

Ответ:

- Плоский треугольник
- Тригональная пирамида
- Правильный тетраэдр
- Т-образная форма

Задание 6.

Углеводород Х, молекулы которого состоят из 12 атомов, обесцвечивает бромную воду, а его дипольный момент равен нулю. При окислении Х перманганатом калия в кислой среде образуется только одно органическое вещество - уксусная кислота.

Какой геометрический изомер представляет собой Х?

Ответ:

- Цис
- Транс

Во сколько раз число σ -связей в Х больше числа π -связей?

Ответ: _____

Задание 7.

Молекулы углеводорода X содержат 12 атомов водорода, причём один из них связан с третичным атомом углерода. X не обесцвечивает бромную воду, но при нагревании с подкисленным раствором перманганата калия образует одноосновную кислоту с формулой $C_7H_{3n}O_n$.

Определите значение n в формуле кислоты $C_7H_{3n}O_n$.

$n =$ _____

Запишите формулу углеводорода X:

X = C _____ H _____

Задание 8.

При сухой перегонке древесины хвойных пород выделяется множество веществ, среди которых может присутствовать вещество А, представляющее из себя бесцветную жидкость. Известно, что это вещество состава C_nH_{2n-2} активно реагирует с бромом в темноте, при этом 13.6 г вещества А поглощает 64.0 г брома. При озонолизе этого углеводорода в присутствии $NaBH_4$ в качестве углеродсодержащих соединений образуются только метанол, этиленгликоль и этанол.

Определите значение n в формуле вещества А.

Ответ: _____

Определите количество двойных связей в молекуле А.

Ответ: _____

Задание 9.

К 15.0 г предельного спирта Б добавили избыток концентрированной серной кислоты и нагрели выше $180^\circ C$. Выделившийся газ пропустили через холодный раствор перманганата калия, в результате чего образовалось 10.1 г двухатомного спирта с выходом 50.0 %.

Определите число атомов углерода в молекуле исходного спирта Б.

Ответ: _____

Задание 10.

Глюкоза - основной источник энергии для человека. В организме она подвергается полному окислению. Человек массой 70 кг при беге расходует суммарно 500 ккал энергии в час. Теплота реакции полного окисления 1 моль глюкозы составляет примерно 2800 кДж (1 ккал = 4.18 кДж).

Сколько глюкозы должен получить организм человека для 30 минут бега? Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: _____

Какой объём (при н. у.) углекислого газа выделится при этом? Ответ выразите в литрах, округлите до целых.

Ответ: _____

Задание 11.

В четырёх пронумерованных пробирках находятся водные растворы веществ: этанола, глицерина, этанала и глюкозы. В каждую пробирку добавили свежесосаждённый гидроксид меди в щелочной среде.

№1: При 20 °С - синий раствор; при нагревании - кирпично-красный осадок.

№2: При 20 °С - без изменений; при нагревании - кирпично-красный осадок.

№3: При 20 °С - синий раствор; при нагревании - без изменений.

№4: Видимых изменений нет ни при каких условиях.

Определите содержимое пробирок.

1. Этанол	А. №1
2. Глицерин	Б. №2
3. Этаналь	В. №3
4. Глюкоза	Г. №4

Ответ:

1	2	3	4

Задание 12.

Обычный школьный мел представляет из себя промышленный композит, который в основном содержит вещества X, Y, а также не более 10 % крахмала.

Для определения состава школьного мелка Вася решил провести следующие эксперименты с порцией массой 75.00 г, которую он разделил на 3 равные части:

Часть 1: Вася сильно прокалил ($> 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$) порошок мела на воздухе, при этом масса остатка, который представляет из себя индивидуальное вещество, оказалась равной 10.96 г.

Часть 2: При добавлении к мелу избытка 10 % соляной кислоты выделилось 3.08 л (н. у.) бесцветного газа практически без запаха.

Часть 3: Вася прокипятил мел в избытке раствора пищевой соды, а затем отфильтровал раствор, высушил и взвесил осадок, масса которого оказалась равной 19.56 г. Вася хорошо знал химию и на всякий случай капнул на осадок аптечным раствором иода - его окраска не изменилась.

Полученный фильтрат Вася нейтрализовал раствором соляной кислоты и добавил к нему избыток раствора хлорида бария. При этом образовался нерастворимый в кислотах и щелочах белый осадок массой 13.55 г.

После проведённых экспериментов Вася принялся за расчёты. Удовлетворённый результатом Вася решил сравнить состав «своего» мела с литературными данными и нашёл существенные расхождения. Взглянув на формулу вещества Y, которая была указана в литературе как дигидрат соли кальция, Вася осознал свою ошибку, исправил формулу и, получив правильный результат, пошёл заслуженно отдыхать.

Зная, что вещества X, Y содержат кальций, запишите их формулы.

X = _____

Y = _____

Определите массовые доли веществ X, Y и крахмала в школьном мелке. Ответ округлите до целых.

Массовая доля X = _____ %

Массовая доля Y = _____ %

Массовая доля крахмала = _____ %