

**Межрегиональная олимпиада школьников
«Будущие исследователи – будущее науки»**

2026 - 2027 уч. г.

г. Саров, Нижегородская область

**Химия
Отборочный тур**

9 класс

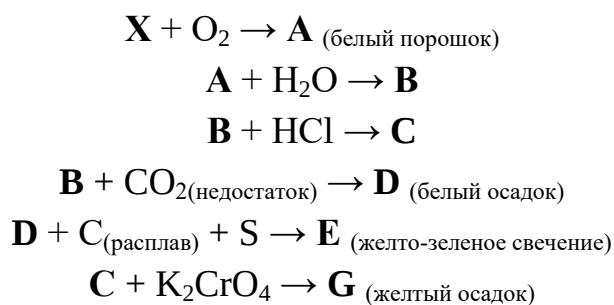
Задание 1. Подберите по одной молекуле, в которой ковалентные связи образуются при участии: всех электронов; более половины электронов; ровно трети всех электронов. Для каждой молекулы:

- а) запишите электронную конфигурацию атома с наибольшим порядковым номером;
- б) определите пространственную геометрию;
- в) опишите механизм образования ковалентной связи;
- г) приведите схему перекрывания орбиталей;
- д) объясните, почему выполняется указанное в условии соотношение числа электронов, участвующих в связях.

24 балла

Задание 2. Элемент **X** впервые был идентифицирован в конце XVIII века на территории Шотландии. Источником его открытия послужил необычный минерал, обнаруженный в свинцовом руднике близ небольшого населённого пункта, чьё название впоследствии закрепилось в имени элемента. Первоначально исследователи приняли найденное вещество за «новую землю» — оксид неизвестного металла, и лишь спустя несколько десятилетий, с развитием методов электролиза, удалось выделить **X** в свободном виде. Задолго до официального открытия **X** его летучие соединения находили практическое применение: они придавали пламени ослепительно яркий карминово-красный цвет. Это свойство столетиями использовалось в пиротехнике. Особую роль сыграли сигнальные ракеты на основе соединений **X**: при кораблекрушениях они позволяли терпящим бедствие указывать своё местонахождение, что спасло немало человеческих жизней. В металлургии **X** помогал удалять из стали растворённые газы и вредные примеси. В промышленности он приобрёл известность как доступный заменитель более дорогостоящих материалов при производстве стекловолокна и стёкол различного назначения.

- а) Определите элемент **X**. Назовите не менее двух природных минералов, содержащих этот элемент, и укажите их химические формулы.
- б) Объясните, почему соли элемента **X** окрашивают пламя в красный цвет.
- в) Наибольшую известность **X** принёс его радиоактивный изотоп — один из основных продуктов деления урана в ядерных реакторах. Попадая в окружающую среду при авариях на АЭС или испытаниях ядерного оружия, он представляет серьёзную угрозу для живых организмов. Объясните, почему этот изотоп так биологически опасен, несмотря на то что он не является самым радиоактивным из осколков деления.
- г) Запишите уравнения реакций, соответствующих превращениям **X**:



30 баллов

Задание 3. При полном растворении 1 моль цинка в разбавленной азотной кислоте образовалось 0.4 моль смеси двух бесцветных газов, один из которых поддерживает, а другой – не поддерживает горение. Определите:

- объём каждого из выделившихся газов (при нормальных условиях);
- массы солей, образовавшихся в растворе;
- количество теплоты, которое выделится при растворении цинка, используя приведённые ниже справочные данные.

Вещество (ион в растворе)	Zn^{2+}	NO_3^-	H^+	NH_4^+	NO	N_2O	NO_2	H_2O
$Q_{\text{обр}}$, кДж/моль	153.9	205	0	132.5	–90	–82	–33	286

20 баллов

Задание 4. К раствору сульфата магния прилили медный купорос в таком количестве, что массы солей в растворе оказались равными. Затем к полученной смеси добавили избыток раствора гидроксида калия, а образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили в атмосфере водорода при 500°C . Полученный после прокаливания твёрдый остаток массой 22.4 г обработали 80 г раствора соляной кислоты с массовой долей HCl 28%.

- Запишите уравнения всех протекающих реакций.
- Определите, сколько граммов медного купороса было добавлено к исходному раствору.
- Установите, какая доля (мол.%) добавленной соляной кислоты вступила в реакцию с твёрдым остатком.

26 баллов

10 класс

Задание 1. Если смешать газы **А** и **Б** в объёмном соотношении 3:1, то получится смесь, в 6.125 раза тяжелее гелия. Если к полученной смеси добавлять газ **Б** до тех пор, пока массовое соотношение компонентов **А** и **Б** не станет равным 3:2, то получится смесь, в 6.34 раза легче воздуха при одинаковых условиях.

а) Какой из газов – **А** или **Б** — легче?

б) Определите природу газов **А** и **Б**.

в) Если эти газы могут реагировать друг с другом, укажите условия реакций и запишите их уравнения.

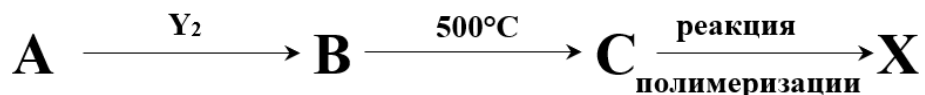
20 баллов

Задание 2. При полном сгорании углеводорода образовалась газовая смесь с плотностью по водороду 15.5. Известно, что этот углеводород не может существовать в виде пространственных изомеров, не обесцвечивает раствор брома в тетрахлорметане, а в спектре ^1H ЯМР наблюдаются два сигнала с соотношением интегральных интенсивностей 3:2.

Установите структурную формулу углеводорода и предложите способ его получения (напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания). Вычислите объём кислорода (25°C, 1 атм), необходимый для сжигания 10 г данного углеводорода.

25 баллов

Задание 3. Один из самых массовых полимеров в мире **Х** широко используется для изготовления проводов и кабелей, оконных профилей и напольных покрытий, медицинских трубок для переливания крови и искусственной кожи. Ниже представлена схема получения **Х**.



Газообразное вещество **А** при нормальных условиях плохо растворяется в воде, но хорошо – в органических растворителях. Вещества **В** и **С** содержат элемент **У**, причем массовая доля этого элемента в соединении **С** равна 56.8%. Относительная плотность **У** по воздуху составляет 2.45. Расшифруйте все неизвестные вещества на схеме, запишите уравнения реакции. Дайте определение реакции полимеризации. На конкретных примерах обоснуйте широкое применение полимеров в быту и технике.

25 баллов

Задание 4. Смесь перманганата калия и нитрата алюминия прокалили. Выделившиеся газообразные продукты пропустили через 300 г 5%-ного раствора азотной кислоты. При этом 896 мл газов (н.у.) не поглотилось, а массовая доля азотной кислоты в растворе возросла до 8.2%. Азотистая кислота в растворе обнаружена не была. Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

30 баллов

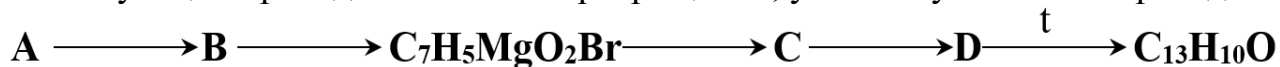
11 класс

Задание 1. Метанол – многотоннажный продукт химической промышленности. Он применяется для производства формальдегида, уксусной кислоты и топливных добавок, а также рассматривается как перспективное сырьё для получения водорода. Промышленный синтез метанола из оксида углерода (II) и водорода – одна из важнейших каталитических реакций, и понимание её термодинамических закономерностей позволяет оптимизировать производство и снижать энергозатраты. Известно, что при $T = 200^{\circ}\text{C}$ и $p = 1$ атм константа равновесия $K_x = 1$, а при 400°C и том же давлении $K_x = 0.01$.

1. Запишите выражение для константы равновесия K_x .
2. Определите, с выделением или поглощением теплоты протекает реакция синтеза метанола. Ответ обоснуйте.
3. Рассчитайте, какое количество метанола может образоваться при 200°C из 1 моль CO и 2 моль H_2 .
4. При некоторых условиях в равновесной смеси содержится 0.5 моль CO, 0.5 моль H_2 и 0.1 моль CH_3OH . В какую сторону сместится равновесие при добавлении к этой смеси 0.5 моль CO? Ответ поясните.

20 баллов

Задание 2. Вещество А не даёт реакции с аммиачным раствором оксида серебра, но при нагревании с NaOH под давлением образует фенол. Известно, что массовая доля брома в веществе А составляет 51%. Запишите уравнения реакций, соответствующих приведенной схеме превращений, укажите условия их проведения.



С точки зрения электронного строения молекулы объясните, почему образовавшееся соединение $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}$ не даёт реакции «серебряного зеркала» и не обесцвечивает бромную воду.

25 баллов

Задание 3. Оптически активный сложный диэфир А содержит только атомы углерода, водорода и кислорода. Навеску этого вещества массой 3.04 г подвергли щелочному гидролизу, добавив 40 мл 0.8 М раствора гидроксида натрия. На нейтрализацию избытка щёлочи, не вступившей в реакцию, затратили 8 мл 0.75 М раствора соляной кислоты. В результате гидролиза образуются дикарбоновая кислота В, метанол и оптически активный спирт С. При взаимодействии спирта С с I_2/NaOH выпадает жёлтый осадок и образуется бензоат натрия. Соединение В обесцвечивает бромную воду, а при дегидратации даёт циклический ангидрид D. Приведите структурные формулы соединений А, В, С и D.

25 баллов

Задание 4. Газовая смесь массой 0.16 г, состоящая из двух компонентов, один из которых легче воздуха, была подвергнута последовательному пропусканию через систему из трёх трубок: первая заполнена оксидом железа (III) и нагрета до 500°C , вторая – безводным сульфатом меди (II), третья – твёрдым гидроксидом бария, нанесённым на инертный носитель. Все вещества взяты в значительном избытке. После пропускания газовой смеси: масса первой трубки уменьшилась на 0,24 г, а

массы второй и третьей трубок увеличились на 0.18 г и 0.22 г, соответственно. Установите качественный и количественный (масс.%) состав исходной смеси, а также ее объём при нормальных условиях. Определите парциальные давления компонентов, если смесь находится в сосуде объёмом 336 мл при температуре 0°C.

30 баллов