

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по химии
2025-2026 учебный год
10 класс

Дорогой друг!

Мы очень рады, что Вы решили проявить себя в олимпиадном движении по химии. Это увлекательный путь к самосовершенствованию, развитию своего кругозора и лучшему пониманию мира, в котором мы живём.

Указания для решения задач:

Пишите разборчиво и будьте внимательны: учитывайте, что именно от вас требуется в вопросе; не забывайте о подтверждении расчетами, где это требуется. Будьте уверены, каждый из вас может решить какую-то часть задачи. При возникновении трудностей переходите к следующим заданиям – вернетесь в конце, если у вас останется время.

О муниципальном этапе:

Информация об олимпиаде, решениях и заданиях будут доступны в официальной группе Ассоциации Наставников Олимпиадного Движения – команды тренеров сборной команды Республики Башкортостан: vk.com/anod_official. Видеоразбор заданий будет доступен после олимпиады по ссылке: vk.cc/cRi926. Используйте эту информацию для подготовки к показу работ и апелляции. Нормативные документы размещаются на сайте центра развития талантов “Аврора”: avroracenter.com.



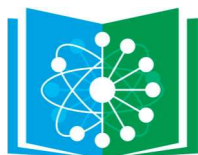
О региональном этапе:

22, 23 января пройдет региональный этап Всероссийской олимпиады школьников: теоретический и экспериментальный этап. Для подготовки к нему проводится Зимняя химическая школа «Кристалл», которая пройдёт в Уфе в конце декабря. Школьники из Республики Башкортостан могут получить грант на бесплатное участие в программе. Заявки принимаются на сайте: anodrb.ru/winter.

Об олимпиадах:

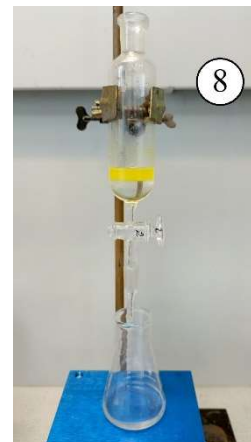
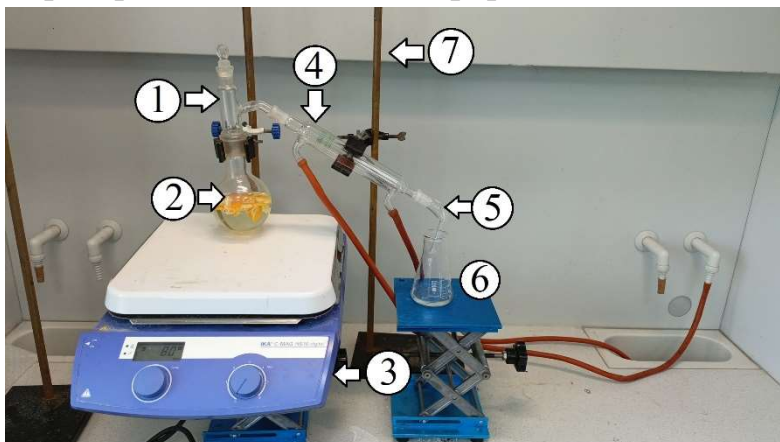
Участие в олимпиадах позволяет получить приглашение на обучение в Образовательный центр "Сириус", поступить в вуз без экзаменов и получать стипендию до 100 000 рублей на первом курсе! Также победителям и призерам олимпиад назначается премия и стипендия Главы Республики Башкортостан. Ты стал участником муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников, что уже хороший результат. Не останавливайся на достигнутом – прими участие в олимпиадах Федерального перечня Министерства высшего образования и науки РФ, дающих льготы при поступлении в вузы. Информацию об олимпиадах можно найти в региональной группе олимпиад по химии vk.com/anod_official.

Желаем вам интересной олимпиады и плодотворного участия!



Задача 1. Запах нового года (20 баллов)

Для получения из растительного сырья эфирных масел, содержащих чувствительные к высоким температурам вещества, можно использовать перегонку с водяным паром. На фото ниже показана установка, собранная в лаборатории для выделения эфирного масла мандарина.

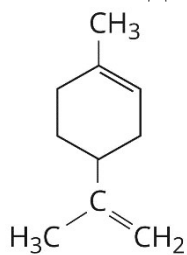


1. Приведите названия лабораторной посуды и оборудования – элементов экспериментальных установок, отмеченных числами 1-8.

После перегонки в приемной колбе скапливается отгон, представляющий собой смесь эфирного масла и воды. Для концентрирования и выделения органических веществ к отгону добавляют петролейный эфир. Образуется двухфазная смесь, которую разделяют: сливают нижний водный слой и собирают верхний органический слой (масло), сушат и очищают дополнительно при помощи перегонки.

2. Укажите название процесса, описанного выше, и объясните принцип его действия.

В эфирных маслах в большом количестве содержатся природные ненасыщенные углеводороды – терпены. Например, основным терпеном эфирных масел цитрусовых является лимонен, структура которого изображена слева. Наличие соединений терпенового ряда в полученном масле можно продемонстрировать аналитическими реакциями: под действием пробы масла обесцвечивается раствор брома в тетрахлоруглероде (*реакция 1*) и перманганата калия при нагревании в среде серной кислоты (*реакция 2*).



3. Запишите уравнения этих реакций на примере лимонена.

Компоненты эфирных масел широко применяются как отдушки в косметике и парфюмерии, ароматизаторы в пищевой промышленности. Интересно, что эфирные масла, содержащие лимонен, могут иметь не только запах цитрусовых, но и запах хвои. Вещества, придающие им аромат, имеют одинаковую формулу, температуры кипения и плавления, но обладают разными биологическими свойствами.

4. О каком явлении идет речь? Изобразите структуры веществ, придающих маслам аромат хвои и цитрусовых.

После перегонки и отделения органического слоя было выяснено, что из 50,73 г апельсиновой цедры получили 1,27 г очищенного эфирного масла.

5. Определите массовую долю лимонена в исходной цедре апельсина, если известно, что массовая доля лимонена в масле составляет 92%.

Задача 2. Такие разные шпаты (20 баллов)

Шпаты — группа природных минералов, основными компонентами которых являются неорганические соли различных кислот. Некоторые минералы из этой группы исторически получили от геологов тривиальные названия, например, можно выделить *двупреломляющий*, *персидский*, *плавиковый* и *малиновый* шпаты. Основными их компонентами являются средние соли **A–D** соответственно.

1. По результатам качественного анализа солей **A–D** установлено, что в их составе содержатся только следующие катионы и анионы: Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , F^- . Какие кислоты образуют эти анионы? Приведите их систематические или тривиальные названия.

2. Сколько всего можно составить формул *средних* солей, состоящих только из указанных катионов и анионов? Запишите все возможные формулы.

3. Запишите систематические названия солей, формулы которых вы привели в пункте 2.

В лабораторию поступила задача идентифицировать образцы упомянутых шпатов, для этого лаборанту передали 4 бюкса с образцами соответствующих минералов. На следующей странице вам представлена таблица, отражающая взаимодействие образцов с некоторыми реагентами и соответствующие им качественные наблюдения.

4. Определите формулу газа **X**. Кратко поясните свой ответ.

5. Определите формулы солей **A–D**, если известно, что *двупреломляющий* и *плавиковый* шпаты имеют одинаковый катион в своём составе. Ответ подтвердите расчётом и рассуждениями.

6. Запишите уравнения всех реакций, представленных в таблице (всего 8 уравнений реакций).

7. Попробуйте догадаться и объяснить, почему именно такие прилагательные получили в своё название шпаты, упомянутые в задаче.

Таблица к задаче 2

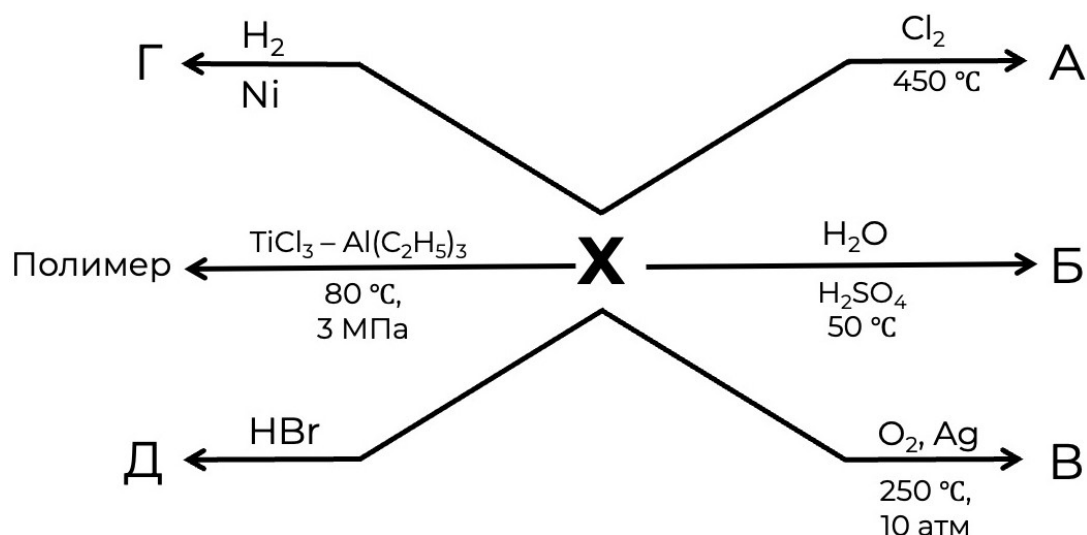
Шпат \ Операция	Обработка соляной кислотой	Высокотемпературный нагрев без доступа воздуха с последующим растворением в воде
<i>Двупреломляющий</i>	Растворение образца с образованием бесцветного раствора и выделением бесцветного газа X	Образование бесцветного раствора вещества, способного окрашивать раствор фенолфталеина в малиновый цвет и мутнеющего при пропускании в него газа X
<i>Персидский</i>	Образец не растворяется, изменений нет	Плавится с разложением только при очень высоких температурах ($> 1580\text{ }^{\circ}\text{C}$), образуя твёрдый остаток и смесь SO_2 и O_2 , причем потеря массы твердого вещества составляет 34,33 %. Полученный твёрдый остаток растворяется в воде и также окрашивает раствор фенолфталеина в малиновый цвет
<i>Плавиковый</i>	Образец не растворяется, изменений нет	Плавится без разложения при высоких температурах ($> 1400\text{ }^{\circ}\text{C}$). Не растворяется в воде. Окрашивает пламя спиртовки в кирпично-красный цвет
<i>Малиновый</i>	Растворение образца с образованием бледно-розового раствора и выделением бесцветного газа X	Выделение газа X с образованием нерастворимого в воде твёрдого остатка, легко окисляющегося на воздух

Задача 3. Уфимская органика (20 баллов)

«Уфаоргсинтез» занимает около 8 % российского рынка по производству важнейшего полимера, из которого изготавливают множество изделий, включая упаковку, детали автомобилей, трубы, медицинские изделия, бытовую технику, а также текстильные материалы. Полимер получают полимеризацией углеводорода **X**, основным способом получения которого является термический пиролиз и каталитический крекинг нефтепродуктов.

Известно, что при сжигании **X** в избытке кислорода образуется 5,4 г бесцветной жидкости и газ, при пропускании которого через избыток известковой воды образуется осадок массой 30,0 г. Относительная плотность **X** по водороду составляет 21.

Процесс полимеризации **X** проводят с участием катализатора Циглера-Натта ($\text{TiCl}_3\text{--Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$) при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 3 МПа. В промышленности углеводород **X** используется для получения в одну стадию веществ **A**, **B** и **B**, а также может взаимодействовать с водородом и бромоводородом, образуя вещества **Г** и **Д** соответственно. Известно, что вещество **B** имеет плотность 2,59 г/л (н.у.).



1. Установите формулу углеводорода **X**, ответ подтвердите расчётом.
2. Как называется полимер, который образует углеводород **X**?
3. Сколько изомеров может образовывать **X**? Приведите формулы всех возможных изомеров.
4. Определите формулы веществ **A – Д**. Укажите структурное звено полимера, который образует **X**. Назовите все вещества **A – Д**.

В честь какого химика названа реакция превращения $\text{X} \rightarrow \text{A}$?

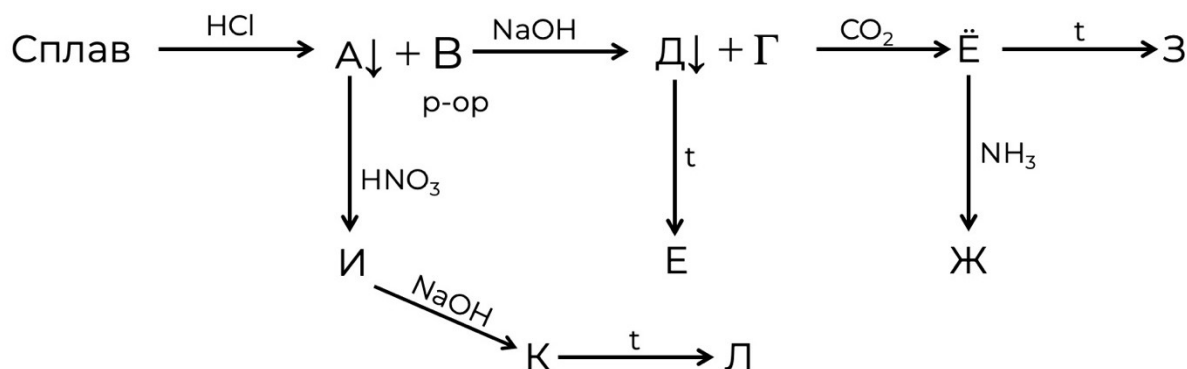
Задача 4. О полезном сплаве (20 баллов)

В Хайбуллинском районе Республики Башкортостан располагается Подольское месторождение, которое является одним из крупнейших в России по запасам металлов **A** и **Б**.

На судостроительном заводе юному химику удалось получить деталь массой 10,000 г, изготовленную из сплава повышенной прочности и упругости при деформации, состоящим из **A**, **Б** и третьего металла. Для начала он растворил сплав в 200 г 12 % раствора соляной кислоты, при этом образовался светло-зелёный раствор **В** и остался остаток красно-оранжевого цвета металла **A**. При добавлении к раствору **В** избытка гидроксида натрия остаётся прозрачный раствор вещества **Г** и осадок серо-зелёного цвета вещества **Д**. При прокаливании осадка получается серо-зеленое вещество **Е** массой 0,635 г. В прозрачный раствор вещества **Г** химик пропустил избыток углекислого газа, что привело к выпадению осадка **Ё**, который при добавлении аммиака может раствориться с образованием прозрачного раствора **Ж**. Химик решил прокалить вещество **Ё** и получил вещество **З** массой 3,864 г.

Для анализа металла **A** химик растворил его в концентрированной азотной кислоте с получением раствора соли **И**. Добавление к **И** избытка гидроксида натрия приводит к выпадению осадка **К** тёмно-синего цвета, при прокаливании которого остается чёрный остаток **Л** массой 8,000 г.

Все описанные превращения отображены в цепочке:



1. Определите вещества **А**, **Б**, состав раствора **В**, а также вещества **Г** – **Л**. Напишите уравнения описанных реакций (11 уравнений).
2. Установите количественный состав сплава в массовых долях, %.
3. Биметаллические сплавы меди и цинка также широко применяются благодаря износостойкости и цвету (от золотистого до зеленоватого). Как называются такие сплавы?

Задача 5. Дар для души и тела (20 баллов)

Кумыс – распространенный кисломолочный напиток кухонь народов многих регионов России, в число которых входит и наша республика. Анализ археологических данных указывает на употребление кумыса уже около 5500 лет назад. Кумыс получают из кобыльего молока в результате спиртового и молочнокислого брожения, для чего в молоко добавляют болгарские палочки и молочнокислые дрожжи.

Брожение – биохимический процесс, основанный на окислительно-восстановительных превращениях органических соединений в анаэробных (без участия кислорода) условиях. В ходе спиртового брожения углеводы, например, глюкоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), превращаются в этанол и углекислый газ, а в ходе молочнокислого брожения единственным продуктом является молочная кислота.

1. Напишите уравнения реакций спиртового и молочнокислого брожения глюкозы, если известно, что молочная содержит три атома углерода.
2. Приведите примеры пищевых продуктов, в получении которых также используются реакции брожения.

Брожение – процесс небыстрый: время «созревания» кумыса после добавления в молоко закваски варьируется от 5 часов до 3 суток в зависимости от желаемой крепости (содержания спирта) напитка. Скорость процесса брожения, которую можно описать с помощью законов химической кинетики, сильно зависит от температуры. Контроль этого параметра крайне важен для получения качественного напитка.

Эмпирическое правило Вант-Гоффа позволяет оценить влияние температуры на скорость химической реакции в небольшом диапазоне (от 0 °С до 100 °С):

$$r_1 = r_0 \cdot \gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}},$$

где r_1 и r_0 – конечная и начальная скорости реакции, γ – температурный коэффициент, T_1 и T_0 – конечная и начальная температуры, °С.

Чтобы оценить влияние температуры на брожение, измерили время, которое должно пройти с момента добавления закваски до достижения содержания спирта в смеси 2 % по массе. Известно, что при 10 °С этот процесс занял 24,5 часа, в то время как при 30 °С – всего 2 часа.

3. Определите температурный коэффициент реакции брожения. Считайте скорость этой реакции обратно пропорциональной времени. Сколько времени займет процесс при комнатной температуре (25 °С)?

Допустим, мы готовим кумыс в бутылке объёмом 1,5 л, плотно закрытой крышкой. Молоко занимает 90% от этого объёма.

4. Считая плотность молока равной плотности воды (1 г/см³), определите количество (в молях) выделившегося при получении кумыса углекислого газа (содержание этанола в кумысе 2 %). *Если вы не смогли написать уравнение реакции, считайте, что спирт и углекислый газ выделяются в мольном соотношении 1:1.*

5. Рассчитайте гипотетическое давление, которое создаст углекислый газ в этой бутылке при температуре 10 °С. Учтите, что газ занимает только свободное пространство в бутылке, а объём жидкости за время брожения не изменился. Растворением углекислого газа пренебrecь.

Создаваемое давление чрезвычайно высоко для обычной бутылки, поэтому во избежание «взрывных» последствий избыток газа выпускают.

Приятная шипучесть и пена кумыса, за которые его так ценят, возникают благодаря углекислому газу. При открытии бутылки давление падает, и растворённый CO₂ начинает активно выделяться в виде пузырьков, что делает кумыс таким освежающим.

Для количественного описания растворения газов в жидкости используют закон Генри:

$$C = k \cdot p,$$

где C – молярная концентрация газа в растворе (моль/л), k – константа Генри (моль/(л*атм)), p – парциальное давление газа над раствором (атм).

При температуре 10 °С константа Генри для CO₂ составляет $2,4 \cdot 10^{-7}$ моль/(л*Па).

6. Рассчитайте концентрацию растворенного углекислого газа в кумысе, если фактически достигнутое давление газа в бутылке составляет 2,5 атмосферы. Какая доля CO₂ в бутылке растворилась?