

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени Н.И. Пирогова**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**Пироговская олимпиада для школьников по химии и биологии.**

**Заключительный этап 2023-2024 г.г.**

# **Олимпиадные задания по ХИМИИ**

**10 класс**



## 10 класс

### Вариант 1



### *КЕРАМИЧЕСКИЕ НОЖИ*

Юный химик, разбив нечаянно белый керамический нож, решил провести с его кусочками некоторые химические эксперименты. Каково же было его удивление, когда он установил, что к привычной для нас керамике кусочки не имеют никакого отношения. Фрагменты представляли собой индивидуальное бинарное амфотерное соединение, реагирующее с плавиковой и серной кислотами и растворяющееся в расплаве гидроксида натрия. Массовая доля одного из элементов в этом соединении составляла 74,031%. Заинтересовавшись этим соединением, юный химик узнал, что оно в одной из кристаллических форм, стабилизированной оксидами магния, кальция и ряда других металлов, находит широкое применение в ювелирном деле.

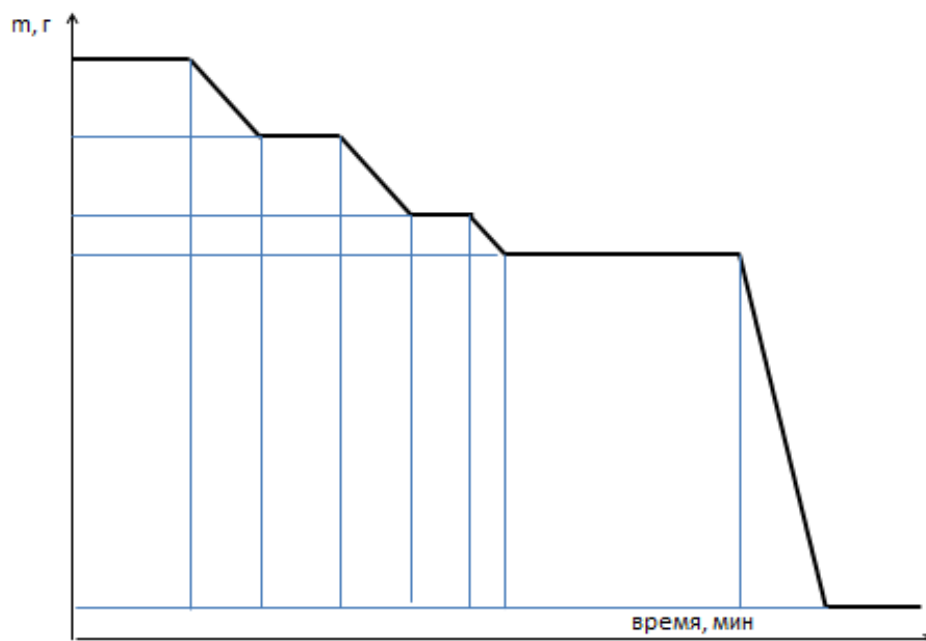
1. Проведя необходимые расчеты, установите формулу соединения.
2. Напишите его реакции:
  - с плавиковой кислотой;
  - с концентрированной серной кислотой в присутствии сульфата аммония с образованием двойной соли;
  - сплавления с гидроксидом натрия.
3. Под каким названием это соединение известно в ювелирном деле? Объясните происхождение этого названия.





## МЕТАМОРФОЗЫ ЦВЕТА

Участники химического кружка решили провести эксперимент с образцом кристаллогидрата состава  $Me_x(SO_4)_y \cdot zH_2O$ . Образец нагревали (при постоянной скорости нагрева) до окончания всех процессов. При этом наблюдали изменение цвета образца от синего к голубому, белому, светло-серому и, наконец, к черному. Массовая доля металла в образце увеличилась с 25,6% до 80%. При этом юные химики построили график зависимости массы нагреваемого образца от времени нагревания, который предлагают вашему вниманию, и ждут от вас после его анализа ответов на вопросы.



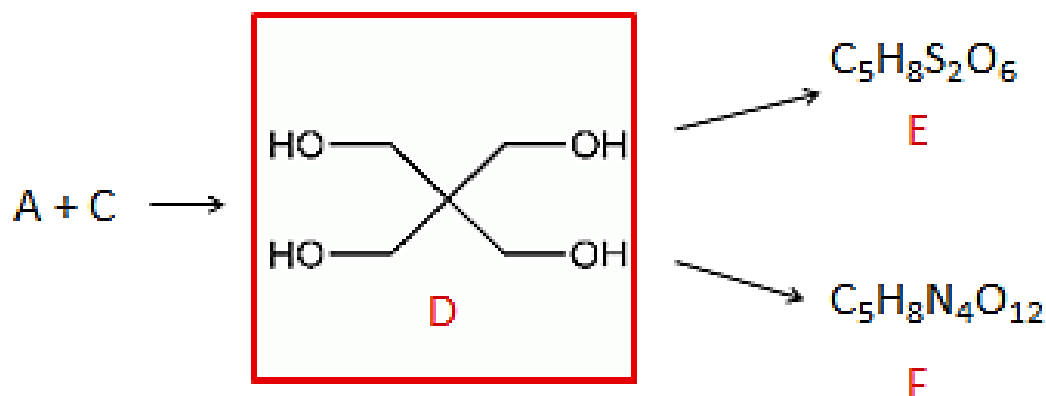
1. Определите формулы исходного и конечного веществ, подтвердив ответ расчетами.
2. Почему длины горизонтальных участков графика сначала уменьшаются, а затем идет существенное увеличение?
3. Почему угол наклона на трех наклонных участках графика одинаков и отличается от последнего участка?
4. Напишите уравнения проходящих при нагревании химических реакций, объясните, почему вы написали именно эти реакции.



## РАДОСТНАЯ НАХОДКА ИЛИ СОЮЗ ОРГАНИЧЕСКОЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

В шкафу с неорганическими веществами юный химик к своей радости обнаружил две склянки с органическими соединениями. В первой находилась легко кипящая жидкость А, во второй – белое кристаллическое вещество В с резким запахом. Вещество В при нагревании с осушителем образовало газ С, водный раствор которого широко используется в медицине для консервации биологических материалов и дезинфекции. Соединения А и С относятся к одному классу и являются ближайшими гомологами.

Используя вещества А, С и неорганические реагенты, юный химик получил сначала вещество D, а затем E и F. Повторите эксперимент химика, написав соответствующие уравнения химических реакций, используя при этом структурные формулы соединений.



1. Определите вещества А, В и С, назовите их.
2. Напишите уравнение реакции получения газа С. Как называется этот тип реакций?
3. Напишите уравнения реакций получения вещества D. К какому типу относятся эти реакции? Одна из этих реакций носит имя итальянского химика, открывшего ее. Можете ли вы вспомнить это имя?
4. Напишите уравнение реакции получения соединения F. Где применяется это вещество?
5. Напишите уравнения реакций получения вещества E. Почему реакцию его получения лучше проводить в две стадии? Какой процесс будет побочным при одностадийном синтезе?
6. Как называется реагент, используемый в синтезе вещества E? Предложите реакцию его получения и гидролиза.



## ЗАГАДОЧНАЯ СКЛЯНКА

Юный химик, разбирая в шкафу реактивы, обнаружил склянку с жидким содержимым и надписью «Три изомерных органических вещества, нужно определить...». Кто и когда оставил эту надпись юный химик не знал, но заинтересовался этой задачей.

Вначале он упарил небольшую порцию смеси и убедился, что при упаривании не остается твердого остатка. Затем юный химик разделил оставшуюся жидкость массой 17,4 г на три равные части и с каждой порцией провел эксперименты.

Первую порцию он обработал бромной водой, содержащей 9,6 г брома, при этом бромная вода полностью обесцветилась. Полученный раствор при взаимодействии с раствором гидрокарбоната натрия выделял газ.

Вторую порцию юный химик ввел в реакцию с реактивом Толленса и выделил осадок массой 8,64 г.

Третью порцию юный химик подверг гидрированию в соответствующих условиях и после анализа полученной жидкости установил, что она имеет массу 6,0 г и содержит только два вещества. Юному химику удалось расшифровать загадочную смесь, удастся ли вам это сделать?

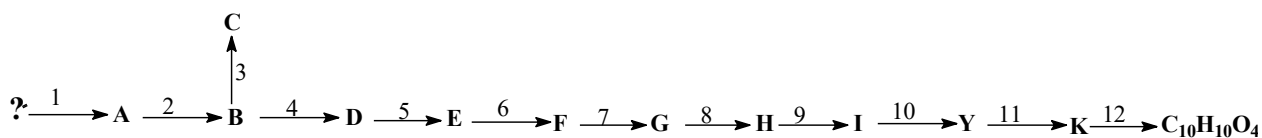
1. Напишите уравнения всех химических реакций, подтверждая правомерность их написания расчетами.
2. Определите качественный состав смеси.
3. Определите количественный состав смеси в массовых долях.





## ХИМИЯ И НЕМНОГО ИСТОРИИ

Юный химик увлекся историей и составил для вас задачу, в которой нет формул соединений, кроме молекулярной формулы конечного вещества. Подсказками для ее решения будут некоторые исторические факты, имена выдающихся ученых, названия основных типов реакций. Внимательно рассмотрите всю схему, прочитайте комментарии к реакциям и приступайте к ответам на вопросы, которые юный химик для вас подготовил.



Реакция 1) носит имя двух известных химиков и широко использовалась в Германии и Японии во время 2-ой Мировой войны для производства синтетического топлива.

Реакция 2) была разработана А.Ф.Платэ для синтеза сырья в производстве взрывчатого вещества, особенно необходимого в годы Великой Отечественной войны.

Реакция 3) собственно сам синтез взрывчатого вещества.

Реакция 4) была разработана, когда необходимость в большом количестве вещества В отпала.

Реакция 5) известна как реакция Фриделя-Крафтса. По невнимательности юный химик перепутал в этой реакции реагент (очень опасная для химика ошибка!), но к своей радости получил желаемый продукт, который служит основой для производства фенола.

Реакции 6) и 8) вы без труда напишите, если вспомните выражение кота Матроскина из Простоквашино: «Чтобы продать что-то ненужное, нужно сначала купить что-то ненужное».

Реакцию 7) юный химик планировал как алкилирование хлорэтаном, но вовремя вспомнил, что вещество F не будет алкилироваться. Он заменил алкилирование на ацилирование. Это удлинило синтез на одну стадию, но привело в итоге к нужному результату.

Реакция 9) известна как восстановление по Клемменсену.

Реакцию 10) юный химик планировал как реакцию окисления. Он решил, что лучшим реагентом для нее будет кислый раствор перманганата калия. Полученное вещество Y относится к семейству трех кислот, две из которых в названии имеют приставки *изо*- и *тере*-. Впервые это вещество было получено Огюстом Лораном при окислении тетрахлорида нафталина и ошибочно названо им «нафталиновая кислота».

Реакция 11) легко протекает при нагревании субстрата Y. При этом отщепляется низкомолекулярное неорганическое вещество.

Реакция 12) известна как реакция этерификации. Ее юный химик провел с метиловым спиртом. Конечный продукт входит в состав многих репеллентов, а в фармацевтике используется как средство против грибка кожи и ногтей.

1. Расшифруйте предложенную цепочку превращений, написав 12 уравнений химических реакций. (Реакции должны быть написаны со всеми продуктами и уравнены). Если вы не сможете выполнить задание полностью, подключайтесь на любом этапе, это поможет получить вам баллы.





2. Определите, что скрывает знак вопроса, вещества А-К и что прячется под формулой  $C_{10}H_{10}O_4$ . Назовите конечный продукт.

3. Ответьте на следующие вопросы:

- Под каким именем известна в химии реакция 1)?
- Какое название получил процесс, используемый в реакции 2)?
- Какой реагент использовал химик в реакции 5), что планировал взять вначале?
- Как называются реакции 6) и 8)? Для чего они используются в органическом синтезе?
- Почему в реакции 7) алкилирование было заменено ацилированием? Назовите реагент, который использовал юный химик.
- Назовите вещество Y, полученное в реакции 10.
- К какому классу соединений относится вещество К? Будут ли образовываться аналогичные соединения из двух других кислот этого семейства? Поясните ваш ответ.



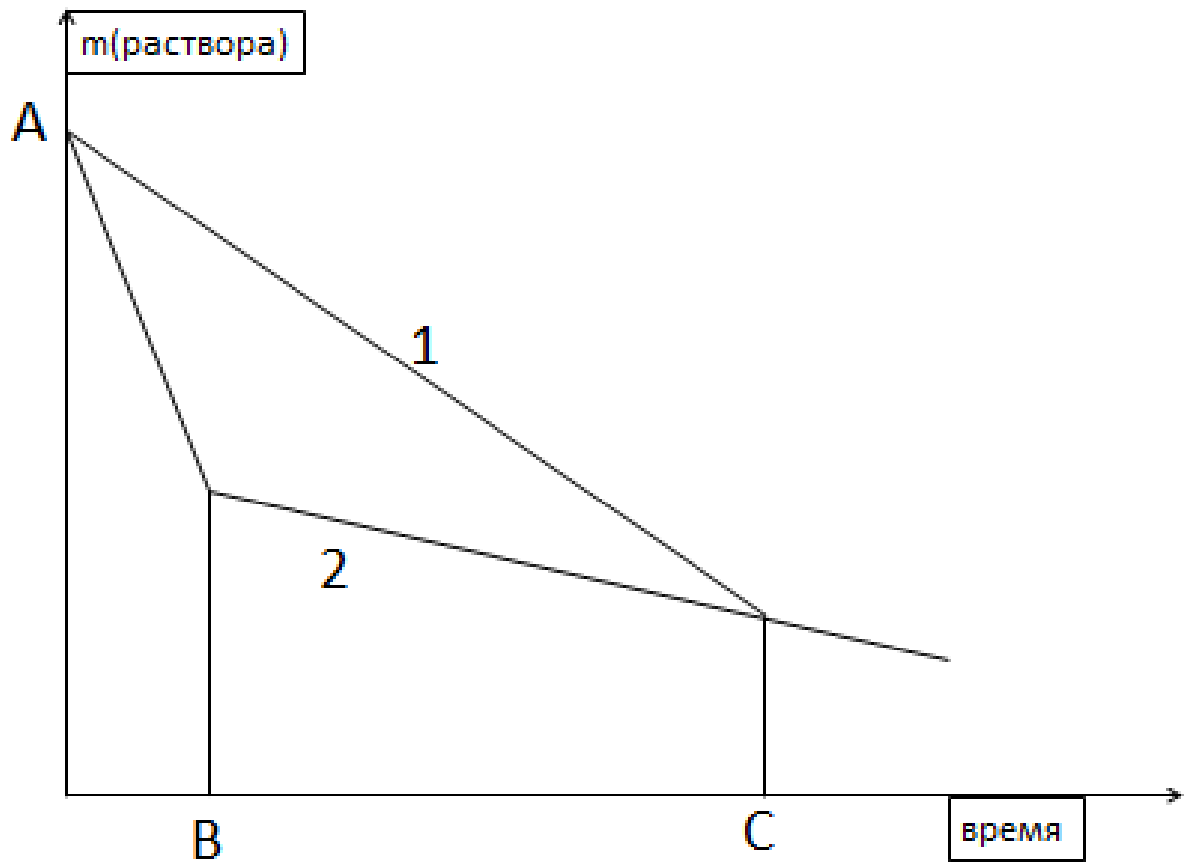


## 10 класс

### Вариант 2

#### ЭКСПЕРИМЕНТ С ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

Юный химик соединил последовательно два электролизера и поместил в один из них раствор хлорида натрия, а в другой – раствор нитрата серебра. В процессе электролиза юный химик отмечал изменения масс растворов в электролизерах, на основании чего он построил график, который предлагает вашему вниманию и просит ответить на несколько вопросов.



1. Что означает точка А на графике?
2. Какому раствору соответствует линия 1? Какому раствору соответствует линия 2?
3. Чему соответствует точка излома В?
4. Чему соответствует точка С?
5. Рассчитайте соотношение масс солей, помещенных в электролизеры.







## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТЕМНО-ЗЕЛЕНОГО В КРАСНО-КОРИЧНЕВОЕ

Навеску некоторого вещества А темно-зеленого цвета, встречающегося в природе в виде минерала желтовато-коричневого или зеленовато-серого цвета, растирали в ступке, а затем в лодочке помещали в трубчатую печь, где прокачивали в токе различных газов. Газы пропускали последовательно, каждый раз изменяя температуру печи до необходимой для полного протекания реакции. После пропускания каждого газа лодочку доставали, охлаждали и взвешивали, фиксируя изменения массы в процентах от массы образца, помещаемого в лодочку на каждом этапе. В конце эксперимента в лодочке осталось красно-коричневое кристаллическое вещество, причем в ходе эксперимента металл вещества четырежды изменял степень окисления.

В таблице приведены изменения массы вещества в лодочке в зависимости от газа, в атмосфере которого велось прокачивание. Известно, что 1 моль газа, образовавшегося после первого нагревания, может окислить 48 г магния.

Газ	Ar	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	HI
Δm	-37,93%	+11,11%	-30,0%	+190,18%	+90,77%

1. Определите вещество А, приведите его название. В составе какого минерала оно встречается в природе?
2. Напишите реакцию получения вещества А в лаборатории.
3. Напишите уравнения шести химических реакций, подтверждая расчетами правомерность их написания.

## СИАМСКИЕ БЛИЗНЕЦЫ

В органической химии достаточно примеров, когда молекулы являются димерами – сложными молекулами, состоящими из двух более простых, являющихся для данных молекул мономерами.

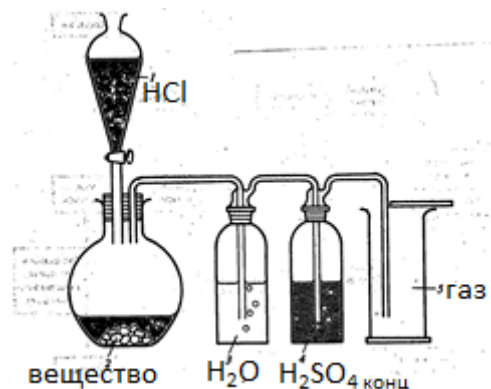
1. Определите мономеры и напишите реакции образования соединений:
  - C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>;
  - C<sub>8</sub>H<sub>12</sub> (два структурных изомера);
  - C<sub>10</sub>H<sub>16</sub> (два структурных изомера);
  - C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>.
2. Для одного из указанных веществ напишите реакцию с реактивом Толленса.
3. Для одного из указанных веществ напишите реакцию с гидросульфитом натрия.
4. Для двух из указанных веществ напишите реакцию с гидридом натрия.





## ПЛОДОТВОРНЫЙ СОЮЗ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Юный химик собрал в лаборатории прибор для получения газа и провел эксперимент.



Полученный из вещества А газ В юный химик пропустил через трубку, заполненную бинарным соединением С. На выходе из трубки он получил газ D, поддерживающий горение. Соединив газ D с газом органической природы Е, и пропустив полученную смесь через длинную трубчатую печь, заполненную серебром и нагретую до необходимой для протекания реакции температуры, юный химик получил крайне реакционноспособное вещество F. Используя только неорганические реагенты, он провел с веществом F ряд реакций. К сожалению, юный химик не привел систематические названия продуктов, но, надеемся, это не мешает вам повторить его действия и ответить на ряд вопросов.



1. Какие газы можно получить, используя прибор, собранный юным химиком?
2. Для чего газ пропускают через склянку с водой?
3. Для чего газ пропускают через склянку с концентрированной серной кислотой?
4. Определите вещества А – F и напишите уравнения химических реакций, протекающих в каждом случае.
5. Напишите уравнения пяти реакций вещества F с неорганическими реагентами.
6. Рассчитайте стандартную энтальпию образования вещества F, если известно, что его стандартная энтальпия сгорания равна (-1306 кДж/моль), а стандартные энтальпии образования  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  равны (-393,5 кДж/моль) и (-285,8 кДж/моль) соответственно.





## ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Участники химического кружка получили интересное задание, отраженное на схеме:



- Вещество А – мономер в производстве полимера, занимающего второе место в мире по потреблению, в молекуле которого 60 элементарных частиц.
- Вещество В – газ, который связывается с гемоглобином прочнее и легче, чем кислород.
- Молекула катализатора состоит из металла и газа В.
- Реагент должен быть подобран таким образом, чтобы в продуктах число атомов углерода не превышало пяти.

Школьники достаточно быстро справились с этим заданием, и предлагают вам ответить на ряд вопросов и написать уравнения химических реакций.

1. Определите вещество А, подтвердив ответ расчетом.
2. Определите газ В. В чем заключается его опасность для человека?
3. Напишите реакцию образования катализатора, используя один из металлов VIIIВ группы. Как называются такие соединения? Предложите резонансные структуры химической связи газа В с металлом в молекуле катализатора.
4. К какому типу относится реакция, позволяющая осуществить указанные превращения?
5. Напишите уравнения пяти предлагаемых реакций.

