



**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

11класс





11 класс

Вариант 1

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО В БЕЛОЕ

Навеску некоторого минерала зеленого цвета растирали в ступке, а затем в лодочке помещали в трубчатую печь, где прокачивали в токе различных газов. Известно, что минерал не является кристаллогидратом. Газы пропускали последовательно, каждый раз изменяя температуру печи до необходимой для 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 белое кристаллическое вещество, причем в ходе последнего нагревания металл изменил степень окисления. После первого нагревания в токе азота вышедшие из печи газы собрали и охладили, получив при этом раствор азотной кислоты с массовой долей 77,78%.

В таблице приведены изменения массы вещества в лодочке в зависимости от газа, в атмосфере которого велось прокачивание.

Газ	N ₂	H ₂	O ₂	HCl	HI
Δm	-33,6%	-20,0%	+25,0%	+68,75%	+41,48%

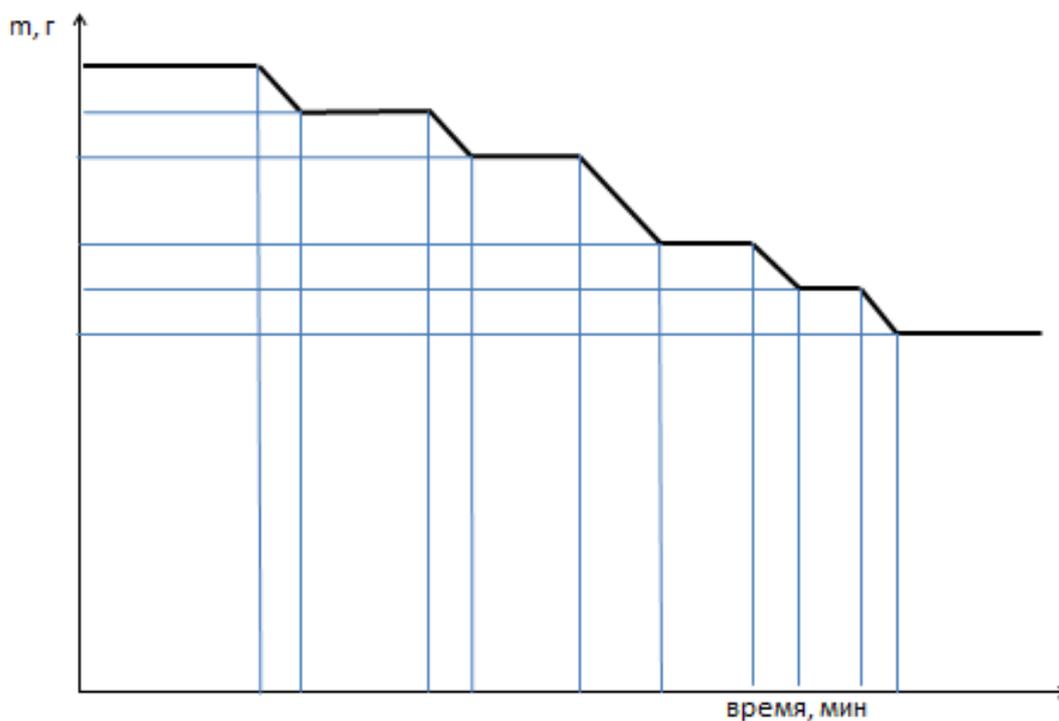
1. Определите химический состав минерала. Можете ли вы вспомнить его название (он назван в честь химика, который первым получил соединение подобное минералу).
2. Напишите уравнение его получения из средней соли и щелочи.
3. Напишите уравнения всех химических реакций, подтверждая расчетами правомерность их написания.





МЕТАМОРФОЗЫ ЦВЕТА

Участники химического кружка решили провести эксперимент с образцом кристаллогидрата состава $\text{MeCl}_x \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Образец нагревали (при постоянной скорости нагрева) до окончания всех процессов. При этом наблюдали изменение цвета образца от розового к красному, к темно-красному, к фиолетовому, к сине-фиолетовому и, наконец, к голубому. Массовая доля металла в образце увеличилась с 24,79% до 45,38%. 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 постепенно уменьшаются?
3. Почему угол наклона на всех наклонных участках графика одинаков?
4. Напишите уравнения проходящих при нагревании химических реакций, объясните, почему вы написали именно эти реакции.





ЗАГАДОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО

В лаборатории юный химик обнаружил неподписанный бюкс с твердым органическим веществом **A** и решил его идентифицировать. Для начала он попытался определить температуру плавления, но вещество при нагревании разложилось на жидкость **B** и газ **C**. Повторив эксперимент, химик выделил продукты разложения и проделал с ними следующие реакции.

Вещество **B** химик прилил к смеси цинка и водного раствора щелочи, наблюдая при этом выделение газа **D**, который химик пропустил через склянку с водой.

Через полученный водный раствор химик пропустил газ **C** и после осторожного упаривания выделил белое кристаллическое вещество **E**.

При нагревании кристаллов **E** химик вновь получил газы **D**, **C** и воду.

На сжигание 5,25 г исходного вещества **A** было израсходовано 840 мл (н.у.) кислорода, при этом получилась газовая смесь объемом 2,80 л (н.у.) и 1,35 г воды.

Из литературы юный химик узнал, что вещество **A** иногда используется как топливо, а вещество **B** может использоваться как монотопливо.

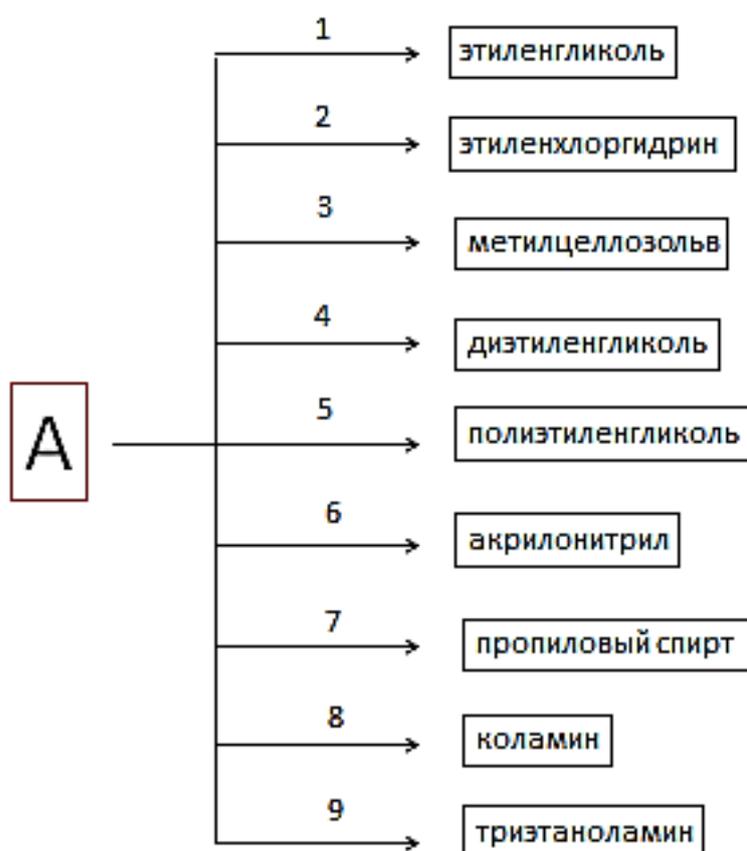
1. Определите формулу исходного вещества **A**, подтвердив ответ расчетами.
2. Напишите уравнения всех химических реакций.
3. Определите и назовите вещества **B**, **C**, **D** и **E**.
4. Какие вещества относят к монотопливу? Напишите уравнение реакции для соединения **B** при его использовании как монотоплива.





УНИКАЛЬНЫЙ СУБСТРАТ

Среди членов химического кружка проводился конкурс. Его участникам необходимо было выбрать ОДНО органическое соединение А и получить из него максимальное число продуктов, используя неорганические и органические реагенты. Победителем оказался ученик 10 класса, которому удалось за отведенное для конкурса время получить девять соединений, приведенных на схеме. Синтетические возможности вещества А при этом далеко не были исчерпаны. К сожалению, ученик не привел систематические названия продуктов, но, надеемся, это не помешает вам повторить его реакции.



1. Определите, какое вещество использовал юный химик в качестве субстрата А, назовите его.
2. Рассчитайте стандартную энтальпию образования вещества А, если известно, что его стандартная энтальпия сгорания равна (-1306 кДж/моль), а стандартные энтальпии образования CO_2 и H_2O равны (-393,5 кДж/моль) и (-285,8 кДж/моль) соответственно.
3. Предложите один из возможных способов синтеза вещества А.
4. Напишите уравнения девяти реакций, учитывая, что все они проходили без выделения промежуточных соединений.





ГОРМОНЫ СЧАСТЬЯ И РАДОСТИ

«Человек может научиться активировать гормоны, которые будут делать его счастливым, сможет формировать новые привычки и выяснить, как привычки формируются мозгом. За тем, чувствует ли себя человек счастливым или несчастным, стоят определенные химические реакции, которые происходят в человеческом мозге».

Эндорфин дарит нам чувство легкости, вызывает желание реализовывать мечты, достигать цели, отвечает за удовольствие и эйфорию. Его уровень значительно увеличивается, когда мы обнимаем и целуем близких.

Структурная формула пептида эндорфина состоит из 31 аминокислот:

NH₂-Tyr-Gly-Gly-Phe-Met-Thr-Ser-Glu-Lys-Ser-Gln-Thr-Pro-Leu-Val-Thr-Leu-Phe-Lys-Asn-Ala-Ile-Ile-Lys-Asn-Ala-His-Lys-Lys-Gly-Gln-COOH.

- 1) Каким типом связи соединяются аминокислотные фрагменты в пептиде?
- 2) Сколько остатков основных аминокислот в составе этого пептида? Каким аминокислотам они соответствуют? Напишите формулы этих аминокислот.
- 3) Сколько остатков кислых аминокислот в составе этого пептида? Каким аминокислотам они соответствуют? Напишите формулы этих аминокислот.

Окситоцин – гормон нежности и привязанности. Именно он отвечает за любовь, благодаря ему мы испытываем привязанность друг к другу, доверие и ответственность, именно он отвечает за любовь матери к своему ребенку. Окситоцин состоит из 9 аминокислот: Cys-Tyr-Ile-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly.

- 4) Между двумя аминокислотными остатками в пептиде существует дополнительная связь. Какая аминокислота может образовать эту связь, напишите ее формулу. Как называется эта связь?

Дофамин – своеобразный двигатель, стимул для поиска возможностей в преодолении препятствий. Именно он лишает нас сна, мешает сосредоточиться, заставляет скучать по любимому человеку. Если вы знакомы с названиями типов реакций, вы без труда расшифруете биосинтез дофамина, представленный на следующей схеме:



- 5) Приведите структурные формулы фенилаланина, соединений А, В и самого дофамина.

Серотонин – гормон счастья, его выброс в кровь дарит нам хорошее настроение, помогает бороться со стрессами, дает нам ощущение значимости и уважения со стороны окружающих, а недостаток его приводит к депрессии. Биосинтез серотонина можно представить следующей схемой:

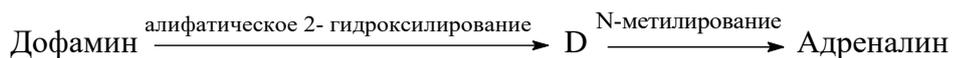


- 6) Если вы знакомы с названиями типов реакций, вы без труда расшифруете эту схему. Приведите структурные формулы триптофана, соединения С и самого серотонина.

Адреналин – гормон стресса, именно от него у нас чаще стучит сердце, ноги бегут быстрее, мы готовы к подвигам и непривычным для нас действиям.

Синтез адреналина можно представить следующей схемой:





7) Если вы знакомы с названиями типов реакций, вы без труда расшифруете эту схему. Приведите структурные формулы дофамина, соединения D и самого адреналина.

Мелатонин – регулятор циркадного ритма всех организмов. Его биосинтез показан на схеме:



8) Если вы знакомы с названиями типов реакций, вы без труда расшифруете эту схему. Приведите структурные формулы серотонина, соединения E и самого мелатонина. Какие реагенты можно взять, чтобы осуществить этот синтез в лаборатории?



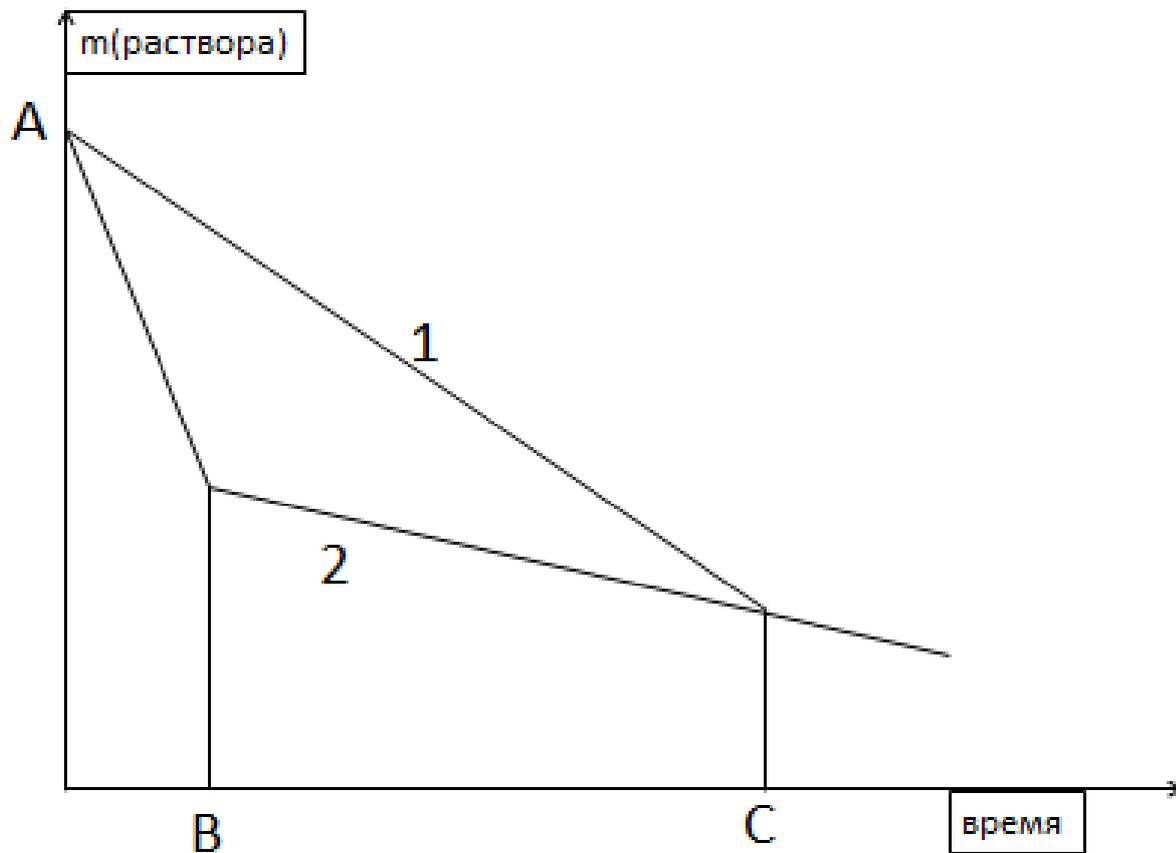


11 класс

Вариант 2

ЭКСПЕРИМЕНТ С ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

Юный химик соединил последовательно два электролизера и поместил в один из них раствор хлорида калия, а в другой – раствор нитрата ртути(II). 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, если известно, что объем газов, выделившихся на аноде, в каждом из электролизеров был одинаков.





ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖЕЛТОГО В СМЕСЬ БЕЛОГО С КРАСНО-КОРИЧНЕВЫМ

Навеску некоторой двойной соли А желтого цвета, встречающейся в природе в виде минерала золотисто-желтого 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 смесь веществ белого и красно-коричневого цвета, причем в ходе последнего нагревания оба металла изменили 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 второго нагревания, может окислить 68 г сероводорода.

Газ	Ar	O ₂	NH ₃	Cl ₂	HI
Δm	0	-13,04%	-25,0%	+147,92%	+68,40%

1. Определите соль А, приведите ее название. В составе какого минерала она встречается в природе?
2. Напишите уравнения восьми химических реакций, подтверждая расчетами правомерность их написания.

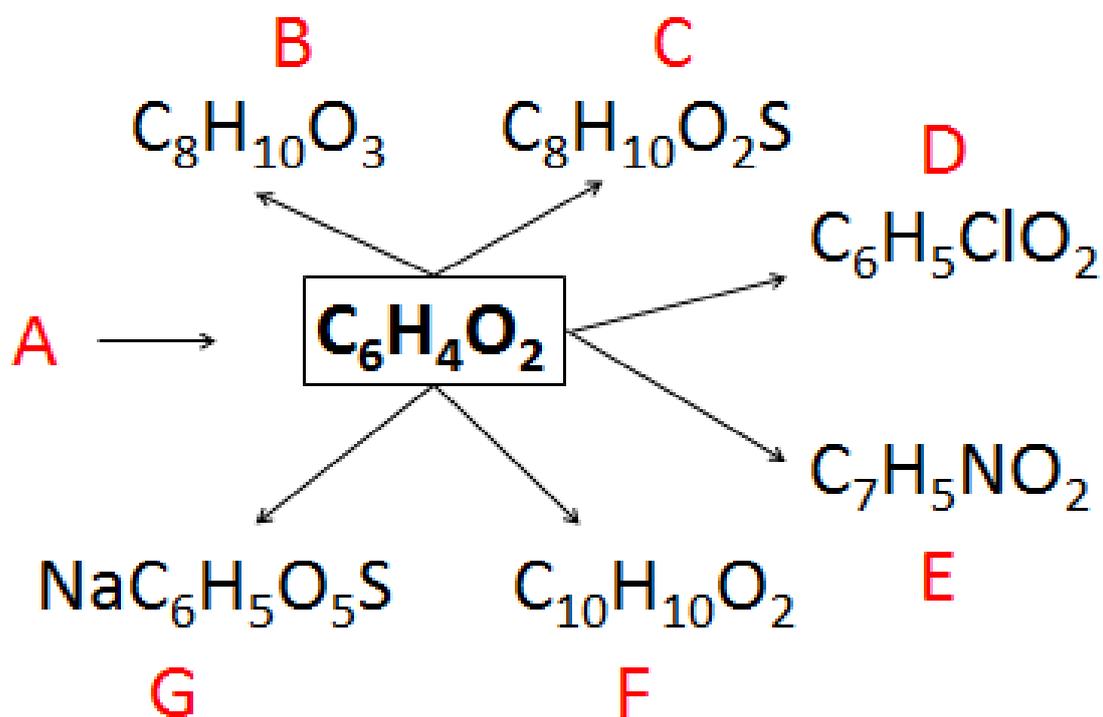




МНОГОЦЕНТРОВАЯ МОЛЕКУЛА

В лаборатории ученик обнаружил бюкс с твердым органическим веществом А нежно-розового цвета и резким запахом. Ученик еще раз прочитал этикетку на бюксе, удивленно посмотрел на кристаллы, но потом вспомнил, что такое возможно.

Из исходного А, используя соль Фреми, он легко получил желтое вещество с формулой $C_6H_4O_2$. Ученик прочитал, что молекула этого вещества является многоцентровой, и с интересом приступил к изучению его химических свойств. Результаты этих опытов он представил на схеме, и предлагает вам ответить на некоторые вопросы и расшифровать схему с помощью структурных формул и уравнений химических реакций.



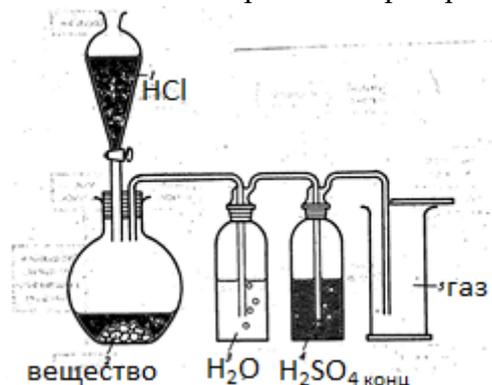
- 1) Объясните, что первоначально смутило ученика при разглядывании вещества в бюксе.
- 2) Что означает термин «многоцентровая молекула»?
- 3) Определите вещества А – G, а также определите, что скрывается за формулой $C_6H_4O_2$. Назовите это вещество.
- 4) Напишите уравнения семи химических реакций, учитывая замечания, которые дал вам ученик:

- При синтезе соединения $C_6H_4O_2$ из вещества А не обязательно использовать соль Фреми, можно взять более привычные вам реагенты.
- Вещество $C_6H_4O_2$ охотно вступает в реакции с нуклеофильными реагентами с образованием продуктов 1,4-присоединения.
- Вещество $C_6H_4O_2$ выступает в качестве диенофила в реакции Дильса-Альдера.
- Продукты В – G соответствуют всем критериям ароматичности.



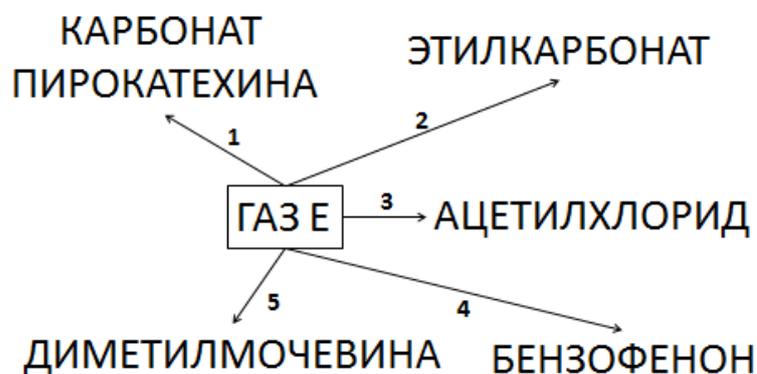
ПЛОДОТВОРНЫЙ СОЮЗ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

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



Из вещества А юный химик получил газ В, из вещества С – газ D. Смесь полученных газов В и D юный химик пропустил через длинную трубчатую печь, заполненную активированным углем и нагретую до необходимой для протекания реакции температуры. На выходе из печи он получил газ E с запахом прелого сена. Юный химик знал, что этот газ получил известность как боевое отравляющее вещество еще в Первую мировую войну, поэтому принял все меры предосторожности.

Несмотря на неорганическую природу, газ E нашел широкое применение как реагент в органической химии. В промышленности этот газ нашел применение в производстве термопластов, используемых в строительстве в качестве светопрозрачных материалов. С полученным газом E юный химик провел ряд экспериментов, которые он представил схемой:



Юный химик предлагает вам повторить его эксперименты, написав уравнения химических реакций и ответив 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 – E и напишите уравнения химических реакций, протекающих в каждом случае.
5. Напишите уравнения пяти реакций газа E с органическими субстратами.
6. Напишите уравнение реакции, лежащей в основе производства термопластов. Как называются эти термопласты?



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 K? Будут ли образовываться аналогичные соединения из двух других кислот этого семейства? Поясните ваш ответ.

