

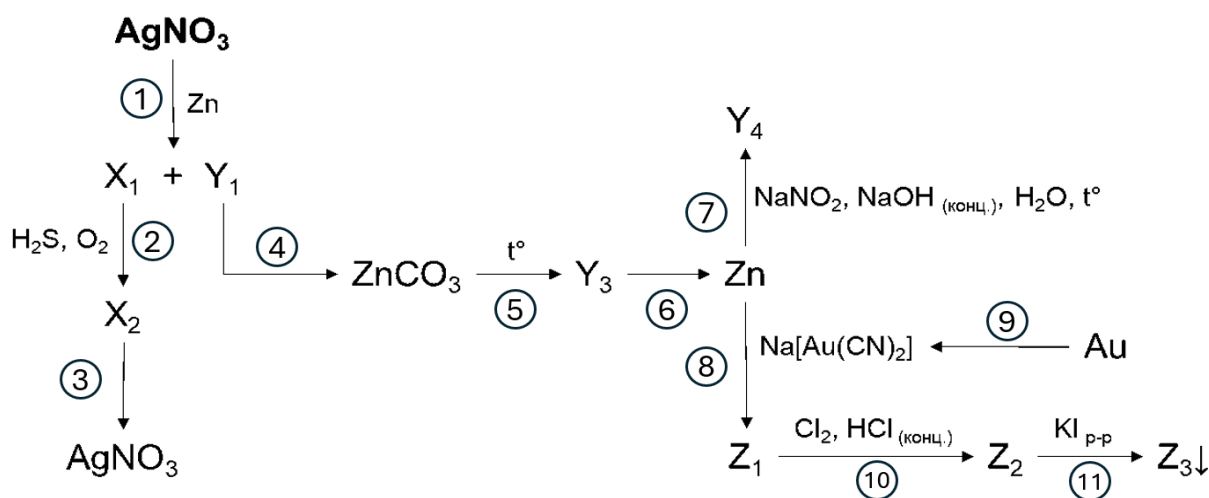
Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
в Томской области в 2025-2026 учебном году
11 класс

Время выполнения заданий – 235 мин.

Максимальное количество первичных баллов – 95, итоговых – 100.

Задание №1.

Определите неизвестные вещества и напишите уравнения химических превращений и условия их проведения в соответствии со следующей схемой. X_i – вещества, содержащие серебро, Y_i – вещества, содержащие цинк, Z_i – вещества, содержащие золото.



Подсказка:

В 7 реакции наблюдается выделение бесцветного газа с резким запахом, окрашивающего лакмусовую бумажку в синий цвет.

Задание №2.

«Всё есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным» —

Парацельс

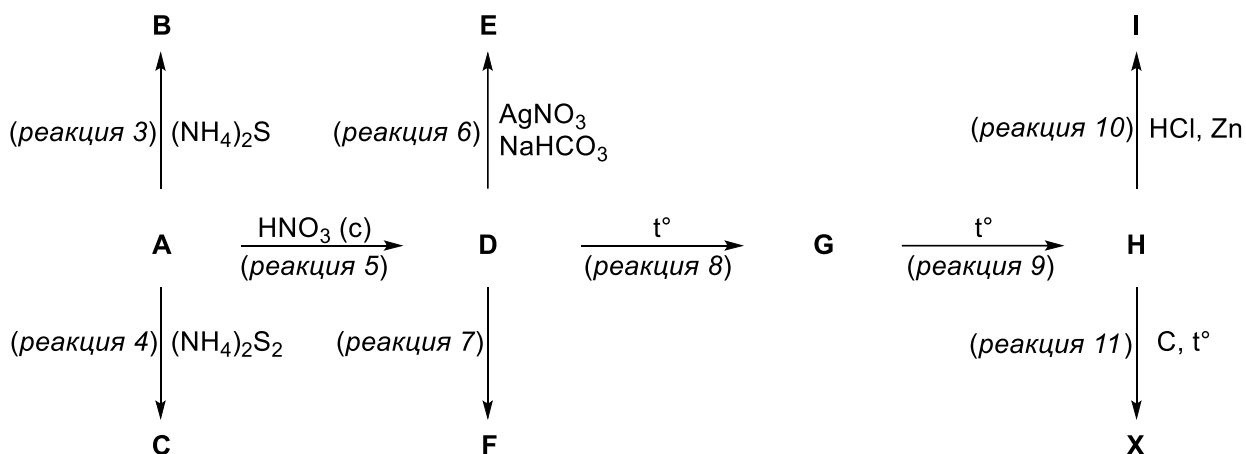
Бинарный золотистый минерал аурипигмент **A** с древности находил применение в живописи и творчестве. В Древнем Египте и Китае им украшали папирусы. В Средневековье и в эпоху Ренессанса **A** был невероятно популярен как заменитель дорогого золотого листа и был известен под названием «королевская желтая» краска. Им писали нимбы, драгоценные одеяния, сияющие небеса. Однако ряд недостатков привёл к постепенному ограничению её применения. Так со временем на свету при свободном доступе воздуха **A** выцветал, окисляясь до белого порошка **B** (реакция 1). От былой славы на картинах оставались лишь



Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
в Томской области в 2025-2026 учебном году
11 класс

бледные тени. **A** также резко тускнеет и темнеет при соединении со свинцовыми белилами ($[Pb(OH)]_2CO_3$), образуя сернистый свинец чёрного цвета (реакция 2). Конечно же, главным недостатком **A** является его ядовитость из-за высокого содержания неметалла **X** в минерале ($\omega(X) = 60,98\%$). В конечном итоге нестабильность и ядовитость **A** привели к тому, что к XVIII-XIX векам от него практически отказались. Он представляет ценность в основном как коллекционный минерал для любителей красивых и редких образцов. В промышленности его иногда используют как источник для получения соединений неметалла **X**, но в крайне ограниченных и контролируемых масштабах.

Ниже представлена схема превращений аурипигмента **A** и других соединений неметалла **X**. Дополнительно известно, что соединение **F** кристаллизуется из раствора **D** в виде гидрата с массовой долей воды $\omega(H_2O) = 5,96\%$, в бинарном соединении **H** содержится $\omega(X) = 75,76\%$, **E** представляет собой осадок коричневого цвета, а получение соединения **I** из **H** носит название метод Марша и раньше часто использовалось в криминалистике.



Задания:

1. Укажите состав минерала аурипигмента. Ответ подтвердите расчетом. Определите неметалл **X**.
2. Укажите состав соединений **B-I**. Ответ подтвердите расчетом, где это возможно.
3. Приведите уравнения реакций 1-11.

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
в Томской области в 2025-2026 учебном году
11 класс

Задание №3.

«Лечит болезнь врач, но излечивает природа» — Гиппократ

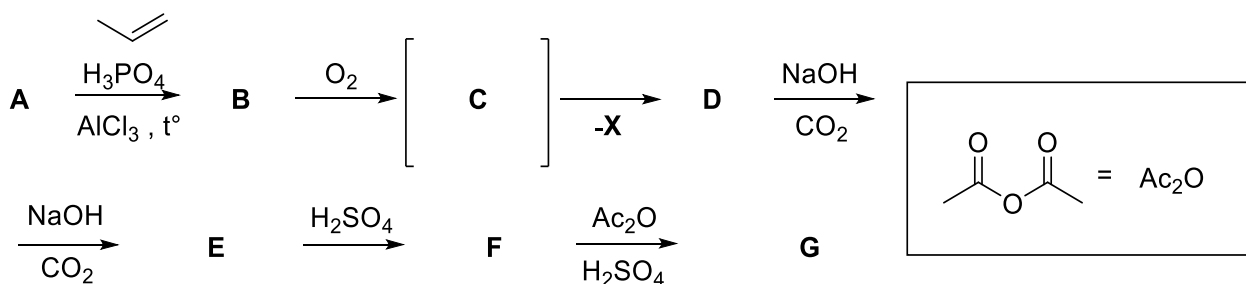
Еще в V веке до н.э. Гиппократ рекомендовал кору ивы для облегчения боли и снижения жара. В своих трудах он писал, что горький порошок, изготовленный из ивовой коры, он предлагает женщинам, страдающим от невыносимых болей при беременности и при родах. Также Гиппократ рекомендовал отвар листьев ивы как болеутоляющее и жаропонижающее средство. Богатые греки заказывали ему подобные отвары и хранили у себя дома. Главный недостаток «лекарства из ивы» — горький вкус и сильное раздражающее действие на желудок, которые вызывало содержащееся в коре соединение **F**.



Salix alba

В XIX веке химики (Герхард, а позже Хоффман из компании Bayer) смогли модифицировать молекулу **F**, создав ее более безопасную производную и не такую горькую на вкус — **G**. Превращение этой природной молекулы в **G** стало триумфом органической химии и подарило человечеству одно из самых важных лекарств в истории. С 1899 года **G** начал свое победное шествие по миру, став не только популярным анальгетиком, но и важным препаратом для профилактики тромбозов и других заболеваний. Таким образом, древнее знание об иве, благодаря химии, превратилось в одно из главных лекарств современности.

Синтез часто начинается с углеводорода **A** ($\omega(\text{C}) = 92,26\%$) — бесцветной жидкости со специфическим сладковатым запахом. Через процесс алкилирования с пропиленом в кислой среде в присутствии кислоты Льюиса получают **B**. Далее **B** подвергают окислению кислородом воздуха с последующим разложением образовавшегося неустойчивого **C**. Эта реакция с высочайшим выходом дает два крайне важных продукта: **D** и **X**. Полученный **D** обрабатывают гидроксидом натрия и углекислым газом при температуре около 125 °C. Продуктом этой реакции является **E**. Последующее подкисление реакционной смеси дает **F**. Для получения **G** соединение **F** ацилируют уксусным ангидридом в кислой среде.



Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
в Томской области в 2025-2026 учебном году
11 класс

Задания:

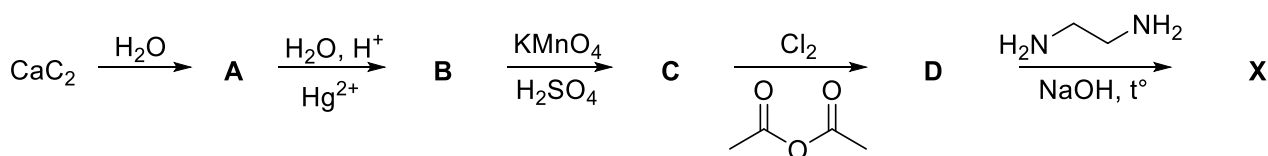
1. Приведите структурные формулы соединений **A-G**.
2. Назовите всемирно известное торговое название лекарственного препарата на основе соединения **G**.
3. Как называется реакция из **D** в **E**?
4. При окислении **B** наряду с **D**, образуется соединение **X**. Приведите структурную формулу **X** и укажите не менее двух областей его применения.

Задание №4.

... нас связала!

X — одно из самых важных и широко используемых соединений в современной химии, медицине и промышленности. Его уникальная способность прочно связывать ионы металлов сделала его незаменимым помощником в самых разных областях. **X** была целенаправленно синтезирована в лаборатории в 1935 году в Германии химиком Фердинандом Мюнцом. Он работал над созданием молекулы, которая могла бы эффективно связывать ионы *кальция*, чтобы использовать ее в качестве альтернативы лимонной кислоте в текстильной промышленности для устранения жесткости воды. Сейчас же **X** используется во многих других областях и способно связывать практически все двух- и трехвалентные катионы металлов (Mg^{2+} , $Fe^{2+/3+}$, Cu^{2+} , Pb^{2+} и многие другие).

Синтез **X** проводится в несколько этапов. В качестве исходного сырья можно взять карбид кальция и растворить его в воде, с образованием газа **A**. В свою очередь из **A** кислотным гидролизом в присутствии каталитического количества соли ртути получают **B**. Далее это соединение окисляют, например, перманганатом калия в кислой среде, с образованием **C**. Далее из **C** получают монохлорированный продукт **D**. Финальной стадией является реакция 4 эквивалентов **D** с 1 эквивалентом этилендиамина в щелочной среде при нагревании. В результате получается **X** — белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде.



Решить проблему растворимости **X** позволяет “замещение” половины кислых протонов на катионы металла **M**, окрашивающего пламя в желтый цвет. Эта соль **Y** ($\omega(\text{M}) = 13,68\%$)

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
в Томской области в 2025-2026 учебном году
11 класс**

представляет собой белый кристаллический порошок, который в свою очередь отлично растворяется в воде.

Задания:

1. Приведите структурные формулы соединений **A-D** и **X**.
2. Определите металл **M** и состав соли **Y**. Ответ подтвердите расчетом.
3. Как тривиально называют **Y**? Назовите не менее трех областей применения **X** и **Y**.
4. Изобразите структуру комплекса **X** с *любым металлом, выделенным курсивом*, на ваш выбор из условий задачи. Как называются подобные структуры

Задание №5.

Кислота **X** одна из самых сильных неорганических кислот. Её водный раствор объёмом 500 мл, содержащий 5,025 г кислоты **X**, имеет pH равный 1.

- 1) Определите молярную концентрацию такого раствора и формулу кислоты **X**.
- 2) Какой pH будет иметь раствор уксусной кислоты такой же молярной концентрации?

К раствору уксусной кислоты ($c = 0,2$ моль/л) объёмом 500 мл прилили 500 мл раствора ацетата натрия ($c = 0,2$ моль/л).

- 3) Какой pH будет иметь такой раствор?
- 4) Как называется раствор, содержащий уксусную кислоту и ацетат натрия? Каким свойством он обладает?

Справочные данные.

$$pH = -\lg c(H^+)$$

$$K_a(CH_3COOH) = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$K_a(HA) = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$, в квадратных скобках обозначены равновесные молярные концентрации.