



Олимпиада школьников  
Санкт-Петербургского университета

Общеобразовательный предмет «Химия»  
Заключительный этап 2024-2025 уч. года

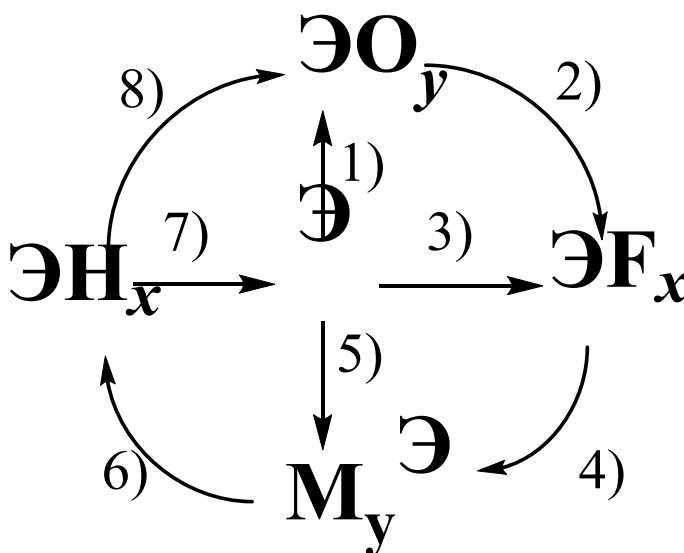


11 класс

Задание № 1. «Определите элемент»

Вариант № 1

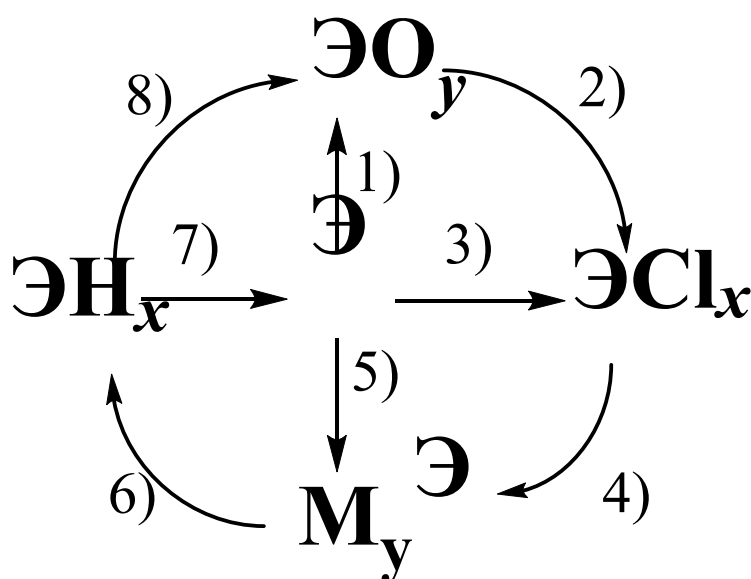
На схеме показаны превращения с участием простого вещества элемента Э. Каждой стрелке на схеме отвечает одна реакция (в которой, кроме указанных соединений, могут получаться и другие продукты). Идентифицируйте элемент Э, если его массовая доля в высшем гидриде  $\text{ЭH}_x$  составляет 94.74%, напишите уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения. Какие элементы могут выступать в качестве М? Ответ поясните. Укажите химический способ получения высокочистого простого вещества элемента Э, напишите уравнение протекающей реакции. Каково наиболее распространенное использование простого вещества элемента Э?



### Задание № 1. «Определите элемент»

#### Вариант № 2

На схеме показаны превращения с участием простого вещества элемента Э. Каждой стрелке на схеме отвечает одна реакция (в которой, кроме указанных соединений, могут получаться и другие продукты). Идентифицируйте элемент Э, если его массовая доля в высшем оксиде  $\text{ЭO}_y$  составляет 69.4%, напишите уравнения протекающих реакций и укажите условия их проведения. Какие элементы могут выступать в качестве М? Ответ поясните. Укажите химический способ получения высокочистого простого вещества элемента Э, напишите уравнение протекающей реакции. Каково наиболее распространенное использование простого вещества элемента Э?



## Задание № 2. «Конвергентный синтез билдинг-блоков»

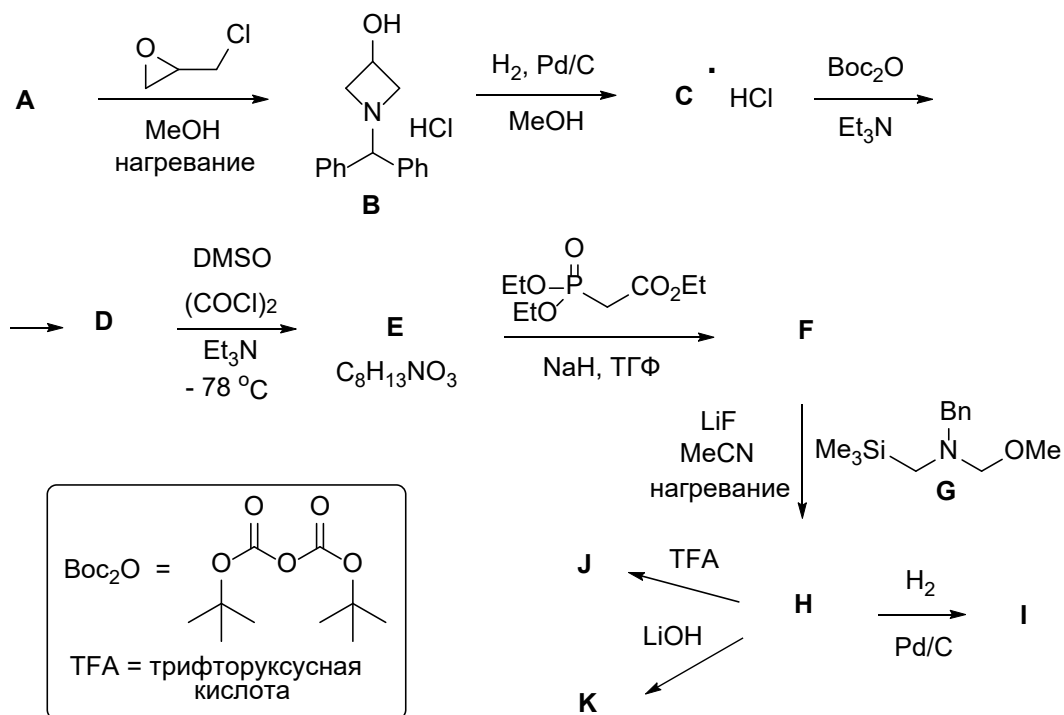
### Вариант № 1

#### Составитель:

Из соединения **Н** можно получить сразу три важных билдинг-блока для дальнейшей независимой модификации молекулярной периферии в трех различных точках. Шестистадийный синтез вещества **Н** начинается с реакции соединения **А** с эпихлоргидрином, приводящей к структуре **В** (в виде гидрохлорида). Известно, что **Е** – циклический кетон; молекулярная масса при переходе от **Е** к **Г** увеличилась на 70 ед.; реагент **Г** в условиях реакции превращается в 1,3-диполь (азометин-илид), легко вступающий в реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения с кратными связями.

1) Расшифруйте структуры, обозначенные на схеме буквами **А**, **С-Г**, **И-К**.

2) Предложите механизм превращения **А** → **В**.

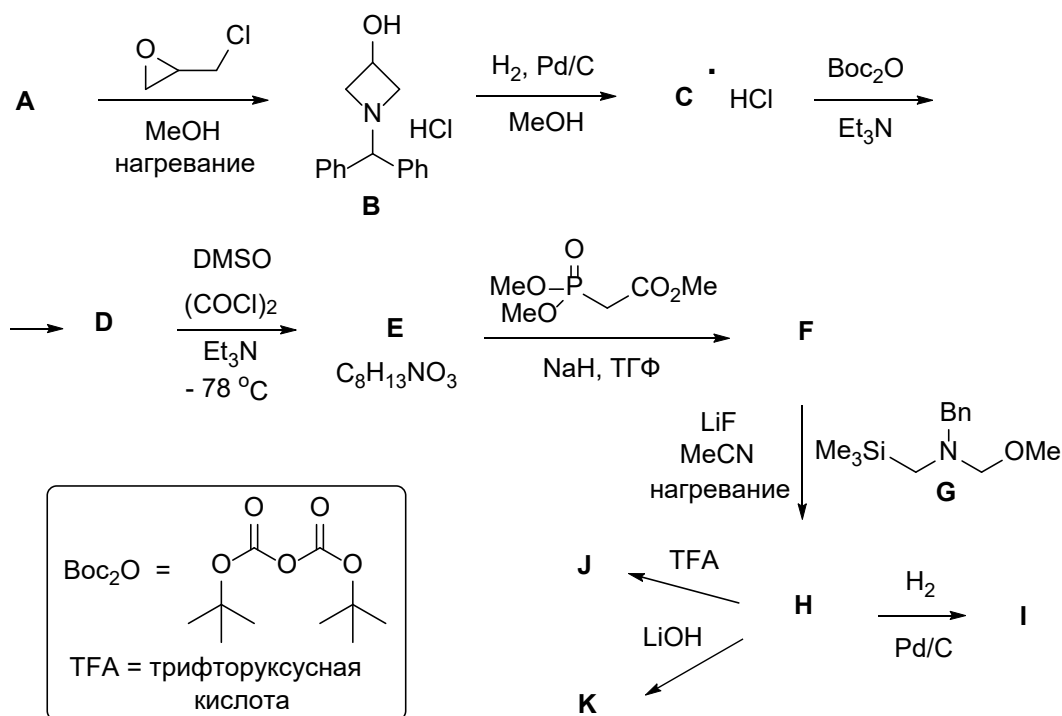


## Задание № 2. «Конвергентный синтез билдинг-блоков»

### Вариант № 2

Из соединения **Н** можно получить сразу три важных билдинг-блока для дальнейшей независимой модификации молекулярной периферии в трех различных точках. Шестистадийный синтез вещества **Н** начинается с реакции соединения **А** с эпихлоргидрином, приводящей к структуре **В** (в виде гидрохлорида). Известно, что **Е** – циклический кетон; молекулярная масса при переходе от **Е** к **Г** увеличилась на 56 ед.; реагент **Г** в условиях реакции превращается в 1,3-диполь (азометин-илид), легко вступающий в реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения с кратными связями.

- 1) Расшифруйте структуры, обозначенные на схеме буквами **А, С-Г, И-К**.
- 2) Предложите механизм превращения **А** → **В**.



### Задание № 3. «Природная аминокислота»

#### Вариант № 1

Водный раствор аминокислоты X не вращает плоскость поляризации света. При обработке этой аминокислоты раствором нитрита натрия и соляной кислотой образуется вещество Y, на нейтрализацию 0.12 г которого расходуется 11,5 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0.1 моль/л.

- А) Приведите структурные формулы веществ X и Y и их названия. Какова биологическая роль соединения X?
- Б) Предложите способ получения вещества X из любых неорганических веществ.
- В) Изoeлектрическая точка аминокислоты X  $pI$  составляет 7.29, а  $pK_a = 4.05$ . Определите долю цвиттер-ионов в растворе этой кислоты при физиологическом значении  $pH$  крови 7,4

### Задание № 4. «Углеводород»

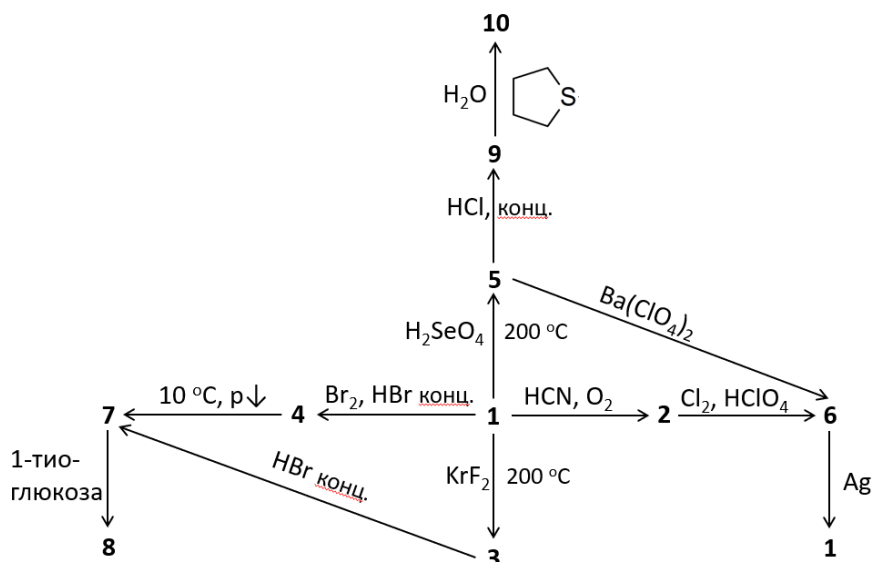
#### Вариант № 1

Циклический углеводород X содержит 90.9 % углерода по массе и при комнатной температуре существует в виде димера  $X_2$ . Нагревание  $X_2$  при температуре более 170 °C приводит к образованию мономера X, который затем медленно димеризуется. Углеводород X применяется для получения целого класса металлоорганических соединений. Синтез одного такого соединения Y приведен ниже. В атмосфере азота к раствору X в диметиловом эфире был добавлен твердый едкий натр при интенсивном перемешивании, что привело к образованию соединения M. Через 15 минут к полученному раствору добавили раствор хлорида железа(II) в диметилсульфоксиде и оставили перемешиваться ещё на 15 минут. К полученной реакционной смеси, имеющей тёмную окраску, добавили лёд и концентрированную соляную кислоту. Выпавший жёлтый осадок отфильтровали, промыли водой и просушили.

- 1) Напишите структурные формулы X,  $X_2$ , M и Y.
- 2) Через сколько часов 10% свежеполученного углеводорода X димеризуется при температуре 25 °C? Порядок реакции димеризации равен двум, а константа скорости составляет  $8 \cdot 10^{-7}$  л/(моль·с) при данной температуре. Интегральное кинетическое уравнение для реакции второго порядка имеет вид  $C(t) = \frac{1}{kt + \frac{1}{C_0}}$ , где  $C(t)$  - концентрация через время  $t$  после начала реакции,  $C_0$  - начальная концентрация. Плотность жидкого углеводорода X составляет 0.8 г/мл. Изменением плотности при реакции димеризации на 10% можно пренебречь.
- 3) Приведите структурные формулы продуктов реакции Y с а) хлорангидридом уксусной кислоты (в присутствии хлорида алюминия), б) бромпентаном (в присутствии бромида алюминия) и в) третбутиллитием

## Задание № 5. «Элемент X»

### Вариант № 1



Приведена схема превращений веществ, в состав которых входит один и тот же элемент **X**, способный проявлять пять степеней окисления в соединениях, в том числе и отрицательную (которая встречается крайне редко). В водных растворах сольватированная форма данного элемента не является устойчивой, так как окисляет воду, однако комплексные частицы, содержащие этот элемент могут быть устойчивы в водных растворах. Известно, что вещество **1** является простым, а вещество **8** является комплексным соединением, которое существует в водных растворах в виде координационного полимера и активно применяется в качестве препарата против ревматоидного артрита, а массовая доля элемента **X** в соединении **8** составляет 50,255 %.

- 1) Определите элемент **X**, вещества **1** – **10**. Приведите структурную формулы веществ **8** и **10**.
- 2) Напишите уравнения реакций, отражённых на схеме.