

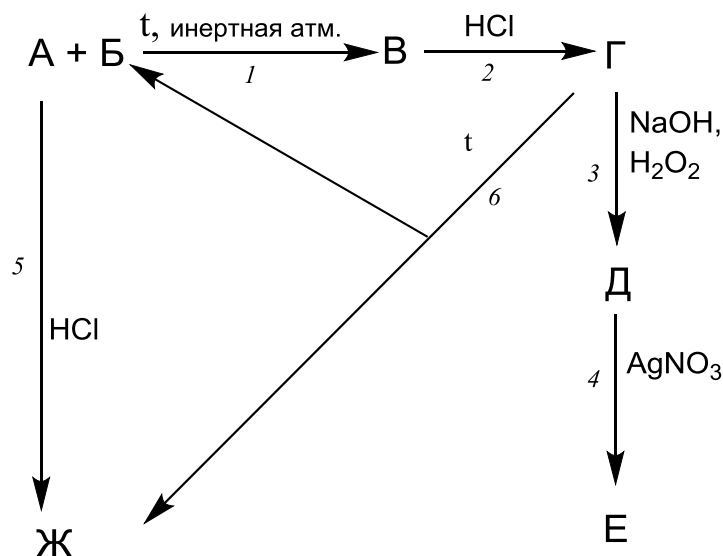
**РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА**  
**студентов ВУЗов Санкт-Петербурга**  
**ПО ХИМИИ**

**Олимпиадное задание**

*Планируемая продолжительность выполнения задания 4 часа*

**Задание № 1. Неорганическая химия (30 баллов)**

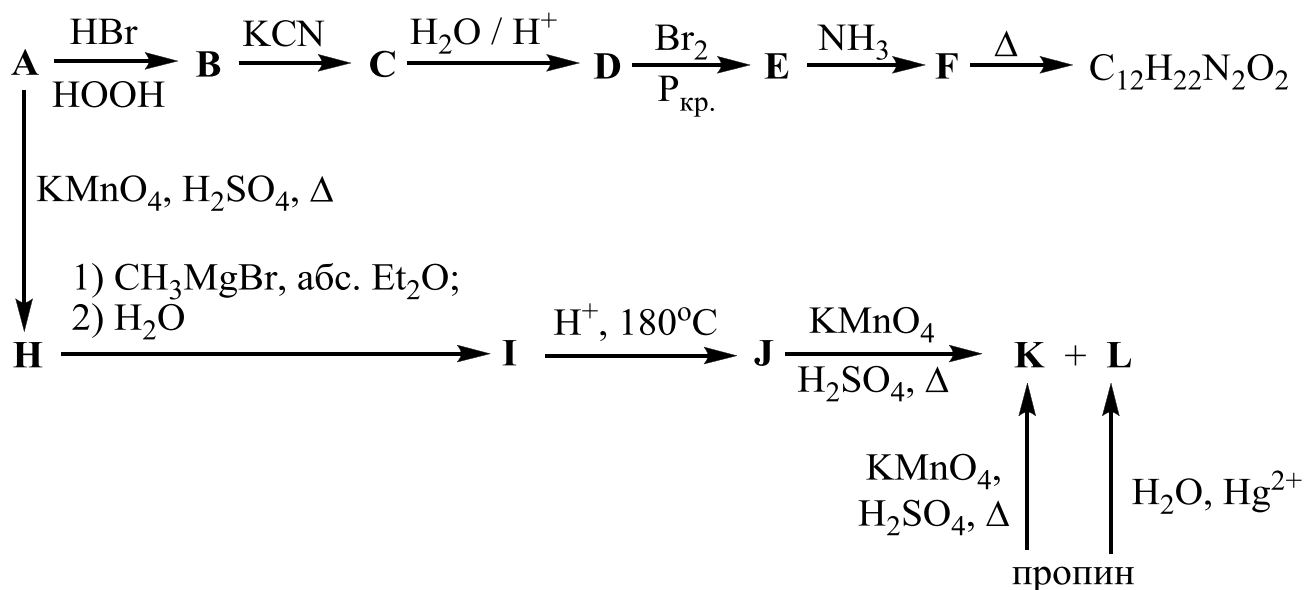
Два простых вещества **А** и **Б** прокалили в инертной атмосфере. Затем продукт прокаливания **В** обработали соляной кислотой. Выделившийся газ **Г** пропустили через щелочной раствор пероксида водорода. К образовавшемуся в растворе продукту **Д** прилили достаточное количество раствора нитрата серебра, выпал осадок **Е** цвета «кофе с молоком» массой 92.6 г. Если же соляной кислотой обработать только вещество **А**, образуется газ **Ж** объемом 8 л, измеренный при температуре 27 °С и давлении 1 атм, и бесцветный раствор. Этот же газ **Ж**, а также вещество **Б** образуются, если нагреть продукт **Г**.



1. Определите вещества **А–Ж**, напишите уравнения реакций **1–6**.
2. Рассчитайте массу исходной смеси **А + Б**.
3. Определите качественный и количественный (объемные %) состав газа **Г**.
4. Определите объем (если таковой будет) непрореагировавшего (н.у.) газа в реакции **3**.

## Задание № 2. Органическая химия (30 баллов)

Приведите схемы химических реакций согласно следующей цепочке превращений. Изобразите R,R-изомер вещества **F** в виде трехмерной молекулы и проекции Фишера.



## Задание № 3. Физическая химия (30 баллов)

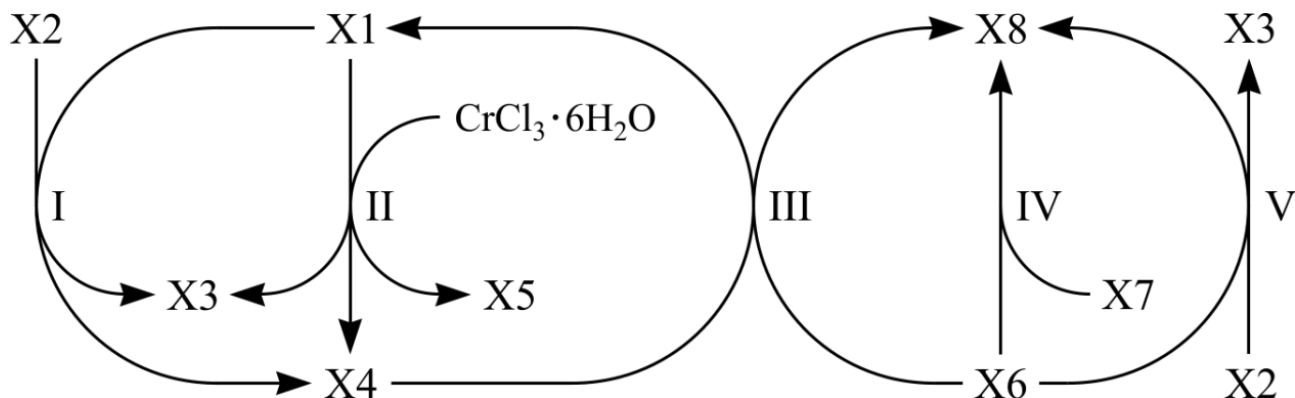
Рассчитайте скорость движения иона натрия в бесконечно разбавленном водном растворе при 298 К, если раствор находится в пространстве между плоскими параллельными электродами, к которым приложена постоянная разность потенциалов  $\Delta\varphi = 20$  В. Расстояние между электродами  $l = 2$  см. Сколько времени потребуется иону, чтобы пройти расстояние от одного электрода к другому?

Справочные данные о предельной ионной электропроводности ( $\text{Na}^+$ ):

$$\lambda_0 = 50.1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{См} \cdot \text{м}^2}{\text{моль}}$$

#### Задание № 4. Неорганическая химия (60 баллов)

Расшифруйте схему превращений:



Бесцветные жидкие<sup>1</sup> вещества **X1** и **X2** бурно реагируют (реакция **I**) с образованием газообразных продуктов **X3** и **X4**. В реакции **II** может участвовать любой из трех изомеров гексагидрата хлорида хрома (**III**) – зеленого, светло-зеленого и серо-голубого цвета. Для проведения реакции **III** используют белое твердое вещество **X6**, а помимо **X1** в ней образуется жидкое бесцветное вещество **X8**. Вещества **X2–7** – бинарные соединения. Не существует ни одного жидкого вещества, молекулы которого имели бы меньшую массу, чем у молекул **X2**. Вещества **X1**, **X6** и **X8** находят широкое применение в препаративной, особенно органической, химии.

1. Установите вещества **X1–8** и напишите уравнения реакций **I–V**.
2. Какое строение имеют изомеры  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? У какого из них какой цвет?
3. Соединение **X6** в твердом состоянии имеет ионное строение, а в парах – молекулярное. Опишите структуру этих ионов и молекул.

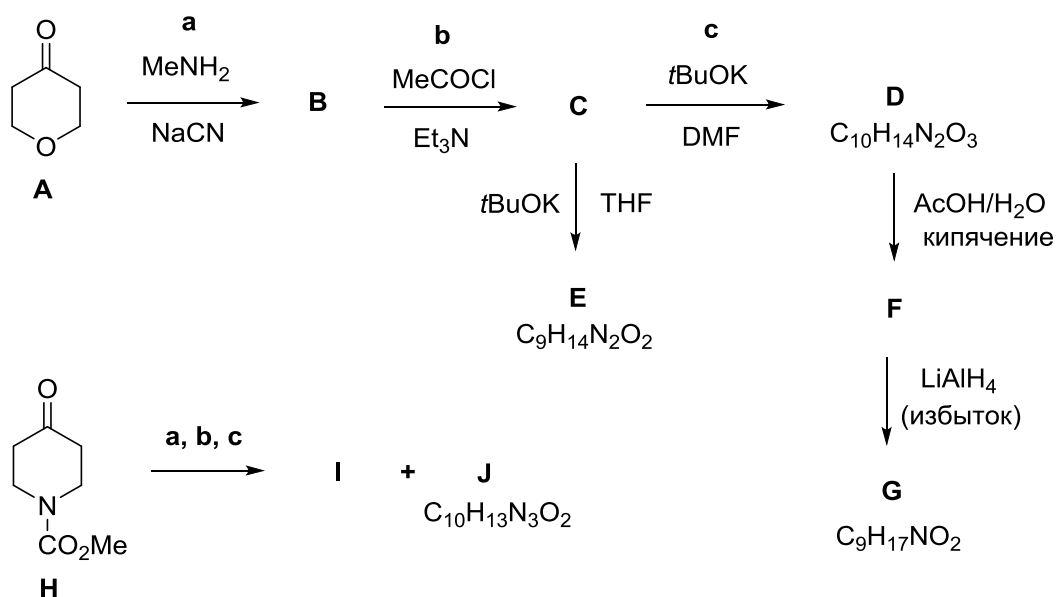
<sup>1</sup> здесь и далее агрегатные состояния отвечают комнатной температуре и атмосферному давлению

### Задание № 5. Органическая химия (60 баллов)

При проведении с гетероциклическим кетоном **A** синтетических стадий **a**, **b** и **c** получается вещество **D**. Если же стадию проводить не в диметилформамиде (DMF), а в тетрагидрофуране (THF), то получается вещество **E**. При кипячении в водном уксусе вещество **D** превращается в **F**, которое при обработке избытком алюмогидрида лития образует вещество **G**, молекула которого хиральна.

Если стадии **a–c** провести с кетоном **H**, то получается смесь двух продуктов (1:1). При этом структура **I** аналогична **D**, а структура **J** по скелету молекулы сильно отличается.

Расшифруйте структуры **B** (5 балл), **C** (5 балл), **D** (12 балла), **E** (8 балл), **F** (6 балл), **G** (12 балла) и **J** (12 балла).



### Задание № 6. Физическая химия (60 баллов)

Вы экспериментатор. Предложите способ разделения смеси толуол (A) – бензол (B), мольные доли компонентов 77% и 23% соответственно. Постройте фазовую диаграмму состояния пар – жидкий раствор. Предложите способ выделения чистого бензола. Полученный бензол охладите до 40 °С и проведите реакцию нитрования. Рассчитайте константу равновесия реакции (по первой стадии), чтобы оценить выход реакции.

T, °C	80.1	84.0	88.0	96.0	100.0	108.0	110.8
$p_{0,A}$ , кПа	–	43.38	49.67	64.57	73.31	93.75	101.33
$p_{0,B}$ , кПа	101.33	115.55	130.96	167.92	184.39	234.10	–

Предполагаем, что участники ведут себя как идеальные, теплоёмкость не зависит от температуры.