

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
студентов ВУЗов Санкт-Петербурга
ПО ХИМИИ

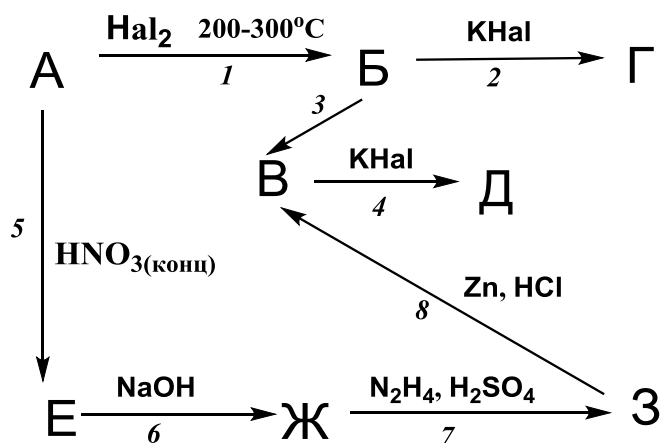
Олимпиадное задание – 2024

Планируемая продолжительность выполнения задания 4 часа

Задание № 1. Неорганическая химия (30 баллов)

При галогенировании порошка металла **А** при температуре 200-350 °С образуется темно-красная вязкая летучая жидкость **Б**, «дымящая» во влажном воздухе. Вещество **Б** уже при комнатной температуре разлагается с образованием нелетучего вещества **В** фиолетового цвета. При взаимодействии вещества **Б** и вещества **В** с галогенидом калия образуются соединения **Г** и **Д** с разным координационным числом центрального иона. При обработке металла **А** концентрированной азотной кислотой образуется оранжево-красный раствор вещества **Е**, которое при последующем подщелачивании переходит в вещество **Ж**. Гидразин переводит вещество **Ж** в вещество **З** с ярко-голубой окраской, которое в свою очередь легко превращается в вещество **В** в присутствии цинка в солянокислой среде.

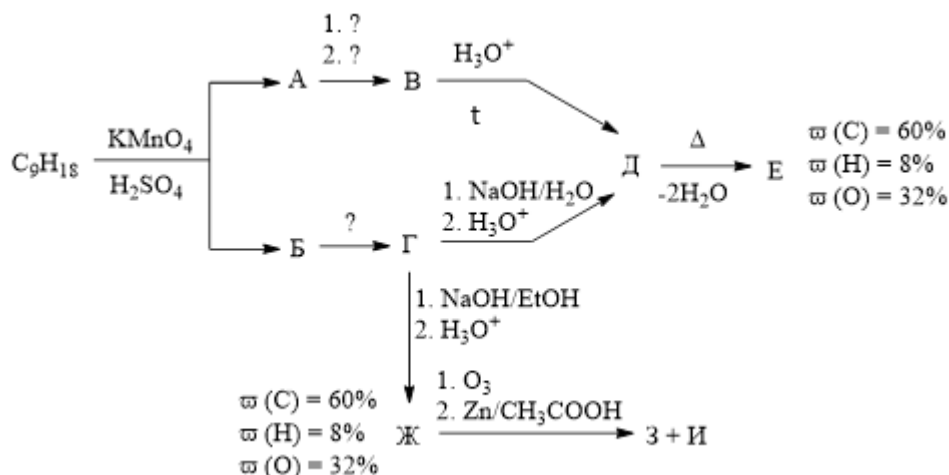
Металл **А** назван по одному из имён скандинавской богини любви, красоты и войны. Массовая доля галогена в веществе **Б** 73,6 %.



1. Определите вещества **А** - **З**, напишите уравнения реакций **1- 8** (для ОВР метод ионно-электронного баланса).
2. Для комплексных ионов в составе **Г** и **Д** опишите строение по МВС. Какова геометрия частиц?
3. Как меняется цвет раствора при переходе **З** → **В**?

Задание № 2. Органическая химия (30 баллов)

На схеме представлены превращения углеводорода C_9H_{18} , имеющего и геометрические, и оптические изомеры. Его окисление завершается образованием смеси веществ **А** и **Б**, принадлежащих разным классам органических соединений. Переход из **Б** в **Г** представляет собой реакцию Гелля–Фольгарда–Зелинского. Соединения **Е** и **Ж** не являются изомерами. Вещество **З** является важнейшим метаболитом в биохимии и способно при нагревании образовывать продукт **И**.



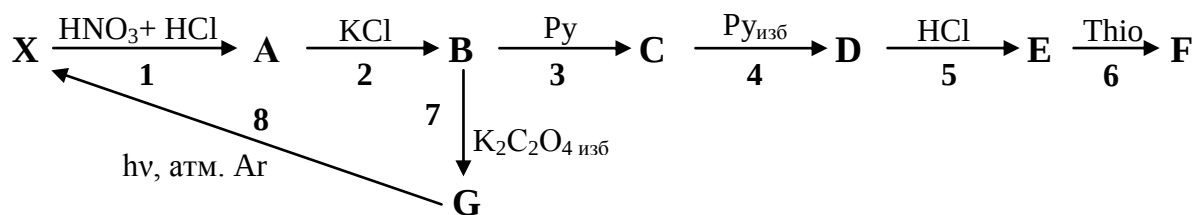
1. Рассчитайте брутто-формулы соединений **Ж** и **Е**.
2. Установите строение всех соединений (10 веществ), представленных в цепочке превращений.
3. Укажите реагенты для превращений $A \rightarrow B$, $B \rightarrow G$.
4. Представьте структурные формулы геометрических изомеров для углеводородов C_9H_{18} и назовите их с помощью Z, E-номенклатуры.

Задание № 3. Физическая химия (30 баллов)

Исследование α -радиоактивного изотопа полония показало, что за 7 дней его активность уменьшилась на 6,85 %. Определить период полураспада и рассчитать, в течение какого времени он разлагается на 90 %.

Задание № 4. Неорганическая химия (60 баллов)

Металл «X» и его комплексные соединения широко применяются в катализе в реакциях кросс-сочетания. Соединение «A» получают растворением металла «X» в царской водке при нагревании. К полученному таким образом раствору вещества «A», прибавляют насыщенный раствор стехиометрически рассчитанного количества KCl. При добавлении к «B» пиридина выпадает малиново-красный осадок катионно-анионного комплекса «C», который растворяется при нагревании в избытке пиридина, образуя соединение «D». При добавлении к раствору «D» концентрированной соляной кислоты выпадает светло-желтый кристаллический осадок нейтрального комплекса «E». Согласно масс-спектрометрическим исследованиям в масс-спектрах соединения «E» наблюдаются пики в диапазоне 330-340 Да с доминирующим сигналом молекулярного иона при m/z равном 335,92 Да. При добавлении тиомочевины к осадку «E» он растворяется с образованием комплекса «F».



Расшифруйте цепочку превращений, установите состав веществ X, A-G. Изобразите геометрическую конфигурацию комплексных ионов, входящих в состав веществ E, F. Объясните, чем обусловлено образование именно этих изомеров E и F. Напишите уравнения 8 реакций.

Задание № 5. Органическая химия (60 баллов)

При взаимодействии *n*-хлоранилина с хлорангидридом *o*-хлорбензойной кислоты в присутствии хлорида цинка при 200 °С в течение 3 ч получено вещество **А**, в спектре ^1H ЯМР которого присутствует уширенный сигнал в области 6,42 мд. Далее вещество **А** ввели в реакцию с хлорангидридом бромуксусной кислоты, полученный продукт **Б** кипятили в течение 6 часов в водно-этанольном растворе аммиака и хлорида аммония. Полученный в результате кипячения продукт **В** грели в течение 10 часов при 70 °С в уксусной кислоте в присутствии 2 эквивалентов ацетата калия, 0,8 эквивалентов $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и 0,04 эквивалентов йода. Образовавшееся вещество **Г** (в спектрах ^1H ЯМР веществ **В** и **Г** набор сигналов в слабом поле практически идентичен) выдерживали в водно-этанольном растворе щелочи (2,2 эквивалента) при 5 °С один час. Продукт **Д**, выделенный в результате последнего процесса, относится к группе снотворных средств, молекула его содержит семичленный гетероциклический фрагмент.

Напишите структурные формулы всех веществ, зашифрованных под буквами в описании синтеза (5 структур).

Задание № 6. Физическая химия (60 баллов)

На примере бинарной системы доказать, что идеальные растворы не расслаиваются. Как Вы полагаете, может ли расслаиваться *n*-компонентный идеальный раствор ($n \geq 2$) (доказательство и формулы не требуются)?