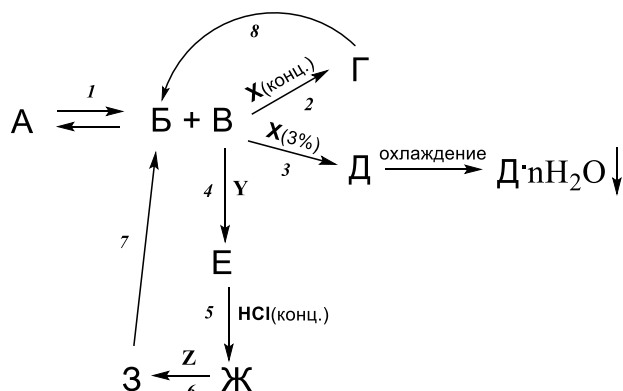


**ГЕРЦЕНОВСКАЯ ВНУТРИВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ  
 ДЛЯ БАКАЛАВРОВ**

**15 декабря 2023 г.**

**Задача №1 (неорганическая химия)**

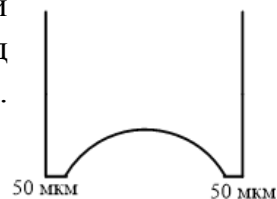
Бинарное вещество **А** тёмно-синего (почти черного) цвета при нагревании разлагается на белое кристаллическое вещество **Б** и жидкость серебристого цвета **В**, которые при дальнейшем совместном нагревании снова превращаются в вещество **А**. При обработке вещества **В** концентрированным при нагревании и разбавленным в течение времени раствором вещества **Х** образуются соответственно вещества **Г** и **Д**. Вещество **Д** при охлаждении выделяют в виде кристаллогидрата с массовой долей кислорода 69%. Если же при комнатной температуре обработать вещество **В** простым веществом **У**, то образуется вещество **Е**, известное среди алхимиков с конца 16 века как «дымящийся спирт Либавия». При пропускании газа **З** в раствор, полученный растворением **Е** в концентрированной соляной кислоте, образуется малорастворимое вещество **З**. Вещество **Б** можно вновь получить при прокаливании **Г** на воздухе или окислительным обжигом **З**.



1. Определите вещества **А – З**, напишите уравнения реакций **1- 8**.
2. Установите формулу кристаллогидрата **Д·nH<sub>2</sub>O**
3. Определите вещества **Х, У, Z**.
4. Укажите цвет вещества **З** и его тривиальное название (10 баллов)

**Задача №2 (физическая химия)**

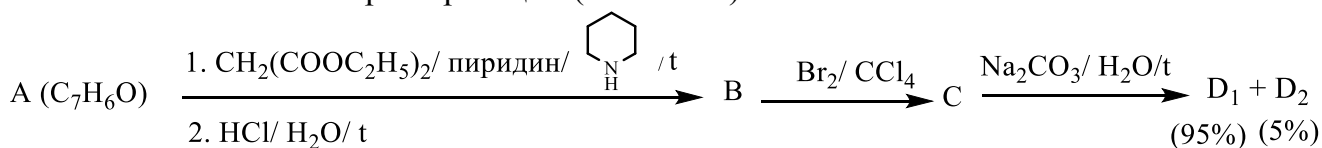
Коньки, заточенные «под желобок», имеют лезвия с толщиной острия около 50 мкм. Оцените температуру плавления льда под спортсменом весом 85 кг, если длина лезвий составляет 30 см. Плотность воды и льда – 1,0 и 0,9 г/см<sup>3</sup> соответственно; криоскопическая константа воды – 1,86 К×кг/моль.



(10 баллов)

### Задача №3 (органическая химия)

Установите структуру соединений А, В, С, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, используя приведенные в таблице данные ИК и ЯМР <sup>1</sup>Н спектроскопии. Напишите уравнения всех реакций, приведите механизм и название первой реакции (10 баллов).

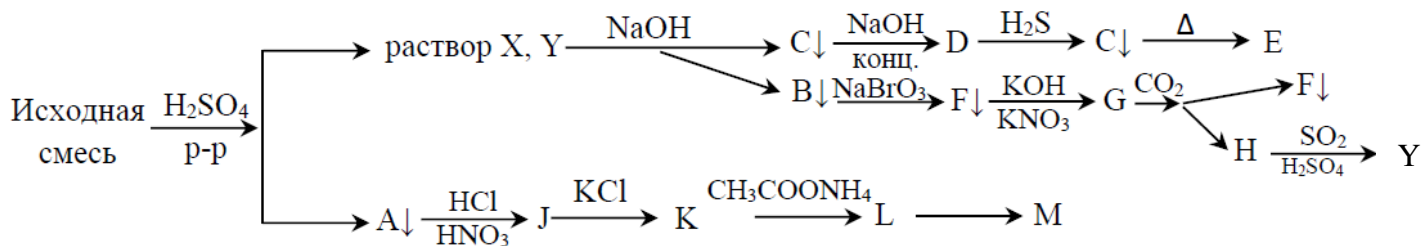


Соединение	Ик спектр ( $\nu$ , см <sup>-1</sup> )	Спектры ЯМР <sup>1</sup> Н ( $\delta$ , м.д.)
A (C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O)	3065 2820, 2738 1703 1597, 1584, 1456	10.01с (1H) 7.87 м (2H) 7.62 м (1H) 7.52 м (2H)
B (C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> )	3066 2900-2500 1680 1600, 1508, 1450	12.43 уш. с (1H) 7.79 д (1H, J 15 Гц) 7.55 м (2H) 7.40 м (1H) 7.38 м (2H) 6.45 д (1H, J 15 Гц)
D <sub>1</sub> (C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> Br)	1610	7.40-7.50 м (5H) 7.07 д (1H, J 14 Гц) 6.73 д (1H, J 14 Гц)
D <sub>2</sub> (C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> Br)	1610	7.40-7.50 м (5H) 7.07 д (1H, J 8 Гц) 6.73 д (1H, J 8 Гц)

### Задача №4 (неорганическая химия)

Смесь порошков трёх металлов обработали разбавленным раствором серной кислоты. В результате образовался прозрачный, практически бесцветный раствор, содержащий соли **X** и **Y** и остался нерастворившийся осадок **A**. К полученному раствору прибавили по каплям раствор NaOH. В результате образовались два белых осадка **B** и **C**, причем осадок **C** растворяется в избытке раствора щелочи с образованием раствора **D**. При пропускании через раствор **D** сероводорода выпадает белый осадок **C**. Прокаливанием этого осадка можно получить вещество **E**, содержащее 52,9 масс.% металла. Осадок **B** реагирует с раствором NaBrO<sub>3</sub> с образованием темно-коричневого осадка **F**, который в результате сплавления со смесью KNO<sub>3</sub>, KOH и последующей обработкой водой дает раствор **G** тёмно-зелёного цвета, пропускание тока CO<sub>2</sub> через который приводит к образованию осадка **F** и малинового раствора **H**, который обесцвечивается при взаимодействии с SO<sub>2</sub> в кислой среде с образованием **Y**. При обработке нерастворившегося осадка **A** «царской водкой» при нагревании получают раствор соединения **J**, содержащий 42,4 масс.% металла, добавление к которому насыщенного раствора KCl приводит к образованию кристаллического осадка вещества **K** золотисто-жёлтого цвета. Взаимодействие вещества **K** с ацетатом аммония в водном растворе приводит к формированию коричнево-жёлтого плоскоквadrатного комплекса **L**, который при выдерживании в растворе постепенно изомеризуется в «**M**».

Расшифруйте цепочку превращений, определите металлы, установите состав веществ X, Y, А-М. Изобразите геометрическую конфигурацию соединений L и М. Составы соединений E и J подтвердите расчётами (20 баллов).



### Задача №5 (физическая химия)

Для очистки сточных вод от коллоидно-диспергированного катализатора используют ультрафильтрацию. Рассчитайте рабочее давление процесса, обеспечивающее отделение от сточных вод взвеси, содержащей 60% (масс.) катализатора. Средний диаметр взвешенных частиц 60 нм, плотность катализатора 4200 кг/м<sup>3</sup>, а рабочее давление процесса превышает осмотическое давление отделяемого концентрата в  $\approx 100$  раз. Плотность концентрата равна 2600 кг/м<sup>3</sup>. (20 баллов)

### Задача №6 (органическая химия)

В 1981 г. в научном химическом журнале была представлена статья, описывающая получение бицикло[2.2.0]гексан-1-карбоновой кислоты из транс-циклогексан-1,4-дикарбоновой кислоты по следующей схеме. Расшифруйте схему и напишите структурные формулы промежуточных веществ (30 баллов).

