

**СОСТАВЛЕННЫ**методической комиссией олимпиады по химии

Председатель методической комиссии

Е.И. Исаева

Подпись

Дата 08.12.2025

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета химии

С.В. Макаренко

Подпись

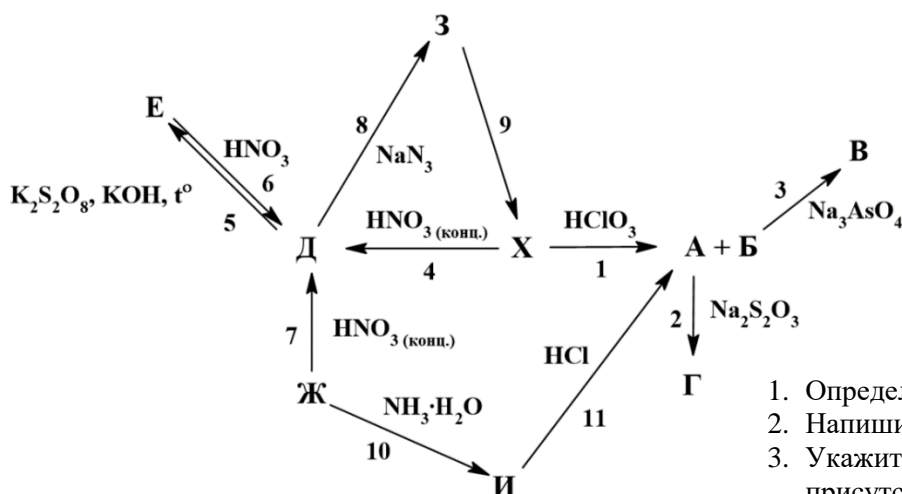
Дата 08.12.2025

**ЗАДАНИЯ****ГЕРЦЕНОВСКОЙ ВНУТРИВУЗОВСКОЙ ОЛИМПИАДЫ****СТУДЕНТОВ ПО ХИМИИ****Задача №1 (неорганическая химия, 20 баллов)**

Приведена схема превращений соединений некоего химического элемента. Простое вещество, образованное искомым элементом, – металл **X**.

Металл **X** растворяется в хлорноватой кислоте с образованием двух солей (**A** и **B**), при этом соль **A** выпадает в осадок, растворяющийся в избытке насыщенного раствора тиосульфата натрия. Также вещество **A** образуется при взаимодействии вещества **И** с соляной кислотой. Добавление к раствору соли **B** раствора арсената натрия приводит к образованию осадка **B** коричневого цвета.

Вещества **Ж** и **E** имеют одинаковый элементный состав, массовая доля кислорода в **E** составляет 12,9%, а в **Ж** – 6,9%. Также известно, что в составе вещества **E** искомый элемент присутствует в двух степенях окисления.



1. Определите вещества **A-I**.
2. Напишите уравнения химических реакций **1-11**.
3. Укажите, в каких степенях окисления присутствует искомый элемент в веществе **E**.
4. Приведите тривиальное название вещества **D**.

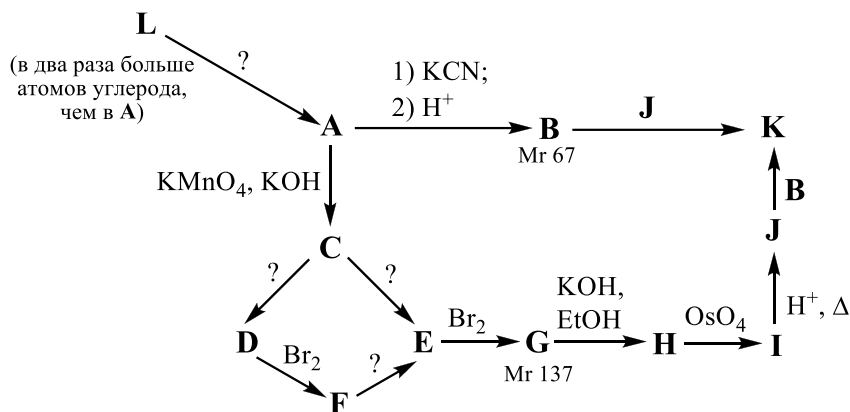
**Задача №2 (физическая химия, 10 баллов)**

Плотность 5,18%-ного раствора фенола в воде равна  $1,0042 \text{ г/см}^3$ . Плотность воды равна  $0,9991 \text{ г/см}^3$ .

Выразите состав раствора в молях фенола на 1 моль воды и в молях воды на 1 моль раствора. Чему равен удельный объем фенола в растворе, если считать, что удельный объем воды не изменяется при образовании раствора?

### Задача №3 (органическая химия, 20 баллов)

Назвать соединения **A-L**, написать соответствующие схемы химических реакций с указанием условий их проведения. Продукт **K** изобразить в виде 1S,6S-энантиомера.



### Задача №4 (неорганическая химия, 20 баллов)

Металл **X** образует большое количество окрашенных октаэдрических комплексных соединений. Известно, что длина волны  $K_\alpha$  характеристического рентгеновского излучения в спектрах этого металла составляет 1,789 Å, а частота рентгеновского  $K_\alpha$  излучения меди равна  $1,947 \cdot 10^{18}$  Гц.

Комплексные соединения этого металла с зарядом  $3+$  с лигандами сильного поля имеют геометрию правильного октаэдра, понижение заряда до  $2+$  приводит к сильному тетрагональному искажению комплексных частиц. В таблице представлены характерные полосы поглощения и значения эффективных магнитных моментов (спиновая составляющая) комплексных частиц:

Формула	E, эВ			$\mu_{эфф.}, \mu_B$
$[Э(NH_3)_6]^{3+}$	1,62	2,63	3,60	0
$[ЭF_6]^{3-}$	0,99	2,05	3,07	4,90

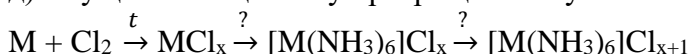
а) Определите металл, ответ подтвердите расчётами.

б) Опишите строение комплексных частиц  $[Э(NH_3)_6]^{3+}$ ,  $[Э(NH_3)_6]^{2+}$  и  $[ЭF_6]^{3-}$  по ТКП (теория кристаллического поля), укажите их геометрию, объясните причину тетрагонального искажения.

в) Определите длину волны каждого максимума поглощения в нм и укажите, какие из них обуславливают окраску этих комплексных соединений.

г) Объясните, чем обусловлено смещение длины волны для данных комплексов и различная их окраска.

д) Осуществите цепочку превращений с участием соединений данного металла:



Дополнительные данные:  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж·с,  $1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж,  $\mu_{эфф} \approx \mu_B \sqrt{N(N+2)}$ ,  $N$  – количество неспаренных электронов

### Задача №5 (физическая химия, 10 баллов)

Давление в центре Земли, вероятно, превышает  $3 \cdot 10^{11}$  Па, а температура около 4300 К. Каково изменение энергии Гиббса  $\Delta(\Delta G)$  при переходе от земной коры к ядру для реакции, в которой изменение молярного объема составляет  $10^{-6}$  м<sup>3</sup>/моль, а изменение энтропии равно 2,1 Дж/(К×моль)? В расчетах примите, что  $\Delta V$  и  $\Delta S$  не зависят от температуры и давления.

### Задача №6 (органическая химия, 20 баллов)

На схеме представлены превращения органических веществ **A-J**. Известно, что соединение **A** – непредельный углеводород. Молекула **B** содержит 32,4% кислорода по массе. Соединение **F** – бесцветная жидкость, спектр ЯМР  $^1H$ ,  $\delta$ , м.д.: 1.07 с (9H), 2.07 с (3H), спектр ЯМР  $^{13}C$ ,  $\delta$ , м.д.: 24.5, 26.2, 44.1, 214.0. Получение вещества **F** из **E** сопровождается 1,2-метильным сдвигом. Вещество **G** обладает ратицидными свойствами (используется для борьбы с грызунами) и является 2-пивалоилзамещённым производным соединения **I**. Соединение **H** имеет конденсированное трициклическое строение. Вещество **J** используется при качественном определении аминокислот, давая в реакции с большинством из них пурпурное окрашивание.

На основании данных, представленных в тексте и на схеме, установите строение веществ **A-J**. Дайте тривиальные названия соединениям **F** и **J**.

