

СОСТАВЛЕНЫ
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

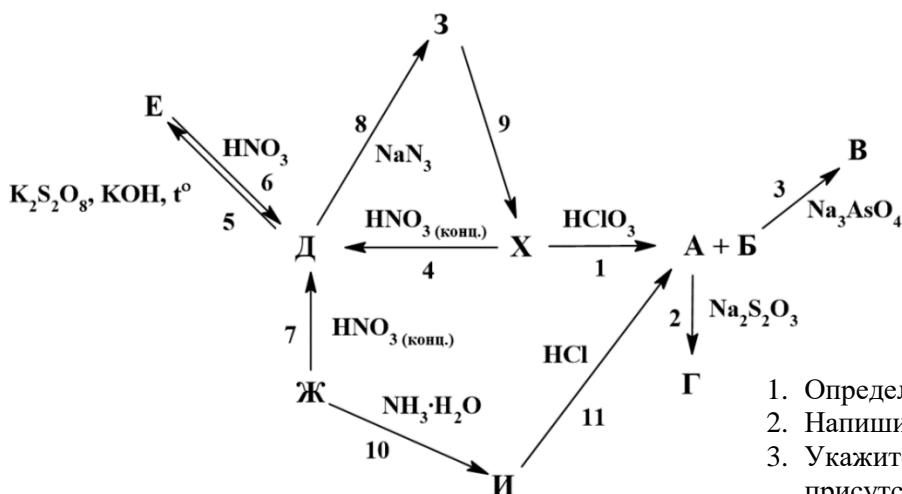
СТУДЕНТОВ ПО ХИМИИ

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 **I** с соляной кислотой. Добавление к раствору соли **B** раствора арсената натрия приводит к образованию осадка **V** 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.



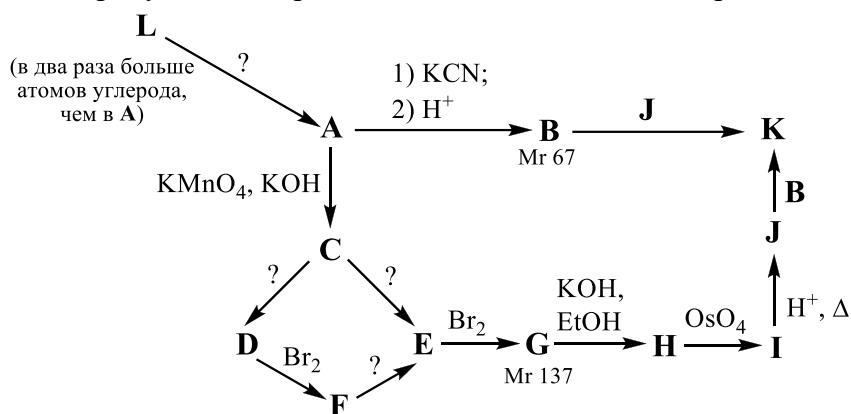
1. Определите вещества **A-И**.
2. Напишите уравнения химических реакций **1-11**.
3. Укажите, в каких степенях окисления присутствует искомый элемент в веществе **E**.
4. Приведите тривиальное название вещества **D**.

Задача №2 (физическая химия, 10 баллов)

Плотность 5,18%-ного раствора фенола в воде равна 1,0042 г/см³. Плотность воды равна 0,9991 г/см³. 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_{α} характеристического рентгеновского излучения в спектрах этого металла составляет $1,789 \text{ \AA}$, а частота рентгеновского K_{α} излучения меди равна $1,947 \cdot 10^{18} \text{ Гц}$.

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			$\mu_{\text{эфф.}}, \mu\text{в}$
$[\text{Э}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	1,62	2,63	3,60	0
$[\text{ЭF}_6]^{3-}$	0,99	2,05	3,07	4,90

- Определите металл, ответ подтвердите расчётом.
 - Опишите строение комплексных частиц $[\text{Э}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, $[\text{Э}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ и $[\text{ЭF}_6]^{3-}$ по ТКП (теория кристаллического поля), укажите их геометрию, объясните причину тетрагонального искажения.
 - Определите длину волны каждого максимума поглощения в нм и укажите, какие из них обусловливают окраску этих комплексных соединений.
 - Объясните, чем обусловлено смещение длины волны для данных комплексов и различная их окраска.
 - Осуществите цепочку превращений с участием соединений данного металла:
- $$\text{M} + \text{Cl}_2 \xrightarrow[t]{?} \text{MCl}_x \xrightarrow[?]{?} [\text{M}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_x \xrightarrow[?]{?} [\text{M}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_{x+1}$$

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

Задача №5 (физическая химия, 10 баллов)

Давление в центре Земли, вероятно, превышает $3 \times 10^{11} \text{ Па}$, 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 $10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$, а изменение энтропии равно $2,1 \text{ Дж}/(\text{К} \times \text{моль})$? В расчетах примите, что ΔV и ΔS 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 , δ , м.д.: 1.07 с (9Н), 2.07 с (3Н), спектр ЯМР ^{13}C , δ , 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.

