

Пермский край
2025-2026 учебный год
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
10 КЛАСС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Каждая из задач оценивается в 10 баллов. Время на выполнение 180 минут.

Задача 1

190 г насыщенного при 45°C раствора бромата самария (III) в воде охладили до температуры 20 °С. При этом выпал осадок кристаллогидрата $\text{Sm}(\text{BrO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ массой 58.65 г. Затем раствор охладили до 0°C, вновь наблюдали выпадение осадка кристаллогидрата $\text{Sm}(\text{BrO}_3)_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ массой 33.37 г. Определите состав выпавших в осадок кристаллогидратов бромата самария (III) при охлаждении, если известно, что растворимость безводного бромата самария (III) в воде при 45°C, 20°C и 0°C составляет 109.6 г, 62.6 г и 34.2 г на 100 г воды соответственно.

Задача 2

Элемент **X** был открыт в 1885 году, но его существование было предсказано еще в 1871 году. Долгое время его химией не занимались из-за редкости минералов, образованных **X**. Простое вещество **X** серого цвета, блестит, не изменяется на воздухе, но окисляется при нагревании до температуры красного каления (*р-ция 1*). Изделия из **X** прозрачны в инфракрасном диапазоне. Устойчивы соединения **X** в высшей степени окисления.

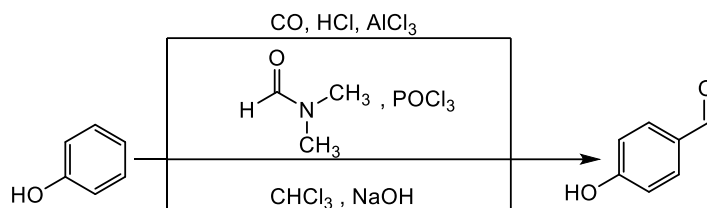
Свободный **X** растворяется в гидроксиде натрия в присутствии окислителей, например, пероксида водорода (*р-ция 2*). Реакция с хлором дает бесцветную жидкость (*р-ция 3*), с бромом – легкоплавкие кристаллы (*р-ция 4*).

Для количественного определения **X** образец этого элемента массой 0.588 г количественно перевели в хлорид, а затем осадили сероводородом (*р-ция 5*). После длительного прокаливания осадка с доступом воздуха (*р-ция 6*) получили 0.8475 г белого порошка, содержащего 69.42% **X**. На полное восстановление этого порошка до **X** нужно 1160.44 мл водорода (при давлении 760 мм.рт.ст. и температуре 600°C). Второй образец массой 0.6000 г также перевели в хлорид и перенесли в воду. На осаждение хлорид-иона из полученного раствора затратили 332 мл 0.1 М нитрата серебра.

1. Назовите элемент **X**;
2. Напишите уравнения *реакций 1–6*;
3. Кто предсказал существование **X**? В какой области науки и техники нашел применение **X**, начиная с 1940-х годов XX века?;
4. Минерал аргиродит содержит 76.51% серебра, 17.05% серы и 6.44 процента **X**. Найдите простейшую формулу аргиродита.

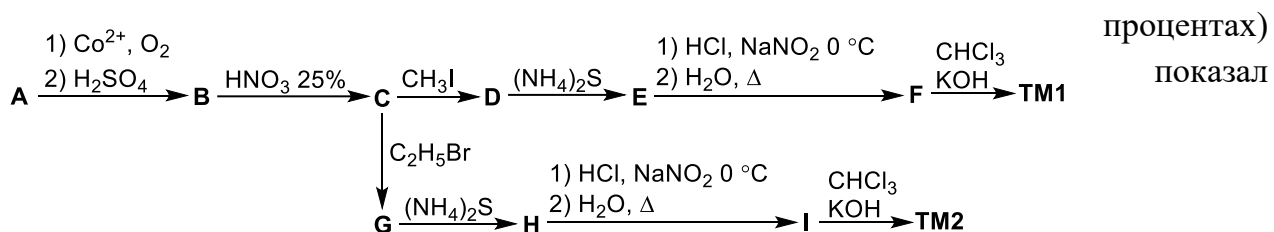
Задача 3

Вещества **TM1** и **TM2** обладают приятным запахом, причем **TM2** пахнет примерно в 3 раза сильнее. Соединения не ядовиты, что позволяет применять их в пищевой промышленности. Ключевой стадией синтеза данных веществ является формилирование, осуществляемое разными способами. Хорошо реагируют донорные соединения:



Один из способов (не промышленных) получения ароматизаторов приведен на схеме ниже. Исходное соединение **A** – продукт взаимодействия бензола и пропилена в присутствии кислот. На стадии нитрования отделяется и используется только орто-изомер.

Известно, что вещества **TM1** и **TM2** – гомологи. Элементный анализ **F** (в массовых



следующее: углерода 67.73%, водорода 6.50%, кислорода 25.78%. Аналогичный анализ для **H** дает следующее: углерода 70.04%, водорода 8.08%, азота 10.21%, кислорода 11.66%.

Вопросы:

1. Изобразите структурные формулы веществ **A–I**, **TM1** и **TM2**;
2. Чье имя носит реакция, лежащая в основе переходов **D→E** и **G→H**?
3. Напишите уравнение реакции **D** с сульфидом аммония, расставьте коэффициенты методом полуреакций;

Задача 4

Вычислите энергию кристаллической решётки бромида и иодида кадмия (II), если известно, что

1. стандартные теплоты образования бромида и иодида кадмия соответственно равны 315.3 и 204.2 кДж/моль;
2. энергия химической связи в молекулах Br₂ и I₂ составляет 191.5 кДж/моль и 149.7 кДж/моль;
3. сродство к электрону атомов брома и иода равно 325.6 и 294.2 кДж/моль; теплота испарения брома 29.7 кДж/моль;
4. теплота сублимации иода 63.7 кДж/моль;
5. величина энергии, необходимой для отрыва одного электрона от нейтрального атома кадмия (первый потенциал ионизации) составляет 867.2 кДж/моль;

6. величина энергии, необходимой для отрыва второго электрона (второй потенциал ионизации), составляет 1630.6 кДж/моль.

Примечание: энергия кристаллической решетки положительная величина.

7. Теплота плавления и теплота испарения кадмия равны 6.11 кДж/моль и 59.1 кДж/моль соответственно.

Задача 5

Вещество *X1* бесцветная низкокипящая жидкость, дымящая на воздухе. *X1* полностью гидролизуется в горячей воде с образование бесцветного раствора вещества *X2*(реакция 1). Добавление к подкисленному соляной кислотой раствору *X2* гранулированного цинка приводит к образованию фиолетового раствора соли *X3*(реакция 2), которая выпадает в осадок в виде соединения *X4* при охлаждении раствора до 0°C. При добавлении к раствору *X2* разбавленного раствора каустической соды образуется осадок вещества *X5*(реакция 3), который в свежеприготовленном виде может растворяться в концентрированных щелочах (реакция 4), и в концентрированной серной кислоте (реакция 5).

Дополнительно известно:

- 1) Длительное нагревание *X4* приводит к инертному бинарному соединению;
- 2) *X4* – кристаллогидрат бинарного вещества *X3*, массовая доля кислорода в *X4* равна 36.57%.
- 3) Из 1.00 г вещества *X3* можно получить не более 2.23 г вещества *X1*.

Определите вещества *X1-X5*, напишите уравнения реакций 1-5. Ответ подтвердите расчетами (где это возможно).