

**Материалы заданий олимпиады 2022–2023 учебного года**  
**Многопредметная олимпиада Пермского государственного национального**  
**исследовательского университета «Юные таланты» Предмет (комплекс предметов):**  
**Химия**

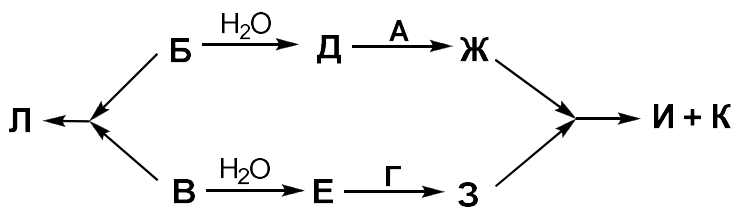
## 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

### 1.1 Задания Отборочного теоретического тура

#### Задания 10 класса

##### Задача №10-1

Вещества **А** – **Г** являются оксидами элементов третьего периода ПСХЭ имени Д.И. Менделеева, их молярные массы относятся между собой как  $6 : 6.2 : 8 : 10.2$ . Вещества **Б** и **В** активно реагируют с водой (*реакции 1 и 2*) и друг с другом (*реакция 3*). Продукт первой реакции – вещество **Д** – способно растворить **А** с образованием вещества **Ж** (*реакция 4*). Продукт второй реакции – вещество **Е** – способно растворить **Г** с образованием вещества **З** (*реакция 5*). Вещества **Ж** и **З** реагируют между собой в растворе, образуя смесь аморфных осадков гидроксидов **И** и **К** (*реакция 6*), причем **К** обладает слабыми кислотными свойствами. Указанные реакции отражены на схеме:



1. Установите формулы веществ **А** – **Л**.
2. Напишите уравнения реакций 1–6.
3. При сплавлении при определенном соотношении оксидов **Б** и **Г** образуется вещество **М**, в котором массовая доля самого тяжелого элемента равна 13,11%. Установите формулу **М** и напишите уравнения получения **М**.
4. Рассчитайте массовую долю (%) вещества **Е** в растворе, полученном при смешении 10 г **В** и 10 г воды.

### Задача №10-2

Массовая доля элемента **X** в нефтепродуктах обычно составляет около 1,5 %. При сжигании таких нефтепродуктов в атмосферу может попадать газ **A** (реакция 1), с содержанием элемента **X** 50% по массе. Есть два пути переработки газа **A**. Во первом пути газ каталитически окисляют до вещества **Б** (реакция 2), из которого гидратацией получают важное для химической промышленности вещество **В** (реакция 3), в котором массовая доля **X** меньше в 1,531 раз, чем в **A**. Вещество **В** хорошо поглощает воду, поэтому живые организмы стараются держаться от него подальше. В природе озера с высоким содержанием **В** называют озерами смерти. Второй путь переработки газа **A** подразумевает его поглощение специальным адсорбентом **Г** (реакция 4). Известно, что **Г** получают термическим разложением минерала **Д** (реакция 5), который содержит 12 % углерода и 48 % кислорода.

1. Определите элемент **X** и формулы соединений **A–Д**. Напишите уравнения реакции (1–5).
2. Вычислите какую массу вещества **Г** нужно взять, чтобы поглотить весь газ **A**, образующийся при сгорании 2 т нефти. Эффективность данного метода составляет 25 %.
3. Рассчитайте, массу нефти, которая понадобится для получения 100 кг вещества **В**, учитывая, что выход продукта по реакции (3) составляет 99,0 %, а степень перехода **A** в **Б** достигает 91 %.

### Задача №10-3

Кристаллогидрат хлорида кобальта  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  имеет розовые кристаллы устойчивые при стандартных условиях и хорошо растворимые в воде. При нагревании эти кристаллы приобретают синюю окраску, а при охлаждении обратно розовеют. Такой эффект может быть использован для создания индикаторов, чувствительных к температуре и влажности.

Для получения чистого кристаллогидрата хлорида кобальта необходимо провести перекристаллизацию реактива  $\text{CoCl}_2$  из раствора, подкисленного соляной кислотой. Растворимость хлорида кобальта при 20 °С составляет 52,9 г на 100 г воды. Оптимальная температура для перекристаллизации равна 60 °С, в таких условиях максимальная концентрация хлорида кобальта составляет 48,4 % по массе.

1. Рассчитайте, какую массу растворителя и хлорида кобальта, содержащего 5% примесей, нужно взять, чтобы получить 20 г чистого  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  путем охлаждения раствора с 60 до 20 °С.
2. Какой цвет кристаллогидрат  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  будет иметь в среде абсолютного этилового спирта? Ответ аргументируйте.
3. Почему перекристаллизацию проводят из подкисленного раствора?

### Задача № 10-4

#### Необычные кислоты

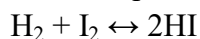
В химии кислотой можно назвать соединение, не содержащее кислотных групп или даже не содержащее атомов водорода в структуре. Такие кислоты без атомов водорода часто используются в органическом синтезе в качестве катализаторов. Соединение **X**

может быть получено как отдельно и добавлено в реакцию, так и синтезировано в процессе активации реакции. **X** получают в промышленности из металла **A** и жидкого (при н.у.) галогена **B**. Безводное соединение **X** представляет собой димер.

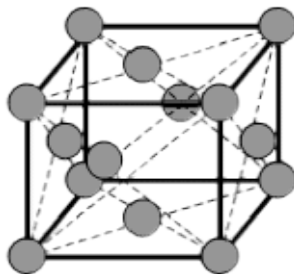
1. Запишите уравнение реакции получения **X** из металла **A** и галогена **B**. Известно, что металл **A** может проявлять зеленую, коричневую и розово-фиолетовую окраску в разных степенях окисления; в соединении **X** отношение  $\omega(A):\omega(B)=7:30$ .
2. Укажите о каких кислотах идет речь и почему их называют кислотами?
3. Запишите уравнение реакции между углеводородом, не способным обесцвечивать подкисленный раствор перманганата калия, и галогеном **B**, с участием кислоты **X**.

### Задача №10-5

Иодоводород является бесцветным газом, который нашел свое применение в качестве восстановителя в органическом и неорганическом синтезе. В лабораторной практике его получают из простых веществ согласно обратимой реакции:



Газовую смесь 3 моль водорода и 1 моль йода выдержали в закрытом сосуде объемом 5 л при 500 °С до установления равновесия. В результате реакции поглотилось 35,15 кДж тепла. Известно, что стандартная энтальпия образования иодоводорода равна 26,57 кДж/моль. В зависимости от условий выход реакции может меняться. Для ускорения реакции вводят катализаторы, состоящие из благородных металлов, один из которых имеет структуру гранецентрированной решетки (представленной на схеме) с ребром 3,803 Å и плотностью 12,41 г/см<sup>3</sup>.



1. Составьте термохимическое уравнение получения иодоводорода. Оцените выход продукта реакции. Рассчитайте константу равновесия реакции получения иодоводорода.
2. Какой металл является катализатором реакции получения иодоводорода? Ответ мотивируйте расчётами.
3. С помощью каких внешних параметров возможно увеличить выход продукта реакции?