

**Общие указания:**

- если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается;
- из предложенных шести задач оцениваются пять с наибольшим баллом.

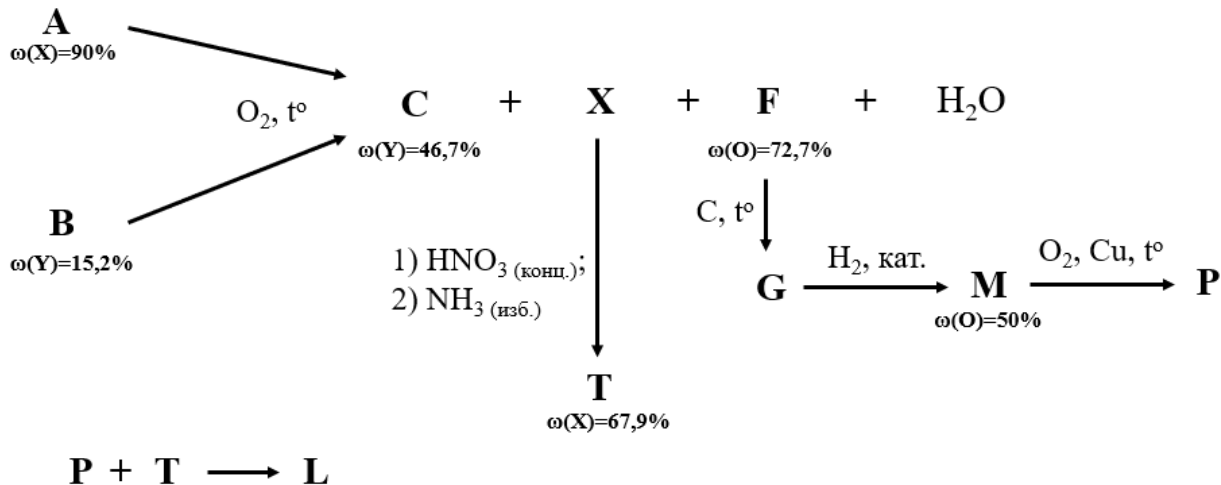
**Задача № 1.**

Имеется смесь двух веществ **A** и **B** с массовыми долями металлов  $\omega(\text{X})=90\%$  и  $\omega(\text{Y})=15,2\%$  соответственно. Известно, что в молекулах веществ **A** и **B** содержится одна тройная связь. После сжигания данных веществ (реакции 1, 2) были получены оксид **C** металла **Y** с массовой долей металла, равной 46,7%, металл **X** серебристо-белого цвета, оксид **F**  $\omega(\text{O})=72,7\%$  и вода, которую сразу же удалили из реакционной смеси. Оксид **F** нагрели в присутствии угля до получения вещества **G** (реакция 3). Вещество **G** прореагировало с водородом при нагревании и повышенном давлении газов в присутствии катализатора, при этом образовалось вещество **M** с массовой долей кислорода равной 50% (реакция 4). При окислении вещества **M** кислородом в присутствии меди и при нагревании образовалось вещество **P** (реакция 5), широко применяемое в промышленности. Металл **X** реагирует с концентрированной азотной кислотой. При обработке продукта этой реакции раствором аммиака образуется вещество **T** с массовой долей элемента **X** равной 67,9% (реакции 6, 7). Вещество **T** взаимодействует с веществом **P** с образованием соли **L** (реакция 8).

1) Определите вещества **A**, **B**, **C**, **F**, **G**, **M**, **P**, **T**, **L**, а также металлы **X** и **Y**. Рассуждения подтвердите расчетами.

2) Напишите уравнения всех приведенных реакций.

3) Приведите по одному примеру применения веществ **M** и **P** в промышленности.



### Задача № 2.

Красно-коричневое бинарное соединение **A** содержит элемент **X**, который проявляет в соединениях только одну степень окисления, отличную от нуля (массовая доля **X** составляет 32,53%). Данное соединение можно получить взаимодействием благородного металла **M** с сильным окислителем **B**, в котором массовая доля **X** равна 31,2% (реакция 1). Вещество **B** получают взаимодействием соответствующих простых веществ в особых условиях (реакция 2). При нагревании **B** разлагается с образованием двух газов **B** и **Г** (реакция 3). Газ **B** химически инертен и используется при анестезии. Вещество **B** является настолько сильным окислителем, что окисляет даже воду (реакция 4), а органические вещества разрушает полностью (реакция 5).

- 1) Определите элемент **X**, металл **M**, а также соединения **A-Г**.
- 2) Напишите уравнения всех указанных реакций. В качестве примера, иллюстрирующего взаимодействие вещества **B** с органическими соединениями, напишите уравнение реакции **B** с метаном.
- 3) Укажите условия, при которых образуется соединение **B**?

### Задача № 3.

При восстановительном озоноллизе в присутствии цинка ациклического углеводорода **X** с запахом базилика, молекула которого не содержит тройных связей, были получены три органических соединения **A**, **Б**, **В** с неразветвленным углеродным скелетом. При этом из 1 моль **X** можно получить 1 моль **A**, 1 моль **Б** и 2 моль **В**. Соединение **В** содержит один атом кислорода, а массовая доля кислорода в нем равна 53,33%. Массовые доли кислорода в соединениях **A** и **Б** соответственно равны 32% и 44,44%. Известно, что соединения **A** и **Б** вступают в галоформную реакцию с образованием иодоформа, при этом 1 моль **A** и **Б** образуют по 1 моль иодоформа. Соединения **A** и **Б** а также вступают в реакцию серебряного зеркала. Если полностью восстановить углеводород **X**, то получится разветвленный алкан **У**, у которого между двумя третичными атомами углерода содержится еще три атома углерода.

- 1) Определите соединения **A-В**, а также углеводороды **X** и **У**.
- 2) Назовите все органические вещества по номенклатуре ИЮПАК.
- 3) Приведите уравнение реакции серебряного зеркала с веществом **В** и уравнение галоформной реакции с веществом **A**.

### Задача № 4.

Некоторый газ **A** пропустили над нагретым кремнием (реакция 1), при этом масса кремния уменьшилась в три раза. Полученное вещество **Б** полностью поглотили водой, при этом наблюдали выпадение осадка **Д** (реакция 2). Осадок **Д** отделили, а на полученный раствор подействовали гидроксидом калия массой 4,48 г (реакция 3). При упаривании полученного раствора была выделена соль **Г** массой 5,96 г. Осадок **Д** прокалили, в результате было получено вещество **В** массой 1,2 г (реакция 4).

- 1) Определите газ **A**, вещества **Б**, **В**, **Г**.
- 2) Вычислите массу кремния, взятого для реакции 1.
- 3) Напишите уравнения реакций, описанных в задаче.

### Задача № 5.

Для выполнения курсовой работы было необходимо синтезировать неустойчивую в воде соль **A** и изучить ее физические и химические свойства. Для получения соли **A** используется вещество **B**, которого в лаборатории не было. В состав вещества **B** входит металл **M**, который встречается в природе в самородном виде. Для получения вещества **B** было использовано два способа. В качестве источника элемента **M** использовали вещество **B**, которое применяется для изготовления минеральных красок. Вещество **B** образует несколько кристаллогидратов **B<sub>1</sub>**, **B<sub>2</sub>** и **B<sub>3</sub>**: массовые доли серы в них составляют 17,98%, 14,95% и 12,8% соответственно.

#### 1-ый способ.

Раствор вещества **B** подвергли электролизу, при этом образовался красноватый осадок **M** (реакция 1). Его отфильтровали и нагрели в токе оксида азота (I). При этом образовалось вещество **B** и газ **Г** без цвета и без запаха (реакция 2).

#### 2-ой способ.

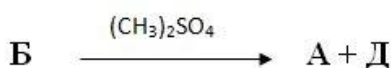
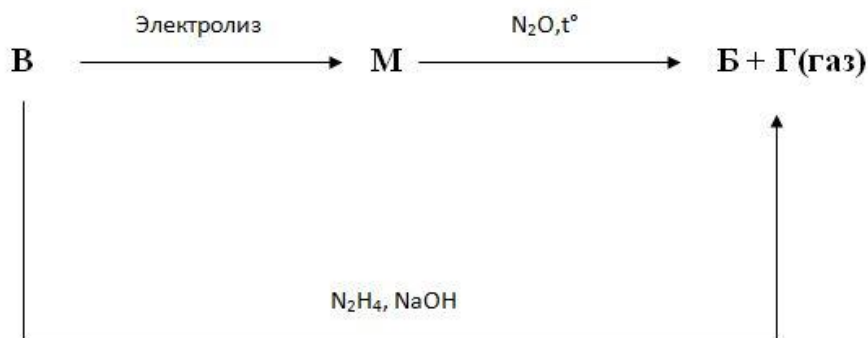
К горячему раствору вещества **B** массой 31,25 г с массовой долей **B**, равной 32%, прилили водный раствор гидразина, а затем добавили 20%-ый раствор гидроксида натрия. В результате реакции образовался газ **Г** (реакция 3). Полученный осадок вещества **B** отфильтровали и высушили. Выход реакции составил 87%.

От вещества **B**, полученного вторым способом, взяли порцию, составляющую 4% от полученной массы, и растворили в концентрированной соляной кислоте. При этом образовался бесцветный раствор, зеленеющий со временем (реакция 4).

Оставшуюся массу вещества **B** обработали диметилсульфатом при нагревании до 160 °С и получили вещество **A** (реакция 5). Реакция прошла с выходом 39%. Масса полученного вещества **A** составила 2,277 г. При этом был получен побочный летучий продукт **Д**, имеющий молярную массу, равную 46 г/моль.

Степень окисления элемента **M** в соединении **B** и в одном из сульфидных минералов одинакова. Известно, что массовая доля **M** в этом минерале равна 80%.

Схема превращений и массовые доли указаны ниже:



$$\omega\%(\text{S}) \text{ в } \mathbf{B}_1 = 17,98\%$$

$$\omega\%(\text{S}) \text{ в } \mathbf{B}_2 = 14,95\%$$

$$\omega\%(\text{S}) \text{ в } \mathbf{B}_3 = 12,8\%$$

$$\omega\%(\mathbf{M}) \text{ в } \mathbf{M}_x\mathbf{S}_y = 80\%$$

1) Определите формулы зашифрованных соединений **A**, **B**, **B<sub>1</sub>**, **B<sub>2</sub>**, **B<sub>3</sub>**, **Г**, **Д**, **M**. Ответы подтвердите расчётом.

2) Напишите все уравнения реакций.

3) Вычислите массу вещества **B**, полученного вторым способом.

### Задача № 6.

В современном химическом анализе большую роль играют инструментальные методы качественного и количественного анализа. Для определения веществ широко используется метод спектрофотометрии. Спектрофотометрия – это экспериментальный физико-химический метод, который позволяет измерить концентрацию растворенного вещества в пробе. Метод основан на измерении оптической плотности исследуемого раствора и раствора сравнения с заранее известной концентрацией целевого вещества. Для оценки результатов строится калибровочная кривая по нескольким растворам сравнения.

Перед юным химиком поставили следующую задачу: используя справочные данные и условия проведения опытов, рассчитать выход реакции получения метилового оранжевого в трех опытах.

Схема получения метилового оранжевого:

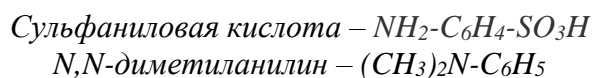
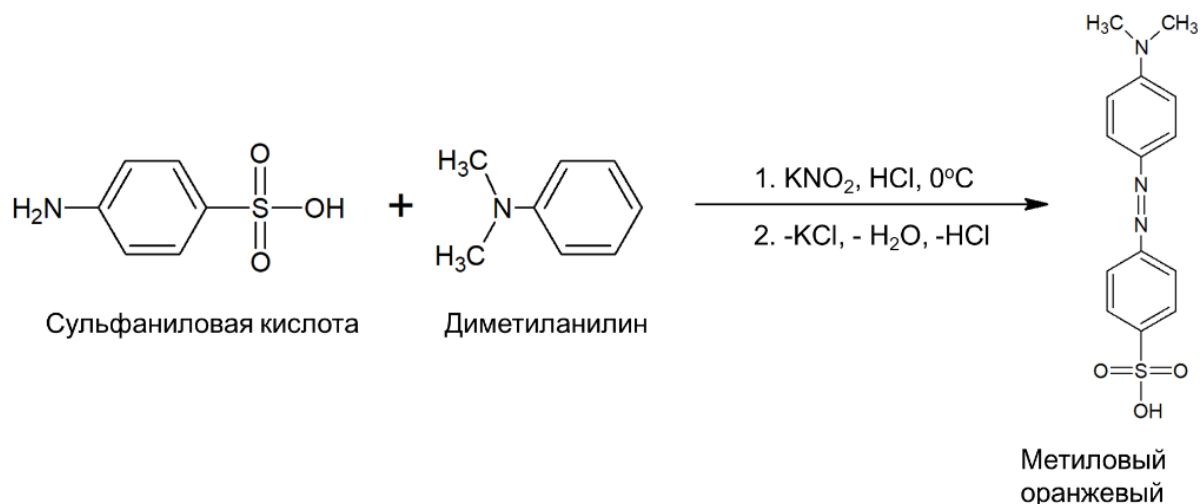


Таблица 1. Исходные данные для проведения синтеза метилового оранжевого:

№ опыта	$C(NH_2-C_6H_4-SO_3H)$ , моль/л	$V$ раствора $(NH_2-C_6H_4-SO_3H)$ , мл	$C((CH_3)_2N-C_6H_5)$ , моль/л	$V$ раствора $((CH_3)_2N-C_6H_5)$ , мл	Разбавление, раз	Оптическая плотность
1	0,3	25	0,6	2	5000	0,05712
2	0,02	12	0,01	50	120	0,38080
3	0,005	7	0,004	20	10	0,54880

При подготовке пробы к анализу полученный объем реакционной смеси после каждого опыта доводился водой до 100 мл. Из этого раствора отбиралась аликвота, которая затем разбавлялась водой (см. Табл. 1).

Таблица 2. Данные для расчетов из калибровочной кривой

Оптическая плотность	Концентрация метилового оранжевого Объем пробы 1 мл
1,12000	$4 \cdot 10^{-5}$ М
0,22400	$8 \cdot 10^{-6}$ М
0,28000	$1 \cdot 10^{-5}$ М

### Справочная информация

Основным законом, на котором основан количественный спектрофотометрический анализ, является закон Бугера-Ламберта-Бера, который устанавливает связь интенсивности поглощения и концентрации вещества в растворе.

$$A = \varepsilon * c * l.$$

Где:  $A$  – оптическая плотность;

$\varepsilon$  – молярный коэффициент поглощения, л/моль\*см;

$l$  – длина оптического пути, см;

$c$  – концентрация вещества в растворе, моль/л.

Примечание: в задаче оптический путь равен 1 см.

- 1) Определите выход метилового оранжевого в каждом опыте (калибровочную кривую строить не требуется).
- 2) Рассчитайте молярный коэффициент поглощения.
- 3) Укажите, для каких целей используется метиловый оранжевый в химическом эксперименте.
- 4) Приведите три примера веществ, которые используются для тех же целей, что и метиловый оранжевый.