

**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.

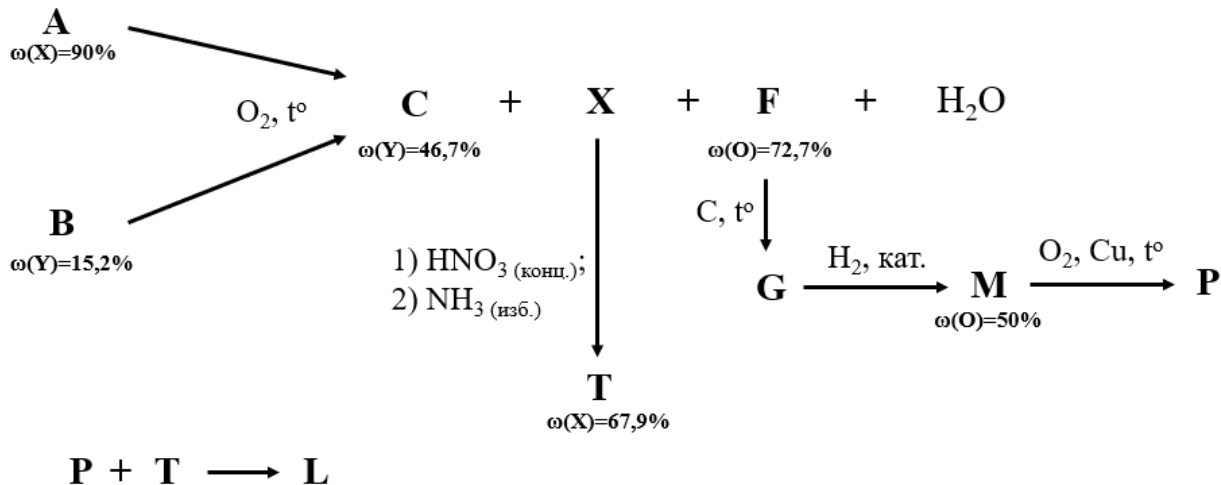
**Задача № 1.**

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.



**Решение:**

По расчету оксид **C** –  $\text{Li}_2\text{O}$ , **F** –  $\text{CO}_2$ , металл **X** не окисляется до оксида, а значит, скорее всего, **Ag**.

**A** и **B** содержат, вероятно, углерод, серебро и литий, причем **A** содержит серебро (по массе подходит), а **B** – литий. По расчету подходит **A** –  $\text{Ag}_2\text{C}_2$ , **B** –  $\text{CH}_3\text{CClLi}$ .

**G** –  $\text{CO}$ , **M** –  $\text{CH}_3\text{OH}$ , **P** –  $\text{CH}_2\text{O}$ , **T** –  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ , **L** –  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

Реакции:

- $\text{Ag}_2\text{C}_2 + 2\text{O}_2 = 2\text{Ag} + 2\text{CO}_2$ ;
- $2\text{CH}_3\text{CClLi} + 8\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + \text{Li}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$ ;
- $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ;
- $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ ;

5)  $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 = 2\text{CH}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$  (допускаются и другие реакции);

6)  $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;

7)  $\text{AgNO}_3 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ ;

8)  $\text{CH}_2\text{O} + 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 4\text{Ag} + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

**М** применяется для увеличения октанового числа бензина, в лакокрасочной промышленности, для производства формальдегида итд., **Р** – для производства фенолформальдегидных смол и другие.

Критерии:

Определение **А, В, С, F, G, М, Р, Т, L** а также металлов **Х** и **У** – по 1 баллу (всего **11 баллов**).

При отсутствии расчета там, где есть необходимость им подтвердить ответ – балл не ставить, за исключением соединений **М** и **Т**;

8 реакций – по 1 баллу (без коэффициентов – 0,5 балла, всего **8 баллов**);

Применение **М** и **Р** – по 0,5 балла (всего **1 балл**).

**Итого: 20 баллов.**

**Задача № 2.**

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

1) Определите элемент **Х**, металл **М**, а также соединения **А-Г**.

2) Напишите уравнения всех указанных реакций. В качестве примера, иллюстрирующего взаимодействие вещества **Б** с органическими соединениями, напишите уравнение реакции **Б** с метаном.

3) Укажите условия, при которых образуется соединение **Б**?

**Решение:**

Скорее всего, **Х** – это фтор, поэтому **А** можно найти расчетом –  $\text{AuF}_5$ . **Б** по расчету –  $\text{KrF}_2$ . **В** – **Kr**, **Г** –  $\text{F}_2$ .

Реакции:

1)  $2\text{Au} + 5\text{KrF}_2 = 5\text{Kr} + 2\text{AuF}_5$ ;

2)  $\text{Kr} + \text{F}_2 = \text{KrF}_2$ ;

3)  $\text{KrF}_2 = \text{Kr} + \text{F}_2$ ;

4)  $2\text{KrF}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Kr} + 4\text{HF} + \text{O}_2$ ;

5)  $4\text{KrF}_2 + \text{CH}_4 = 4\text{Kr} + \text{CF}_4 + 4\text{HF}$ .

$\text{KrF}_2$  может быть получен либо в условиях активации электрическим зарядом, либо нагреванием, либо фотохимическим методом.

Критерии:

Элемент **Х** – **1 балл**;

Вещества **А** и **Б** – по 3 балла (без расчета – по 0,5 баллов, всего **6 баллов**)

Вещества **В** и **Г** – по 1 баллу (всего **2 балла**);

5 реакций – по 2 балла (без коэффициентов – по 1 баллу, всего **10 баллов**)

Получение **Б** – **1 балл**.

**Всего: 20 баллов.**

### 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**, **B**, **B** с неразветвленным углеродным скелетом. При этом из 1 моль **X** можно получить 1 моль **A**, 1 моль **B** и 2 моль **B**. Соединение **B** содержит один атом кислорода, а массовая доля кислорода в нем равна 53,33%. Массовые доли кислорода в соединениях **A** и **B** соответственно равны 32% и 44,44%. Известно, что соединения **A** и **B** вступают в галоформную реакцию с образованием иодоформа, при этом 1 моль **A** и **B** образуют по 1 моль иодоформа. Соединения **A** и **B** а также вступают в реакцию серебряного зеркала. Если полностью восстановить углеводород **X**, то получится разветвленный алкан **Y**, у которого между двумя третичными атомами углерода содержится еще три атома углерода.

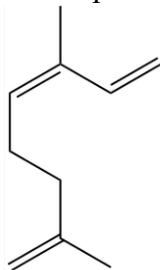
- 1) Определите соединения **A**-**B**, а также углеводороды **X** и **Y**.
- 2) Назовите все органические вещества по номенклатуре ИЮПАК.
- 3) Приведите уравнение реакции серебряного зеркала с веществом **B** и уравнение галоформной реакции с веществом **A**.

### Решение:

При восстановительном озоноллизе углеводородов образуются альдегиды и кетоны. По расчету и потому, что содержит 1 атом кислорода, **B** – формальдегид, **A** и **B** содержат по 2 атома кислорода (их углеродные скелеты должны находиться не на концах **X**). **A** (по расчету) –  $C_5H_8O_2$ , при этом содержит альдегидную группу и группу  $-C(O)-CH_3$ . Так как **A** – неразветвленное соединение, то **A** –  $CH_3C(O)CH_2CH_2CHO$  – 4-оксопентаналь.

**B** (по расчету) –  $C_3H_4O_2$ , при этом также содержит альдегидную группу и группу  $-C(O)-CH_3$ . Так как **B** – неразветвленное соединение, то **B** –  $CH_3C(O)CHO$  – 2-оксопропаналь.

По данным об алкане **Y** однозначно восстанавливается структура **X**. Это альфа-оцимен, или 2,6-диметилсектадиен-1,5,7.



Тогда **Y** – 2,6-диметилгектан.

### Реакции:



### Критерии:

Вещества **A**, **B**, **B**, **Y** – по 2 балла (всего **8 баллов**), **X** – **3 балла**;

Названия веществ – по 1 баллу (всего **5 баллов**);

Реакции – по 2 балла (без коэффициентов – 1 балл, всего **4 балла**).

**Всего: 20 баллов.**

### Задача № 4.

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

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

**Решение:**

На нейтрализацию раствора понадобилось 0,08 моль KOH и, вероятно, соль выделилась эквивалентно. То есть  $M(\Gamma) = 74,5$  г/моль, что соответствует KCl. Вероятно, газ А – хлор, а В – оксид кремния, получившийся при прокаливании кремниевой кислоты, что соответствует массе 1,2 г. Кремния прореагировало 0,02 моль, то есть 0,56 г, а значит масса изначального кремния – 0,84 г.

**Реакции:**

- 1)  $\text{Si} + 2\text{Cl}_2 = \text{SiCl}_4$ ;
- 2)  $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 4\text{HCl}$ ;
- 3)  $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- 4)  $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$

**Критерии:**

Расчет соли Г - KCl – **3 балла** (без расчета – 0 баллов);

Определение газа А – **2 балла** (без расчета хлорида калия – 1 балл);

Определение В – **2 балла** (без расчета хлорида калия – 1 балл);

Определение В – **1 балла** (расчет не обязателен);

Расчет массы кремния (прореагировавшего) – **2 балла**;

Расчет кремния, взятого изначально – **2 балла**;

Реакции – по 2 балла (без коэффициентов – по 1 баллу, всего **8 баллов**).

**Всего: 20 баллов.**

**Задача № 5.**

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

**1-ый способ.**

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

**2-ой способ.**

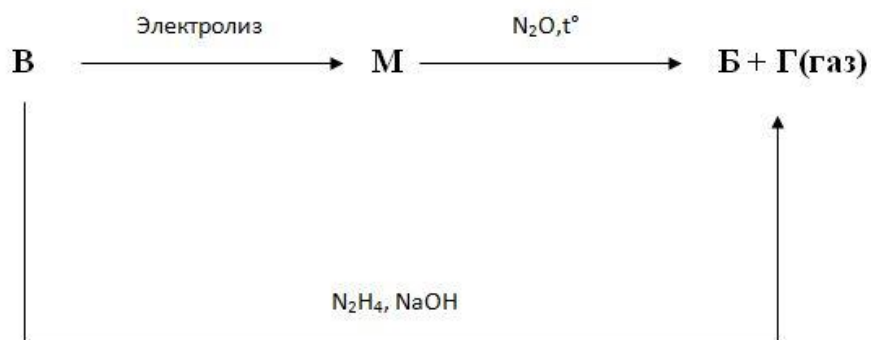
К горячему раствору вещества В массой 31,25 г с массовой долей В, равной 32%, прилили водный раствор гидразина, а затем добавили 20%-ый раствор гидроксида натрия. В результате реакции образовался газ Г (реакция 3). Полученный осадок вещества Б отфильтровали и высушили. Выход реакции составил 87%.

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

Степень окисления элемента М в соединении Б и в одном из сульфидных минералов одинакова. Известно, что массовая доля М 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 **А**, **Б**, **В**, **В<sub>1</sub>**, **В<sub>2</sub>**, **В<sub>3</sub>**, **Г**, **Д**, **М**. Ответы подтвердите расчётом.
- 2) Напишите все уравнения реакций.
- 3) Вычислите массу вещества **Б**, полученного вторым способом.

### Решение:

Так как в методике с электролизом указано, что выпадает розово-оранжевый осадок, который является металлом **М**, то можно решить, что это медь. Можно доказать, что **М** – это медь из состава сульфидного минерала:

Содержание серы в сульфидном минерале составляет  $100 - 79,9 = 20,1\%$ . Возьмем 100 г сульфидного минерала, тогда  $n(\text{S})$  в 100 г составляет 0,628 моль. Тогда молярная масса элемента **М** =  $k * 127,23$  г/моль, где  $k$  – соотношение атомов  $\text{S} : \mathbf{M}$ . Пусть степень окисления элемента **М** = 1, тогда  $k = 0,5 \Rightarrow M(\mathbf{M}) = 63,615$  г/моль, что соответствует меди. При  $k = 1$ , с.о. (**М**) = +2,  $M(\mathbf{M}) = 127,23$  г/моль, что может соответствовать теллуру, однако теллур не подходит под физико-химические свойства металла **М**. При остальных  $k$  расчеты не сходятся со значениями атомных масс элементов. Сульфидный минерал –  $\text{Cu}_2\text{S}$  (халькозин).

**В** – растворимая соль меди, в ее составе содержится медь. На основе этих рассуждений предположим, что это сульфат. Тогда  $M_1(n\text{H}_2\text{O}) = 18$  г/моль;  $M_2(n\text{H}_2\text{O}) = 54$  г/моль;  $M_3(n\text{H}_2\text{O}) = 90$  г/моль  $\Rightarrow \mathbf{B}_1 - \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\mathbf{B}_2 - \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\mathbf{B}_3 - \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Так как в халькозине присутствует медь(I), то и в **Б** она тоже есть. При нагревании меди с  $\text{N}_2\text{O}$  образуется бесцветный газ – это азот. Использование  $\text{N}_2\text{O}$  в методике вместо более распространенного  $\text{O}_2$  объясняется получением продукта с неполным окислением (оксид меди (I)). Предположение об оксиде меди (I) подтверждается химическими свойствами: растворение в  $\text{HCl}$  с образованием бесцветного раствора и получение из сульфата восстановлением гидразином. Пожелтение раствора хлоридного комплекса меди(I) происходит из-за окисления меди до с.о. +2 кислородом воздуха. **Б** -  $\text{Cu}_2\text{O}$ . **Г** –  $\text{N}_2$ .

Масса  $\text{Cu}_2\text{O}$ , полученного в реакции, рассчитывается исходя из уравнения реакции, выхода и массовой доли раствора:  $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 3,9$  г.

После опыта с  $\text{HCl}$  осталось  $24/25 * 3,9$  г = 3,744 г. Количество прореагировавшего по основной реакции  $\text{Cu}_2\text{O}$  составляет  $0,39 * 3,744$  г / (143 г/моль) = 0,01021 моль (1,47 г). Летучий продукт, который можно было бы предположить из реакции оксида меди (I) с диметилсульфатом, вероятнее всего, должен иметь метильные группы, так как оксид серы (IV) не подходит по молярной массе, а медь и её соединения нелетучи. Одно из применений

диметилсульфата - реагент для обмена катионов на метильные группы. Тогда летучий продукт Д –  $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ , а безводная соль А –  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ . Рассуждения можно проверить:  $M(\text{A}) = m(\text{A}) / n(\text{Cu}_2\text{O}) = 223,02 \text{ г/моль}$ . Молярная масса А соответствует молярной массе сульфата меди (I).

Реакции:

- 1)  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$
- 2)  $2\text{Cu} + \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2$
- 3)  $4\text{CuSO}_4 + \text{N}_2\text{H}_4 + 8\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{Cu}_2\text{O} + (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cu}_2\text{SO}_4 + (\text{CH}_3)_2\text{O}$

Критерии:

Определение меди – **3 балла** (без подтверждения расчетом, но по физическим признакам – 1 балл; без обоснования – 0,5 баллов);

Определение В – 0,5 баллов, В<sub>1</sub>-В<sub>3</sub> – по 0,5 баллов (без расчета – суммарно 0,5 баллов, всего **2 балла**)

Определение Б – **0,5 баллов**, Г – **0,5 баллов**;

Определение массы  $\text{Cu}_2\text{O}$ , полученного в реакции – **3 балла**;

Определение А – **4 балла** (без подтверждения расчетом – 0,5 баллов), Д – **1 балл**

Реакции 1, 2, 3, 5 – по 1 баллу (без коэффициентов – по 0,5 баллов, всего **4 балла**).

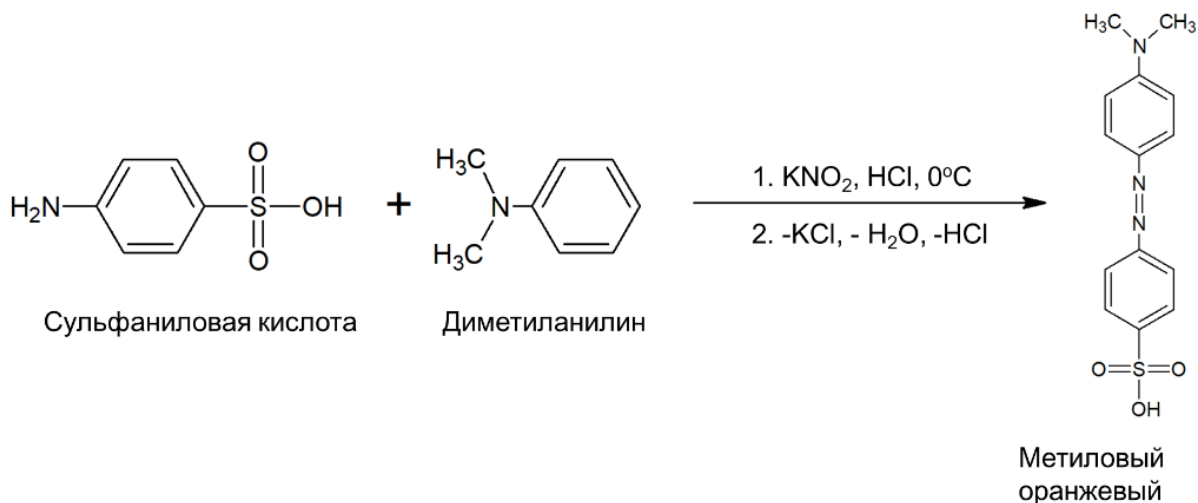
Реакция 4 – **2 балла** (без коэффициентов – 1 балл; если в продуктах указан  $\text{CuCl}$ , то 1 балл, без коэффициентов – 0,5 баллов). **Всего: 20 баллов.**

**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:*



Сульфаниловая кислота –  $\text{NH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{H}$   
 N,N-диметиланилин –  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$

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<br>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.

### Решение:

1-2) Для начала посмотрим на приведенную химическую реакцию, из которой видно, что сульфаниловая кислоты и диметиланилин реагируют 1:1.

Далее следует, исходя из таблицы проведенных синтезов, рассчитать количество реагентов в каждом опыте:

| № Опыта | n(Сульфаниловой кислоты), моль            | n(Диметиланилин), моль |
|---------|---|------------------------|
| 1       | $25 \cdot 0,3 / 1000 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ | $1,20 \cdot 10^{-3}$   |
| 2       | $2,40 \cdot 10^{-4}$                      | $5,00 \cdot 10^{-4}$   |
| 3       | $3,50 \cdot 10^{-5}$                      | $8,00 \cdot 10^{-5}$   |

Так как реакции следует рассчитывать по недостатку то далее рассматриваем наименьшие количества вещества из пары.

| № Опыта | n(Полученное в реакции), моль | C(Метилового оранжевого) в 100 мл |
|---------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1       | $1,20 \cdot 10^{-3}$          | $1,20 \cdot 10^{-2}$              |
| 2       | $2,40 \cdot 10^{-4}$          | $2,40 \cdot 10^{-3}$              |
| 3       | $3,50 \cdot 10^{-5}$          | $3,50 \cdot 10^{-4}$              |

Теперь следует учесть разбавление:

Полученные концентрации после разбавления

| № Опыта | n(После разбавления), моль |
|---------|----------------------------|
| 1       | $2,4 \cdot 10^{-6}$        |
| 2       | $2,0 \cdot 10^{-5}$        |
| 3       | $3,5 \cdot 10^{-5}$        |

Далее оценим, какое значение интенсивности поглощения должны были бы быть, если бы выход был 100%. Посчитать молярный коэффициент поглощения для метилового оранжевого можно, исходя из закона Бугера-Ламберта-Бера:

$$\varepsilon = \frac{A}{c \cdot l}$$

Следовательно,  $\varepsilon = 2.8 \cdot 10^4$  л/моль\*см.

Далее рассчитываем оптическую плотность при 100% выходе

| № Опыта | Оптическая плотность |
|---------|----------------------|
| 1       | 0,06720              |
| 2       | 0,56000              |
| 3       | 0,98000              |

Следовательно, выход по каждому опыту численно равен отношению оптических плотностей для каждого опыта относительно теоретического:

| № Опыта | Выход |
|---------|-------|
| 1       | 85%   |
| 2       | 68%   |
| 3       | 56%   |

3) Широкое применение метилового оранжевого обусловлено его индикаторными свойствами. Также возможностью необратимого окисления в методах потенциометрического титрования.

4) Примеры веществ: Лакмус, Тимоловый синий, Фенолфталеин, Ализариновый желтый и т.д.

Критерии:

Количества веществ в изначальных растворах – **3 балла**;

Количества веществ после разбавления – **3 балла**;

Молярный коэффициент поглощения – **3 балла**;

Оптическая плотность для каждого из растворов – **3 балла**;

Выход по каждому из опытов – **3 балла**;

Применение метилового оранжевого – **2 балла**;

Примеры веществ – **3 балла** (по баллу за пример).

**Всего: 20 баллов.**