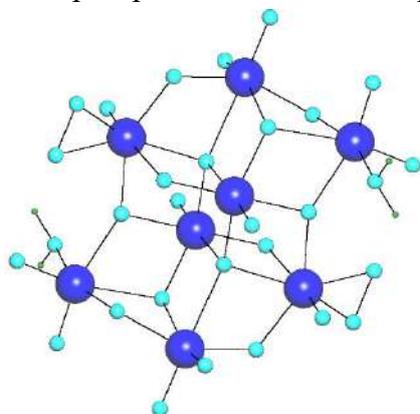


1.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Металл **М** кристаллизуется в структурном типе α -Fe (ОЦК решетка, атомы находятся в вершинах и в центре кубической элементарной ячейки), причем кратчайшее межатомное расстояние $d(\text{M}-\text{M})$ составляет $2,726\text{\AA}$, плотность металла равна $10,22\text{ г/см}^3$. При нагревании порошкообразного металла **М** в кислороде происходит воспламенение с образованием оксида **А** (реакция 1). Кристаллическая структура **А** построена из октаэдров MO_6 , объединенных по всем вершинам таким образом, что каждый атом кислорода является мостиковым, соединяя два атома **М** ($\text{M}-\text{O}-\text{M}$). Взаимодействие оксида **А** с концентрированным водным раствором аммиака в присутствии этанола приводит к образованию соли **В** (реакция 2), содержащей в своей структуре только тетраэдрические катионы и анионы. При растворении соли **В** в подкисленном азотной кислотой водном растворе пероксида водорода образуется желтый раствор, при медленном испарении которого кристаллизуется комплекс **С**, содержащий



анионы, структура которых представлена на рисунке (реакция 3). В элементарной ячейке комплекса (ее объем равен $1468,25\text{ \AA}^3$) содержатся 2 формульных единицы. Плотность кристаллов **С** составляет $3,157\text{ г/см}^3$.

1. Определите формулы **М**, **А**, **В**. Запишите координационную формулу аниона, выделив лиганды и указав его заряд (т.е. в виде $[\text{M}_x\text{O}_y(\text{L}_1)_z(\text{L}_2)_q]^r$). Определите состав **С**, уточнив гидратный состав этого комплекса.

2. Напишите уравнения реакций 1–3. Уравнивание обязательно!

Задача №11-2

Элемент **Х** относительно редко встречается во Вселенной, так как не образуется в процессе ядерного синтеза в звездах. Одним из самых распространенных минералов, образованных **Х**, на Земле является **У** (14 мас.% оксида **Х**, 19% оксида алюминия, 67% диоксида кремния), название которого созвучно названию элемента **Х**.

Взаимодействие раскаленного тонкоизмельченного простого вещества **Х** с воздухом приводит к образованию смеси двух бинарных соединений **X₁** и **X₂** (реакции 1 и 2), причем молярная масса **X₁** меньше, чем у **X₂** в 2,2 раз. Эти вещества при нагревании взаимодействуют с соляной кислотой с получением соли **X₃** (реакции 3 и 4), а также с избытком раствора гидроксида натрия с получением соединения **X₄** (реакции 5 и 6). При пропускании газообразного фтора над раскаленным простым веществом **Х** образуется соединение **X₅** (реакция 7), которое может реагировать с расплавом фторида натрия (реакция 8) или с магнием (реакция 9). Реакцию 9 можно использовать для получения простого вещества **Х**, причем для полного восстановления 2,35 г **X₅** требуется 1,2 г магния.

1. Определите элемент **Х**, ответ подтвердите расчетом.

2. Определите формулу минерала **У**. Как он называется? Каковы области его применения?

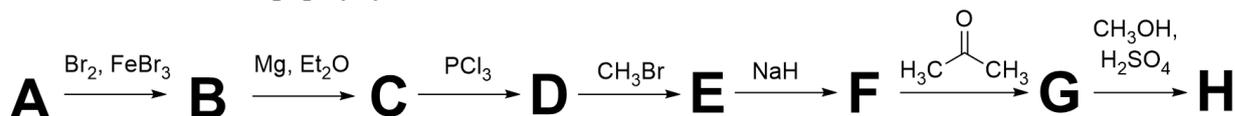
3. Установите формулы веществ **X₁** – **X₅**.

4. Напишите уравнения реакций 1–9.

Задача №11-3

Реакция Виттига или олефинирование Виттига представляет собой химическую реакцию альдегида или кетона с реагентом Виттига, к которым можно отнести вещество **F**. Реакции Виттига чаще всего используются для превращения альдегидов и кетонов в класс соединений, к которым относится вещество **G**. В реакцию Виттига вступают даже стерически затрудненные кетоны, например камфора (см рисунок). За открытие данной реакции Георг Виттиг получил Нобелевскую премию в 1979 году.

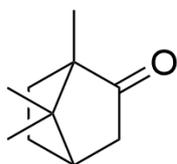
На следующей странице представлена цепочка превращений, которая начинается с вещества **A** с массовой долей углерода, равной 92,26%. Известно, что вещество **C** вступает в реакцию с PCl_3 в соотношении 3:1, массовая доля фосфора в соединении **E** составляет 8,68%, а вещество **H** имеет формулу $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$.



1. Приведите структурные формулы веществ **A–H**.

2. Какие вещества можно использовать вместо гидрида натрия в процессе превращения вещества **E** в **F**? Приведите два примера из разных классов веществ.

3. Напишите уравнение реакции превращения камфоры под действием реагента **F**.



Камфора

Задача №11-4

Использование углекислого газа в органическом синтезе представлено большим разнообразием реакций. На схеме представлено несколько синтезов с использованием двуокиси углерода.

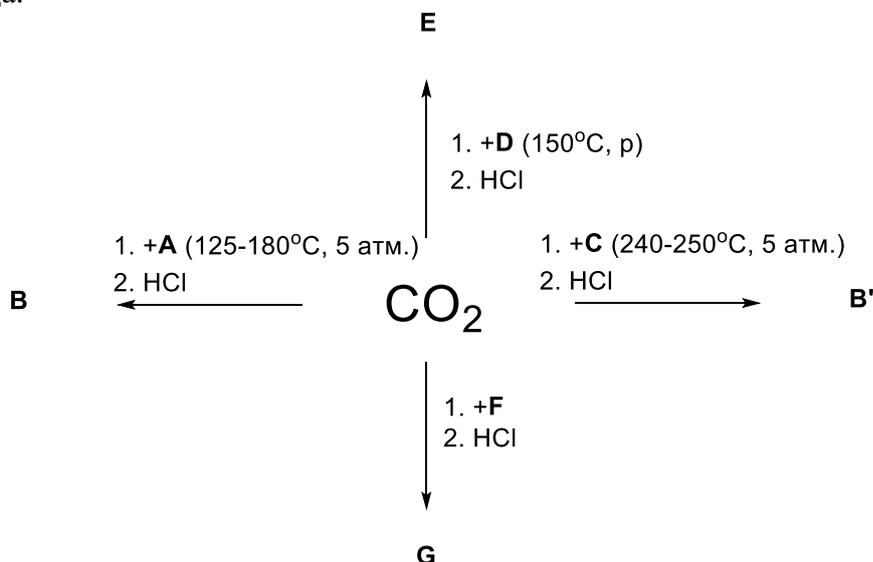


Схема получения F :	Схема получения A и C :
$\text{H} \xrightarrow[\text{(C}_2\text{H}_5)_2\text{O}]{\text{Mg}} \text{F}$	$\text{A} \xleftarrow{\text{NaOH}} \text{I} \xrightarrow{\text{KOH}} \text{C}$

Массовая доля CO_2 в конечных соединениях:

B	B'	E	G
31,88%	31,88%	95,65%	36,07%

1. Напишите все реакции, описанные в схемах. Известно, что соединение **I** можно получить из кумола, а соединение **D** содержит 2,5% водорода.

Задача №11-5

В закрытом замкнутом сосуде при 130°C смешали CO и Cl₂ в эквимолярном соотношении, при этом образовалось вещество X. Через 5 минут после начала реакции давление в системе оказалось в два раза больше атмосферного, при этом скорость образования X равна $2,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л·мин.

При хранении X или CO в стальных емкостях, например при длительном нахождении в минах, образуется вещество Y, содержащее 28.57% железа по массе. Y – желтая жидкость, которая на свету фотокаталитически разлагается.

1. Установите формулы X и Y. Укажите, где и для чего раньше применялся X.
2. Напишите уравнения реакций CO с хлором и железом.
3. Рассчитайте давление хлора в исходной смеси (Па) и его исходную концентрацию в моль/л.
4. Напишите уравнения реакций X с водой, раствором NaOH и нашатырным спиртом.