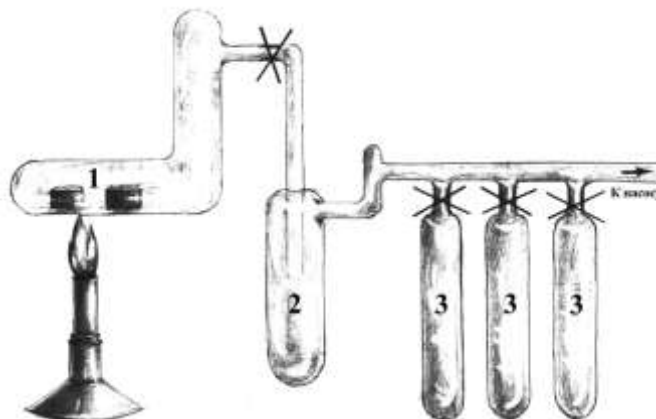


*Десятый класс*Задача 10-1

Для получения простого вещества **X** можно использовать следующий метод. Вещество **A** оранжевого цвета перемешивается с порошком металла **B**. (Хотя согласно уравнению реакции для получения 1,00 г **X** необходимо 1,81 г **A** и 0,69 г **B**, на практике используется двадцатикратный избыток **B**). Полученная смесь спрессовывается в палочки, которые нагревают до 400 °С в приборе, представляющем собой кварцевую трубку **1**, соединенную с охлаждаемой ловушкой **2**, ампулами для сбора продукта **3** и высоковакуумным насосом. Все части прибора соединяются путем спаивания без использования шлифов. Реакция **A** и **B** сопровождается повышением температуры в трубке до 600 °С. Пары выделяющегося в ходе реакции вещества **X** конденсируются в ловушке, а также на холодных частях соединительных трубок в виде зеркального налета, который необходимо удалять путем нагревания. Когда в кварцевой трубке больше не остается жидкости, нагревание прекращают и отпаивают кварцевую трубку от ловушки, не отключая вакуумный насос, а затем отгоняют продукт из ловушки в ампулы. Заполненные веществом **X** ампулы отпаивают и хранят до использования. (Места отпайки обозначены крестами на рисунке).

1. Не производя вычислений, ответьте, для получения простых веществ какой группы предназначена вышеописанная установка. Ответ обоснуйте.

После окончания реакции в трубке остаются два оксида и избыток непрореагировавшего **B**. В индивидуальном состоянии один из этих оксидов

представляет собой зеленый, а другой белый порошок.

2. Определите формулы всех зашифрованных соединений, запишите уравнение реакции.

Большой избыток **В** позволяет избежать побочной реакции, приводящей к загрязнению продукта.

3. Запишите уравнения реакций, приводящих к загрязнению продукта, одна из которых протекает в кварцевой трубке, а другая – в приемнике. Почему это загрязнение не удастся полностью устранить путем перегонки?

Чистое вещество **Х** используется, например, для получения соединения **У** в реакции с сурьмой.

4. Запишите уравнение этой реакции. На каком свойстве вещества **У**, возникающем под действием электромагнитного излучения, основано его основное применение? Это свойство присуще и веществу **Х**.

Задача 10-2

Элемент **Х** образует высшие галогениды **А**, **Б**, **В**. В лаборатории чистый газообразный **А** синтезируют из органической соли **Г**, содержащей 37,55 % **С**, 2,62% **Н** в своем составе. При ее разложении образуется органическое вещество **Д** и смесь **А** с некоторым химически инертным газом **У** в соотношении 1:1, которая при 300 К и 1 атм имеет плотность 1,946 г/л (ρ_1) (*реакция 1*). После пропускания этой смеси через воду плотность уменьшается до 1,138 г/л (ρ_2) (при той же температуре и давлении) (*реакция 2*).

Приведенный способ, тем не менее, не является наиболее часто используемым: чаще всего для получения **А** используют реакцию оксида элемента **Х** с минералом **З** и концентрированной серной кислотой (*реакция 3*).

Для получения в лаборатории газообразного **Б** и жидкого **В** достаточно провести обменную реакцию **А** с соответствующим галогенидом алюминия (*реакции 4 и 5*). В промышленности **Б** получают галогенированием оксида элемента **Х** в присутствии угля (*реакция 6*).

При смешивании между собой **А**, **Б** и **В** легко вступают в обменные

реакции, причем в смеси быстро устанавливается равновесие. На первой стадии при этом образуется интермедиат (промежуточное вещество с коротким временем жизни, образующееся в ходе химической реакции и затем реагирующие далее до продуктов реакции), движущим механизмом образования которого является то, что все эти соединения – кислоты Льюиса (кислота Льюиса – соединение, один из атомов в молекуле которого имеет незанятую электронную орбиталь).

Вопросы:

1. Определите соединения **A** – **D**, газ **Y**, минерал **Z**. Приведите расчеты, проведенные Вами в ходе установления формул веществ. Назовите минерал **Z**.

2. Запишите уравнения *реакций 1 – 6*.

3. Предположите строение промежуточного соединения в реакциях обмена между **A** и **B**.

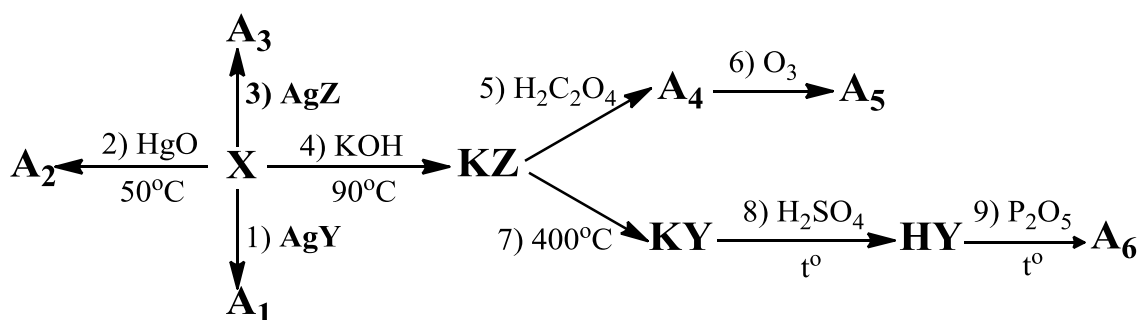
4. Предложите исходные вещества для синтеза четвертого, не упомянутого в задаче высшего галогенида **X**. Запишите соответствующее уравнение реакции.

Существуют и иные галогениды **X**. Например, хлорид **E**, молекула которого состоит из 8 атомов, представляет собой светлое желто-зеленое вещество. **E** вступает в ряд интересных реакций: с $(\text{CH}_3)_3\text{SnH}$ (восстановитель) **E** дает водородное соединение **Ж** (81,10% **X** по массе), которое содержит столько же атомов **X** в молекуле, сколько и **E**. А при реакции с трет-бутиллитием **E** дает стеклообразный **З**, содержащий такое же число атомов **X** в молекуле. **З** имеет тетраэдрическую симметрию.

5. Определите галогенид **E**, вещества **Ж** и **З**. Приведите структурную формулу **З**.

Задача 10-3

Бинарные соединения A_n , элементов (1) и (2) получают в соответствии с представленной схемой:



Информация о разности массовых долей элементов (1) и (2) в их составе, а также о некоторых физических свойствах приведена в таблице:

Вещество	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
$\omega_1 - \omega_2, \%$	5,2	63,2	19,3	5,2	-15	-22,4
Свойства	св.-жёлт. жидкость	жёлтый газ	неустойчив	жёлтый газ	красно- бур. жидкость	бесцв. жидкость

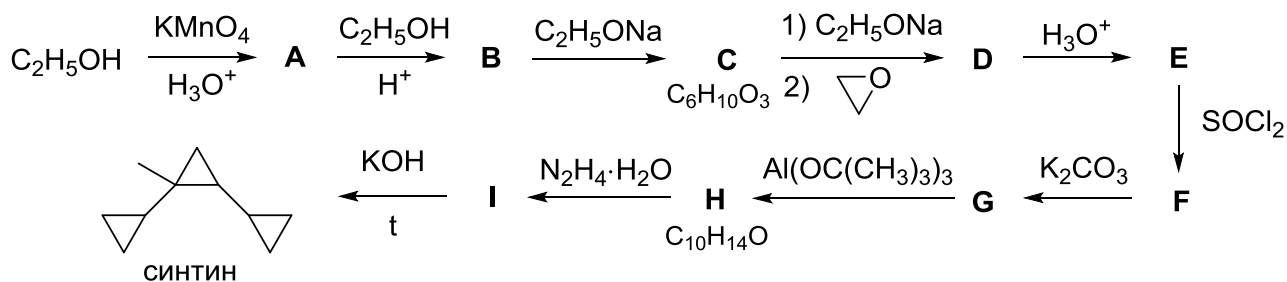
Вопросы:

1. Определите вещества A₁ – A₆. Изобразите структурные формулы веществ A₁ – A₆. Напишите уравнения всех реакций, представленных на схеме (9 реакций).
2. При получении вещества KY необходимо тщательно очистить KZ от возможных примесей. Приведите уравнение побочной реакции, происходящей при разложении KZ.
3. Составьте уравнение реакции, протекающей между Na₂[Pb(OH)₄] и A₄.

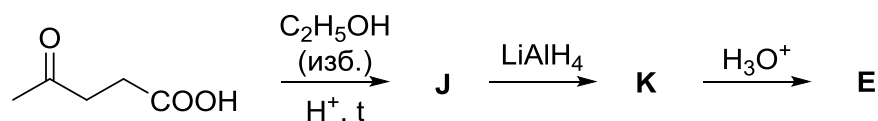
Задача 10-4

В 1960 г. советскими учеными в качестве высокоэнергетического ракетного топлива был разработан **синтин** - 1-метил-1,2-дициклопропилциклопропан. В 1980–1990-х гг. он использовался как топливо в ракете-носителе «Союз-У2», в разгонных блоках «ДМ» и двигателе корабля «Буран». На фоне других жидких ракетных топлив синтин выделяется большой удельной теплотой сгорания, высокой плотностью, текучестью и чрезвычайной химической стабильностью – его срок хранения практически неограничен. Однако после распада СССР из-за высокой стоимости его производство было прекращено.

Ниже приведена схема синтеза синтина из этанола:



Вещество **E** может быть получено также из левулиновой кислоты, продукта переработки биомассы, по следующей схеме:



1. Напишите структурные формулы соединений **A–K**, учитывая, что превращение **G** в **H** представляет собой альдольно-кетоновую конденсацию.

2. При использовании указанного метода синтеза синтин образуется в виде смеси изомеров в соотношении 56:44 с преобладанием *цис*-продукта, который менее стабилен, чем *транс*-изомер на 2.5 кДж/моль. Стандартная теплота образования этой смеси, использовавшейся в качестве топлива, равна -133.0 кДж/моль. Определите, чему равны стандартные теплоты образования каждого изомера синтина.

3. Запишите уравнение реакции сгорания синтина в кислороде. Определите мольный тепловой эффект сгорания синтина и количество теплоты, выделяющейся при сгорании 1 кг синтина, полученного по приведённой схеме.

Стандартные теплоты образования: газообразной воды: 241.8 кДж/моль, а углекислого газа: 393.5 кДж/моль. (Зависимостью теплоты образования от температуры следует пренебречь)

Задача 10-5

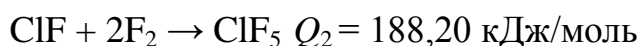
Энергия связи – это положительная величина, равная энергии, которую необходимо затратить на разрыв 1 моль связей данного типа. Как в этой задаче, так и во многих других расчетах, под энергией связи понимается средняя энергия разрыва всех связей данного типа в молекуле.

В термодимических расчётах, связанных с органическими реакциями,

часто применяют приближение, согласно которому энергия связи С–Х для какого-либо вида атомов Х не отличается в различных соединениях. Это приближение часто оказывается оправданным.

Однако далеко не всегда такое приближение срабатывает для неорганических соединений. Так, энергия связи Cl–F в различных фторидах хлора сильно отличается: в ClF₃ она на 14,2 % больше, чем в ClF₅, и на 31,2 % меньше, чем в ClF.

1. Исходя из данных теплот реакций, определите средние энергии связи Cl–F в трёх фторидах хлора, а также энергию связи в молекуле F₂.



2. Зная, что энергия связи в молекуле хлора равна 242,6 кДж/моль, определите теплоты образования трёх фторидов хлора.

При реакциях фтора с хлором при разных соотношениях реагентов получают разные фториды хлора или их смеси. На выход каждого фторида влияют его термохимические характеристики.

3. Равновесный выход какого фторида хлора будет увеличиваться по сравнению с равновесными выходами других продуктов при увеличении температуры проведения реакции? Ответ объясните.

В сосуд объёмом 0,750 л поместили смесь хлора с фтором, которая при температуре 300 К создавала давление 1,502 бар. Смесь нагрели, подвергли облучению светом, после чего охладили до 280 К. Конечные давление и плотность при 280 К составили 0,788 бар и 2,781 г/л соответственно. Известно, что в конечном состоянии в сосуде содержалось 4 газообразных вещества, из которых одно – простое.

4. Определите, какое именно простое вещество содержалось в сосуде после опыта, если количество полученного ClF₅ меньше количеств других фторидов хлора. Ответ объясните. Определите количество этого простого вещества до и после опыта.

5. Определите количества всех сложных веществ в конечной смеси, если известно, что количество выделившейся за счёт химических процессов теплоты равно 3,144 кДж. В решении приведите Ваши расчёты.