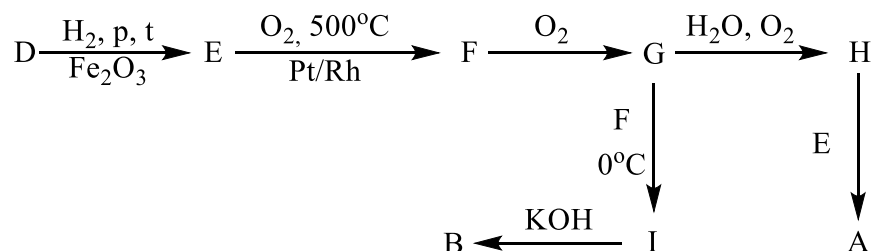


ПРОЕКТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

10 класс

Задача №1

Раствор вещества **A**, состоящего из атомов трех элементов, смешали с раствором вещества **B** и нагрели, при этом в растворе осталось только вещество **C** и выделился бесцветный газ **D**. Оказалось, что из газа **D** можно синтезировать вещество **A**, но для этого он должен пройти следующую цепочку превращений:



Вещества **B** и **C**, как оказалось, имеют одинаковый качественный состав, газ **E** окрашивает влажную лакмусовую бумажку в синий цвет, а в веществе **H** массовая доля одного из элементов составляет 22.22%.

Вопросы:

1. Определите вещества **A-I** и напишите уравнения всех происходящих в задаче реакций.
2. Что произойдет с газом **E**, если его сжигать в кислороде без использования платинового катализатора?

Задача №2

Однажды химику-десятикласснику попался на глаза некий минерал оранжево-красного цвета из коллекции минералов. Описание гласило, что минерал нашли на Урале, он практически полностью растворяется в воде и обладает немного жгучим горько-соленым вкусом. Химику стало очень интересно, что это за минерал, и он решил его проанализировать.

Для начала он растворил этот минерал в воде, и на дне оказалось совсем немного нерастворившегося осадка. Масса осадка составляла меньше 1% от массы минерала, поэтому химик решил не обращать на осадок внимание и анализировал только раствор. Он смочил этим раствором платиновую проволочку и внес в пламя, при этом пламя приобрело желтый цвет. Далее химик решил прибавить к раствору минерала растворы нитрата бария и нитрата серебра, в первом случае ничего не произошло, а во втором случае выпал белый творожистый осадок. Белый творожистый осадок растворялся в растворе аммиака. Также раствор минерала не реагировал с соляной кислотой и гидроксидом калия.

Затем химик приготовил новый раствор минерала, немного его упарил, и после этого выкристаллизовались прозрачные кристаллы. Химик растворил их в воде и полученным раствором смочил проволочку, после чего внес ее в пламя. Внезапно пламя приобрело не желтый цвет, а слегка фиолетовый, что сильно удивило химика.

Вопросы:

1. Напишите уравнения всех реакций, происходящих в задаче.
2. Предположите, каким мог быть качественный состав минерала. Известно, что минерал имеет в своем составе вещество, которое есть практически у каждого из вас дома.
3. Напишите, почему минерал мог иметь такой цвет.
4. Предположите, с чем могло быть связано изменение цвета пламени.

Задача №3

Первые ядерные испытания были проведены Соединёнными Штатами 16 июля 1945 года на полигоне «Аламогордо» в штате Нью-Мексико, в рамках небезызвестного Манхэттенского проекта. Данное событие дало старт новой вехе в истории человеческой науки, однако не являлось уникальным: “ядерные грибы” то и дело вырастали в разных местах вплоть до запрета в 1996 году.

Однако ничто не проходит бесследно: помимо человеческих жертв, случаев лучевой болезни и онкологических заболеваний, обильное количество испытаний изменило саму природу. В результате атмосфера оказалась загрязнена частицами различных короткоживущих изотопов.

Сделаем небольшое лирическое отступление: одно из самых важных семейств конструкционных сплавов **X** в то время изготавливалось по так называемому бессемеровскому процессу. Для этого используется другой сплав **Y**: для простоты предположим, что он является твердым раствором с содержанием неметаллического элемента **B**, равным 2,18%, остальную долю занимает металл **A**. Опять же, для простоты рассмотрим процесс изготовления **Y** с точки зрения индивидуальных веществ: оксид **C**, содержащийся в минерале **Z** и включающий в себя элемент **A** ($\omega(A) = 70\%$), восстанавливается простым веществом **B**, в результате чего получается сплав **Y**.

Далее для перехода от **Y** к **X** используется выше упомянутый бессемеровский процесс, суть которого заключается в продувке сжатого воздуха (атмосферного или обогащенного кислородом) через расплав **Y**, при этом расплав становится расплавом **X**.

Возвращаясь к основной теме: ученые заметили, что сплав **X**, выплавленный после первых испытаний ядерного оружия, непригоден для изготовления точной дозиметрической и радиометрической техники, поскольку техника, изготовленная из такого сплава, дает неправильные результаты измерений. Ваша задача — разобраться, что обнаружили ученые и ответить на вопросы задачи.

Вопросы:

1. Укажите названия семейств сплавов **X**, **Y** (оба обозначения скрывают за собой семейства сплавов), назовите элементы **A** и **B**, если известно, что один из изотопов **B** также используется для определения возраста биологических объектов. Укажите формулу вещества **C**, состав подтвердите расчетом.
2. Укажите название минерала **Z**.
3. Что по своей сути представляет собой бессемеровский процесс? Какова роль воздуха в нем?
4. Какие обстоятельства сделали **X** непригодным для изготовления точной техники?
5. Известно, что для решения проблемы предлагалось простое и элегантное решение: использовать **X**, изготовленный до испытаний, но в данный момент не

использующийся. Попробуйте назвать источник, из которого предполагалось брать **X**, если известно, что в течение XX века произошло две мировых войны?

Задача №4

Соединение **A** используется в качестве смазочного материала уже порядка 50 лет. Его получают при нагреве диоксида элемента **Э** с сероводородом при 400°C. Соединение **A** при сплавлении с сульфидом натрия даёт соединение **Б**, массовая доля натрия в котором равна 19,33%.

1. Определите элемент **Э**, вещества **A** и **Б**.

A является устойчивым по отношению к агрессивным средам и температуре смазочным материалом, но даже его можно разрушить. В горячей концентрированной азотной кислоте **A** окисляется с образованием оксида **В**.

2. Напишите реакцию окисления **A** в азотной кислоте.

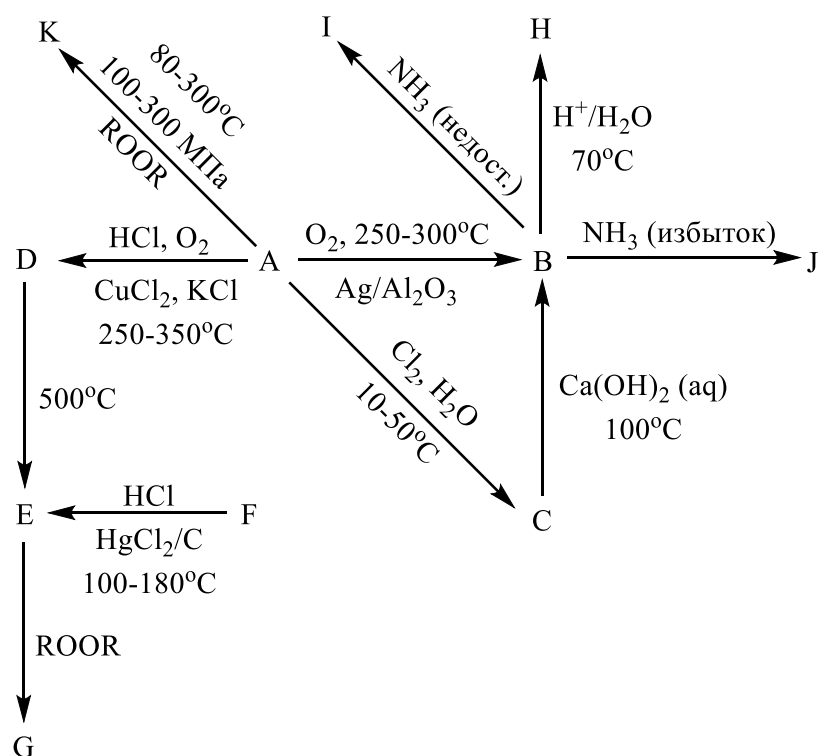
В можно использовать для получения соединения с интересной структурой. Сначала **В** нагревают с CCl_4 , при этом получается **Г**, хлор и углекислый газ. Затем **Г** нагревают в атмосфере угарного газа (давление 28 МПа, температура 200°C) с железной стружкой. Полученное соединение **Д** реагирует с уксусной кислотой с образованием соединения **X**, которое имеет структуру “китайского фонарика” и необычную четверную связь **Э-Э**.

3. Определите неизвестные вещества и степень окисления в **X**. Известно, что из 1 г **В** можно получить максимум 1.90 г вещества **Г**.

4. Напишите все реакции, протекающие в задаче.

Задача №5

Одним из самых часто используемых углеводородов является алкен **A**. Он используется в большом количестве производственных процессов, что иллюстрирует цепочка превращений:



В данной цепочке:

- F также является углеводородом
- массовая доля углерода в веществе A в 1.57 раз больше, чем в веществе B
- H используется в антифризах

Вопросы:

1. Определите вещества A-K.
2. Определите, какой из процессов получения вещества B из A более выгодный, напрямую или через вещество C. Какие отходы получают в каждом из процессов?

Задача №6

There are three things you can watch forever:

fire, water and other people working

Английская пословица

Ясным зимним днём юный химик Колбочкин вместе с родителями отправился на каникулы в горы. На курорте всё вокруг было усыпано снегом и льдом, с неба падали искрящиеся снежинки – всё это невероятно заинтересовало исследователя, и он решил чуть более подробно остановиться на свойствах столь удивительного вещества – обычной воды.

При атмосферном давлении при температурах ниже 0°C она замерзает, превращаясь в кристаллы льда I_h , обладающие гексагональной элементарной ячейкой

($V = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 c$) с параметрами $a = 451,4$ пм и $c = 735,2$ пм, в которой находятся 12 молекул воды.

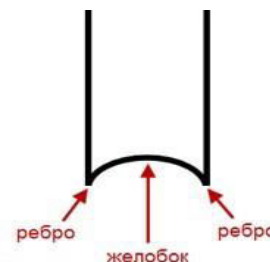
1. Рассчитайте плотность льда I_h , исходя из кристаллографических данных.

Высокая удельная теплота плавления льда, превосходящая соответствующие значения для большинства веществ, служит важным фактором в обороте тепла на Земле. Например, чтобы растопить 1 кг льда или снега, потребуется столько же тепла, сколько и для нагревания такой же массы жидкой воды на 80°C .

2. Рассчитайте энтальпию плавления льда, если известно, что теплоёмкость жидкой воды составляет $c = 4,184 \text{ Дж/г} \cdot \text{К}$

Во время активного отдыха на коньках юный химик Колбочкин невольно заметил, что температура плавления воды зависит от внешнего давления, которое оказывается на лёд. Проведя подробный литературный обзор, он обратил внимание на уравнение Клаузиуса-Клапейрона, которое позволило ему досконально разобраться в данном вопросе.

3. Рассчитайте температуру плавления льда под юным исследователем массой 60 кг на коньках длиной 30 см и толщиной ребра 50 мкм (см. рисунок). Плотность жидкой воды составляет 1000 кг/м^3 , ускорение свободного падения примите равным $9,81 \text{ м/с}^2$.



Дополнительная информация:

Зависимость температуры плавления воды от давления подчиняется уравнению Клаузиуса-Клапейрона:

$$p_2 - p_1 = \frac{\Delta H_{\text{пл}}}{M \left(\frac{1}{\rho_{\text{ж}}} - \frac{1}{\rho_{\text{ТВ}}} \right)} \ln \frac{T_2}{T_1},$$

где p – давление, T – температура, $\Delta H_{\text{пл}}$ – энтальпия плавления вещества, M – его молярная масса.