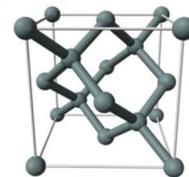


1.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Элемент **X** широко распространен в земной коре (27,2 мас.%). Вместе на **X** и кислород приходится каждые четыре атома из пяти, находящихся вблизи земной поверхности. Элемент никогда не встречается в свободном состоянии в виде простого вещества, он всегда связан с кислородом и, за несколькими исключениями, имеет координационное число 4. Структурные единицы $\{XO_4\}$ могут существовать в виде отдельных частиц или соединяться, образуя цепи, ленты, кольца, слои или трехмерные каркасы.

1. Определите элемент **X**, если известно, что его простое вещество с плотностью $2,33 \text{ г/см}^3$ кристаллизуется в структуре алмаза с ребром элементарной ячейки $a_0=0,543 \text{ нм}$.



При пропускании над нагретым **X** сухого хлороводорода образуется бесцветная подвижная жидкость **A**, похожая на хлороформ (реакция 1). Жидкость **A** является хорошим восстановителем и может выделять водород из воды (реакция 2). При травлении оксида **B**, полученного при реакции 2, фтороводородом при 350°C образуется бесцветный токсичный газ **C** (реакция 3). При пропускании **C** через горячий раствор воды образуется оксид **B** и сильная кислота (реакция 4). Растворяя аморфный **B** в концентрированном растворе гидроксида натрия образуется соль **D** (реакция 5). Известно, что соль **D** хорошо растворяется в воде за счет сильного гидролиза по аниону. Также оксид **B** можно сплавить при 1000°C с гидроксидом натрия, при этом образуется соль **E** (реакция 6).

2. Напишите уравнения описанных реакций и тривиальное название **B**.
3. Определите pH $0,1 \text{ M}$ раствора соли **E**, если известны константы диссоциации для кислоты, соответствующей аниону соли **E**, по I и II ступени: $2,2 \times 10^{-10}$, $1,6 \times 10^{-12}$.

Задача №10-2

Простое вещество **A** желтого цвета при обычных условиях является твердым, а при нагревании превращается в вязкую жидкость, которая при резком охлаждении превращается в темно-коричневое резиноподобное вещество со временем превращающееся обратно в желтый порошок.

Растворение вещества **A** в горячем концентрированном растворе гидроксида натрия (реакция 1), приводит к образованию солей **B** (58,97 мас. % натрия) и **C**, которые при действии на них разбавленного раствора H_2SO_4 выделяют газы **D** и **E** соответственно (реакции 2 и 3). Газы **D** и **E** имеют специфический неприятный запах, их молярные массы различаются в 1,882 раз. Газ **E** также можно получить при сжигании **A** (реакция 4), а в присутствии катализатора

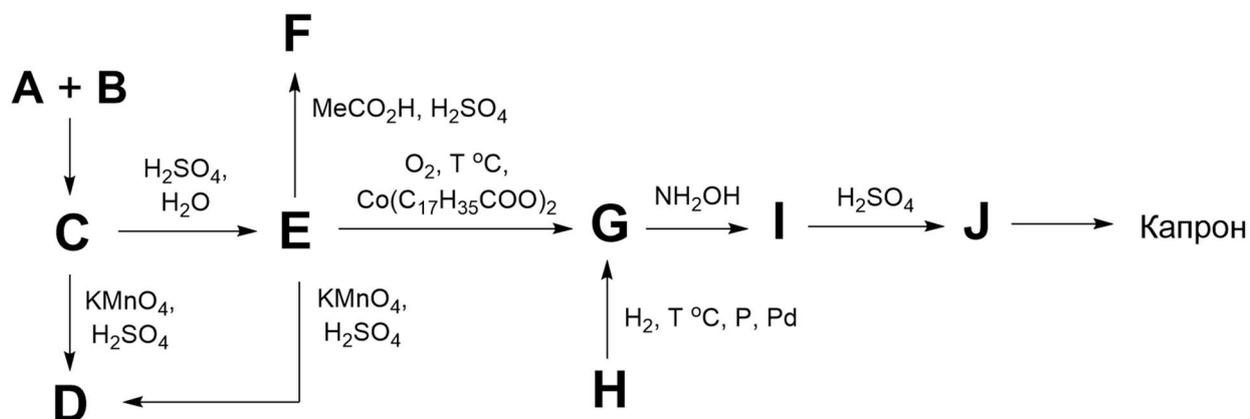
Е окисляется до вещества F (реакция 5). Реакция между веществами F и D в эфирном растворе приводит к неустойчивой кислоте G (реакция 6). При пропускании газа E через избыток раствора гидроксида натрия образуется соль C (реакция 7), а при кипячении раствора соли C с веществом A образуется H – соль кислоты G (реакция 8).

1. Установите формулы веществ A – H.
2. Напишите молекулярную и структурную формулы наиболее устойчивой модификации вещества A, если известно, что ее молярная масса ровно в 4 раза больше, чем у вещества E. Как называется резиноподобная модификация A, описанная в задаче?
3. Напишите уравнения реакций 1–8.

Задача №10-3

Капрон – синтетическое полимерное волокно, получаемое из нефти, бело-прозрачное, очень прочное вещество. Его эластичность значительно превышает шёлковую. Капроновая нить диаметром 0,1 миллиметра выдерживает нагрузку в 0,55 килограмма. Из капрона изготавливают канаты, рыболовные сети, леску, гитарные струны, фильтровальные материалы, кордную ткань (например, для автомобильных шин), а также штапельные ткани, чулки и другие бытовые товары. Из капроновых нитей шьют одежду, которая стоит намного дешевле, чем одежда из натуральных природных материалов. Из кордной ткани делают каркасы авто- и авиапокрышек. Будучи термопластичной, капроновая смола используется и в качестве пластмассы для изготовления деталей машин и механизмов — зубчатых колёс, втулок, подшипников и тому подобного, отличающихся большой прочностью и износостойкостью. В обувной промышленности СССР из капроновой смолы изготавливались износостойкие подметки и подошвы под торговым названием перлон (Perlon).

Данная схема предлагает получение капрона из различных соединений. Соединение C содержит 87,73% углерода, из соединений A и B его можно получить с помощью реакции Дильса-Альдера. Соединение A содержит 88,82% углерода и 11,18% водорода, соединение B содержит 85,63% углерода и 14,37% водорода, используется для стимулирования созревания плодов. При окислении соединения C с помощью перманганата калия в сернокислой среде получается единственное соединение D, которое может отщеплять воду под действием фосфорного ангидрида с образованием соединения, которое содержит 56,25% углерода и 6,29% водорода.



1. Напишите формулы и названия веществ A-J, схемы уравнений реакций, описанных в схеме.
2. Нарисуйте формулу капрона.

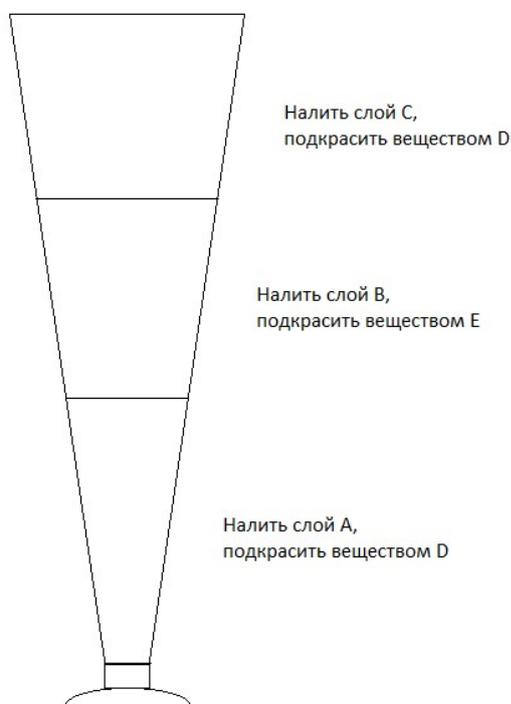
Задача №10-4

Во время подготовки к лабораторным работам инженер-химик Вячеслав перегонял петролейный эфир (смесь алканов с т.кип. 40-80°C). В легкой фракции он обнаружил жидкие алканы **A** и **B**, молярные массы которых отличаются в 1,194 раз. Массовые доли водорода в этих алканах составляют 16,667 и 16,279%, а теплоты их сгорания равны 3540 и 4200 кДж/моль соответственно. Вячеслав взял навеску 3,74 г смеси **A+B** и сжег ее, при этом было получено 183,6 кДж теплоты.

1. Установите брутто-формулы алканов **A** и **B**.
2. Изобразите структурные формулы всех изомеров **A**. Для изомера, имеющего третичный атом углерода, напишите схему реакции фотохимического хлорирования с образованием всех возможных монохлорпроизводных. Назовите все продукты по номенклатуре ИЮПАК.
3. Напишите термохимические уравнения сгорания **A** и **B**.
4. Рассчитайте объемные доли (%) веществ **A** и **B** в сожженной смеси.
5. Рассчитайте, какую массу данной смеси нужно сжечь, чтобы полученного тепла хватило на нагрев 1 л воды от 25°C до кипения (теплоемкость воды = 4,2 кДж/кг·K), КПД процесса теплопередачи примите равным 1.

Задача №10-5

При подготовке к демонстрационным опытам инженер Дмитрий нашел описание увлекательного эксперимента, основанного на разности плотностей жидкостей – Химический коктейль. В описании опыта говорилось, что для его проведения понадобятся органические жидкости **A** и **C**, и неорганические вещества **D** и **E**, и 10% водный раствор соединения **B**. Ниже была приведена картинка, демонстрирующая порядок формирования слоев:



О веществах **A-E** известно следующее:

A – имеет плотность 1,48 г/мл, является продуктом радикальной реакции хлорирования алканов, в 19 веке использовался в качестве наркоза, на воздухе способен образовывать фосген.

B – очень хорошо растворимый в воде неорганический газ, для получения которого в промышленности применяют катализатор из пористого железа. Кроме того, раствор **B** является неотъемлемой частью аптечки.

C – имеет плотность 0,9 г/мл, не смешивается с водой. Часто применяется в качестве растворителя для клеев и лаков. Одним из способов получения **C** является взаимодействие этанола и этенона (простейший кетен).

D – твердое кристаллическое вещество, впервые было получено в 1811

году (по одной из версий - при участии кошки), может применяться для обнаружения

отпечатков пальцев на бумаге. В лаборатории **D** можно получить при нагревании смеси серной кислоты, диоксида марганца и натриевой соли с $M=150$ г/моль.

E – голубые кристаллы, при нагревании которых образуется бесцветное вещество, используемое в количественном анализе для определения выделяющейся воды.

1. *Напишите формулы веществ **A-E**.*
2. *Напишите уравнения описанных реакций: перехода **A** в фосген, получения **C**, лабораторного получения **D** и взаимодействия **B** и **E** во втором слое коктейля.*
3. *В какие цвета будут окрашены слои коктейля?*