Задания 9 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №9-1

173,6 г KOH растворили в 300 мл воды, после чего добавили 29,7 г $Zn(OH)_2$ и после полного растворения последнего довели объем раствора до 0,5 л. К 1,0 мл приготовленного раствора добавили 20 мл раствора хлороводородной кислоты с неизвестной концентрацией. Молярная концентрация ионов водорода в полученном растворе равна 0,05 моль/л.

1. *Напишите уравнения всех проведенных реакций. Рассчитайте количества моль растворенных веществ в 0,5 л и в 1 мл приготовленного раствора (до добавления хлороводородной кислоты).*
2. *Вычислите молярную концентрацию использованного раствора хлороводородной кислоты.*

Задача №9-2

Для простых веществ, образованных элементом **X**, характерно явление полиморфизма. Одна из модификаций (*модификация 1*) имеет полимерную структуру, причем атомы **X** расположены в вершинах и центре кубической элементарной ячейки с параметром 2,7941 Å (1 Å = 10^{-10} м). Плотность этой модификации 12,02 г/см^3.

Две другие модификации имеют молекулярную структуру и состоят из циклических молекул $\mathbf{X_n}$ и $\mathbf{X_m}$. В элементарной ячейке (V = 953,9 Å^3) *модификации 2* содержится четыре молекулы $\mathbf{X_n}$, а в элементарной ячейке (V = 503,1 Å^3) *модификации 3* – три молекулы $\mathbf{X_m}$. Плотность *модификаций 2 и 3* – 4,4 и 4,695 г/см^3 соответственно.

Сжигание **X** в атмосфере NO_2 приводит к образованию оксида (*реакция 1*), который с легкостью растворяется в воде, образуя кислоту (*реакция 2*). Эту кислоту также можно получить, окисляя **X** разбавленной азотной кислотой (*реакция 3*). Взаимодействие полученной кислоты с концентрированным раствором пероксида водорода приводит к образованию кислоты **K**, содержащей **X** в высшей степени окисления (*реакция 4*), и способной растворять металлическое золото (*реакция 5*).

Из водного раствора оксокислоты **K** могут кристаллизоваться два соединения (**Y** и **Z**). Соединение **Y** имеет плотность 2,6703 г/см^3 и содержит в элементарной ячейке объемом 810,85 Å^3 восемь молекул. В элементарной ячейке (V = 728,27 Å^3) соединения **Z** содержится четыре молекулы, а плотность **Z** равна 1,9795 г/см^3.

1. *Определите элемент **X** и состав молекул X_n и X_m.*
2. *Определите формулы соединений **Y** и **Z** напишите эти формулы в «молекулярном виде» и с указанием ионов, составляющих кристаллическую структуру. Учтите, что в структуре **Y** содержатся протонированные анионы кислоты **K**, а в структуре **Z** – только непротонированные анионы.*
3. *Напишите уравнения реакций 1–5.*

Задача №9-3

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 **E** 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 №9-4

Сложное вещество **A** применяется для обработки лабораторий, медицинских помещений благодаря своим обеззараживающим свойствам, также вещество **A** можно применять в качестве отбеливающего агента. Вещество **A** можно получить пропусканием газа **B** через водный раствор соединения **C**. Вещество **A** содержит 31,5% металла, 12,6% кислорода и 55,9% галогена по массе. Соединение **C** содержит 54,1% металла, 43,2% кислорода, 2,7% водорода по мас-

се. Соли металла, который содержится в указанных веществах, дают красно-кирпичное окрашивание пламени.

1. *Напишите формулы соединений **A**, **B**, **C**, реакцию получения соединения **C** из соединений **A** и **B**.*

Вещество **A** можно записать в виде смеси нескольких соединений, два из которых являются солями. Одна из них, соль $\mathbf{A^1}$ обладает высокими гигроскопическими свойствами, содержит 36% металла, 64% галогена по массе. Свои отбеливающие и дезинфицирующие свойства вещество **A** проявляет благодаря соли $\mathbf{A^2}$, которая содержит 28,0% металла, 49,7% галогена по массе.

2. *Напишите формулы солей A^1, A^2, дайте их названия.*
3. *За счет чего соль A^2 проявляет свои отбеливающие и дезинфицирующие свойства? Подтвердите свой ответ уравнением/уравнениями реакций.*

В 1792 химиком Бертолле была впервые получена жавелевая вода, также обладающая отбеливающими свойствами, в результате пропускания недавно открытого газа **B** через водный раствор соединения **D**, которое используется для приготовления жидкого мыла. Металл, ионы которого входят в состав соединения **D**, нельзя получить электролизом водного раствора соли, соли металла **D** дают фиолетовое окрашивание пламени. В дальнейшем была получена более дешевая версия жавеловой воды, которая называлась лабарракова вода. При получении лабарраковой воды использовалось соединение **E**, которое содержит 57,5% металла, 40% кислорода, 2,5% водорода по массе, оно относится к одному классу соединений вместе с **C** и **D**.

4. *Напишите формулы соединений **D**, **E**, дайте их названия.*
5. *Напишите реакции получения лабарраковой и жавелевой вод, назовите образующиеся соединения.*

Задача №9-5

Бесцветное кристаллическое соединение **X** образуется из простых веществ **Y** и **Z** при 500–700ºC (1), плавится при 692ºC, а при электролизе его расплава (2), как и при достижении 850ºC разлагается на исходные вещества (3). **X** умеренно растворяется в диэтиловом эфире и реагирует в его среде с хлоридом алюминия давая комплексное соединение (4). **X** бурно реагирует с водой, давая щелочной раствор и исходный газ **Z** с плотностью по гелию 0,5 (5). Пропускание через полученный щелочной раствор углекислого газа дает осадок карбоната **Y** (6), в котором на долю аниона приходится 81,21 %. Взаимодействие **X** с азотом при 450ºC приводит к образованию аммиака и нитрида **Y**, содержащего 40,206 % азота (7). Реакция **X** с оксидом кремния при 200ºC дает элементарный

кремний, исходный газ и соль **Y**, в которой массовая доля метасиликат-иона составляет 84,57 %, (8).

*1. По представленным в условии свойствам и приведенным данным, используя расчеты, определите и назовите вещества **Y** и **Z**, образующие соединение **X**, назовите его, напишите уравнения всех описываемых реакций, не забыв представить процессы на электродах при электролизе расплава.*

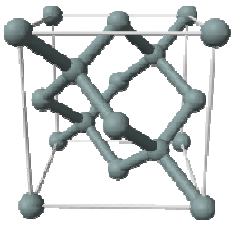
.

Задания 10 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

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 {$\boldsymbol{X}O_4$} 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 г/см^3 кристаллизуется в структуре алмаза с ребром элементарной ячейки a_0=0,543 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 М раствора соли **E**, если известны константы диссоциации для кислоты, соответствующей аниону соли **E**, по I и II ступени: $2{,}2\times10^{-10}$, $1{,}6\times10^{-12}$.*

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 **E** 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*).

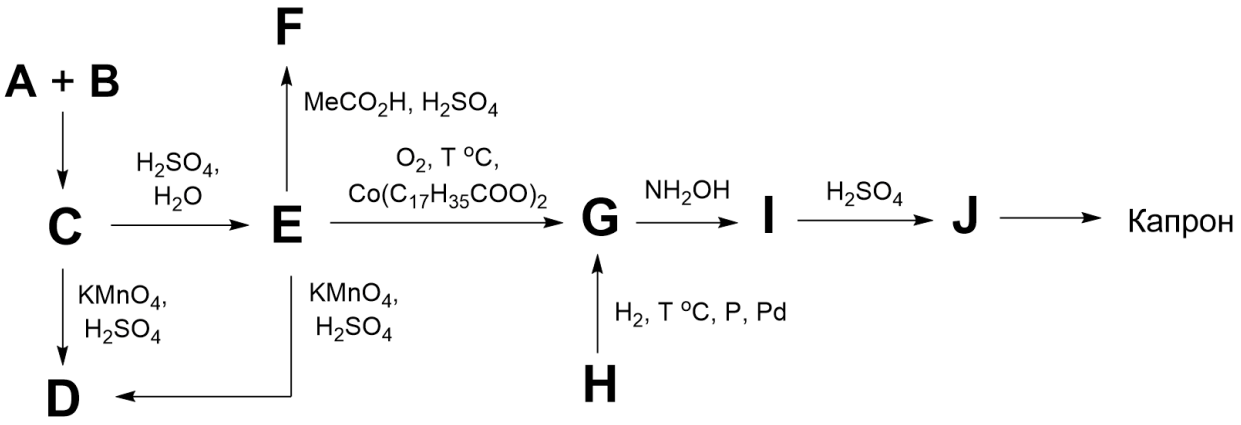
1. *Установите формулы веществ **A** – **H**.*
2. *Напишите молекулярную и структурную формулы наиболее устойчивой модификации вещества **A**, если известно, что ее молярная масса ровно в 4 раза больше, чем у вещества **E**. Как называется резиноподобная модификация **A**, описанная в задаче?*
3. *Напишите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

Задача №10-3

Капрон – синтетическое полимерное волокно, получаемое из нефти, белопрозрачное, 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 подмётки 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.*

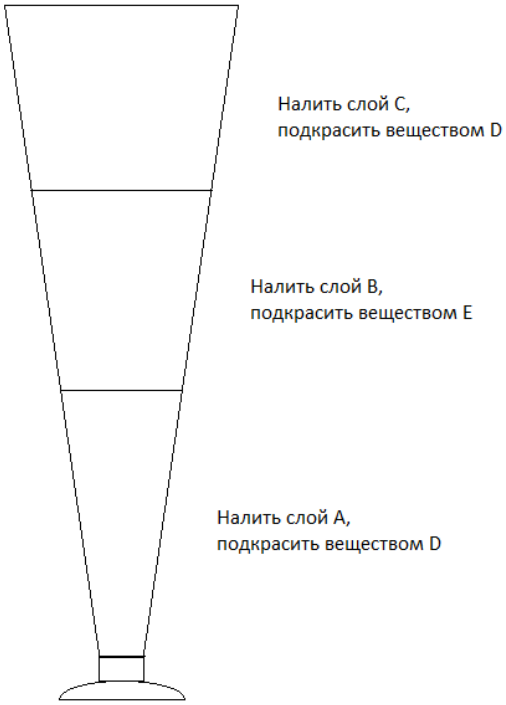
Задача №10-4

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 **А** и **Б**, 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 **А+Б** и сжег ее, при этом было получено 183,6 кДж теплоты.

1. *Установите брутто-формулы алканов **А** и **Б**.*
2. *Изобразите структурные формулы всех изомеров **А**. 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 **А** и **Б**.*
4. *Рассчитайте объемные доли (%) веществ **А** и **Б** 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·К), 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?*

Задания 11 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

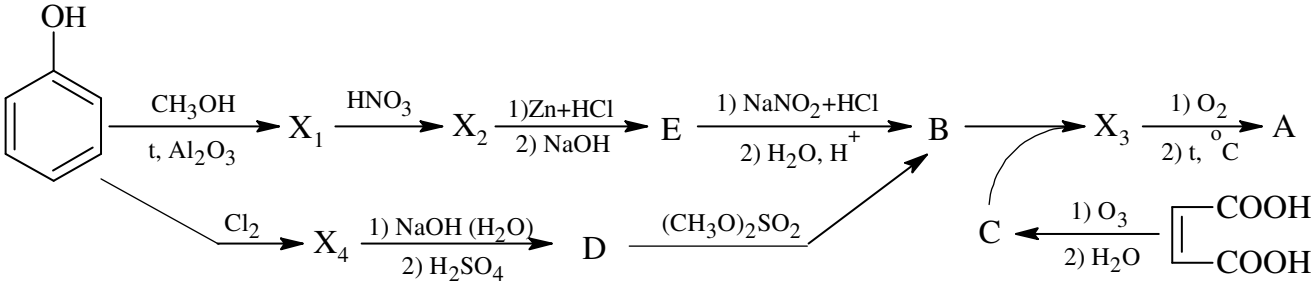
Задача №11-1

Вещество **A**, незаменимая добавка во многие кондитерские изделия, может быть выделено из плодов растения *Vanilia planifolia*, что является единственным способом производства натурального **A**. В середине XX века предложено несколько синтетических способов получения вещества **A**, в том числе взаимодействием гваякола (**B**) и глиоксиловой кислоты (**C**), окислением полученного продукта кислородом и его последующего декарбоксилирования.

Глиоксиловую кислоту производят гидролизом продукта озонолиза малеиновой кислоты, а гваякол может быть получен при перегонке смолы бакатутового дерева, распространенного на Антильских островах и Ямайке. В промышленности гваякол получают метилированием пирокатехина (**D**), а в лаборатории – диазотированием о-анизидина (**E**) с последующим разложением диазосоединения водой. О-анизидин в свою очередь может быть получен нитрованием анизола с последующим восстановлением продукта реакции атомарным водородом. Анизол можно получить взаимодействием фенола и метанола при 200ºC в присутствии оксида алюминия.

Пирокатехин (**D**) в промышленности получают из фенола, путем его хлорирования, последующего разделения образовавшихся изомеров ректификацией и обработкой нужного изомера раствором гидроксида натрия в автоклаве.

Все описанные выше реакции можно представить следующей схемой:



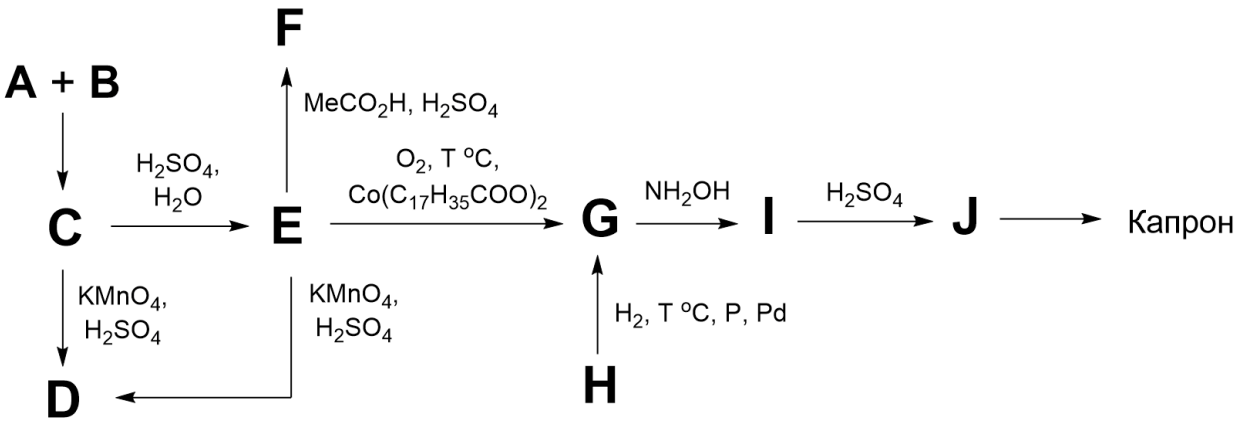
1. *Напишите структурные формулы веществ **A–E** и назовите их по номенклатуре ИЮПАК, если известно, что реакция взаимодействия **B** и **C** является реакцией электрофильного замещения.*
2. *Напишите схемы уравнений реакций, описанных в тексте задачи.*

Задача №11-2

Капрон – синтетическое полимерное волокно, получаемое из нефти, белопрозрачное, 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 подмётки 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 №11-3

Наиболее известным катализатором при синтезе серного ангидрида является оксид ванадия (V), но существует и гомогенный катализатор ***X***, обеспечивающий высокую скорость синтеза. Об ***X*** известно, что он является простей-

шим нейромедиатором, состоит из двух атомов и содержит по массе 46,67% одного из элементов.

1. *Определите неизвестный катализатор* ***X****.*
2. *Предположите механизм действия катализатора и напишите уравнения реакций синтеза серного ангидрида.*

Самопроизвольное протекание процесса определяется двумя факторами: энтальпийным, связанным с изменением энтальпии системы, и энтропийным, обусловленным изменением степени хаоса, беспорядка системы в следствии химической реакции. Разностью данных термодинамических факторов является ***функция*** состояния системы, называемая энергией Гиббса.

$$\Delta_r G = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ$$

3. *Рассчитайте энергию Гиббса при стандартных условиях для реакции синтеза ангидрида серной кислоты, если известны следующие термодинамические величины. Изобразите график зависимости энергии Гиббса от температуры. Определите, при какой температуре установится равновесие.*

$\Delta_f H^\circ(SO_{2\,(г)})$	*-296,9 кДж/моль*
$\Delta_f H^\circ(SO_{3\,(г)})$	*-395,2 кДж/моль*
$S^\circ(SO_{2\,(г)})$	*248,1 Дж/моль×К*
$S^\circ(SO_{3\,(г)})$	*256,2 Дж/моль×К*
$S^\circ(O_{2\,(г)})$	*205,0 Дж/моль×К*

При изменении давления энергия Гиббса меняется следующим образом:

$$G_{T,p} = G_T + RT\ln(p)$$

где p – давление, выраженное в атмосферах;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура протекания процесса.

4. *Зная это, определите в каких пределах может лежать начальное давление SO_3, чтобы равновесие реакции синтеза было смещено в сторону продукта, при начальных давлениях SO_2 и O_2, равных 1 атм и температуре 100°C.*

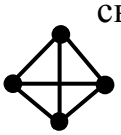
Задача №11-4

В соответствии с правилом 18 электронов, наиболее стабильными комплексами являются соединения с 18-электронной валентной оболочкой у центрального атома переходного металла. Указанное правило позволяет предска-

зать состав многих комплексов, например, зная, что лиганд CO является донором 2 электронов, можно утверждать, что устойчивый карбонил железа должен иметь состав $Fe(CO)_5$ (на орбиталях атома железа имеется 8 электронов ($4s^2 3d^6$), тогда для формирования 18-электронной оболочки необходимо присоединить 5 лигандов CO, предоставляющих 8 электронов).

1. *Определите заряд Z стабильного комплекса $[Ir(C_5H_5)(CO)_3]^Z$, считая, что циклические полиены (C_nH_n) являются донорами n электронов.*

Карбонилы металлов часто образуют кластерные соединения, содержащие связи металл-металл. Для определения устойчивости кластеров во многих случаях можно использовать модифицированное правило 18 электронов, в соответствии с которым, число валентных электронов определяется по формуле N = 18n – 2a, где n – количество атомов металла в остове кластера, a – количество связей металл-металл. Например, соединение с простейшей формулой $Ir(CO)_3$ (с позиций правила 18 электронов такой состав неустойчив, т.к. содержит только 9+6=15 электронов) является кластером с тетраэдрическим остовом (рис.). В таком кластере n = 4, a = 6, N = 18·4 – 2·6 = 60. Действительно, $[Ir_4(CO)_{12}]$ содержит 9·4 + 12·2 = 60 валентных электронов.



2. *Установите истинный состав карбонила с простейшей формулой $Os(CO)_4$, на основании следующих данных: плотность кристаллов кластера составляет 3.5217 г/см^3, а в элементарной ячейке объемом 1710.15 Å^3 содержится 3 молекулы.*
3. *Предложите строение остова карбонила с простейшей формулой $Os(CO)_4$, основываясь на модифицированном правиле 18 электронов.*
4. *Пентакарбонил железа достаточно легко окисляется, в частности, кислородом воздуха (реакция 1) или соляной кислотой (реакция 2). Металлический натрий восстанавливает $Fe(CO)_5$ (реакция 3). Напишите уравнения указанных реакций, состав железосодержащего продукта реакции 3 установите с помощью правила 18 электронов.*

Задача №11-5

В 1903 году инженер металлургического завода Dürener Metallwerke AG Альфред Вильм обнаружил, что изделия из сплава металлов **А** и **Б** характеризуются большей прочностью и твердостью в сравнении с чистым металлом **А**, но при этом сохраняют его пластичность. Позднее установлено, что сплавы **А** с другими металлами обладают подобными свойствами, поэтому с начала 1920х годов они стали основным конструкционным материалом в самолетостроении.

Для анализа 2,50 г сплава, состоящего из металлов **А** и **Б**, растворили при кипячении в концентрированной азотной кислоте. К полученному раствору при

постоянном перемешивании добавили раствор аммиака до щелочной реакции среды, выпавший при этом осадок отфильтровали и прокалили, получив при этом 4,53 г белого порошка нерастворимого в воде.

К фильтрату, полученному после отделения осадка, добавили раствора серной кислоты до слабокислой реакции среды, после чего добавили раствор сульфида натрия до прекращения выделения черного осадка, содержащего 33,33 % серы. Полученный осадок отделили фильтрованием, его масса после высушивания равна 0,15 г.

1. *Определите, какие металлы входят в анализируемый сплав. Какой из определенных вами металлов соответствует металлу А и Б исходя из своих физических свойств?*
2. *Вычислите массовые доли металлов А и Б в сплаве.*
3. *Какое название имеют сплавы металла А, подобные описанному?*
4. *Напишите уравнения всех химических реакций, осуществленных при анализе сплава.*