
Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
Харьковский областной научно-методический институт непрерывного образования

Харьковская областная химическая олимпиада 2008 года

Задачи и решения

Харьков 2008

Колосов М.А., Ельцов С.В., Кийко С.М., Никитина Н.А., Комарицкий И.Л., Чуйко Ю.И. Харьковская областная химическая олимпиада 2008 года: Задачи и решения. Учебно-методическое пособие. Харьков: ХНУ имени В.Н.Каразина, ХОНМИНО, 2008. 46 с.

Пособие содержит задачи III-го этапа 45-ой Всеукраинской химической олимпиады в Харьковской области и их решения. Предназначено для учителей химии и школьников, а также для всех, кто интересуется химией.

При подготовке заданий олимпиады использованы задачи, идеи и предложения Ващенко В.В., Доценко В.В., Ельцова С.В., Кандаскалова Д.В., Колосова М.А., Корсуна А.Н., Никитиной Н.А., Ткаченко В.В., Кийко С.М., Комарицкого И.Л.

Рецензенты:

В.И.Рубцов, доцент кафедры физической химии ХНУ имени В.Н.Каразина,
Б.В.Папонов, доцент кафедры органической химии ХНУ имени В.Н.Каразина.

Рекомендовано к печати Ученым советом химического факультета ХНУ имени В.Н.Каразина (протокол №2 от 22 февраля 2008 года)

Жюри III-го этапа химической олимпиады в Харьковской области:

Колосов М.А. – председатель жюри,
Ельцов С.В. – куратор 8 класса,
Кийко С.М. – куратор 9 класса,
Никитина Н.А. – куратор 10 класса,
Шкумат А.П. – куратор 11 класса,
Холин Ю.В. – эксперт олимпиады,
Чуйко Ю.И. – методист ХОНМИНО

© Колосов М.А., Ельцов С.В.,
Кийко С.М., Никитина Н.А.,
Комарицкий И.Л., Чуйко Ю.И., 2008.

Дорогие друзья!

Вы держите в руках сборник задач Харьковской областной химической олимпиады 2008 года. В него вошли задания непосредственно Областной олимпиады, а также задачи отборочного тура, по результатам которого формируется команда Харьковской области для участия во Всеукраинской химической олимпиаде. Ко всем задачам даны ответы и решения.

Команда нашей области по праву считается одной из сильнейших в Украине: в 2007 году из девяти человек семеро привезли домой награды. Абсолютное 1 место завоевал Ткаченко Владимир (11 класс), а 3 место заняли: Базиль Антон, Звягин Евгений, Дзюба Максим (8 класс), Фарафонов Владимир, Слюсарев Артем (9 класс), Кожевин Дмитрий (10 класс).

В Областной олимпиаде 2008 года принимали участие 263 ученика со всех районов Харькова и области, 61 из них стал призером. На весенние сборы, которые прошли в феврале-марте, был вызван 21 человек.

Задания олимпиад всех уровней непрерывно усложняются, а времени зачастую просто недостаточно, чтобы ответить на такой объем вопросов. Стиль и формулировки заданий, как и их нагруженность конкретными фактами и цифрами, подход к их решению диктуют олимпиады высшего уровня – Всеукраинская и Международная. Например, некоторые задачи Областной олимпиады, особенно отборочного тура, по сложности не уступают заданиям Всеукраинской олимпиады. Поэтому только над составлением заданий Областной олимпиады этого года работали 10 человек!

Несомненно, нельзя забывать и об учителях и преподавателях, которые посвящают огромное количество времени при подготовке участников Олимпиады.

Желаю вам получить удовольствие при решении заданий!

Председатель Жюри

М.Колосов

ЗАДАНИЯ 1-ГО ТУРА

8 класс

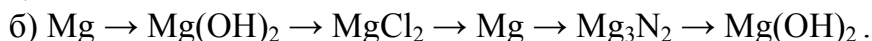
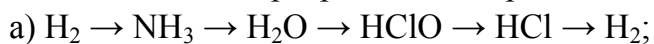
1. Воздух. Средняя молярная масса сухого воздуха составляет 28.98 г/моль. Какой воздух легче, сухой или влажный? Рассчитайте среднюю молярную массу воздуха, насыщенного водяным паром при $p = 1.013 \cdot 10^5$ Па и $t = 25$ °С, если при этих условиях содержание паров H_2O в воздухе составляет 23.03 г/м³.

2. Вещества. Элементы М и L образуют с кислородом соединения состава MLO_3 и MLO_2 . Массовая доля элемента М во втором соединении составляет 27.06%, а массовая доля элемента L в первом – 20.29%. Назовите элементы М и L. Где используются соединения MLO_2 и MLO_3 ?

3. Смеси. Предложите способы выделения каждого компонента из смесей веществ: 1) смесь порошков металлов Mg, Fe, Cu; 2) сухая смесь $BaSO_4$, NH_4Cl , $NaCl$; 3) газовая смесь N_2 , O_2 , Ar . Если метод выделения какого-либо вещества из смеси основан на протекании химической реакции, то запишите ее уравнение.

4. Газы. Многие неорганические вещества при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии. Приведите по два примера газов, которые характеризуются следующими свойствами: а) имеют запах; б) имеют цвет; в) горят на воздухе; г) поддерживают горение; д) опасны при вдыхании. Запишите химические формулы этих газов.

5. Химические превращения. Запишите уравнения реакций, соответствующие химическим превращениям, проходящим в одну стадию:



Укажите условия протекания этих реакций.

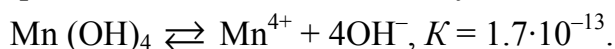
6. Калориметрия. Прочный металлический сосуд, изолированный термически от окружающей среды, – калориметр – заполнили стехиометрической смесью водорода и кислорода массой 0.240 г, которую затем подожгли. В результате протекания реакции температура внутри сосуда повысилась на 32.26 К. Когда в этот же сосуд поместили 0.586 г стехиометрической смеси угарного газа с кислородом и подожгли, то после протекания реакции повышение температуры составило 37.93 К. Рассчитайте теплоту сгорания оксида углерода (II), если известно, что теплота образования газообразной воды равна 241.84 кДж/моль.

7. Кристаллы (экспериментальное задание). Небольшое количество блестящих кристаллов темно-бурого цвета было помещено в большую пустую колбу, горло которой было закрыто ватой, а также добавлено в две колбы, содержащие воду, и раствор йодида калия. Содержимое последней из них быстро окрасилось в желтый цвет, в то время как в колбе с водой видимых изменений не наблюдалось. Большая колба была слегка нагрета на электроплитке, в результате чего она полностью наполнилась густыми фиолетовыми парами, которые при охлаждении осели на стенках колбы в виде кристаллов. К содержимому двух других колб добавили небольшое количество раствора крахмала, в результате

чего в колбе с раствором йодида калия появилось темно-синее окрашивание, которое исчезло после добавления некоторого количества раствора тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), а в колбе с водой изменений не наблюдалось. Кристаллы какого вещества были взяты для проведения опыта? Запишите уравнения описанных химических превращений.

9 класс

1. Осадок. Какой объем H_2O необходимо использовать для однократного промывания осадка $\text{Mn}(\text{OH})_4$, если масса потерянного вещества за счет растворимости не должна превышать 0.0001 г? Воспользуйтесь данными:



2. Раствор. Массовая доля муравьиной кислоты (H_2CO_2) в водном растворе составляет 3%, плотность раствора 1 г/мл. Вычислите pH данного раствора. Муравьиная кислота одноосновна, $K_a = 1.77 \cdot 10^{-4}$.

3. Топливо. Известно, что тепловой эффект реакции равен разности теплот образования продуктов реакции и исходных веществ. Какое из трех газообразных веществ – C_2H_6 (этан), B_2H_6 (диборан) или SiH_4 (силан) – будет лучшим ракетным топливом, если их объем одинаков, окислителем является чистый кислород, а теплоты образования (в ккал/моль) равны: C_2H_6 (20.2), B_2H_6 (–9.2), SiH_4 (–8.3), CO_2 (93.9), H_2O (57.6), B_2O_3 (299.3), SiO_2 (217.4). Ответ мотивируйте.

4. Электролиз. Металл А при слабом нагревании реагирует с газом В, образуя соединение АВ. Как А, так и АВ энергично реагируют с водой, образуя одни и те же продукты. Металл А можно получить электролизом его расплавленного хлорида: при пропускании электрического тока силой 3.86 А в течение 1 ч выделяют 1 г металла А. Найдите А и В, напишите уравнения соответствующих реакций.

5. Басни. В одном из фантастических романов описывается следующий процесс: «...ученный приготовил в кювете всесокрушающую смесь под названием «царская водка», и погрузил в нее золотую нобелевскую медаль. Медаль покрылась пузырьками, которые сначала медленно, а потом все быстрее выскакивали на ее поверхности. Кювета начала кипеть пузырьками водорода...».

1. Какие химические ошибки допущены в данном отрывке?
2. Что такое «царская водка»?
3. Приведите уравнение происходящего процесса. Какой газ выделялся, если известно, что его молекула состоит из двух атомов-соседей по периоду?
4. Какими способами из раствора можно выделить золото и изготовить новую медаль?
5. В чем еще растворяется золото?

6. Смесь. Масса навески смеси металлов, проявляющих в своих соединениях степень окисления +2 (А) и +3 (В), равна 1.57 г. Навеска полностью растворена в избытке соляной кислоты. При этом выделилось 784 мл газа (н.у.). Определите, какие металлы входят в состав смеси, если атомная масса А в 2.4 раза

больше атомной массы В, а количество вещества А в смеси в 2 раза больше количества вещества В.

7. Экспериментальное задание. В двух сосудах находятся растворы нитратов двух металлов I группы. Первый раствор бесцветный, а второй имеет синюю окраску.

К бесцветному раствору приливают бесцветный раствор иодида калия. Отметьте наблюдаемые изменения. При длительном выдерживании на свету полученный осадок темнеет. Чем это обусловлено?

К окрашенному раствору также приливают бесцветный раствор иодида калия. Отметить наблюдаемые изменения. Чем обусловлена наблюдаемая окраска? При длительном выдерживании на свету полученный белый осадок не темнеет.

Можно ли было по внешним признакам исходных растворов определить одно из веществ без проведения эксперимента?

10 класс

Задание 1. Юный химик решил получить осадок карбоната бария. Для этого он пропускал углекислый газ через раствор хлорида бария и через баритовую воду. Обе ли его попытки были успешны? Объясните, почему. Напишите уравнения реакций. Сколько углекислого газа надо пропустить через 250 мл баритовой воды, чтобы полностью осадить ионы бария, если известно, что в 100 мл баритовой воды содержится 1.65 г гидроксида бария. Будет ли осаждение количественным? $PR(\text{BaCO}_3) = 10^{-8.3}$, осаждение считается количественным, если остаточная концентрация ионов бария не превышает 10^{-5} моль/л.

Задание 2. При растворении белого порошка А в воде получается раствор голубого цвета, который можно использовать в сельском хозяйстве для некорневой подкормки растений. При добавлении хлорида В к этому раствору выпадает бесцветный осадок некоторого сульфата Г и остается раствор сине-зеленого цвета. При прокаливании осадка Г с черным веществом Д получается вещество Е, которое в присутствии солей тяжелых металлов светится в темноте после предварительного освещения. Из 3.20 г порошка А может быть получено 4.66 г осадка Г. Если через сине-зеленую жидкость пропустить избыток токсичного газа Ж, то раствор приобретает насыщенно синий цвет. Что будет происходить с сине-зеленой жидкостью, если газ Ж добавлять маленькими порциями при перемешивании? Назовите все зашифрованные вещества. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

Задание 3. В растворе тиоцианата калия с молярной концентрацией 2 моль/л содержатся ионы $\text{Fe}(\text{SCN})_5^{2-}$ с молярной концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л. Какую концентрацию фторид-ионов необходимо создать в растворе, чтобы понизить концентрацию $\text{Fe}(\text{SCN})_5^{2-}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л? Из справочных данных известны константы устойчивости комплексов: для $\text{Fe}(\text{SCN})_5^{2-}$ $\lg \beta = 4.23$; для FeF_5^{2-} $\lg \beta = 16.1$.

Задание 4. Предложите несколько реакций разложения нитрата аммония и при помощи вычислений скажите, какая из реакций возможна при комнатной

температуре, а какая при повышенной (например, при 600 К). Зависимостью ΔS и ΔH от температуры пренебречь.

Справочные данные:

Соединение	ΔH^0 , кДж/моль	ΔS^0 , Дж/(моль·К)	Соединение	ΔH^0 , кДж/моль	ΔS^0 , Дж/(моль·К)
H ₂ O (ж)	-285.8	70.1	NO (г)	90.0	210.6
H ₂ O (г)	-241.8	188.7	NO ₂ (г)	33.5	240.2
N ₂ (г)	0	191.5	HNO ₃ (ж)	-174.1	155.6
NH ₃ (г)	-46.2	192.6	N ₂ O (г)	82.0	219.9
NH ₄ NO ₃ (т)	-365.4	151.0	O ₂ (г)	0	205.0

Задание 5. Известно, что алкан А может иметь 1 монохлорпроизводное и 1 додекалорпроизводное. Алкен В может иметь 1 монохлорпроизводное, 4 дихлорпроизводных и 4 декалорпроизводных. Алкин С имеет 1 монохлорпроизводное, 2 дихлорпроизводных, 2 трихлорпроизводных и 2 тетрахлорпроизводных.

1. Установите структуры А, В, С, назовите их, если известно, что количество атомов углерода в их молекулах не более шести, а оптические изомеры учитывать не следует.

2. Приведите структурные формулы всех хлорпроизводных.

3. Как будет реагировать вещество В с бромом: а) в воде; б) в CCl₄ при облучении УФ-лампой? Для справки: хлорпроизводные – это вещества, которые получают при замещении любых атомов водорода в молекуле атомами хлора.

Задание 6. Циклоалканы, несмотря на насыщенный характер всех связей в молекулах, способны вступать в реакции присоединения. Так, метилциклобутан реагирует с бромоводородом преимущественно с образованием равных количеств веществ А и В. Другие примеси образуются в незначительных количествах. Соединения А и В имеют одинаковые температуры плавления и кипения, а также спектры ПМР. 1,1-Диметилциклобутан реагирует с бромоводородом, давая соединение С, причем количество других продуктов очень мало.

1. Определите соединения А, В и С. Приведите уравнения реакций. Объясните, почему преимущественно образуются именно эти изомеры.

2. Какое вещество должно образовываться при взаимодействии метилциклобутана с бромом в разбавленном растворе? Почему?

7. Экспериментальное задание. В две пробирки наливают раствор соли хрома (III). Затем в каждую добавляют раствор аммиака. После окончания реакции содержимое первой пробирки подкисляют до окончания видимых изменений. Затем в нее добавляют раствор карбоната натрия и наблюдают изменения, происходящие с реакционной смесью. К содержимому второй пробирки добавляют раствор щелочи. К полученному во второй пробирке раствору добавляют раствор перекиси водорода и немного подогревают до изменения цвета реакционной смеси. Затем раствор подкисляют и наблюдают изменение окраски. Опишите и объясните наблюдаемые явления. Чем обусловлена в каждом случае наблюдаемая окраска? Запишите уравнения химических реакций в сокращенном ионном виде.

11 класс

1. Чистые металлы. Ряд соединений со сложной внутренней структурой – $\text{Me}^{(1)}\text{X}_6$, $\text{Me}^{(2)}_2\text{X}_{10}$, $\text{Me}^{(3)}\text{X}_5$, $\text{Me}^{(4)}_2\text{X}_8$, $\text{Me}^{(5)}\text{X}_4$ – может быть использован для получения соответствующих металлов, соседей по периоду, с высокой степенью чистоты (X – некоторый лиганд). Известно, что при получении $\text{Me}^{(i)}$ выделяется высокотоксичный бинарный газ.

1. Установите ряд соединений $\text{Me}^{(i)}_a\text{X}_b$ и соответствующие металлы $\text{Me}^{(i)}$. Приведите в общем виде уравнение химической реакции получения металлов из них.

2. Опишите механизмы образования и тип химической связи в линейных фрагментах $\text{Me}^{(i)}-\text{X}$ зашифрованных соединений. Почему в состав молекул входят попеременно один или два атома $\text{Me}^{(i)}$?

3. Объясните геометрические свойства и приведите структурные формулы заданного ряда соединений $\text{Me}^{(i)}_a\text{X}_b$.

2. Фенол. Одним из способов получения фенола в промышленности является действие гидроксида натрия на хлорбензол при 350°C . После этого охлажденный расплав обрабатывают кислотой, получая целевой продукт. Объясните причины такой жесткости условий получения фенола. По какому механизму проходит эта реакция? Приведите его. Какие заместители и в какое положение кольца хлорбензола нужно ввести, чтобы данное взаимодействие прошло: а) легче (вплоть до взаимодействия при комнатной температуре); б) еще труднее.

3. Смесь. При прокаливании смеси сульфита металла и оксида другого металла массой 3.704 г выделяется газ, который собрали. Твердый остаток восстановили водородом объемом 0.941 л (н.у.) при нагревании; остаток водорода после полного протекания процесса собрали в тот же сосуд, что и первый газ. Объем этой газовой смеси составляет 1.389 л (н.у.), а ее плотность по воздуху, в отличие от ее плотности по водороду, является целым числом.

1. Какова плотность газовой смеси?

2. Определите неизвестные вещества начальной смеси, если валентность обоих металлов равняется двум.

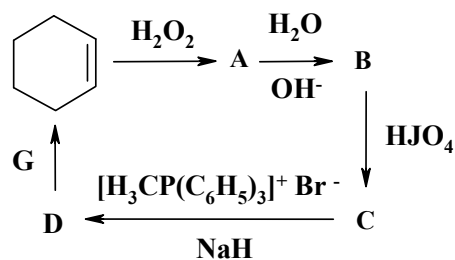
3. Какая масса твердого остатка после восстановления водородом?

4. КОН. В лаборатории есть насыщенный раствор гидроксида калия ($\rho = 1.53$ г/мл, $\omega(\text{KOH}) = 0.5164$).

а) Какова молярная концентрация этого раствора? Какое значение pH он имеет? б) Какой объем серной кислоты ($c = 2$ моль/л) нужно взять для нейтрализации 20 мл указанного раствора? в) Какую массу соляной кислоты ($c = 1.23$ моль/л, $\rho = 1.02$ г/мл) необходимо взять для нейтрализации 50 мл этого раствора?

5. Дициклопентадиен. Циклопентадиен-1,3 хранят в виде твердого димера **A**, который превращается в мономер при перегонке. 1 моль **A** присоединяет 2 моль брома, а его молекула содержит только пяти- и шестичленные циклы. Предложите структуру **A**, приведите реакцию его образования из циклопентадиена. Сколько сигналов будет содержать ПМР-спектр **A**?

6. Магическое кольцо. Определите неизвестные вещества в приведенной цепочке превращений, если известно, что: соединения **A**, **C**, **D** имеют хотя бы одну плоскость симметрии; образование соединения **A** – это реакция Прилежаева, а действие воды на **A** – гидролиз; соединение **C** дает реакцию серебряного зеркала, а **G** – это катализатор Граббса, который позволяет в одну стадию получать производные циклогексена из соответствующих окта-1,7-диенов.



7. Экспериментальное задание. В две пробирки наливают по 20 мл толуола и добавляют по 0.1 мл брома. Раствор окрашивается в интенсивный красно-оранжевый цвет. Пробирку №1 закрывают и облучают УФ-светом. К раствору во второй пробирке добавляют около 0.1 г безводного AlCl_3 и также закрывают. Через некоторое время в обеих пробирках характерная окраска брома исчезает (в первой смесь становится бесцветной, а во второй – желто-зеленой). Из обоих растворов выделяется газ, который «дымит» во влажном воздухе и окрашивает влажную универсальную индикаторную бумагу в малиновый цвет. Оба органических раствора после промывки 5%-ным раствором NaHCO_3 и высушивания над безводным хлоридом кальция не изменяют цвет индикаторной бумаги и дают положительную пробу Бейльштейна (капля раствора вещества, содержащего галоген, на прокаленной медной проволоке окрашивает пламя спиртовки в зеленый цвет). К обоим растворам добавляют по 1-2 мл диэтиламина и немного подогревают. В пробирке №1 образуется бесцветный кристаллический осадок, во второй никаких видимых изменений не происходит.

1. Приведите уравнения реакций, прошедших в обеих пробирках, объясните причины наблюдаемых явлений (изменение окраски растворов, цвета индикаторной бумаги, появление осадка в пробирке №1).

2. Для чего реакционные смеси промывали раствором соды и высушивали CaCl_2 ?

3. Почему пламя спиртовки, в которое внесли медную проволоку с веществом, содержащим галоген, окрашено в зеленый цвет?

4. Что означает выражение "высушить растворитель"?

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ 1-ГО ТУРА

8 класс

1. Воздух.

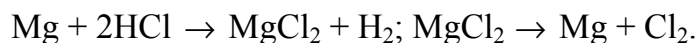
Влажный воздух можно рассматривать как смесь сухого воздуха и водяного пара. Возьмем 1 м^3 влажного воздуха при $p = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $t^\circ = 25^\circ \text{С}$. При этих условиях молярный объем газа составляет: $8.314 \cdot 298 / 1.013 \cdot 10^5 = 0.02445 \text{ м}^3$. Поэтому 1 м^3 влажного воздуха – это $1 / 0.02445 = 40.90$ моль газов, из которых $23.03 / 18 = 1.28$ моль занимает вода, а $40.90 - 1.28 = 39.62$ моль – сухой воздух. Этот воздух имеет массу $39.62 \cdot 28.98 = 1148.19 \text{ г}$, 1 м^3 влажного воздуха имеет массу $1148.19 + 23.03 = 1171.22 \text{ г}$. Средняя молярная масса такого воздуха составляет $1171.22 / 40.90 = 28.64 \text{ г/моль}$. Следовательно, влажный воздух более легкий.

2. Вещества.

Пусть молярная масса элемента М равна a , а элемента L – b . Тогда для массовых долей М и L в соединениях MLO_2 и MLO_3 можно записать выражения: $a / (a + b + 48) = 0.2706$ и $b / (a + b + 32) = 0.2029$. Решая совместно эти два уравнения с двумя неизвестными величинами a и b , находим, что $a = 23 \text{ г/моль}$, а $b = 14 \text{ г/моль}$. Следовательно элемент М – натрий, L – азот, а соединения MLO_2 и MLO_3 – NaNO_2 и NaNO_3 . Нитрит натрия используется как консервант в пищевой промышленности, а нитрат – в качестве азотного удобрения (натриевая селитра) и исходного сырья для химического синтеза.

3. Смеси.

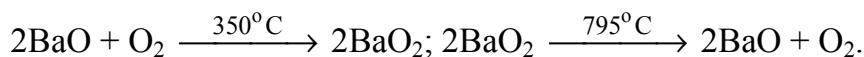
1) Если подействовать на смесь магнитом, то железо притянется к магниту и будет извлечено из смеси. На оставшуюся смесь магния и меди можно подействовать раствором соляной кислоты, тогда Mg растворится, а медь останется в осадке. В образовавшемся растворе будет содержаться MgCl_2 , который может быть выделен в твердом виде из раствора упариванием. Из твердого MgCl_2 металл может быть выделен электролизом расплава.



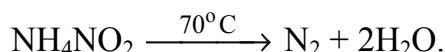
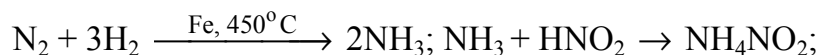
2) Если нагреть эту смесь до 350°С , то хлорид аммония сублимируется и таким образом может быть выделен. Если оставшуюся после этого смесь попытаться растворить в воде, то сульфат бария останется в осадке, и может быть отфильтрован. В образовавшемся растворе будет содержаться только NaCl, который может быть выделен из раствора упариванием.

3) Состав этой смеси аналогичен составу воздуха. Воздух может быть разделен как физическими методами, так и химическими. Физический метод основан на сжижении и последующем выделении компонентов, используя различие в температурах кипения веществ. Химический метод разделения может быть следующим. Кислород легко связывается оксидом бария при нагревании последнего до 350°С с образованием перекиси, при дальнейшем же нагревании до 800°С

происходит ее разложение. Таким образом, попеременно нагревая и охлаждая соединения бария, можно извлечь из воздуха кислород:



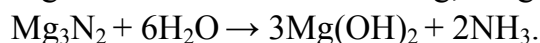
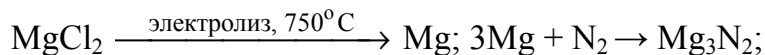
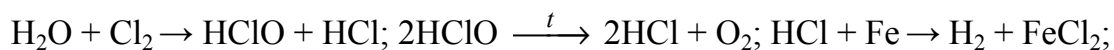
Азот из его смеси с аргоном можно извлечь взаимодействием этой газовой смеси с водородом в присутствии металлического железа как катализатора. Образуется аммиак, который может быть отделен от аргона при пропускании образующейся газовой смеси через раствор азотистой кислоты. При этом образуется раствор нитрита аммония, который при нагревании до 70°C разлагается с выделением чистого азота.



4. Газы.

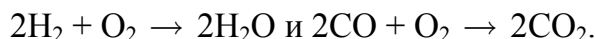
Один из вариантов: а) Сероводород – H_2S , аммиак – NH_3 ; б) диоксид азота – NO_2 , хлор – Cl_2 ; в) водород – H_2 , оксид углерода (II) – CO ; г) кислород – O_2 , озон – O_3 ; д) диоксид серы SO_2 , фтор – F_2 .

5. Химические превращения.



6. Калориметрия.

Найдем количества веществ, составляющих газовые смеси, учитывая, что количества O_2 и H_2 и O_2 и CO в них относятся как 1 : 2. Молярные массы смесей составляют: $32 \cdot 0.333 + 2 \cdot 0.667 = 12.00$ г/моль (смесь H_2 и O_2) и $32 \cdot 0.333 + 28 \cdot 0.667 = 29.33$ г/моль (смесь CO и O_2). Значит первая смесь содержит $0.240/12.00 = 0.02$ моль вещества, вторая – $0.586/29.33 = 0.02$ моль. При сгорании смесей протекают реакции

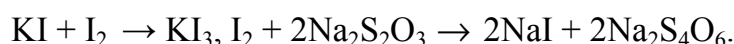


Из каждых 3 моль смеси H_2 и O_2 образуется 2 моль воды, следовательно из 0.02 моль – $0.02 \cdot 2/3 = 0.0133$ моль, при этом выделяется $0.0133 \cdot 241.84 \cdot 10^3 = 3216.5$ Дж тепла. Количество теплоты, выделяющееся в ходе реакции, и изменение температуры в калориметре связаны соотношением $Q = C\Delta T$, где C – теплоемкость калориметра или его постоянная, которая для этого калориметра равна $3216.5/32.26 = 99.71$ Дж/К. Значит, количество теплоты, выделяющееся при сгорании 0.0133 моль угарного газа равно $99.71 \cdot 37.75 = 3764.1$ Дж, а для 1 моль эта величина составляет $3764.1/0.0133 = 283.0$ кДж/моль.

7. Кристаллы (экспериментальное задание).

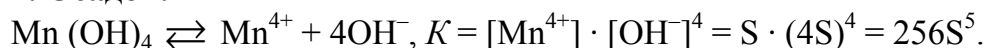
Для опыта были взяты кристаллы йода. Это подтверждается тем, что молекулярный йод легко возгоняется при небольшом нагревании с образованием

фиолетовых паров. Взаимодействие с крахмалом – качественная реакция на молекулярный йод. Между йодом и крахмалом не происходит обычного химического взаимодействия, молекула йода лишь внедряется в пустоты, имеющиеся в структуре макромолекулы крахмала. В воде йод растворяется очень слабо, поэтому в колбе с чистой водой концентрация йода недостаточна для образования окраски. В растворе KI протекает обратимая реакция образования комплексного соединения KI₃, которое хорошо растворимо в воде, что позволяет перевести в раствор большое количество йода; это придает раствору желтую окраску. С Na₂S₂O₃ йод реагирует как окислитель и переходит в ион I⁻, который не дает характерной окраски с крахмалом, поэтому раствор обесцвечивается при добавлении тиосульфата натрия. Уравнения реакций:



9 класс

1. Осадок.



$$[S] = 1 \text{ моль/л}, [S'] = 1 \text{ г/л}, S = \sqrt[5]{\frac{K}{256}}, S' = S \cdot M, \Delta m(Mn(OH)_4) = S' \cdot V.$$

$$V = \frac{\Delta m}{S'} = \frac{\Delta m}{S \cdot M} = \Delta m / \sqrt[5]{\frac{K}{256}} \cdot 123 = 0.0001 / \sqrt[5]{\frac{1.7 \cdot 10^{-13}}{256}} \cdot 123 = 0.883 \text{ мл.}$$

2. Раствор.

НСООН \rightleftharpoons НСОО⁻ + Н⁺, причем начальная концентрация кислоты: $c_0(\text{НСООН}) = 30/46 \text{ моль/л} = 0.652 \text{ моль/л}$, а равновесная $c \approx c_0$, т.к. $c \gg x$.

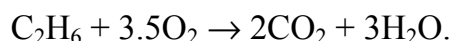
Тогда $[\text{НСОО}^-] = x$, $[\text{H}^+] = x$:

$$K_a = \frac{[\text{НСОО}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{НСООН}]} = \frac{x \cdot x}{c_0 - x} \approx \frac{x^2}{c_0}, x = \sqrt{cK_a} = 1.07 \times 10^{-2};$$

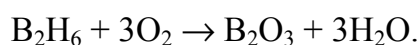
$$pH = -\lg c_{H^+} = 1.97.$$

3. Топливо.

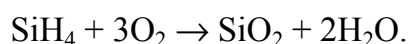
Равенство объемов газов предполагает равенство их количеств. Для горения 1 моль каждого из газов в кислороде: C₂H₆ (20.2), B₂H₆ (-9.2), SiH₄ (-8.3), CO₂ (93.9), H₂O (57.6), B₂O₃ (299.3), SiO₂ (217.4).



$$\Delta H = 2 \cdot 93.9 + 3 \cdot 57.6 - 20.2 \text{ ккал/моль} = 340.4 \text{ ккал/моль.}$$



$$\Delta H = 299.3 + 3 \cdot 57.6 - (-9.2) \text{ ккал/моль} = 481.3 \text{ ккал/моль.}$$



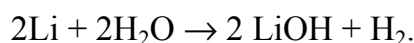
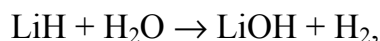
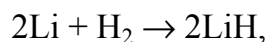
$$\Delta H = 2 \cdot 57.6 + 217.4 - (-8.3) \text{ ккал/моль} = 340.9 \text{ ккал/моль.}$$

B_2H_6 выгоднее.

4. Электролиз.

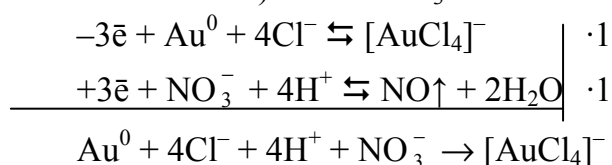
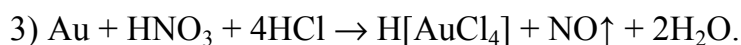
Вычислим молярную массу эквивалента металла:

$$\frac{I \cdot t}{F} = \frac{m}{E_m}, E_m = \frac{F \cdot m}{I \cdot t} = \frac{96500 \cdot 1}{3.86 \cdot 60 \cdot 60} = 6.9 \text{ г/моль, что отвечает Li.}$$



5. Басни.

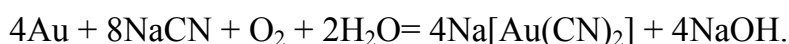
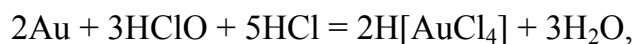
1, 2) царская водка – смесь азотной и соляной кислот в объемном соотношении 1:3 – не является всепоглощающей: например, такие материалы, как стекло или фторопласт устойчивы в ее среде.



N и O элементы находятся в одном периоде, бесцветный газ не водород, а NO.

4) $2Au + 6H_2SeO_4 \rightarrow Au_2(SeO_4)_3 + 3SeO_2 + 6H_2O$. Получить Au можно вытеснением более активным металлом.

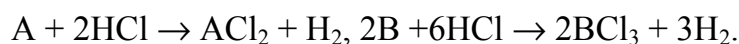
5) Золото растворяется, например, в хлорной воде или в растворах цианидов в присутствии кислорода воздуха, на чем основано его выделения из руды:



6. Смесь.

Пусть A первый металл (+2), B – второй (+3).

$$M(A) = 2.4b, M(B) = b.$$



$$v(A) = 2x, m(A) = 2x \cdot 2.4b = 4.8xb. v(B) = x, m(B) = x \cdot b = xb.$$

$$m(\text{всего}) = 5.8xb = 1.57 \text{ г.}$$

$$v(H_2) = 2x + 1.5x = 3.5x. V(H_2) = 22.4 \times 3.5x = 78.4x = 0.784 \text{ л.}$$

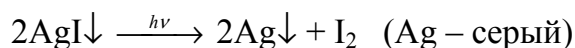
$$x = 0.01 \text{ моль, } b = 27 \text{ г/моль (Al) = M(B), M(A) = 65 \text{ г/моль (Zn).}$$

7. Экспериментальное задание.

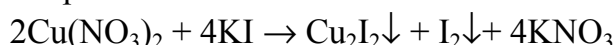
Поскольку нитраты элементов первой группы, за исключением нитрата меди (II), образуют бесцветные растворы, то сразу можно сделать вывод о том, что окрашенный раствор – это раствор нитрата меди (II). Потемнение первого осадка при освещении указывает на его светочувствительность, а следовательно и на элемент, образовавший соответствующий нитрат – серебро. Уравнения протекающих реакций:

а) для первого раствора





б) для второго раствора



(белый осадок Cu_2I_2 маскируется бурой окраской I_2).

В отличие от AgI , осадок Cu_2I_2 не является светочувствительным веществом.

10 класс

Задание 1.

Осаждение карбоната бария обусловлено реакцией (1):



При насыщении раствора хлорида бария углекислым газом устанавливаются равновесия (2) и (3):



Причем угольная кислота по сравнению с соляной слабая, а равновесие сдвинуто влево настолько, что произведение равновесных концентраций ионов бария и карбонат-ионов не превышает произведение растворимости карбоната бария и осадок в этом случае не выпадает.

При действии углекислого газа на баритовую воду (насыщенный раствор гидроксида бария) осадок выпадает, так как ионы водорода связываются гидроксидными группами и равновесия (2) и (3) сдвигаются вправо. Равновесная концентрация карбонат-ионов растет, произведение $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$ превышает произведение растворимости карбоната бария.

Для ответа на второй вопрос найдем количество $\text{Ba}(\text{OH})_2$:

$$c = n/V = m/(MV) = 4.125 : 171.3 = 0.024 \text{ моль/л,}$$

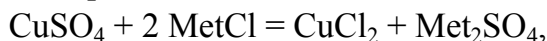
$$V(\text{CO}_2) = 0.024 \times 22.4 = 0.539 \text{ л (н.у.).}$$

Найдем остаточную концентрацию иона Ba^{2+} :

$$c(\text{Ba}^{2+}) = (\text{ПР})^{1/2} = 7.1 \times 10^{-5} \text{ (осаждение не является количественным).}$$

Задание 2.

Поскольку непонятно, ион какого металла содержится в осадке Г, его необходимо определить:



где Met – эквивалент неизвестного металла.

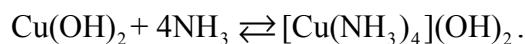
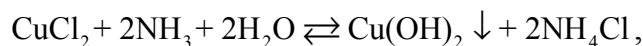
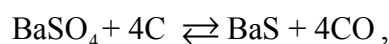
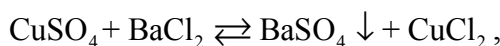
$$M(\text{Met}_2\text{SO}_4) = M(\text{Met}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Me}_2\text{SO}_4)}{m(\text{CuSO}_4)/M(\text{CuSO}_4)} = 233 \text{ г/моль.}$$

$M(\text{Met}) = (233 - 96)/2 = 68.5 \text{ г/моль}$; атомную массу неизвестного элемента находим, по очереди умножая это значение на число n ($n = 1 - 8$). Подходит $n = 2$ (барий).

А – CuSO_4 ; В – BaCl_2 ; Г – BaSO_4 ; Д – С (уголь); Е – BaS . При пропускании газа Ж (аммиака) через реакционную смесь маленькими порциями сначала вы-

падает голубой осадок гидроксида меди, который в избытке аммиака растворяется с образованием синего раствора.

Запишем уравнения реакций:



Задание 3.

Реакция $\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-} + 5\text{F}^- \rightleftharpoons \text{FeF}_5^{2-} + 5\text{CNS}^-$ характеризуется константой равновесия

$$K = \frac{[\text{FeF}_5^{2-}][\text{CNS}^-]^5}{[\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-}][\text{F}^-]^5}. \quad (1)$$

Из справочных данных известны общие константы устойчивости комплексов:

$$\beta_{\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-}} = \frac{[\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{CNS}^-]^5} = 1.7 \cdot 10^4,$$

$$\beta_{\text{FeF}_5^{2-}} = \frac{[\text{FeF}_5^{2-}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{F}^-]^5} = 1.26 \cdot 10^{16}.$$

Константа равновесия (1) является отношением общих констант устойчивости комплексов:

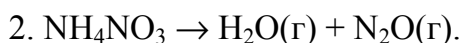
$$K = \frac{\beta_{\text{FeF}_5^{2-}}}{\beta_{\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-}}} = \frac{1.26 \cdot 10^{16}}{1.7 \cdot 10^4} = 7.4 \cdot 10^{11}.$$

Из выражения для константы равновесия (1) находим искомую концентрацию фторид-иона:

$$[\text{F}^-] = \sqrt[5]{\frac{[\text{FeF}_5^{2-}][\text{CNS}^-]^5}{K[\text{Fe}(\text{CNS})_5^{2-}]}} = \sqrt[5]{\frac{1 \cdot 10^{-1} \cdot 2^5}{7.4 \cdot 10^{11} \cdot 1 \cdot 10^{-5}}} = 5.3 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.}$$

Задание 4.

Рассмотрим 3 пути разложения нитрата аммония:



Предсказать возможность протекания реакции можно по значению изменения свободной энергии Гиббса: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Если $\Delta G < 0$, процесс протекает самопроизвольно. При решении задачи стоит учитывать, что значения энтальпии приводятся в кДж, а энтропии в Дж. Формула для расчета:

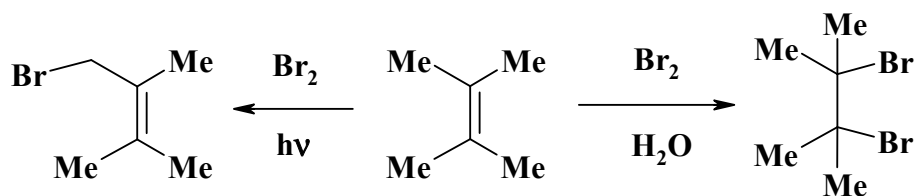
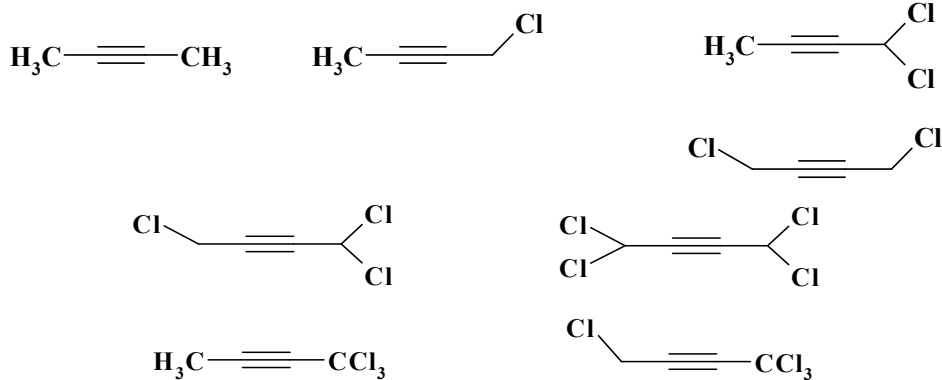
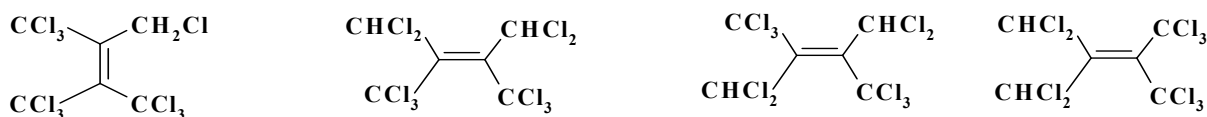
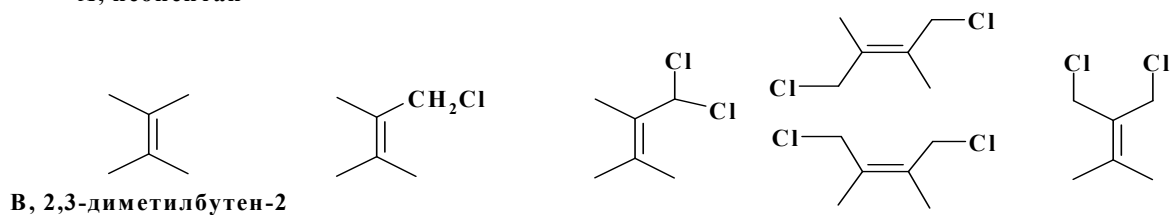
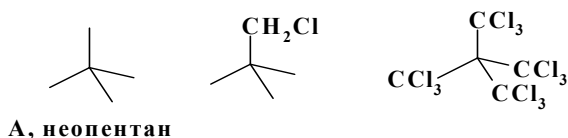
$$\Delta G = (\sum \nu_{i,\text{кон.}} \Delta H_{f,\text{кон.}}^0 - \sum \nu_{i,\text{исх.}} \Delta H_{f,\text{исх.}}^0) - T(\sum \nu_{i,\text{кон.}} \Delta S_{i,\text{кон.}}^0 - \sum \nu_{i,\text{исх.}} \Delta S_{i,\text{исх.}}^0)$$

Для первой реакции: $\Delta G^{25} = \{-2 \cdot 241.0 + 0 + 0\} + 365.4 - 0.298 \{2 \cdot 188.7 + 191.5 + 205.0\} - 151.0 = -302.2$ (процесс возможен).

Для второй реакции: $\Delta G^{25} = \{-2 \cdot 241.0 + 82.0\} + 365.4 - 0.298 \{2 \cdot 188.7 + 219.9\} - 151.0 = -67.6$ (процесс возможен); $\Delta G^{600} = \{-2 \cdot 241.0 + 82.0\} + 365.4 - 0.873 \{2 \cdot 188.7 + 219.9\} - 151.0 = -424.2$ (процесс возможен).

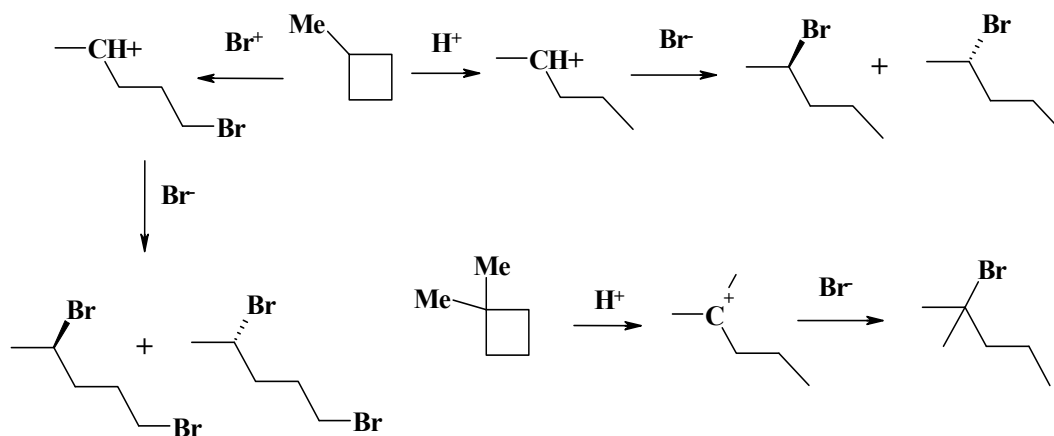
Для третьей реакции: $\Delta G^{25} = \{-174.1 - 46.2\} + 365.4 - 0.298 \{155.6 + 192.6\} - 151.0 = 86.3$ (процесс невозможен); $\Delta G^{600} = \{-174.1 - 46.2\} + 365.4 - 0.873 \{155.6 + 192.6\} - 151.0 = -26.9$ (процесс возможен).

Задание 5.



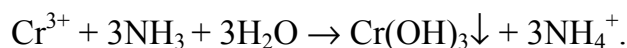
Задание 6.

1, 2. Соединения А и В – оптические изомеры 2-бромпентана, С – 2-бром-2-метилпентан. Реакция присоединения бромоводорода идет по правилу Марковникова (для приведенных карбокатионов устойчивость наибольшая). Этот же принцип применим и для бромирования метилциклобутана:

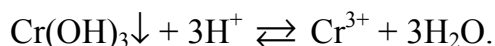


7. Экспериментальное задание.

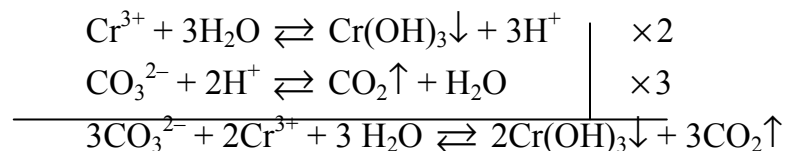
В две одинаковые пробирки наливаем раствор соли Cr^{3+} и затем в каждую добавляем раствор аммиака. Наблюдаем выпадение осадка $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$ синезеленого цвета.



Содержимое первой пробирки подкисляем и наблюдаем полное растворение осадка, раствор приобретает исходный цвет соли Cr^{3+} .



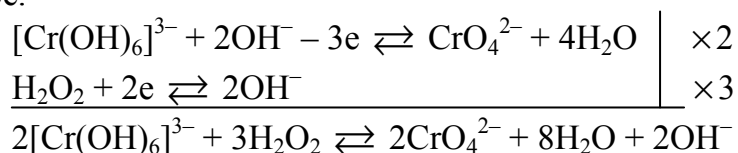
В первую пробирку после растворения осадка добавляем раствор карбоната натрия Na_2CO_3 и наблюдаем выпадение осадка $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$ синезеленого цвета и выделение газа $\text{CO}_2\uparrow$.



К раствору с осадком $\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$ во второй пробирке добавляем раствор щелочи NaOH до полного растворения осадка. Раствор приобретает зеленое окрашивание $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$.



К полученному во второй пробирке раствору $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ добавляем раствор перекиси водорода H_2O_2 и немного подогреваем. Наблюдаем переход окрашивания раствора из зеленого в желтое, обусловленное присутствием CrO_4^{2-} в растворе.



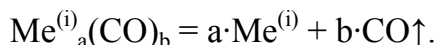
При дальнейшем подкислении раствора наблюдаем переход окрашивания в оранжевое, обусловленное присутствием в растворе $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:



11 класс

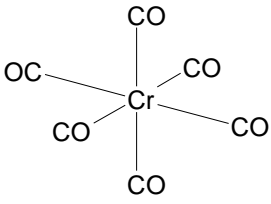
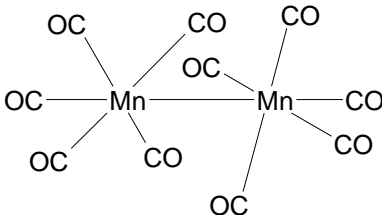
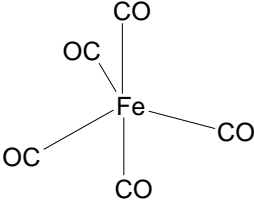
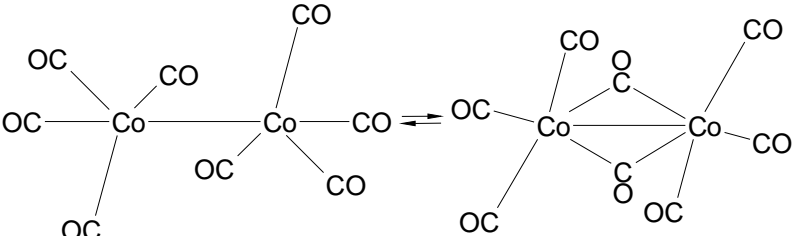
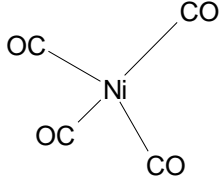
1. Чистые металлы.

Подсказка содержится в названии задачи. Ряд соединений $Me^{(i)}X_b$ – простейшие карбонилы $Me^{(i)}_a(CO)_b$ 3d-металлов: Cr, Mn, Fe, Co, Ni. Получение высокочистых металлов основано на реакции разложения карбониллов при нагревании с выделением угарного газа ($X = CO$):



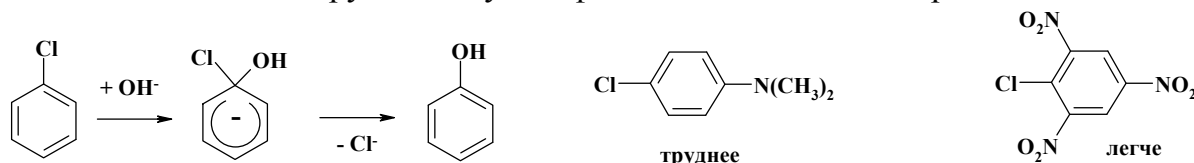
2. Ковалентная химическая связь в линейных фрагментах $Me^{(i)} - CO$ образуется по двум механизмам: 1) донорно-акценторный механизм - перенос электронной плотности с заполненной 2s-орбитали атома С на свободные 3d-, 4s- и 4p-орбитали атома $Me^{(i)}$ – образование σ -связей; 2) дативный механизм – перенос 3d-электронной плотности с атома $Me^{(i)}$ на свободные орбитали карбонильной группы – образование π -связей (данные связи обеспечивают дополнительную устойчивость карбониллов металлов). При условии спаривания всех валентных электронов, металлы $Me^{(i)}$ с нечетным зарядом ядра – Mn, Co – обладают одним неспаренным электроном, что приводит к образованию термодинамически более устойчивых кластеров, содержащих два атома $Me^{(i)}$.

3. Тип гибридизации центральных атомов и структурные формулы ряда карбониллов $Me^{(i)}_a(CO)_b$ представлены в таблице

<p>$i=1, Cr(CO)_6$</p>  <p>Cr- d^2sp^3 гибрид., правильная тетрагональная бипирамида (октаэдр)</p>	<p>$i=2, Mn_2(CO)_{10}$</p>  <p>Mn - d^2sp^3 гибрид., две тетрагональные пирамиды, совмещенные основаниями в заторможенной конформации</p>	<p>$i=3, Fe(CO)_5$</p>  <p>Fe - dsp^3 гибрид., правильная тригональная бипирамида</p>
<p>$i=4, Co_2(CO)_8$</p>  <p>Co - dsp^3 гибрид., две тригональные пирамиды, совмещенные основаниями в заторможенной конформации</p> <p>геометрия стабилизируется за счет связывания атомов Co двумя мостиковыми карбонильными группами</p>		<p>$i=5, Ni(CO)_4$</p>  <p>Ni - sp^3 гибрид., правильная тригональная пирамида (тетраэдр)</p>

2. Фенол.

Реакция относится к нуклеофильному замещению в ароматическом ядре (S_NAr). Атом хлора в молекуле хлорбензола имеет частичную двоясвязность с атомом углерода из-за его р-орбиталей, кроме этого, данный механизм предполагает нарушение ароматичности. Акцепторные заместители в о- и п-положениях облегчают данное взаимодействие, и уже 2,4,6-тринитрохлорбензол легко дает 2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота). Донорные заместители в о- и п-положениях затрудняют нуклеофильное замещение в ядре:



3. Смесь.

1-2. Первый газ это SO_2 ($M = 64$ г/моль), второй – водород ($M = 2$ г/моль). Поскольку по воздуху плотность смеси целочисленная, то есть может принимать значения 1, 2, 3 ..., то молекулярная масса смеси может быть: $1 \cdot M_{\text{воздуха}}$, $2 \cdot M_{\text{воздуха}}$, то есть 29, 58 А с другой стороны молекулярная масса не может быть четным числом, поскольку в противном случае плотность смеси по водороду будет целой ($M(H_2) = 2$ г/моль). Поскольку средняя молекулярная масса находится в области $M(H_2) - M(SO_2)$, то есть между 2 и 64, подходит только вариант 29 г/моль.

Пусть $\varphi(H_2) = x$, тогда $\varphi(SO_2) = 1 - x$

$$\varphi(H_2) \cdot M(H_2) + \varphi(SO_2) \cdot M(SO_2) = M_{cp}$$

$$2x + 64 \cdot (1 - x) = 29$$

$$x = 0.565 = [\varphi(H_2)], \text{ а } \varphi(SO_2) = 1 - x = 1 - 0.565 = 0.435.$$

$$\rho_{\text{смеси}} = \frac{M_{cp}}{V_m} = \frac{29}{22.4} = 1.295 \text{ г/л.}$$

Определим количества газов в смеси:

$$v(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V_m} = \frac{1.389 \cdot 0.435}{22.4} = 0.027 \text{ моль,}$$

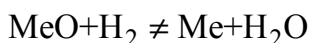
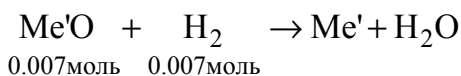
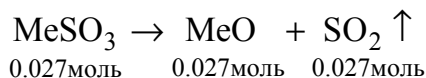
$$v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{1.389 \cdot 0.565}{22.4} = 0.035 \text{ моль.}$$

Таким образом, на восстановление смеси водородом ушло:

$$v(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m} - v(H_2)_{\text{зал}} = \frac{0.941}{22.4} - 0.035 = 0.007 \text{ моль.}$$

Но это очень мало, поскольку на восстановление оксида, который образовался из сульфита необходимо 0.027 моль водорода, а еще и на второй оксид необходим водород. Поэтому получается, что первый оксид не может восстанавливаться, а второй восстановился, и именно на это было потрачено 0.007 моль водорода, по

соотношениям количество этого оксида также будет 0.007 моль, а количество сульфита – 0.027 моль.



Пусть $M(\text{Me}) = x$ г/моль, а $M(\text{Me}') = y$ г/моль:

$$m = m(\text{MeSO}_3) + m(\text{Me'O}) = M(\text{MeSO}_3) \cdot \nu(\text{MeSO}_3) + M(\text{Me'O}) \cdot \nu(\text{Me'O})$$

$$3.704 = (x + 80) \cdot 0.027 + (y + 16) \cdot 0.007 \Rightarrow$$

$$3.857 \cdot x + y = 204.6 \Rightarrow x < 53$$

Таким образом, металлом x может быть Be, Mg или Ca (только эти молекулярные массы меньше 50 г/моль. Проверим каждый вариант:

Металл x	x , г/моль	$y = 204.5 - 3.857x$, г/моль	Металл y
Be	9	169.8	–
Mg	24	111.93	Cd
Ca	40	50.22	(V)

Подходит единственный возможный вариант: MgSO_3 та CdO

3. Твердый остаток состоит из Cd (0.007 моль) и MgO (0.027 моль)

Тогда:

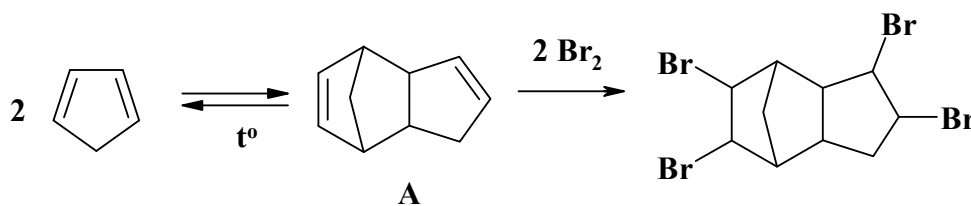
$$\begin{aligned} m &= m(\text{Cd}) + m(\text{MgO}) = M(\text{Cd}) \cdot \nu(\text{Cd}) + M(\text{MgO}) \cdot \nu(\text{MgO}) = \\ &= 112 \cdot 0.007 + 40 \cdot 0.027 = 1.864 \text{ г} \end{aligned}$$

4. КОН.

а) 14.1 моль/л; pH = 15.1; б) 70.5 мл; в) 585.0 г.

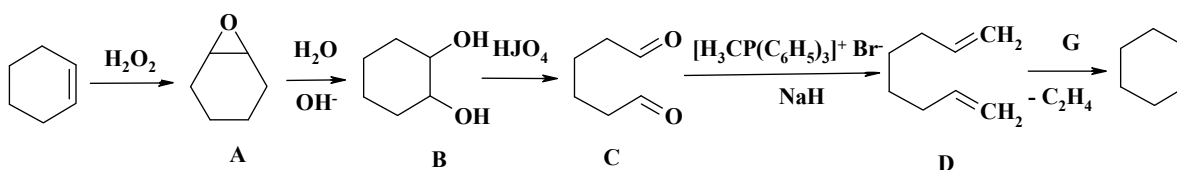
5. Дициклопентадиен.

Реакции:



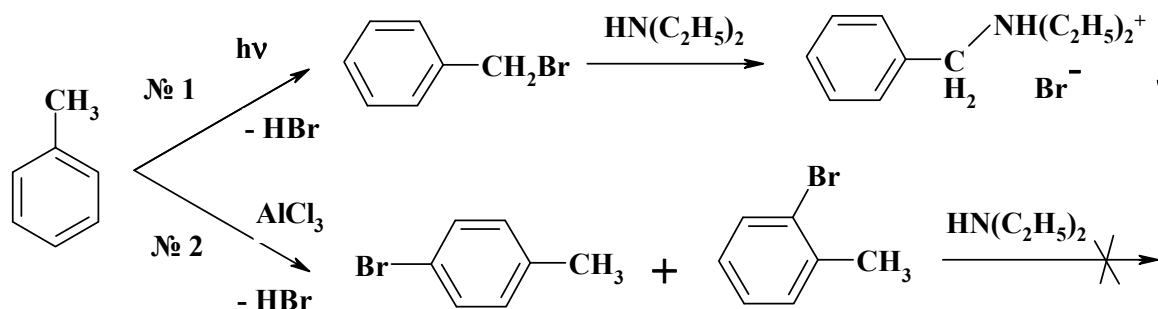
Количество сигналов в спектре ПМР вещества **A** будет равно количеству неэквивалентных атомов водорода в молекуле, а все они неэквивалентны – 12 сигналов.

6. Магическое кольцо.

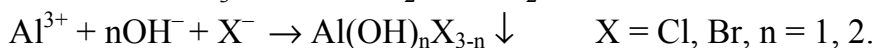
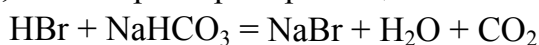


7. Экспериментальное задание.

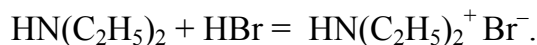
1. Бром реагирует с толуолом, из-за этого исчезает его окраска. "Дымящий" газ – HBr:



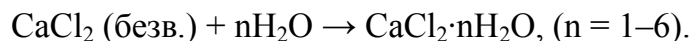
2. Промывка: в обоих случаях происходит нейтрализация бромистого водорода, а во второй пробирке еще и связывание хлорида алюминия.



Т.к. бромистого водорода было намного больше, чем хлорида алюминия, скорее всего, будут образовываться смеси гидросолей. Однако их количество ничтожно мало, поэтому осадок визуально не заметен. а) Основной реакцией в обоих случаях была бы:



б) без осушения в пробирке №1 происходит реакция диэтиламина с бензилбромидом (см. схему), причем образовавшаяся соль растворяется в воде, попавшей из раствора соды, и смесь расслаивается, а образования осадка не наблюдается. Осушение:



3. При термическом разложении органических соединений, содержащих галоген, образуется галогеноводород, который с нагретым оксидом меди дает галогениды меди. Последние летучи при высоких температурах; в пламени происходит их диссоциация, а за зеленый цвет пламени отвечает ион Cu^{2+} .

ЗАДАНИЯ 2-ГО ТУРА

8 класс

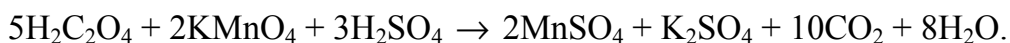
1. Синтез-газ. Рассчитайте, какое количество теплоты выделяется при сгорании 1 кг синтез-газа, имеющего следующий состав (в объемных долях): CO – 18%, H₂ – 40%, CH₄ – 11%, CO₂ – 31%. Для расчетов воспользуйтесь такими термохимическими данными: теплоты образования CO₂, CH₄ и жидкой воды составляют (соответственно): –393.5 кДж/моль, –84.9 кДж/моль и –285.8 кДж/моль, теплота сгорания CO равна –283.0 кДж/моль.

2. Перекристаллизация. Растворимость нитрата калия сильно зависит от температуры: в 100 г воды при 0 °С растворяется 13.9 г KNO₃, а при 80 °С – 166.6 г. Поэтому эту соль можно легко очистить от хорошо растворимых в воде примесей методом перекристаллизации. Для этого некоторое количество загрязненного KNO₃ растворяют в воде при 80 °С, так чтобы образовался насыщенный раствор, который затем фильтруют при этой же температуре для удаления нерастворимых в воде примесей. Полученный маточный раствор охлаждают при помощи льда до 0 °С и отфильтровывают выпавшие кристаллы нитрата калия. Рассчитайте, максимальную массу очищенного KNO₃, которую можно получить из 100 г технического продукта, содержащего 2.5% растворимых и 0.5% нерастворимых в воде примесей, если выполнить перекристаллизацию один раз.

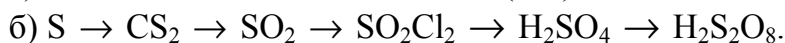
3. Нитраты. Смесь белого цвета, состоящую из безводных нитрата аммония и нитрата неизвестного металла, массой 9.6 г прокалили до постоянной массы, которая составила 1.38 г. Бесцветные газообразные продукты, выделяющиеся при прокаливании, после полного осушения образовали газовую смесь с плотностью по водороду 21.46. Определите, нитрат какого металла находился в смеси.

4. Перманганатометрия. Для определения содержания ионов кальция в растворе можно использовать такую методику: 1) в анализируемый раствор добавляют избыток раствора оксалата аммония, при этом ионы кальция образуют нерастворимый оксалат CaC₂O₄, который выпадает в виде белого осадка; 2) отфильтровывают осадок, промывают его и затем растворяют в серной кислоте; 3) полученный раствор титруют раствором перманганата калия до появления бледно-розовой окраски. Рассчитайте молярную концентрацию ионов Ca²⁺ в растворе, если известно, что в ходе анализа были выполнены такие операции: а) после осаждения кальция из 100 мл этого раствора в виде оксалата, полученный осадок был растворен в серной кислоте с образованием 250 мл раствора; б) на титрование 100 мл аликвоты, взятой из полученного раствора, пошло 11.1 мл раствора KMnO₄ с концентрацией 0.0252 моль/л. Присутствие каких примесей в исследуемом растворе может вносить погрешность в определение содержания кальция этим методом?

Для справки. Взаимодействие перманганата калия со щавелевой кислотой протекает по уравнению:



5. Цепочка химических превращений. Запишите уравнения реакций, соответствующие химическим превращениям, проходящим в одну стадию:



Укажите условия протекания каждой из этих реакций.

6. Элемент. Газообразное простое вещество состоит из двух изотопов. Ядро первого из них содержит 10 протонов и 10 нейтронов, ядро второго – на 2 нейтрона больше. Рассчитайте молярную массу этого вещества, если известно, что молярное содержание первого изотопа в нем в 10,31 раза больше, чем второго. Какой элемент образует это вещество? Сколько электронов содержит атом этого элемента? Какова электронная конфигурация атома этого элемента? Приведите 4 примера ионов, которые имеют аналогичную электронную конфигурацию.

9 класс

Задание 1. Определите состав смеси, содержащей железо, медь и алюминий, если известно, что для хлорирования некоторой навески потребовалось 11,2 л хлора (н.у.). Та же навеска реагирует с 292 г 10% раствора соляной кислоты или со 100 г 8% раствора гидроксида натрия.

Задание 2. При прокаливании 1 моль сульфата двухвалентного элемента получилось А г оксида этого элемента состава MO. При прокаливании А г этого же сульфата образовалось В г того же оксида, а при прокаливании В г того же сульфата получено 20 г оксида. Сульфат какого элемента был взят для исследования? Какое применение в технике находит металл и его соединения?

Задание 3. Навеска смеси нитрата серебра и кристаллогидрата нитрата меди с неизвестным содержанием кристаллизационной воды общей массой 9,94 г растворен в воде и обработан 5 г порошкообразного железа. Осадок, отделенный от раствора, промытый водой и высушенный на воздухе, имеет массу 7,36 г. Определите состав кристаллогидрата, если известно, что прокалывание такого же количества смеси дает 4,84 г остатка, для растворения которого требуется 45,45 мл 10,08% азотной кислоты ($\rho = 1,10$ г/мл).

Задание 4. Платиновую пластинку, покрытую слоем некоторого металла, поместили в раствор медного купороса, где она находилась до прекращения изменения массы. Затем пластинку вынули из раствора, промыли, высушили и взвесили. Её масса увеличилась по сравнению с первоначальной на 0,28 г. После этого пластинку поместили в раствор сульфата ртути до прекращения изменения массы. Масса пластинки при этом возросла еще на 4,88 г. Какой металл и в каком количестве был нанесен на платиновую пластинку (у всех металлов одинаковые степени окисления)?

Задание 5. Рассчитайте pH ацетатной буферной системы ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$), которая содержит в 1 л раствора по 0,2 моль каждого из компонен-

тов. Как изменится рН при добавлении в систему 0,01 моль HCl; 0,01 моль NaOH? Какое соотношение компонентов должно быть для рН = 5,0?

Задание 6. Смесь двух кристаллогидратов сульфата меди $\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ растворили в воде. Теплота растворения 3 г этой смеси в 50 мл воды составляет 251,2 Дж. Известно также, что при растворении 1 г следующих солей в таком же количестве воды теплоты растворения равны: для CuSO_4 +417 кДж /кг; $\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ +219 кДж/кг; $\text{CuSO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ +70,9 кДж/кг; $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ – 46,9 кДж/кг. Рассчитайте: 1) массовую долю кристаллогидратов в смеси; 2) молярную теплоту гидратации безводной соли с образованием следующих кристаллогидратов: $\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$.

10 класс

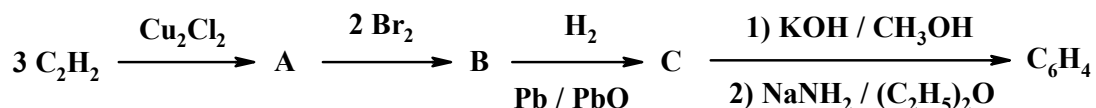
Задание 1. Простое вещество X активно взаимодействует с газом Y_2 , образуя удушливый газ XY_3 . При действии раствора ZY на XY_3 образуется кислота А. При действии NaZ на XY_3 образуется бинарное вещество В ($\omega(\text{X}) = 78.3\%$), воспламеняющееся во влажном воздухе.

1. Определите зашифрованные вещества, напишите уравнения реакций.
2. Укажите структуры аниона кислоты А и соединения В, укажите тип гибридизации неконцевых атомов.
3. Где используется вещество В?

Задание 2. Для обнаружения ионов марганца в воде исследователю необходимо выполнить ряд последовательных операций по ходу анализа. Сначала проба воды обрабатывается раствором гидроксида натрия и перекиси водорода, затем образовавшийся осадок обрабатывают при нагревании раствором азотной кислоты и пероксида водорода. На следующей стадии к образовавшемуся раствору прибавляют аммиак и пероксид водорода. Для обнаружения ионов марганца часть образовавшегося осадка помещают в пробирку, добавляют раствор уксусной кислоты и несколько кристаллов перйодата калия и нагревают. Малиновая окраска раствора свидетельствует о наличии марганца в пробе.

Запишите уравнения реакций, протекающих на каждой стадии анализа. Укажите роль пероксида водорода.

Задание 3. Углеводород C_6H_4 получен по схеме:



При нагревании продукта в гексане образуется бензол, а в четыреххлористом углеводе – 1,4-дихлорбензол. Эти реакции проходят через стадию образования нестабильного интермедиата X.

1. Установите строение всех веществ, если углеводород C_6H_4 имеет в спектре ПМР 2 сигнала одинаковой интенсивности.
2. Предложите структуру частицы X.

Задание 4. Для анализа смеси Na_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и NaCl навеску смеси массой 0.7371 г растворили в воде, добавили 20.00 мл (избыток) стандартного рас-

твора HCl (0.2000 M), прокипятили и провели титрование, на которое пошло 8.24 мл стандартного раствора NaOH (0.1016 M) с индикатором фенолфталеином, который изменяет свою окраску наиболее резко при pH 9 (первое титрование). Другую навеску той же смеси массой 0.6418 г прокалили при 800 °C, растворили в воде, добавили 50.00 мл (избыток) стандартного раствора HCl (0.2000 M), прокипятили и оттитровали 14.72 мл стандартного раствора NaOH (0.1016 M) с тем же индикатором (второе титрование).

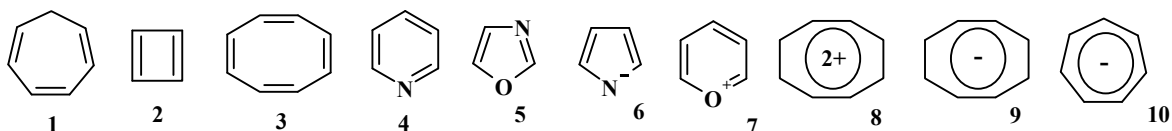
1. Напишите уравнения всех реакций, протекающих в ходе анализа.
2. Рассчитайте массовые доли компонентов в смеси.

Задание 5. Кислота **A** содержит элемент **X** (массовая доля 95.0%). Кислота **A** и основание **B** способны образовывать среднюю соль **B** (массовая доля **X** 32.8%) и одну кислую соль **Г** (массовая доля **X** 48.7%).

1. Определите элемент **X**, кислоту **A**, основание **B**, соли **B** и **Г**.
2. Запишите уравнения реакций (если они протекают) водных растворов кислоты **A** и основания **B** с такими соединениями: HCl, NaOH, H₃BO₃, Cu(OH)₂, FeCl₃, SiO₂, MgO.

Задание 6. Под ароматичностью понимают выигрыш в энергии плоской циклической молекулы с сопряженными связями и с количеством π-электронов, равным 4n+2, по сравнению с такой же молекулой, но с изолированными связями. Антиароматичность (т.е., увеличение энергии плоской сопряженной циклической системы) – это, напротив, увеличение энергии молекулы с количеством π-электронов, равным 4n, по сравнению со структурой с изолированными связями.

1. Укажите, какие из изображенных ниже структур будут ароматическими (антиароматическими), а для каких эти понятия неприменимы и почему. Отметьте стабильность веществ.



2. Укажите, сколько сигналов будет содержать спектр ПМР каждой из стабильных частиц (предполагается, что для ионных частиц противоион не дает сигналов в спектре).
3. Могут ли системы с изолированными π-связями проявлять признаки ароматичности? Приведите примеры.

11 класс

1. Бупрофезин. Бупрофезин является высокоактивным инсектицидом, его действие связано с нарушением биосинтеза хитина, ингибированием синтеза простагландина у самок насекомых и гормональным регулированием у нимф на стадии линьки. Бупрофезин устойчив к действию окислителей, под действием минеральных кислот легко образует соли, из которых его можно регенерировать действием NaOH. Бупрофезин получают следующим образом: продукт конден-

сации анилина с формальдегидом **A** (содержание С 79.97%, молярная масса $300 < M < 330$) обрабатывают в инертном растворителе (трихлорметил)хлорформиатом (димером фосгена) **B**. Полученный продукт **C** ($C_8H_7Cl_2NO$) вводят в реакцию циклоконденсации с 1-(*трет*-бутил)-3-(*изо*-пропил)тиомочевинной в толуоле в присутствии основания.

1. Определите структурные формулы зашифрованных веществ и назовите их по номенклатуре ИЮПАК, приведите уравнения реакций.

2. Предложите механизмы всех описанных реакций

3. В молекуле соединения **C** есть два активных электрофильных центра, в молекуле **D** – три нуклеофильных центра. Тем не менее, получаемый таким способом бупрофезин не содержит примесей изомерных продуктов. Объясните причину подобной селективности (*подсказка: используйте концепцию Пирсона – принцип жестких и мягких кислот и оснований*).

2. Токсикология. Растворение смеси высокотоксичных твердых оксидов **A** и **B** ($M(B) > M(A)$), содержащих равные мольные доли атомов кислорода, в растворе соляной кислоты в присутствии цинка сопровождается выделением неустойчивых газообразных продуктов **C** и **D**, обладающих неприятным запахом. Растворение вещества **B** в спиртовом растворе гидротартрата калия дает только тригидрат соли **E** – сильнодействующее рвотное средство. При пропускании веществ **D** и **C** через раствор $AgNO_3$ соответственно выпадают черный осадок **F** и желтый осадок **G**. Соединение **G** при добавлении избытка $AgNO_3$ растворяется с образованием черной взвеси простого вещества **H**, а также кислот **I** и **K**, производные которых широко используются в сельском хозяйстве.

1. Расшифруйте вещества **A** – **K** и запишите уравнения химических реакций для всех указанных превращений.

2. Приведите структуру аниона соли **E**, а также строение молекул **C**, **I** и **K**, указав тип гибридизации неконцевых атомов.

3. Смеси веществ **A** и **B** массой 13 г полностью восстановили, после чего смесь продуктов реакции (**C** и **D**) пропустили через раскаленную кварцевую трубку. Образовавшееся «зеркало» было промыто раствором гипохлорита натрия, в результате чего получили водный раствор некой кислоты массой 9.51 г. Определите содержание оксидов в исходной смеси.

3. Нежная соль. В романе А.Кристи «Зеркало треснуло» встречается случай отравления жертвы слабой кислотой (слабее, чем угольная кислота) или солью этой кислоты. Эта соль также используется для уничтожения пчелиных гнезд, поэтому она может храниться даже в сарае садовника. Эта соль хорошо растворима в воде, может присоединять серу и кислород, поглощает углекислый газ из воздуха.

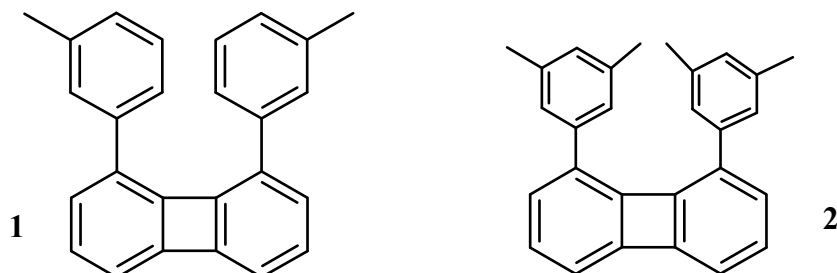
При стоянии на воздухе 0.26 г соли медленно превращаются в 0.108 г кислоты. При сгорании этого количества кислоты образуется жидкость и 0.1344 л (н.у.) газовой смеси ($D_{He}=9.667$), которая при пропускании через раствор щелочи уменьшает объем до 0.0448 л.

1. О какой соли идет речь?

2. Напишите уравнения упомянутых реакций, в том числе – взаимодействия соли с кислородом и серой.

3. Объясните, почему соль поглощает углекислый газ из воздуха.

4. Бифенилены. Итальянскими учеными (L.Lunazzi, M.Mancinelli, A.Mazzanti, 2007) впервые был зафиксирован интересный факт. Они исследовали ПМР-спектры (600 МГц) бифениленов **1** и **2**, снятых при различных температурах.



Оказалось, что при комнатной температуре, а также при понижении температуры вплоть до -120°C , в их спектрах наблюдается лишь один сигнал в сильном поле, отвечающий метильной группе. При понижении температуры до -173°C в ПМР-спектре бифенилена **1** возникают 4 сигнала в сильном поле, а в ПМР-спектре бифенилена **2** – 2 сигнала в сильном поле.

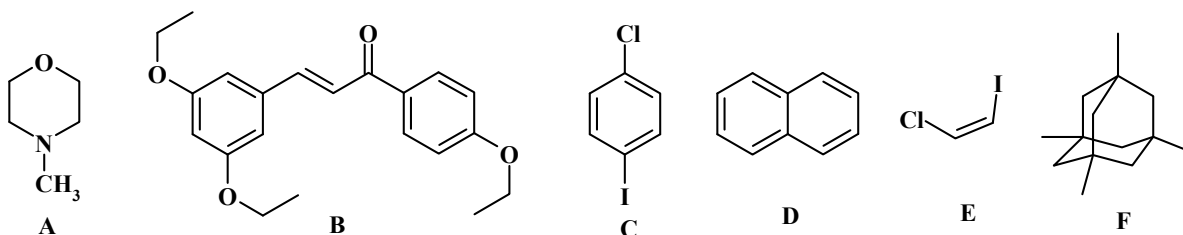
1. Объясните причину увеличения количества сигналов в спектрах **1** и **2** при понижении температуры.

2. Известно, что спектр ПМР N,N-диметилформамида также содержит в сильном поле 2 сигнала. Какая причина удвоения в этом случае?

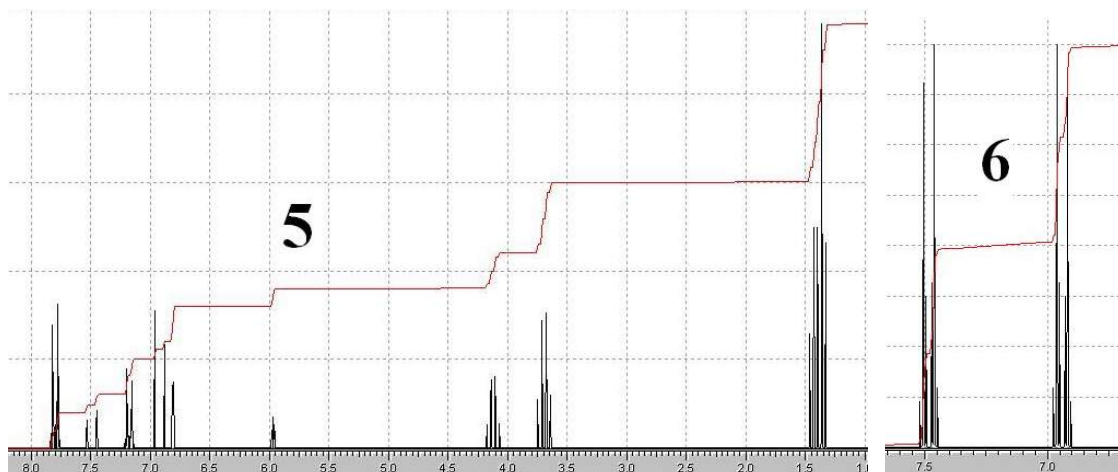
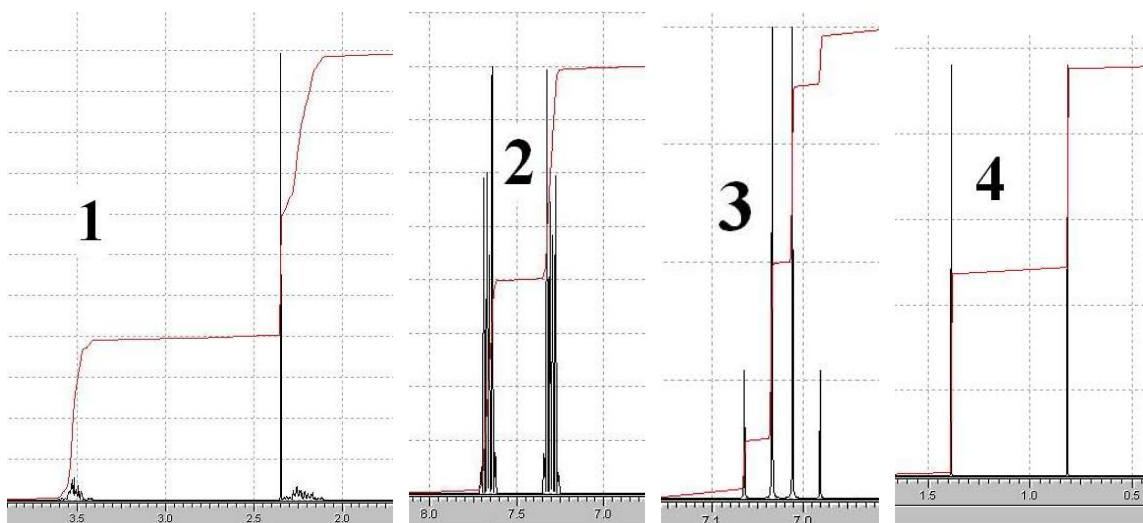
3. Предложите метод синтеза соединений **1** и **2** из бензола, нафталина, метилброма, а также любых неорганических реагентов и катализаторов.

5. Комплексы. В настоящее время сильно возросла роль комплексов переходных элементов, особенно металлокомплексов с органическими лигандами, в органическом катализе. Ниже приведены формулы соединений, некоторые из которых на первый взгляд кажутся экзотическими, однако получены давно и прочно вошли в арсенал известных химических реагентов. Для указанных соединений приведите: а) степень гибридизации центрального атома; б) форму молекулы; в) магнитные свойства: $\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$, $(\text{CH}_3)_6\text{Pt}_2$, $\text{PhCH}=\text{Ru}[\text{PCy}_3]_2\text{Cl}_2$ (Cy = циклогексил), $\text{ClFe}(\text{PMe}_3)(\text{CO})\text{Cp}$ (Cp – циклопентадиенил-анион), $\text{Co}(\text{CO})_2\text{Cp}$. Для кластеров укажите порядок связи между атомами металла.

6. Спектры. Определите, какие из приведенных расчетных ПМР-спектров (400 МГц) относятся к приведенным структурным формулам веществ (графики прилагаются):



На соответствующих графиках поставьте буквы, которыми обозначены вещества. Рядом с сигналами укажите протоны, которым они отвечают.



РЕШЕНИЯ И ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ 2-ГО ТУРА

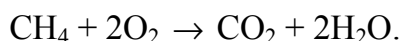
8 класс

1. Синтез-газ.

Найдем количества горючих веществ, составляющих 1 кг синтез-газа, для этого рассчитаем среднюю молярную массу смеси. Поскольку для газовой смеси объемная и мольная доли совпадают, то

$$\bar{M} = 0.18 \cdot 28 + 0.40 \cdot 2 + 0.11 \cdot 16 + 0.31 \cdot 44 = 21.24 \text{ г/моль.}$$

Следовательно, 1 кг смеси – это $1000/21.24 = 47.1$ моль. Количество горючих веществ в смеси равны: $\text{CO} - 0.18 \cdot 47.1 = 8.48$ моль, $\text{H}_2 - 0.4 \cdot 47.1 = 18.84$ моль, $\text{CH}_4 - 0.11 \cdot 47.1 = 5.18$ моль. При сгорании CO выделяется $8.48 \cdot 283.0 = 2399.8$ кДж, а при сгорании $\text{H}_2 - 18.84 \cdot 285.8 = 5384.5$ кДж. Метан сгорает в соответствии с уравнением



Пользуясь следствием из закона Гесса, рассчитаем тепловой эффект этой реакции, $\Delta H = -2 \cdot 285.8 - 393.5 + 84.9 = 880.2$ кДж. При сгорании 5.18 моль метана выделится $5.18 \cdot 880.2 = 4559.4$ кДж, при сгорании 1 кг синтез-газа $2399.8 + 5384.5 + 4559.4 = 12343.7$ кДж.

2. Перекристаллизация.

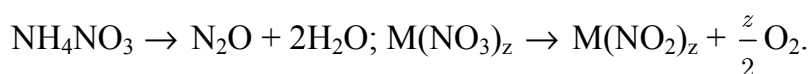
Исходная масса KNO_3 в техническом продукте равна 97 г. Для растворения такого количества соли с образованием насыщенного раствора при 80°C необходимо $100 \cdot 97/166.6 = 58.22$ г воды. При 0°C в таком количестве воды растворяется $13.9 \cdot 58.22/100 = 8.1$ г KNO_3 , которые будут потеряны. Значит, максимальная масса очищенного KNO_3 равна $97 - 8.1 = 88.9$ г.

3. Нитраты.

Пусть x и y – количество моль NH_4NO_3 и нитрата неизвестного металла в смеси. Так как газовая смесь бесцветна, то в ней отсутствует NO_2 , поэтому неизвестный металл – щелочной или щелочноземельный. Поэтому формулу нитрата неизвестного металла можно записать в виде $\text{M}(\text{NO}_3)_z$, где z – валентность неизвестного металла, равная 1 или 2. Пусть молярная масса неизвестного металла равна a , тогда молярная масса нитрата этого металла равна $a + 62z$. Масса NH_4NO_3 в смеси составляет $79x$, а нитрата неизвестного металла – $(a + 62z)y$. Очевидно, что

$$79x + (a + 62z)y = 9.6. \quad (1)$$

Нитраты разлагаются в соответствии с уравнениями реакций:



Оставшийся после разложения остаток представляет собой нитрит неизвестного металла. Молярная масса нитрита этого металла равна $(a + 46z)$, поэтому масса образовавшегося нитрита составляет $(a + 46z)y$. Следовательно

$$(a + 46z)y = 1.38. \quad (2)$$

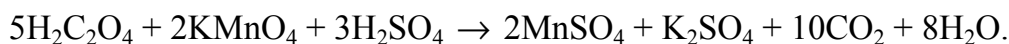
Образующаяся при разложении смеси нитратов газовая смесь содержит N_2O , H_2O и O_2 . После осушения газовой смеси в ней останутся N_2O и O_2 . Количества компонентов будут равны: $n(N_2O) = x$, $n(O_2) = yz/2$. Так как средняя молярная масса газовой смеси, полученной после осушения, составляет 42.92 г/моль, то, используя формулу $\bar{M} = \sum \chi_i M_i$, где χ_i и M_i – мольная доля и молярная масса i -го компонента смеси, можно записать: $44\chi(N_2O) + 32\chi(O_2) = 42.92$. Так как в этой смеси $\chi(N_2O) + \chi(O_2) = 1$, то $\chi(N_2O) = 0.91$, а $\chi(O_2) = 0.09$. Очевидно, что отношение $\chi(N_2O)/\chi(O_2)$ равно $n(N_2O)/n(O_2)$. Отсюда получаем

$$2x/yz = 0.91/0.09 = 10.11. \quad (3)$$

Три уравнения – (1), (2) и (3) – содержат четыре неизвестных величины, про одну из которых (z) известно, что она может быть равна только 1 или 2. Выполним их совместное решение два раза, один раз полагая $z = 1$, второй – $z = 2$. Первое решение дает $a = 23.77$ г/моль, второе – $a = 47.44$ г/моль. Из одновалентных металлов ближе всего к первому варианту стоит натрий с молярной массой 22.99 г/моль, ко второму – двухвалентный титан с $M = 47.90$ г/моль. Так как соединения титана являются окрашенными, то неизветный металл – натрий.

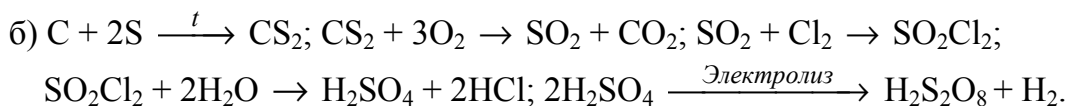
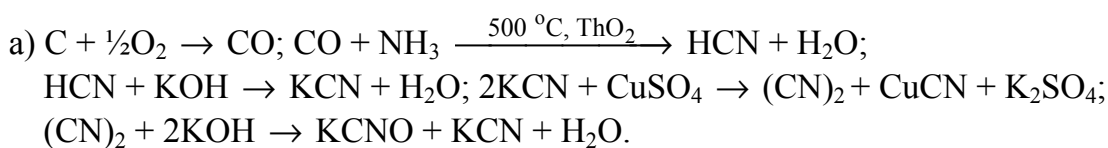
4. Перманганатометрия.

При растворении осадка CaC_2O_4 в серной кислоте образуется щавелевая кислота ($H_2C_2O_4$), которая затем окисляется $KMnO_4$. Взаимодействие перманганата калия со щавелевой кислотой протекает по уравнению:



На титрование 100 мл аликвоты пошло 11.1 мл раствора $KMnO_4$, в котором содержится $0.0252 \times 0.0111 = 2.8 \cdot 10^{-4}$ моль перманганата. Исходя из стехиометрии реакции, найдем количество $H_2C_2O_4$ в аликвоте: $2.8 \cdot 10^{-4} \cdot 5/2 = 7 \cdot 10^{-4}$ моль. Количество ионов кальция в растворе, взятом для анализа, равно количеству $H_2C_2O_4$, находящемуся в растворе, полученном после растворения осадка в серной кислоте: $n_{Ca^{2+}} = 7 \cdot 10^{-4} \times 2.5 = 1.75 \cdot 10^{-3}$ моль. Значит в исследуемом растворе $c_{Ca^{2+}} = 1.75 \cdot 10^{-2}$ моль/л. При определении содержания кальция описанным методом погрешность может возникать из-за присутствия в исследуемом растворе ионов, которые также образуют с оксалат-ионами нерастворимые осадки, например, ионы Ba^{2+} и Sr^{2+} .

5. Цепочка химических превращений.

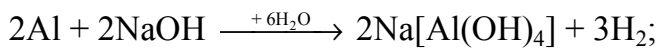
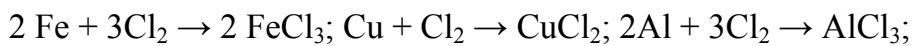


6. Элемент.

Пусть x и y – мольные доли изотопов в простом веществе, тогда можно записать два уравнения: $x + y = 1$ и $x/y = 10.31$. Второе уравнение справедливо, поскольку для газовых смесей объемная и мольная доли совпадают. Решая совместно эти два уравнения, находим $x = 0.9116$, $y = 0.0884$, откуда следует, что молярная масса простого вещества равна $0.9116 \cdot 20 + 0.0884 \cdot 22 = 20.18$ г/моль. Элемент, в состав ядра которого входит 10 протонов, – неон. Атом неона содержит 10 электронов, электронная конфигурация $1s^2 2s^2 2p^6$. Аналогичную электронную конфигурацию имеют такие ионы: Na^+ , Mg^{2+} , F^- , O^{2-} .

9 класс

Задание 1.



$$n(\text{Al}) = n(\text{NaOH}) = \frac{100 \times 0,08}{40} = 0,2 \text{ моль}; m(\text{Al}) = 5,4 \text{ г.}$$

$$n(\text{HCl}) = 3n(\text{Al}) + 2n(\text{Fe}) = \frac{292 \times 0,1}{36,5} = 0,8 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{0,8 - 0,6}{2} = 0,1 \text{ моль}; m(\text{Fe}) = 5,6 \text{ г.}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 1,5n(\text{Fe}) + n(\text{Cu}) + 1,5 n(\text{Al}) = \frac{11,2}{22,4} = 0,5.$$

$$n(\text{Cu}) = 0,5 - 0,3 - 0,15 = 0,05 \text{ моль}; m(\text{Cu}) = 3,2 \text{ г.}$$

$$m(\text{смеси}) = 5,4 + 5,6 + 3,2 = 14,2 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{Cu}) = 22,5 \%, \omega(\text{Al}) = 38,0 \%, \omega(\text{Fe}) = 39,5 \%.$$

Задание 2.

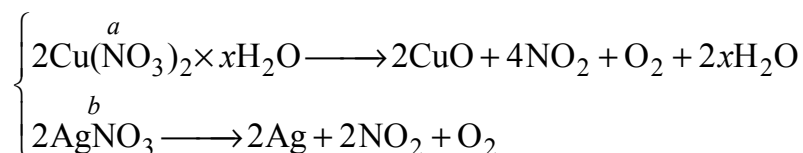


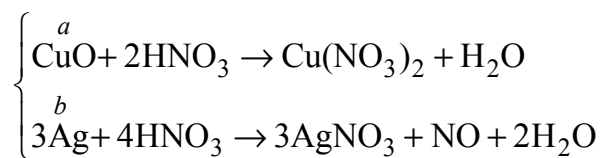
Пусть $M(\text{MeO}) = x$ г/моль, тогда $n(\text{MeO}) = \frac{a}{x} = 1$ моль.

Составляем систему уравнений по данным условия:

$$\begin{cases} \frac{a}{x} = 1 \\ \frac{a}{x+80} = \frac{b}{x} \\ \frac{b}{x+80} = \frac{20}{x} \end{cases} \Rightarrow x = 80 \text{ г/моль (CuSO}_4\text{)}$$

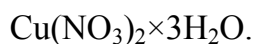
Задание 3.



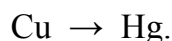


$$n(\text{HNO}_3) = 0,08 \text{ моль.}$$

$$\begin{cases} 2a + \frac{4}{3}b = 0,08 \\ (188 + 18x)a + 170b = 9,94 \\ 108b + 80a = 4,84 \end{cases} \quad \begin{cases} 3,76 + 0,36x = 9,94 - 5,1 \Rightarrow x = 3 \\ a = 0,02 \text{ моль} \\ b = 0,03 \text{ моль} \end{cases}$$

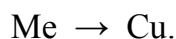


Задание 4.



$$1 \text{ моль} \quad 64 \text{ г} \quad 201 \text{ г}$$

$$\Delta m = 4,88 \text{ г} \Rightarrow n = \frac{4,88}{201 - 64} = 0,0356 \text{ моль.}$$



$$n = \frac{0,28}{64 - A(\text{Me})} = 0,0356 \text{ моль.}$$

$$A(\text{Me}) = 56 \text{ г/моль (Fe).}$$

$$m(\text{Fe}) = 1,96 \text{ г.}$$

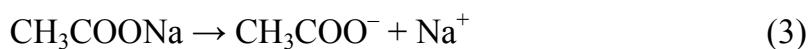
Задание 5.

В состав уксусной буферной смеси входит уксусная кислота и натрия ацетат. Уксусная кислота – слабый электролит и диссоциирует по уравнению:



$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}; \quad \text{p}K_a = 4,76 \quad (2)$$

Натрия ацетат – сильный электролит, диссоциирует полностью:



В присутствии одноименных ионов равновесие (1) сильно смещено влево, т.е. концентрацию молекул кислоты можно принять равной её начальной концентрации:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_{\text{кислоты}}.$$

Вследствие того, что уксусная кислота – слабый электролит, то почти все CH_3COO^- – ионы образуются вследствие диссоциации соли:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_{\text{соли}}.$$

По уравнению (2) рассчитаем $[\text{H}^+]$:

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad (4)$$

Прологарифмируем уравнение (4) и заменим знаки на противоположные:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = \text{p}K_a - \lg \frac{C_{\text{кисл.}}}{C_{\text{соли}}} \quad (5)$$

Так как $C_{\text{кисл.}} = C_{\text{соли}} = 0,2$ моль/дм³, то

$$\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,2}{0,2} = 4,76.$$

Если к 1 дм³ смеси добавить 0,01 моль HCl, то вследствие взаимодействия HCl и CH₃COO⁻ концентрация [CH₃COOH] увеличится до 0,21 моль/дм³, а концентрация [CH₃COO⁻] уменьшится до 0,19 моль/дм³. Тогда:

$$\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,21}{0,19} = 4,72.$$

Если к 1 дм³ смеси добавить 0,01 моль NaOH, то вследствие взаимодействия NaOH и CH₃COOH концентрация ионов [CH₃COO⁻] увеличится до 0,21 моль/дм³, а концентрация уксусной кислоты уменьшится до 0,19 моль/дм³. Тогда:

$$\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,19}{0,21} = 4,80.$$

Для раствора с pH = 5,0:

$$5,0 = 4,76 - \lg \frac{C_{\text{кисл.}}}{C_{\text{соли}}}, \text{ поэтому } \frac{C_{\text{кисл.}}}{C_{\text{соли}}} = 0,58.$$

Задание 6.

1) $m(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = x$; $m(\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = y$.

$$\begin{cases} x + y = 3 \\ 219x + 70,9y = 251,2 \end{cases}$$

$x = 2,736$ г CuSO₄·H₂O, $y = 0,264$ г CuSO₄·3H₂O.

$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 177,5$; $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 213,5$.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \left(\frac{2,736}{177,5} + \frac{0,264}{213,5} \times 3 \right) \times 18 = 0,344.$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,344}{3} \times 100\% = 11,5\%.$$

2) Размерность теплоты растворения: Дж/г = кДж/кг. Для того, чтобы перейти к расчету молярной теплоты, умножим удельную теплоту растворения на молярную массу в г/моль:

$$\text{Дж/г} \times \text{г/моль} = \text{Дж/моль}$$

$Q_{\text{гидр}} = Q$ растворения соли – Q растворения кристаллогидрата.

$Q_{\text{гидр}} = 27,74$ кДж/моль (CuSO₄·H₂O).

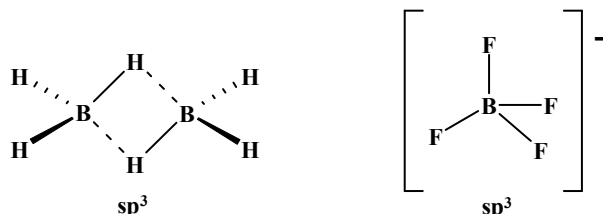
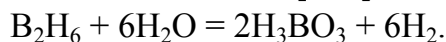
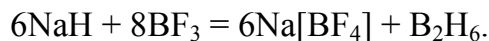
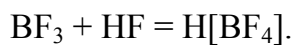
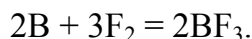
$Q_{\text{гидр}} = 51,58$ кДж/моль (CuSO₄·3H₂O).

$Q_{\text{гидр}} = 78,45$ кДж/моль (CuSO₄·5H₂O).

10 класс

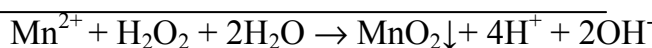
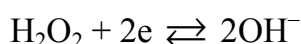
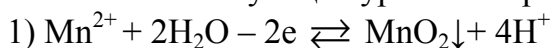
Задание 1.

X – B, Y – F, Z – H, A – H[B₂F₄], B – B₂H₆.

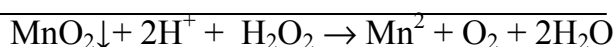
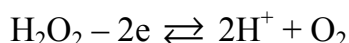
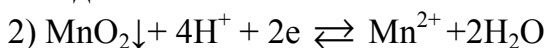


Задание 2.

Запишем соответствующие уравнения реакций:

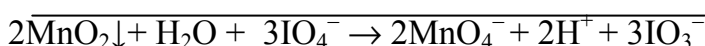
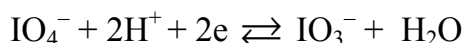
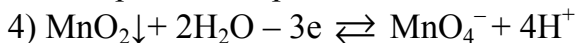


Пероксид – окислитель.

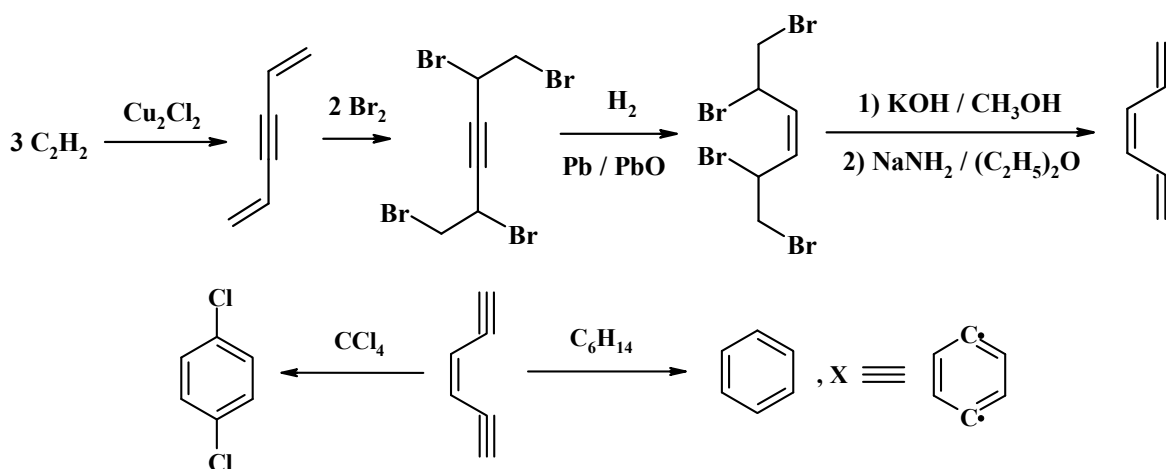


Пероксид – восстановитель.

Уравнение реакций, протекающих на 3-ей стадии аналогично 1.



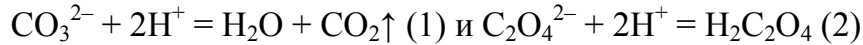
Задание 3.



Задание 4.

Уравнения химических реакций, протекающие при подготовке пробы и титровании. Первая проба:

а) кипячение с HCl:

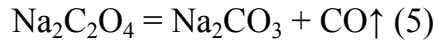


б) титрование:

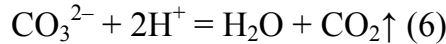


Вторая проба:

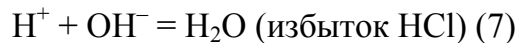
а) прокаливание смеси:



б) кипячение с HCl:



в) титрование:



Расчеты. Первое титрование:

Исходное количество HCl равно $n_0 = 20.00 \cdot 0.2000 = 4.0000$ ммоль. На титрование израсходовали $n_1 = 8.24 \cdot 0.1016 = 0.8372$ ммоль хлороводородной кислоты. $n_2 = 4.0000 - 0.8372 = 3.1628$ ммоль соответствует (уравнение 1) $2n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$, таким образом количество вещества карбоната равно: $n_3(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3.1628 : 2 = 1.5829$ ммоль, а массовая доля

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_3 \cdot M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) / m_{\text{нав.}} = 1.5829 \cdot 10^{-3} \cdot 105.99 / 0.7371 = 0.2274 \text{ (22.74\%)}$$

Второе титрование.

Исходное количество HCl равно $n_0 = 50.00 \cdot 0.2000 = 10.0000$ ммоль. После кипячения остался избыток HCl, $n_1 = 14.72 \cdot 0.1016 = 1.4956$ ммоль. Суммарное количество карбоната и оксалата натрия в пробе равно $n_2 = (10.0000 - 1.4956) / 2 = 4.2522$ ммоль. Из них количество Na_2CO_3 составляет

$$n_3 = m_{\text{нав.}} \cdot \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) / M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.6418 \cdot 0.2274 / 105.99 = 1.3794 \text{ ммоль.}$$

Отсюда количество $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ равно $n_4 = 4.2522 - 1.3794 = 2.8728$ ммоль, а массовая доля

$$\omega(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = n_4 \cdot M_r(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) / m_{\text{нав.}} = 2.8728 \cdot 10^{-3} \cdot 134.00 / 0.6418 = 0.5998 \text{ (59.98\%)}$$

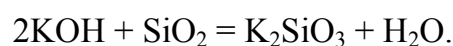
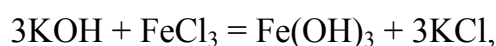
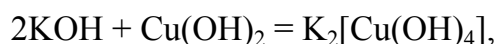
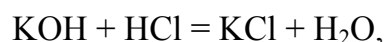
По разности находим массовую долю NaCl:

$$\omega(\text{NaCl}) = 100 - 22.74 - 59.98 = 17.28\%$$

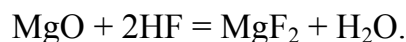
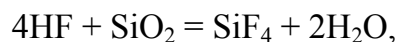
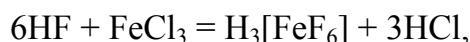
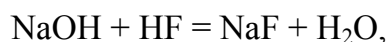
Задание 5.

Исходя из высокого значения массовой доли элемента X в кислоте Б, можно сделать заключение, что Б не содержит кислорода. Таким образом, кислота и ее средняя соль – бинарные соединения. Имеем: $1/5 = M_r(\text{X})/95$ и кислота – HF, щелочь – KOH, средняя соль – KF, кислая соль – KHF₂.

Реакции KOH:



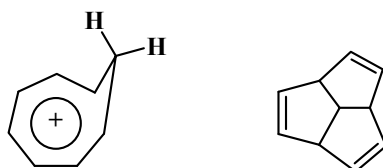
Реакции HF:



Задание 6.

- 1 – неароматичен (неплоский), 4 сигнала;
- 2 – антиароматичен;
- 3 – неароматичен (неплоский), 2 сигнала для самой устойчивой конформации;
- 4 – ароматичен, 3 сигнала;
- 5 – ароматичен, 3 сигнала;
- 6 – ароматичен, 2 сигнала;
- 7 – ароматичен, 3 сигнала;
- 8 – ароматичен, 1 сигнал;
- 9 – неароматичен ($n(\pi e) = 9$), нестабилен;
- 10 – антиароматичен.

Ароматические свойства могут проявлять соединения, в которых π -связи сближены пространственно, например:

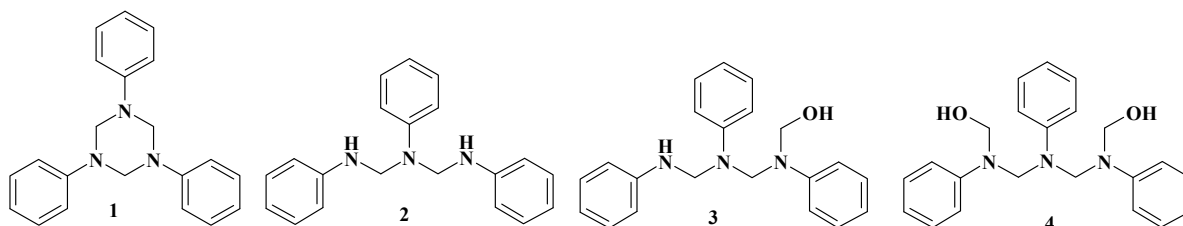


Это примеры так называемой гомоароматичности. Иногда отмечается так называемая σ -ароматичность, которая проявляется в повышенной устойчивости малых насыщенных циклов (например, кольца циклопропана).

11 класс

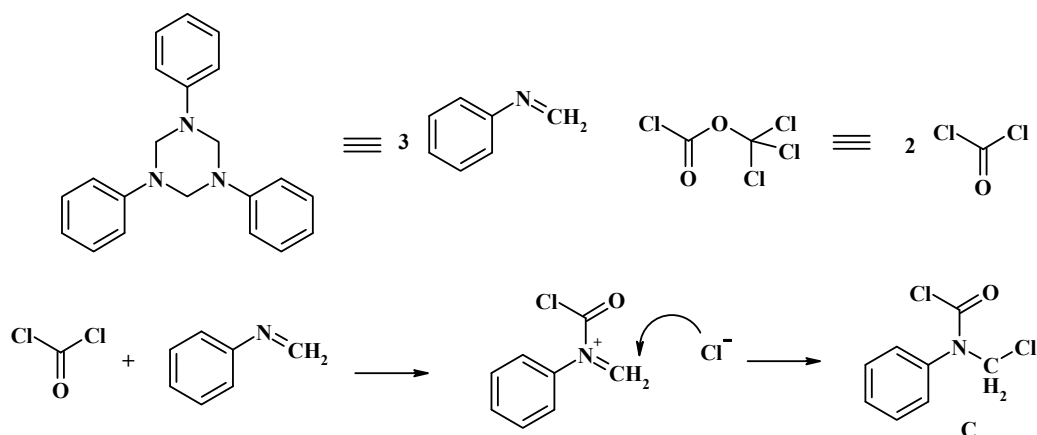
1. Бупрофезин.

1. Нам дана М в пределах 300-330, т.е., в продукте – 3 остатка анилина ($93 \times 3 = 279$). Может быть несколько гипотетических продуктов конденсации, например:



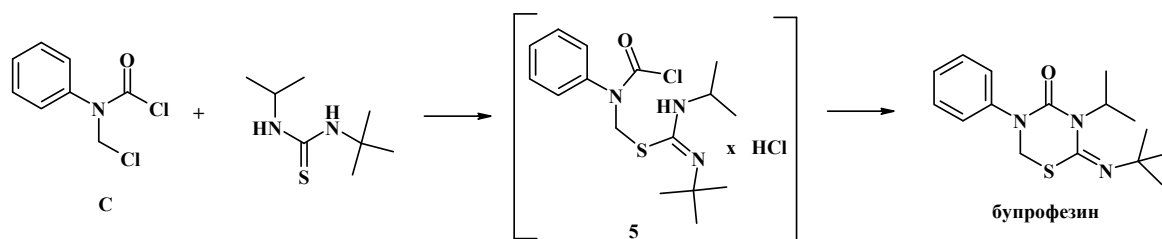
Из них только формулы 1 и 2 удовлетворяют условию $300 < M < 330$, и только 1 – точное значение $C = 79.97\%$ (для 2 – $C = 79.17\%$). Значит, А – это 1,3,5-

трифенилпергидро-*симм*-триазин (1,3,5-трифенил-1,3,5-триазинан). Реакция с фосгеном или его димером выглядит так:



продукт **C** ($C_8H_7Cl_2NO$) – *N*-фенил-*N*-хлорметилкарбамоилхлорид.

Реакция с несимметричной тиомочевинной выглядит так:

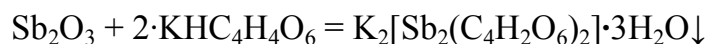


Бупрофезин: 2-(*tert*-бутилимино)-3-(*изо*-пропил)-5-фенилпергидро-1,3,5-тиадиазин-4-он.

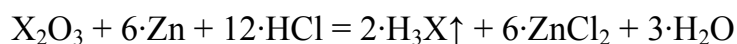
«Мягкий» хлорметильный центр реагирует по сере («мягкому» нуклеофилу) на первой стадии процесса. Атом серы более нуклеофилен, чем атом азота, а в молекуле **C** атом хлора в хлорметильной группе подвижнее атома хлора в $C(O)Cl$ -фрагменте. После этого более «жесткий» $C(O)Cl$ -фрагмент реагирует по «жесткому» атому азота тиомочевинной. Очевидно, что на селективность также оказывает большое влияние пространственный фактор – объем заместителей при атомах азота тиомочевинной. Разница в объемах *tert*-бутильного и *изо*-пропильного фрагментов достаточно велика, поэтому реакция идет селективно по более доступному атому азота (*N*-изопропил).

2. Токсикология.

1. Подсказка к расшифровке содержится в третьем задании, где описана проба Марша. Элементы, образующие исходные оксиды – As и Sb (X), а вещества А и В – As_2O_3 и Sb_2O_3 соответственно, так как в результате взаимодействия оксида сурьмы(III) с гидротартратом калия в спирте

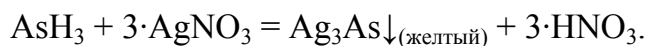


выпадает осадок Е – «рвотный камень». Растворение исходной смеси оксидов

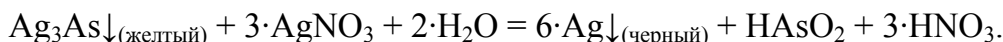


сопровождается выделением газов С – H_3As и D – H_3Sb . При пропускании стибина и арсина через раствор $AgNO_3$



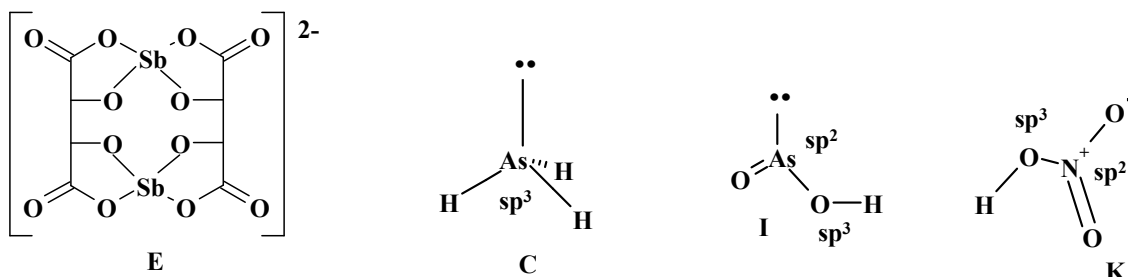


выпадают окрашенные осадки F – Ag_3Sb и G – Ag_3As . Последний вступает в окислительно-восстановительную реакцию при добавлении избытка ионов Ag^+

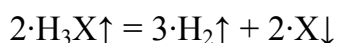


с образованием взвеси H – Ag, кислот I и K – HAsO_2 и HNO_3 , производные которых используются в качестве инсектицидов и удобрений соответственно.

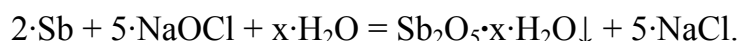
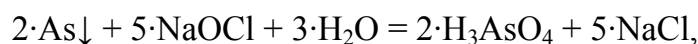
2. Строение частиц:



3. При охлаждении нагретой газовой смеси без доступа O_2



происходит образование коричнево-черного блестящего налета – "мышьяково-сурьмяного зеркала". Промывание кварцевой трубки раствором NaOCl



сопровождается изменением массы за счет перехода мышьяка в раствор и образования нерастворимого гидратированного оксида сурьмы. $\omega(\text{As}_2\text{O}_3) = 51\%$.

3. Нежная соль.

1. Средняя молекулярная масса газовой смеси:

$$M_{\text{ср.}} = D_{\text{He}} \cdot 4 = 9.667 \cdot 4 = 38.668 \text{ (г/моль)}.$$

Она, скорее всего, состоит из 2-х газов; таким образом, их массовые доли равны:

$$\varphi_1 = \frac{0.0448}{0.1344} = \frac{1}{3} \text{ и } \varphi_2 = \frac{2}{3}.$$

Если газ растворим в KOH , это может быть: NO_2 ; CO_2 ; SO_2 ; Cl_2

Есть зависимость:

$$M_{\text{ср.}} = \varphi_1 M_1 + \varphi_2 M_2 \Rightarrow$$

$$38,668 = \frac{1}{3}x + \frac{2}{3}y \Rightarrow$$

$$x + 2y = 116,$$

где y – молекулярная масса газа, растворимого в щелочи.

Таким образом, $y < \frac{116}{2} = 58 \text{ г/моль}$. Перебирая возможные варианты, останавливаемся на CO_2 , при этом $x = 116 - 2 \cdot 44 = 28 \text{ г/моль}$.

CO ; N_2 ; C_2H_4 , а именно – N_2 , так как другие газы окислились бы кислородом. Жидкость, которая образуется, – H_2O , поскольку кислота содержит водород. Можно рассчитать соотношение C и N:

$$n_{\text{C}} : n_{\text{N}} = \varphi_{\text{CO}_2} : 2\varphi_{\text{N}_2} = \frac{2}{3} : \frac{2}{3} = 1 : 1,$$

$$m_{\text{C}} = v_{\text{CO}_2} \cdot A(\text{C}) = \frac{0.1344 - 0.0448}{22.4} \cdot 12 = 0.048 \text{ г},$$

$$m_{\text{N}} = v_{\text{N}_2} \cdot A(\text{N}) = 2 \frac{0.0448}{22.4} \cdot 14 = 0.056 \text{ г}.$$

Остаток $0.108 - 0.048 - 0.056 = 0.004$ (г) очень мал и составляет только атомы водорода.

Таким образом:

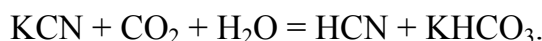
$$n_{\text{H}} : n_{\text{C}} : n_{\text{N}} = \frac{0.004}{1} : \frac{0.048}{12} : \frac{0.056}{14} = 1 : 1 : 1, \text{ т.е. кислота - HCN.}$$

$$v_{\text{кислоты}} = \frac{0.108}{27} = 0.004 \text{ моль}, \text{ тогда, если металл в соли одновалентен, } v_{\text{соли}}$$

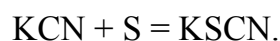
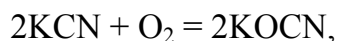
$$\text{также } 0.004 \text{ моль, а } M_{\text{соли}} = \frac{0.26}{0.004} = 65 \text{ г/моль}, \text{ тогда } M(\text{Me}) = 65 - 26 = 39 \text{ г/моль}.$$

KCN (калия цианид).

2-3.

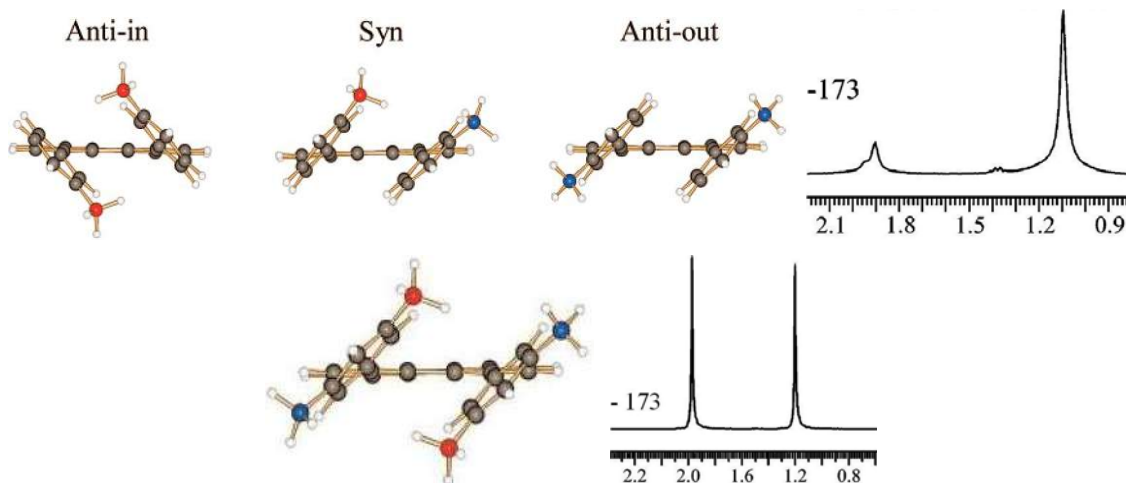


KCN – соль слабой кислоты, таким образом, она может реагировать даже с такой кислотой, как H_2CO_3 , т.е. с углекислым газом в присутствии влаги.

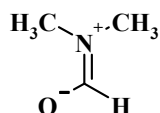


4. Бифенилены.

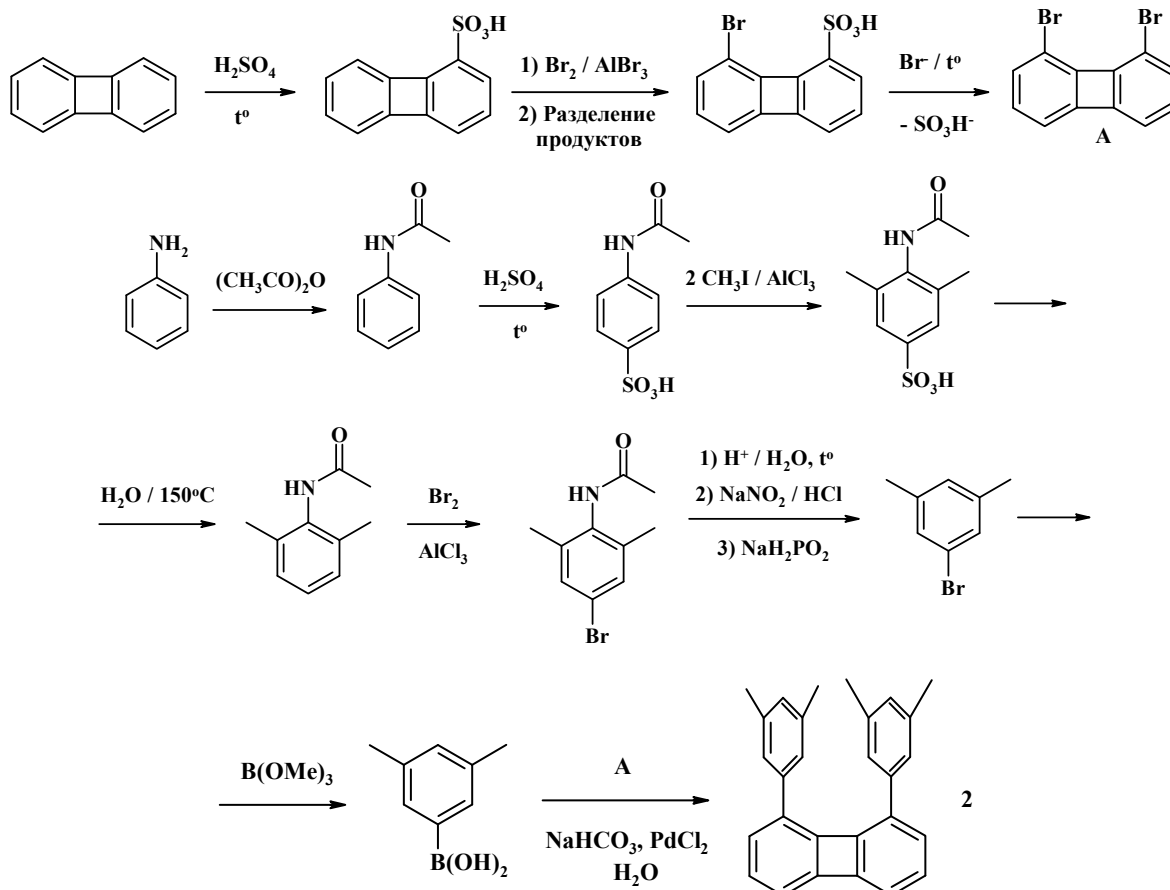
При низкой температуре вращение бензольных колец невозможно из-за стерического эффекта метильных групп. π -Системы колец взаимодействуют, поэтому в спектре соединения **1** фиксируются 2 формы анти-изомера. На рисунках изображены молекулы **1** и **2**, а также их ПМР-спектры (температура в °С, хим. сдвиг в м.д.):



2. В молекуле ДМФА метильные группы неэквивалентны из-за наличия мезомера:



3. Пример синтеза бифенилена **2** (уксусный ангидрид и триметилборат следует получить из метилбромида):



Ключевой является последняя стадия (реакция Судзуки). Соединение **1** синтезируют подобно.

5. Комплексы.

Циклопентадиенил-анион образует с центральным атомом многоцентровые связи, поэтому гибридизация орбиталей в рамках метода валентных схем может быть определена лишь формально (1 кольцо \equiv 1 σ -связь).

$\text{Re}_2\text{Cl}_8^{2-}$ – dsp^3 , две квадратные пирамиды, соединенных вершинами, парамагнитен, 4 связи между атомами металла;

$(\text{CH}_3)_6\text{Pt}_2$ – d^2sp , два тетраэдра, соединенных вершинами, диамагнитен, одинарная связь Pt-Pt;

$\text{PhCH}=\text{Ru}[\text{PCy}_3]_2\text{Cl}_2$ – d^3sp^2 , октаэдрический комплекс, диамагнитен;

$\text{ClFe}(\text{PMe}_3)(\text{CO})\text{Cr}$ – d^2sp (формально), тетраэдр, диамагнитен;

$\text{Co}(\text{CO})_2\text{Cr}$ – dsp (формально), связи Co-лиганд расположены по сторонам равностороннего треугольника.

6. Спектры.

1A, 2D, 3E, 4F, 5B, 6C.

ПОБЕДИТЕЛИ ІІІ-ГО ЕТАПА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ХІМІЧЕСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ

г. Харків, 26 янв. 2008 г.

Ф.І.О. ученика	Место	Класс	Район	Учебное заведение	Учителя, которые подготовили
Харченко Євген Дмитрович	1	8	Дзержинський	Харківська ЗОШ № 150	Юхимчук Людмила Борисівна
Вакслер Євген Олексійович	1	8	Комінтернівський	Харківська гімназія № 46	Кічата Олена Євгенівна
Бродський Ян Михайлович	1	8	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. №75	Бойнякишина Валентина Тимофіївна
Вавілов Андрій Вадимович	2	8	Дзержинський	Харківська ЗОШ № 150	Юхимчук Людмила Борисівна
Шморгун Ольга Сергіївна	2	7	Дзержинський	Харківський НВК №45 "Академічна гімназія"	Тиква Оксана Володимирівна, Свечкар'ов Денис Андрійович
Кіслінський Олексій Олексійович	2	8	Малий ка-разінський університет	Харківський НВК №45 "Академічна гімназія"	Тиква Оксана Володимирівна, Свечкар'ов Денис Андрійович
Єрьоміна Олександра Михайлівна	2	8	Дзержинський	Харківська гімназія № 47	Мельнікова Тетяна Василівна
Гончаров-Горянський Андрій Михайлович	2	8	Харківський ФМЛ № 27	Харківський ФМЛ № 27	Кравченко Олександра Анатоліївна
Васильченко Даріна Романівна	3	8	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 80	Варавва Наталія Едуардівна
Руденко Віталій Олегович	3	8	Дзержинський	Харківська гімназія №47	Мельнікова Тетяна Василівна
Бовт Ігор Олександрович	3	8	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 119	Михайленко Любов Михайлівна
Воцаний Богдан Сергійович	3	8	м. Ізюм	Ізюмська ЗОШ І-ІІІ ст. №12	Чернятіна Тамара Григорівна
Кулешова Анна Вікторівна	3	8	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 80	Варавва Наталія Едуардівна
Ісакова Влада Дмитрівна	3	8	Комінтернівський	Харківський технічний лицей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Рубаненко Марія Олександрівна	3	8	Малий ка-разінський університет	Харківський ФМЛ № 27	Свечкар'ов Денис Андрійович
Рагуліна Юлія Михайлівна	3	8	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 80	Варавва Наталія Едуардівна
Вус Олег Сергійович	3	8	Валківський	Валківський лицей ім.О.Масельського	Дьяченко Валентина Андріївна
Кадець Борис Володимирович	3	8	Малий ка-разінський університет	ХНВК № 45 "Академічна гімназія"	Свечкар'ов Денис Андрійович
Звягін Євген Миколайович	1	9	Московський	Харківська гімназія № 144	Чернова Галина Олексіївна
Козирев Антон Вікторович	1	9	м. Куп'янськ	Куп'янська гімназія № 3	Сергєєва Ірина Петрівна
Дзюба Максим Денисович	1	9	Комінтернівський	Харківський технічний лицей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна

Ф.И.О. ученика	Место	Класс	Район	Учебное заведение	Учителя, которые подготовили
Лісовський Віталій Валерійович	2	9	Фрунзенський	Харківський ліцей № 161 "Імпульс"	Загильнікова Наталія Миколаївна
Колодезний Дмитро Юрійович	2	9	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 80	Варавва Наталія Едуардівна
Радіонова Людмила Володимирівна	2	9	Дзержинський	Харківська гімназія № 47	Мельнікова Тетяна Василівна
Кравченко Олександр Сергійович	2	9	Дзержинський	Харківський НВК №45 „Академічна гімназія”	Тиква Оксана Володимирівна, Свечкарьов Денис Андрійович
Онїжук Антон Олегович	3	9	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Майбулат Денис Дмитрович	3	9	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Базиль Антон Олександрович	3	9	м. Куп'янськ	Куп'янська гімназія № 2	Борисов Сергій Віталійович
Нечитайло Антон Юрійович	3	9	Київський	Харківська ЗОШ І-ІІІ ст. № 5	Гребенюк Людмила Федорівна
Ребров Олександр Леонідович	3	9	Дзержинський	Харківська СШ І-ІІІ ст. № 99	Трушина Ганна Василівна
Шушура Віталій Юрійович	3	9	Комінтернівський	Харківська гімназія № 46	Кічата Олена Євгенівна, Базавлук Тетяна Вікторівна
Буличова Олена Ігорівна	3	9	Харківський ФМЛ № 27	Харківський ФМЛ № 27	Кравченко Олександра Анатоліївна
Бондарев Роман Володимирович	3	9	м. Куп'янськ	Куп'янська гімназія № 1	Караван Наталія Анатоліївна, Бондарева Валентина Іванівна
Москальов Віталій Борисович	3	9	Московський	ХЗОШ І-ІІІ ст. № 138	Теслицька Ніна Іванівна
Сморцова Євгенія Юрійівна	3	9	Орджонікідзевський	ХСШ І-ІІІ ст. № 119	Михайленко Любов Михайлівна
Мороз Катерина Миколаївна	3	9	Борівський	Борівська гімназія № 1	Ніконова Світлана Володимирівна
Вальтер Євгенія Борисівна	3	9	Кегичівський	Кегичівський ліцей	Пухова Ірина Миколаївна
Єршов Олександр Анатолійович	3	9	м. Лозова	Лозівський ліцей № 4	Петренко Алла Володимирівна
Миронова Марія Юрійівна	1	10	Дзержинський	Харківська гімназія №47	Войлокова Тетяна Іванівна
Фарафонов Володимир Сергійович	1	10	Київський	Харківська ЗОШ І-ІІІ ст. № 5	Гребенюк Людмила Федорівна
Морозова Аліса Дмитрівна	2	10	Дзержинський	Харківська СШ І-ІІІ ст. № 99	Трушина Ганна Василівна
Монастир'юв Данило Юрійович	2	10	Київський	Харківська гімназія № 55	Ушакова Ніна Андріївна
Слюсарев Артем Миколайович	2	10	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Ошега Юлія Сергіївна	3	10	Дзержинський	Харківська гімназія №47	Войлокова Тетяна Іванівна
Пономаренко Володимир Олександрович	3	10	Харківський ФМЛ №27	Харківський ФМЛ № 27	Кравченко Олександра Анатоліївна

Ф.И.О. ученика	Место	Класс	Район	Учебное заведение	Учителя, которые подготовили
Гірченко Сергій Сергійович	3	10	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Дегтярова Марія Миколаївна	3	10	Чугуївський	Малинівська ЗОШ № 2	Самошко Любов Миколаївна
Гаєвський Олександр Станіславович	3	10	Жовтневий	ХЗОШ I-III ст. № 28	Ващук Ірина Володимирівна
Савчук Олексій Дмитрович	3	10	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Лежешко Марія Геннадіївна	1	11	Дзержинський	Харківська гімназія №47	Войлокова Тетяна Іванівна
Гужва Андрій Олександрович	2	11	Комінтернівський	Харківська гімназія № 46	Кічата Олена Євгенівна
Овчинников Вадим Валерійович	2	11	Московський	ХСШ I-III ст. № 3	Краснощок Тетяна Василівна
Кожевін Дмитро Анатолійович	2	11	Комінтернівський	Харківський технічний ліцей №173	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Серебряков Дмитро Сергійович	3	11	Київський	Харківська гімназія № 55	Ушакова Ніна Андріївна
Букатич Ілля Вадимович	3	11	Дзержинський	Харківський НВК №45 „Академічна гімназія”	Свечкарєв Денис Андрійович
Дерека Богдан Андрійович	3	11	Орджонікідзевський	ХСШ I-III ст. № 80	Варавва Наталія Едуардівна
Юрченко Ангеліна Дмитрівна	3	11	м. Чугуїв	Чугуївська ЗОШ I-III ст. № 1	Напльокова Ніна Кирилівна
Куров Артем Миколайович	3	11	Ленінський	ХЗОШ I-III ст. № 126	Дегтярєва Софія Наумівна
Макарова Євгенія Ігорівна	3	11	Московський	Харківська гімназія № 144	Чернова Галина Олексіївна
Миргородська Юлія Валеріївна	3	11	Комінтернівський	Харківська гімназія № 46	Кічата Олена Євгенівна

Команда Харьковской области на IV этапе Всеукраинской химической олимпиады в этом году состоит из 7 человек:

- 8 класс: Харченко Евгений
Шморгун Ольга
Гончаров-Горянский Андрей
- 9 класс: Дзюба Максим
Звягин Евгений
- 10 класс: Миронова Мария
- 11 класс: Кожевин Дмитрий

Пожелаем им удачи!

СОДЕРЖАНИЕ

Задания 1-го тура	4
8 класс	4
9 класс	5
10 класс	6
11 класс	8
Решения заданий 1-го тура	10
8 класс	10
9 класс	12
10 класс	14
11 класс	18
Задания 2-го тура	22
8 класс	22
9 класс	23
10 класс	24
11 класс	25
Решения и ответы к заданиям 2-го тура	29
8 класс	29
9 класс	31
10 класс	34
11 класс	36
Победители III-го этапа Всеукраинской химической олимпиады	41

**Колосов Максим Александрович
Ельцов Сергей Витальевич
Кийко Сергей Михайлович
Никитина Наталья Александровна
Комарицкий Игорь Леонидович
Чуйко Юлия Ивановна**

**Харьковская областная химическая олимпиада 2008 года:
Задачи и решения.**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск: Колосов М.А.
Технический редактор: Ельцов С.В.

Подписано к печати 20.03.2008.
Тираж 100 экземпляров.

61077, г. Харьков, пл. Свободы 4,
Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

