

---

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

---

**Харьковская областная  
химическая олимпиада  
2010 года**

**Задачи и решения**

**Харьков 2010**

**Колосов М.А., Ельцов С.В., Никитина Н.А., Чуйко Ю.И. Харьковская областная химическая олимпиада 2010 года: Задачи и решения. Учебно-методическое пособие. Харьков: ХНУ имени В.Н.Каразина, ХОНМИНО, 2010. 54 с.**

Пособие содержит задачи III-го этапа 46-ой Всеукраинской химической олимпиады в Харьковской области и их решения. Предназначено для учителей химии и школьников, а также для всех, кто интересуется химией.

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,  
Колосов М.А. – куратор 11 класса,  
Холин Ю.В. – эксперт олимпиады,  
Чуйко Ю.И. – методист ХОНМИНО

© Колосов М.А., Ельцов С.В.,  
Никитина Н.А., Чуйко Ю.И., 2010.

Дорогие участники Олимпиады, учителя, коллеги!

Мир вокруг нас стремительно меняется. Исчезают и появляются новые государства, существенно изменяются взгляды на жизнь и ее идеалы, возникают новые принципиальные проблемы человечества, такие как перенаселение Земли, нехватка энергоресурсов и т.д.

Казалось бы, именно решение этих вопросов и призывает людей объединиться и искать принципиально новые пути их решения, однако, к сожалению, мы говорим о них чаще всего в отрицательном свете. Действительно, трудно видеть положительное в том, что развитие культуры, образования и науки отодвинуто на второй, если не на десятый, план. Тяжело видеть, что наши школьники зачастую не просто не умеют грамотно писать, но и говорить. Больно сознавать, что в нынешнее время по-настоящему массово культивируются, пожалуй, лишь понятия, связанные с инстинктом продолжения рода.

А ведь наибольшее удовольствие мы получаем от общения с себе подобными, и чем более интеллектуальным является это общение, тем больше оно позволяет почувствовать себя Человеком.

Мне кажется, задача коллектива жюри как раз и состоит в создании дружного химического мира, в сохранении добрых традиций Олимпиады, в научном и методическом совершенствовании заданий и методов подготовки школьников. Мы проводим работу не только по подготовке школьников к конкретным состязаниям, но и постоянно занимаемся с ними теоретической и экспериментальной подготовкой. Такие занятия проводятся как опытными преподавателями и научными сотрудниками, так и нашими молодыми кадрами – студентами и аспирантами. Только так можно обеспечить непрерывность и преемственность традиций, омоложение коллектива жюри, а также создать условия для поступления участников Олимпиады на химические специальности ВУЗов и их ориентирование на научную работу.

Задания Олимпиады также изменяются. Но они не просто усложняются со временем. Сохраняя специфическую «олимпиадную» изюминку, с одной стороны, они становятся более специализированными, а, с другой, содержат иногда достаточно широкую общую информацию, которая часто помогает сориентироваться в решении. Это делает задачи не просто трудными, а живыми и увлекательными.

В этом году Харьковскую область на Всеукраинской химической олимпиаде представят: Александр Виговский, Антон Колядин и Никита Онижук (8 класс), Ирина Запорожец и Екатерина Головизнина (9 класс), Снежана Зайцева (10 класс), Евгений Звягин и Михаил Кузнецов (11 класс).

Мы надеемся на вас, ребята.

Председатель жюри

М. Колосов

---

## ЗАДАНИЯ 1-ГО ТУРА

### 8 класс

**1. Химия.** Химия может быть определена как наука о веществах, их составе, строении, свойствах и превращениях. Дайте ответы на следующие вопросы: 1) Что такое вещество? 2) Какие свойства веществ изучает химия? 3) Что в химии понимают под составом вещества? 4) Что в химии понимают под строением вещества? 5) Какие превращения веществ изучает химия?

**2. Разделение смесей.** Предложите метод, по которому из нижеприведенных смесей могут быть выделены их компоненты: 1) железные и медные опилки; 2) алюминиевые и магниевые опилки; 3) смесь порошков  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{BaSO}_4$ ; 4) смесь порошков  $\text{BaCO}_3$  и  $\text{BaSO}_4$ ; 5) смесь воды и подсолнечного масла. Если для выделения вещества из смеси используются химические реакции, то запишите их уравнения.

**3. Элементы.** Элементы X и Y, находящиеся в одной группе периодической системы Д.И.Менделеева, образуют между собой два соединения A и B. Известно, что вещество A образуется при взаимодействии простых веществ, а B можно получить при окислении вещества A кислородом воздуха в присутствии катализатора. Определите элементы X и Y, если известно, что массовая доля элементов в соединении A равна 50.00%. Запишите уравнения реакций образования веществ A и B.

**4. Получение кислорода.** Ранее для получения кислорода, необходимого для дыхания экипажей подводных лодок, применяли пероксиды щелочных металлов. Эти вещества удобны тем, что одновременно с выделением кислорода происходит еще и поглощение углекислого газа. Наибольшее применение с этой целью нашла смесь пероксида натрия ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) и надпероксида калия ( $\text{K}_2\text{O}_4$ ). Запишите уравнения реакций взаимодействия  $\text{Na}_2\text{O}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}_4$  с оксидом углерода (IV). Рассчитайте состав смеси  $\text{Na}_2\text{O}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}_4$  (в массовых и мольных долях), если известно, что при её взаимодействии с  $\text{CO}_2$  объем выделяющегося кислорода равен объему поглощенного газа.

**5. Генераторный газ.** При промышленной переработке каменного угля (газификации) в газогенераторе образуется смесь газов, называемая генераторным газом. При использовании наиболее распространенного метода газификации (метод Лурги) получают генераторный газ следующего состава (по объему): водород – 39%, оксид углерода (II) – 18%, оксид углерода (IV) – 30%, метан – 11%, азот – 1%. Рассчитайте, сколько тепла выделяется при сгорании 1 м<sup>3</sup> этого газа, взятого при 25 °С и нормальном давлении, если теплоты образования  $\text{H}_2\text{O}$ , CO и  $\text{CO}_2$  равны 241.8 кДж/моль, 110.53 кДж/моль и 393.51 кДж/моль, соответственно, а теплота сгорания  $\text{CH}_4$  составляет 890.31 кДж/моль.

*Справка: теплота образования – количество энергии, выделяющееся (или поглощаемое) при образовании 1 моль вещества из простых веществ; теплота образования простых веществ равна нулю. Теплота сгорания – количество энергии, выделяющееся при сгорании 1 моль вещества в кислороде.*

**6. Оксиды углерода.** При окислении углерода кислородом воздуха образовалась смесь его оксидов массой 21.2 г. При пропускании этой газовой смеси через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ее объем уменьшился в 10 раз. Рассчитайте: 1) мольные и массовые доли оксидов углерода в смеси; 2) массу газовой смеси после пропускания через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; 3) массы углерода и кислорода, вступивших в реакцию.

**7. Задание экспериментального тура.** Для проведения опыта используется бесцветная маслянистая жидкость неорганического происхождения, которая обладает такими свойствами: 1) образует белый осадок при добавлении к раствору хлорида бария; 2) не дает осадка с раствором нитрата серебра; 3) окрашивает раствор индикатора метилового оранжевого в красный цвет. Эту жидкость наливают в пробирку. Сверху аккуратно, чтобы не происходило перемешивания слоев, приливают этиловый спирт. Затем в пробирку добавляют мелкокристаллический порошок перманганата калия. Через некоторое время в пробирке на границе раздела двух жидкостей появляются искры и содержимое пробирки окрашивается в бурый цвет. Какова формула неорганической жидкости, взятой для опыта? Напишите уравнение ее реакции с хлоридом бария. Запишите уравнение реакций, приводящих к появлению искр в пробирке. Почему наличие искр внутри пробирки не приводит к загоранию спирта? Для справки: формула этилового спирта –  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , при взаимодействии с сильными окислителями он окисляется до воды и углекислого газа.

## 9 класс

**1. Твердое, жидкое, газообразное.** Приведите по 2 примера реакций разного типа, в которых:

- а) из двух газов образуется жидкость;
- б) из газа и твердого вещества образуется иной газ и другое твердое вещество;
- в) из двух твердых веществ образуются два твердых вещества;
- г) из жидкости и твердого вещества образуется твердое вещество и газ;
- д) из одного твердого вещества получают 2 или 3 газа;
- е) из двух жидкостей образуется одно твердое вещество.

**2. Цепочки.** Осуществите превращения:

- а)  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ .
- б)  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
- в)  $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_3$ .

Для молекул  $\text{BH}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PCl}_5$  опишите пространственное строение молекул, укажите степень гибридизации центрального атома.

**3. Эквивалент.** При сгорании 4.14 г элемента **A** получилось 8.94 г его оксида. Определите неизвестный элемент и рассчитайте, какой объем водорода получится при взаимодействии 15.3 г элемента **A** с водой.

**4. Закон Гесса.** Русский химик Г.И.Гесс (1802-1850) является одним из основоположников термодинамики. Человек чрезвычайно одаренный и разносторонне развитый, он занимался геохимией, был активным популяризатором науки, литератором и живописцем.

1. Поясните, что такое «тепловой эффект реакции». Как его можно измерить? Может ли теплота, выделяющаяся в результате реакции, быть отрицательной? В чем это будет проявляться? Вычислите стандартный тепловой эффект реакции:  $C_2H_5OH_{(r)} \rightarrow C_2H_4_{(r)} + H_2O_{(r)}$  при стандартных условиях, если теплоты образования газообразных  $C_2H_5OH$ ,  $C_2H_4$  и  $H_2O$  равны соответственно:  $-234.80$ ,  $52.30$ ,  $-241.81$  кДж/моль.

2. Гесс сформулировал «правило термонеutrальности», согласно которому при смешении водных растворов солей не происходит выделения или поглощения тепла. Будет ли справедливым это правило, если смешивать твердые соли? Приведите примеры.

3. Объясните зафиксированный Гессом факт: при нейтрализации водного раствора 1 моль любой одноосновной сильной кислоты водным раствором сильного основания всегда выделяется одинаковое количество теплоты.

**5. Электролиз.** В две последовательно соединенные электролитические ячейки поместили растворы  $NaCl$  и  $CuSO_4$ . При пропускании через оба раствора электрического тока масса катода в растворе  $CuSO_4$  увеличилась на 3.2 г, а на аноде выделился газ **A** тяжелее воздуха. В растворе натрия хлорида на катоде выделился газ **B**, который легче воздуха, и окрашенный газ **B**.

1. Определите газы **A**, **B**, **B**, их объёмы и элемент, который выделился на катоде в растворе  $CuSO_4$ .

2. Какие соединения могут образовывать между собой элементы Na, S, O? Приведите их, а также укажите способ их получения из простых веществ.

3. Соединение  $CuSO_4$  само по себе бесцветно, однако при хранении в обычных условиях приобретает синюю окраску. Чем обусловлен этот процесс? Приведите уравнение реакции, назовите ее продукт. Как из упомянутого окрашенного продукта вновь получить бесцветный  $CuSO_4$ ?

**6. Константа.** В замкнутом сосуде при  $494^\circ C$  смешали оксид азота (II) и кислород. Продолжая поддерживать температуру постоянной, дождались установления химического равновесия. Оказалось, что при  $494^\circ C$  константа равновесия равна 2.2. После достижения равновесия концентрация оксида азота (II) стала равной 0.02 моль/л, а концентрация кислорода равна 0.03 моль/л.

1. Вычислить исходные концентрации оксида азота (II) и кислорода.

2. Как изменится равновесие в системе: а) при повышении давления; б) при снижении давления; в) при добавлении кислорода?

3. Как получают в лаборатории оксид азота (II) и кислород?

**7. Задание экспериментального тура.** В две пробирки налили раствор сульфата натрия и раствор натриевой соли неизвестной кислородсодержащей кислоты, в который прибавили раствор крахмала. Прильем первый раствор ко второму – никаких изменений не наблюдается. Подкислим смесь двух растворов

серной кислотой – раствор приобретает ярко-синюю окраску. Приливаем в этот раствор избыток раствора сульфита натрия – синяя окраска раствора исчезает.

Что собой представляет соединение, дающее синюю окраску раствора? Какая качественная реакция и на какое вещество была использована в данном опыте? Почему смесь двух растворов синее только при добавлении серной кислоты? Почему при добавлении избытка раствора сульфита натрия синяя окраска раствора исчезает? Запишите уравнения всех протекающих в ходе опыта химических реакций.

### 10 класс

**Задача 1.** Смесь нитратов кальция, бария и серебра массой 1.59 г растворили в дистиллированной воде. К смеси добавили избыток раствора хлорида натрия, при этом выпал осадок, масса которого составила 0.51 г. К раствору над осадком прибавили избыток карбоната натрия. При этом выпал осадок массой 0.65 г. Определите массовые доли нитратов в исходной смеси. Было бы возможно разделение катионов, если бы сначала прилили к раствору карбонат натрия? Ответ обоснуйте.

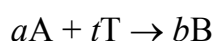
**Задача 2.** Для полива орхидей рекомендуется использовать воду, жесткость которой меньше, чем 4.3 ммоль-экв/л. В двух хозяйствах есть в наличии вода с таким содержанием солевых компонентов:

компонент	$K^+ + Na^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$NO_3^-$
содержание, мг/л	26	84	24.6	6.8	25.3	19.7

Одно хозяйство использует воду для полива без предварительной обработки, второе – использует воду после кипячения. Какое хозяйство поступает правильнее? Известно, что на титрование 100 мл воды после кипячения израсходовали 13.2 мл раствора титранта (ЭДТА) с молярной концентрацией 0.015 моль/л (при титровании стехиометрическое соотношение между каждым катионом металла и ЭДТА 1 : 1).

Что такое общая, карбонатная и постоянная жесткость воды? Какие Вам известны способы умягчения воды? Какие Вам известны доступные в быту средства для удаления накипи в чайнике?

*Справка:* Титрование – процесс добавления титранта (вещества с точно известной концентрацией) к анализируемому образцу до достижения точки стехиометричности (ТСт). ТСт фиксируют при помощи индикатора. В ТСт для реакции

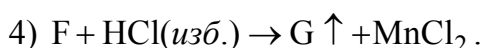
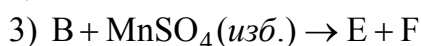
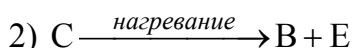


выполняется соотношение:  $\frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b} = \frac{n(T)}{t}$ .

**Задача 3.** В последнее время в связи с поиском альтернативных источников энергии популярность приобретает использование биогаза. Его получают из навоза и растительного сырья, он содержит 70 % (мас.) метана и 30 % (мас.) оксида углерода (IV).

Рассчитайте состав газовой смеси (в массовых процентах, н.у.), которая образовалась после сжигания биогаза в потоке воздуха. Скорость подачи биогаза 26 кг/час. Воздух подается с избытком 10 % (по массе). Состав воздуха – 23.2 % (мас.) кислорода, 75.5 % (мас.) азота, 1.3 % (мас.) аргона. Какие еще органические вещества можно получить переработкой отходов сельского хозяйства? Где используются в промышленности метан, оксид углерода (IV) и указанные Вами соединения?

**Задача 4.** К желтому порошку (вещество А) массой 0.04 г добавили 25 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 0.2 моль/л и провели превращения согласно представленным схемам:



В результате было получено 0.016 л (н.у.) вещества G с характерным запахом тухлых яиц. Назовите неизвестные вещества и запишите уравнения химических реакций. Определите выход продукта G. Назовите области применения вещества А.

**Задача 5. Углеводороды.** Известно, что углеводороды А, В, С изомерны. Молекулы веществ А–С не содержат циклов, а степень гибридизации всех атомов углерода в этих веществах –  $sp^3$ . Каждый из изомерных углеводородов D, E, F способен присоединять 1 моль брома. D и E являются геометрическими изомерами, а F не содержит кратных связей и имеет одну метильную группу. Изомерные углеводороды G и H способны реагировать между собой (1:1), причем молекула G линейна, а степень гибридизации всех атомов углерода в молекуле H –  $sp^2$ .

1. Определите зашифрованные вещества, назовите их, если известно, что молярная масса веществ А–H не больше 75 г/моль, молярная масса веществ D–F на 2.78 % меньше молярной массы веществ А–С, а плотность паров G и H по водороду составляет 27.

2. Напишите реакцию D, E, F с бромом.

3. Приведите реакцию G с H. Как она называется?

**Задача 6. Полимеризация.** Углеводороды А и В – соседи по гомологическому ряду. Продукты их полимеризации чрезвычайно широко используются в народном хозяйстве. Известно, что А не имеет изомеров, В имеет один изомер –



С, а при сгорании 1 л (н.у.) А в избытке кислорода и последующем охлаждении продуктов сгорания образуется 2 л газа и 1.61 г жидкости.

1. Определите вещества А–С, назовите их.
2. Приведите реакции полимеризации соединений А и В.
3. Где используются А–С, а также продукты полимеризации А и В?
4. Почему полимер, полученный из В, гораздо менее эластичный, чем полученный из А?

**7. Задание экспериментального тура.** 1. На медные стружки действуют концентрированным раствором кислоты А. Выделяющийся в результате химической реакции газ, через газоотводную трубку собирают во вторую пробирку с дистиллированной водой. В полученный раствор опускают универсальную индикаторную бумажку.

2. В пробирку с металлическим цинком приливают разбавленный раствор кислоты А, подогревают для ускорения химической реакции. После ее окончания в пробирку добавляют раствор гидроксида натрия и снова нагревают. В пары над раствором вносят смоченную дистиллированной водой универсальную индикаторную бумажку.

Отметьте наблюдаемые явления. Установите, какая кислота А была взята для эксперимента. О чем свидетельствует изменение окраски индикаторной бумаги? Запишите уравнения протекающих химических реакций.

### 11 класс

**1. Спички.** С незапамятных времен огонь играл важную роль в развитии человечества. Использование огня и умение его добывать составляли одну из самых характерных особенностей человеческой культуры даже на ранних этапах ее развития. Но от получения огня к изготовлению обычных спичек прошло значительное время. В 1832 году в Вене изобретатель Л.Тревани разработал сухие спички. Он покрывал головку деревянной соломки желтоватой смесью соли А, простого вещества В и клея. При проведении по наждачной бумаге головка загоралась и давала огонь, но иногда это могло привести и к взрыву. В результате процесса из 0.341 г стехиометрического количества А и В образуется 0.149 г соли С и 0.0672 л (н.у.) газа D. При электролизе раствора соли С образуется раствор Е и выделяется два простых газа, один из которых при реакции с раствором Е образует соли А и С.

1. Определите компоненты смеси для спичек и другие неизвестные вещества, напишите уравнения реакций.

2. В современных спичках для избежания проблем с взрывами вместо простого вещества В используют другое простое вещество. Какое?

3. Предложите химический способ поджига, который бы заключался в добавлении одного вещества к другому с загоранием.

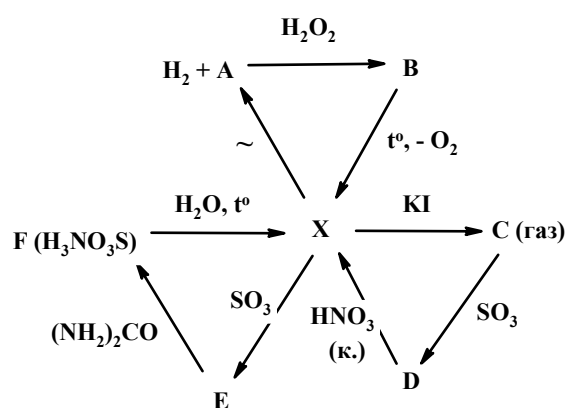
**2. Эдакий углеводород.** Полное сгорание углеводорода **A** в стехиометрическом количестве кислорода приводит к образованию смеси паров соединений **B** и **C** (плотность смеси **B** и **C** по водороду 16.4), а полное гидрирование углеводорода **A** дает смесь изомеров бутана.

1. Определите зашифрованные вещества, если известно, что **A** может иметь 2 структурных изомера, ни один из которых не содержит кратных связей.

2. Какие Вы знаете качественные реакции на органические соединения, содержащие кратные связи углерод-углерод? Как можно отличить, что содержится в неподписанных пробирках: а) *n*-гексан и гексен-1; б) гептин-2 и гептин-1; в) пентан, пентен-2, и пентин-1? Приведите уравнения реакций.

**3. Кислотный круговорот.** Пути, ведущие к **A – F**, отражает схема стандартных реакций их получения («~» – электролиз).

1. Расшифруйте вещества **A–F** и **X**, приведите их структурные формулы. Запишите уравнения всех химических реакций, если известно, что жидкость **X** широко применяется в народном хозяйстве, она растворима в воде с выделением большого количества теплоты. Превращение **X**→**C** является окислительно-восстановительной реакцией где, кроме **C**, выделяются и другие продукты.



2. Изобразите строение молекул  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , укажите степень гибридизации неконцевых атомов.

**4. Тухлое яйцо.** При длительном хранении яиц белок разжижается и постепенно смешивается с желтком. Кроме того, происходят необратимые процессы, связанные с разрушением белков яйца и аминокислот, входящих в их состав. Например, молекулы цистеина ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$ ) и метионина ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2\text{S}$ ), постепенно разрушаясь, выделяют каждая по 1 молекуле сероводорода, который придает тухлым яйцам специфический запах.

1. Чем опасен сероводород? Как получить его в лаборатории? Приведите химический состав раствора, который мог бы применяться для поглощения сероводорода.

2. Вычислите pH содержимого тухлого яйца, если его масса (без скорлупы) составляет 50 г, причем 13% приходится на белки, из которых цистеина – 2.5%, а метионина – 3.5%. Примите, что лишь 10% аминокислот разрушилось, плотность содержимого яйца равна 1 г/мл, а  $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1.28 \times 10^{-7}$ . Вычислите, как изменится pH раствора, если это яйцо вылить в 300 мл воды и размешать?

3. Что такое аминокислоты? Приведите общую формулу большинства аминокислот, которые встречаются в белках.



## РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ 1-ГО ТУРА

### 8 класс

**1. Химия.** 1) В широком смысле под веществом понимают любой вид материи, обладающий собственной массой, например, молекулы, атомы, элементарные частицы. В химии это понятие используется в более узком смысле: вещество – это любая совокупность атомов или молекул.

2) Химия изучает физические и химические свойства веществ. Физические свойства вещества, например, плотность, теплоемкость, температура кипения, растворимость, определяются совокупным действием большого числа молекул, составляющих вещество. Химические свойства вещества отражают его способность вступать в химические реакции и превращаться в другие вещества. В отличие от физических свойств, в качестве носителя химических свойств вещества могут выступать даже один его атом или молекула.

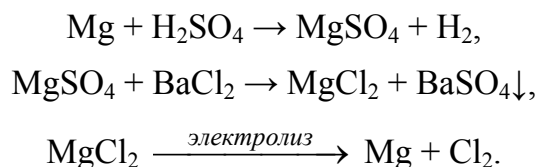
3) Физические и химические свойства вещества определяются его составом и строением. Состав вещества – это вид и количество атомов, входящих в состав его молекулы. Состав вещества передается его химической формулой.

4) Под строением вещества в простейшем случае понимают порядок взаимного расположения атомов в его молекуле и порядок связей между ними. Это передается структурной формулой молекулы вещества. На более сложном уровне это предполагает знание длин связей и углов между атомами, а также распределение электронной плотности внутри молекулы.

5) Химия изучает такие превращения веществ, в ходе которых изменяется расположение электронов относительно ядер атомов, а сами ядра – не изменяются. Эти превращения называют химическими реакциями.

**2. Разделение смесей.** 1) Из такой смеси железные опилки могут быть легко извлечены магнитом, который их притягивает и не действует на медь.

2) Магний растворяется на холоду в концентрированной серной кислоте, а алюминий – нет. Из полученного раствора магний может быть выделен переводом его вначале в хлорид, с дальнейшим его выпариванием и последующим электролизом расплава  $MgCl_2$ . Уравнения реакций:

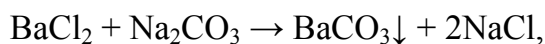


Следует заметить, что возможен и другой путь разделения этой смеси, основанный на том, что алюминий растворяется в щелочах, тогда как магний – нет.

3) Смесь этих порошков легко может быть разделена растворением в воде, так как  $Na_2SO_4$  хорошо в ней растворим, а  $BaSO_4$  – очень плохо. Осадок  $BaSO_4$  затем нужно отфильтровать, а полученный фильтрат – выпарить.

4) Если подействовать на смесь порошков  $BaCO_3$  и  $BaSO_4$  соляной кислотой, то карбонат будет растворяться, а сульфат останется в осадке, который

нужно отделить при помощи фильтрования. При действии на полученный фильтрат карбонатом натрия будет образовываться осадок  $\text{BaCO}_3$ , который затем может быть отделен при помощи фильтрования. Уравнения реакций:



5) Смесь воды и масла может быть легко разделена так как масло в воде не растворяется. В такой системе образуется два слоя: снизу располагается вода, а сверху масло, поскольку плотность воды выше. Для разделения смеси необходимо налить ее в химический стакан, дать ей отстояться и аккуратно слить верхний слой. Для лучшего разделения можно использовать делительную воронку – воронку, имеющую внизу кран. Через этот кран нижний водный слой может быть более аккуратно слит из воронки, а масло останется внутри.

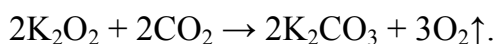
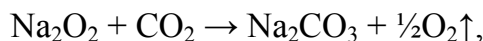
**3. Элементы.** Так вещество В можно получить при окислении бинарного вещества А кислородом воздуха, то в его состав может входить кислород. Тогда элементы X и Y – кислород и какой-то элемент 6-ой группы периодической таблицы, а соединения А и В – оксиды элемента Y. Пусть  $n$  – степень окисления элемента Y в оксиде А. Тогда формула этого оксида –  $\text{YO}_{n/2}$ , а массовая доля элемента Y будет составлять:

$$\omega = M_Y / (M_Y + 16n / 2) = 0.5,$$

где  $M_Y$  – молярная масса элемента Y. Решая уравнение, находим, что при  $n = 4$ , элемент Y соответствует сере. Следовательно, вещества А и В – это оксиды  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . Уравнения реакций образования веществ А и В:

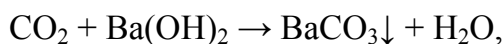


**4. Получение кислорода.** Пероксиды  $\text{Na}_2\text{O}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}_4$  взаимодействуют с оксидом углерода (IV) согласно уравнениям реакций



Пусть мольная доля  $\text{Na}_2\text{O}_2$  в смеси пероксидов равна  $x$ , тогда мольная доля  $\text{K}_2\text{O}_4$  составляет  $1 - x$ . Если взять 1 моль такой смеси, то в соответствии с уравнениями реакций при ее взаимодействии с углекислым газом будет поглощаться  $(x + 1 - x)$  моль  $\text{CO}_2$ , и выделится  $(0.5x + 3(1 - x)/2)$  моль  $\text{O}_2$ . Приравняем эти количества и найдем значение  $x$ :  $0.5x + 3(1 - x)/2 = 1$ ;  $0.5x + 1.5 - 1.5x = 1$ ;  $x = 0.5$ . Таким образом, в смеси пероксидов их мольные доли равны 0.5, следовательно мольное соотношение составляет 1 : 1.

**5. Оксиды углерода.** При пропускании смеси CO и  $\text{CO}_2$  через раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  углекислый газ поглощается в соответствии с уравнением реакции



а угарный газ проходит через раствор без изменений. Так как объем смеси после пропускания уменьшился в 10 раз, то объем CO составляет одну десятую от общего объема смеси. Поскольку количества вещества газов прямо пропорциональны их объемам, то количество моль CO составляет 1/10 от общего количест-

ва вещества в смеси. Следовательно, мольные доли CO и CO<sub>2</sub> в смеси равны 0.1 и 0.9, соответственно. Обозначим количество вещества CO в смеси через  $x$ , тогда общее число моль смеси равно  $10x$ , а количество вещества CO<sub>2</sub> –  $9x$ . Так как молярные массы CO и CO<sub>2</sub> равны, соответственно, 28 и 44 г/моль, то массы газов в данной смеси составляют  $28x$  и  $44 \cdot 9x$  г, это позволяет записать уравнение

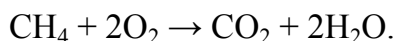
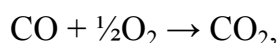
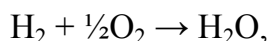
$$28x + 44 \cdot 9x = 21.2,$$

из которого находим, что  $x = 21.2/424 = 0.05$  моль. Значит, массы газов в смеси равны: CO –  $0.05 \cdot 28 = 1.4$  г, CO<sub>2</sub> –  $0.05 \cdot 9 \cdot 44 = 19.8$  г. Массовая доля CO в смеси равна  $1.4/21.2 = 0.066$  или 6.6%, следовательно, массовая доля CO<sub>2</sub> равна 0.934 или 93.4%. После пропускания через раствор Ba(OH)<sub>2</sub> в смеси останется только угарный газ, поэтому масса смеси после пропускания равна 1.4 г. В молекулах CO, входящих в состав смеси, содержится 0.05 моль углерода, а в молекулах CO<sub>2</sub> –  $0.05 \cdot 9 = 0.45$  моль. Общее количество углерода, вступившего в реакцию, составляет 0.5 моль, его масса –  $0.5 \cdot 12 = 6$  г, а масса прореагировавшего кислорода равна  $21.2 - 6 = 15.2$  г.

**6. Генераторный газ.** В соответствии с определением понятия объемная доля, объемы горючих газов в 1 м<sup>3</sup> генераторного газа, взятого при указанных условиях, будут равны: H<sub>2</sub> – 390 л, CO – 180 л, CH<sub>4</sub> – 110 л. Так как при 25 °C и нормальном давлении один моль любого газа занимает объем, равный

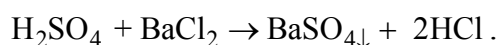
$$V = RT / p = 8.314 \cdot 298 / 1.013 \cdot 10^5 = 24.46 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 24.46 \text{ л},$$

то количества этих веществ составляют: H<sub>2</sub> – 15.94 моль, CO – 7.36 моль, CH<sub>4</sub> – 4.50 моль. Сгорание этих газов происходит в соответствии с уравнениями:



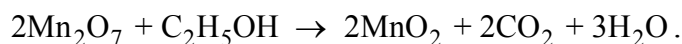
Очевидно, что при сгорании водорода образуется 15.94 моль воды, при этом выделится  $15.94 \cdot 241.8 = 3.854$  МДж теплоты, при сгорании метана выделится  $4.50 \cdot 890.31 = 4.006$  МДж. Так как угарный газ сгорает с образованием CO<sub>2</sub>, то, согласно закону Гесса, окисление 1 моль CO до CO<sub>2</sub> сопровождается выделением  $393.51 - 110.53 = 282.98$  кДж, а при сгорании 7.36 моль CO выделится  $7.36 \cdot 282.98 = 2.083$  МДж. Всего при сгорании 1 м<sup>3</sup> генераторного газа выделится  $3.854 + 4.006 + 2.083 = 9.943$  МДж тепла.

**7. Задание экспериментального тура.** Жидкость, взятая для опыта – серная кислота. Это доказывается наличием в ее растворе катионов водорода, приводящих к изменению окраски индикатора с оранжевого на красный, и сульфат ионов, приводящих к образованию осадка сульфата бария:



Если бы эта жидкость образовывала осадок с нитратом серебра, то другим правильным ответом на вопрос, что это за жидкость, была бы фосфорная кислота. Перманганат калия, попадая в серную кислоту, образует оксид марганца (VII),

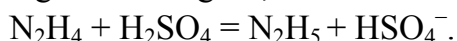
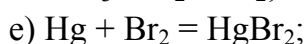
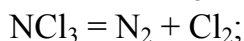
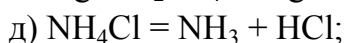
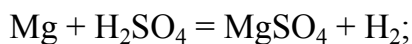
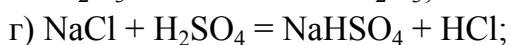
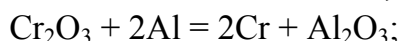
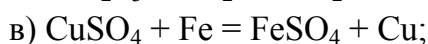
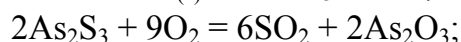
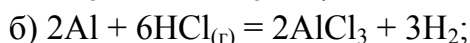
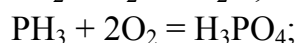
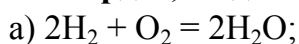
который растворяясь в кислоте придает ей зеленоватую окраску. В местах контакта спирта с раствором оксида марганца (VII) происходит окисление спирта, перманганат ион восстанавливается до диоксида марганца, обуславливающего бурую окраску:



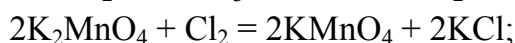
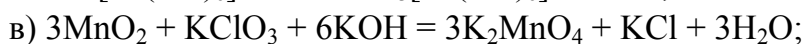
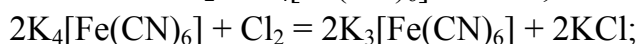
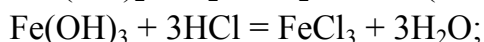
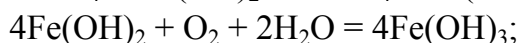
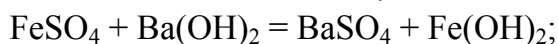
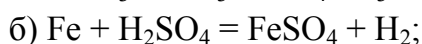
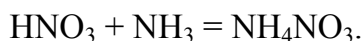
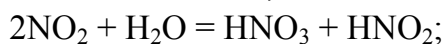
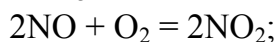
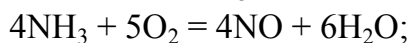
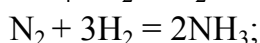
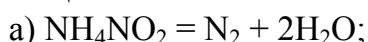
Реакция окисления спирта не переходит в горение, так как подходящий окислитель ( $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ) имеется в ограниченном количестве и только на границе раздела двух жидкостей. Если бы этот окислитель находился на поверхности спирта в месте его контакта с кислородом воздуха, то от этих искр спирт бы загорелся и дальнейшее окисление происходило бы за счет  $\text{O}_2$  и с образованием пламени.

## 9 класс

### 1. Твердое, жидкое, газообразное.



### 2. Цепочки.





Форма молекул:  $\text{BH}_3$  – плоский треугольник,  $sp^2$ ;  $\text{NH}_3$  – тетраэдр,  $sp^3$ ;  $\text{H}_2\text{O}$  – угловая,  $sp^3$ ;  $\text{CO}_2$  – линейная,  $sp$ ;  $\text{PCl}_5$  – треугольная бипирамида,  $sp^3d$ .

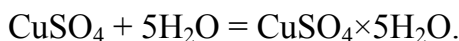
**3. Эквивалент.** Элемент – Li;  $V(\text{H}_2) = 24.8$  л;

**4. Закон Гесса.** 1. Тепловой эффект реакции – теплота, выделенная или поглощенная термодинамической системой при протекании в ней химической реакции. Приборы для измерения тепловых эффектов – калориметры. Калориметр должен обеспечивать нужную теплоизоляцию реакционной системы, возможность точно контролировать температуру и обладать известной теплоемкостью. Зная изменение температуры и теплоемкость самого калориметра, можно определить тепловой эффект реакции.  $\Delta H = 45.3$  кДж/моль.

2. При смешении сухих солей, не являющихся кристаллогидратами, если эти соли не взаимодействуют друг с другом (например, как окислитель и восстановитель) никаких процессов происходить не может. При смешении кристаллогидратов могут образоваться растворы, и правило справедливим не будет.

3. Теплота нейтрализации во всех случаях обусловлена одним и тем же процессом:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ , поэтому она не зависит от типа сильной кислоты.

**5. Электролиз.** А –  $\text{O}_2$ , Б –  $\text{H}_2$ , В –  $\text{Cl}_2$ ;  $V(\text{O}_2) = 0.56$  л,  $V(\text{H}_2) = 1.12$  л,  $V(\text{Cl}_2) = 1.12$  л; элемент – Cu. Сульфат меди ( $\text{CuSO}_4$ ) бесцветен, однако при хранении в обычных условиях он образует пентагидрат – медный купорос, который окрашен в голубой цвет:

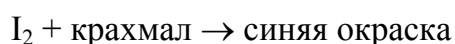
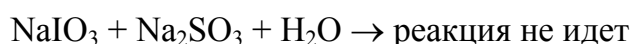


Обратная реакция проходит при прокаливании медного купороса

**6. Константа.** NO – 0.0251 моль/л,  $\text{O}_2$  – 0.0326 моль/л.

**7. Задание экспериментального тура.** Синяя окраска раствора обусловлена образованием сложного молекулярного комплекса иода с крахмалом. Следовательно, неизвестная соль должна иметь состав  $\text{NaIO}_x$ .

Поскольку в ходе реакции образуется свободный иод, то данный процесс является окислительно-восстановительным.  $\text{NaIO}_x$  является окислителем а  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  – восстановителем. Окислительные свойства  $\text{NaIO}_x$  проявляются исключительно в кислой среде (образование  $\text{HIO}_x$ ). Наиболее вероятно  $\text{NaIO}_x$  это  $\text{NaIO}_3$  (один из возможных вариантов). Раствор крахмала является качественной реакцией на свободный иод. По мере протекания реакции кислота расходуется и начинает протекать второй окислительно-восстановительный процесс, связанный с окислением сульфита натрия элементарным иодом, который восстанавливается до иодид-иона и, как следствие, синяя окраска исчезает.





## 10 класс

**Задача 1.** 1. При добавлении к раствору смеси солей хлорида натрия в осадок выпадает хлорид серебра. Так как масса осадка известна, можно найти массу исходного нитрата серебра:

$$m(\text{AgNO}_3) = (0,51/143,3) \cdot 169,8 = 0,60 \text{ г.}$$

При этом масса смеси нитратов кальция и бария составит:

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 1,59 - 0,60 = 0,99 \text{ г.}$$

2. При добавлении к раствору с осадком раствора карбоната натрия в осадок выпадают смесь карбонатов кальция и бария.

Обозначим массу карбоната кальция через  $x$ , тогда масса нитрата кальция составит:  $(x/100,09) \cdot 164,09$ . Масса карбоната бария равна:  $0,65 - x$ , а нитрата бария:  $((0,65 - x)/197,35) \cdot 261,35$ . Решим уравнение:

$$(x/100,09) \cdot 164,09 + ((0,65 - x)/197,35) \cdot 261,35 = 0,99.$$

$x = 0,41$  г (масса  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ ), значит  $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,67$  г; масса карбоната бария составляет:  $0,65 - 0,41 = 0,24$  г, а  $m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,32$  г.

3. Массовые доли компонентов смеси:

$$\omega(\text{AgNO}_3) = (0,60 / 1,59)100\% = 37,7\%,$$

$$\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = (0,67 / 1,59)100\% = 42,2\%,$$

$$\omega(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = (0,32 / 1,59)100\% = 20,1\%.$$

4. Если сначала добавить карбонат натрия, то смесь не удастся разделить, так как выпадут карбонаты всех металлов одновременно.

**Задача 2.** а) Жесткость воды определяется содержанием в ней солей кальция и магния. По условию задачи есть содержание в воде ионов кальция и магния, их концентрацию надо перевести из массовой (мг/л) в молярную концентрацию эквивалента:

$$c(1/2 \text{Ca}^{2+}) = (0,084/40) \cdot 2 = 4,2 \text{ ммоль-экв/л,}$$

$$c(1/2 \text{Mg}^{2+}) = (0,0246/24) \cdot 2 = 2,05 \text{ ммоль-экв/л.}$$

$$\text{Жесткость} = c(1/2 \text{Ca}^{2+} + 1/2 \text{Mg}^{2+}) = 4,2 + 2,05 = 6,25 \text{ ммоль-экв/л.}$$

Жесткость воды превышает норматив ( $6,25 > 4,3$ ).

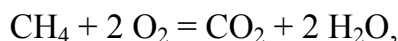
б) Титрованием с ЭДТА определяется суммарное содержание кальция и магния. В точке стехиометричности выполняется равенство количеств вещества титранта и определяемого вещества:

$$n = cV; c(1/2 \text{Ca}^{2+} + 1/2 \text{Mg}^{2+}) = 2 \cdot 13,2 \cdot 0,015/100 = 3,96 \text{ ммоль-экв/л}$$

Вода после кипячения стала мягче, второе хозяйство поступает правильнее. Общая жесткость – содержание в воде солей кальция и магния. Карбонатная жесткость (временная) – содержание в воде гидрокарбонатов кальция и магния, устраняется кипячением. Постоянная жесткость – содержание в воде других солей кальция и магния (сульфаты, хлориды). Способы умягчения воды: кипячение или добавлением химических веществ (комплексообразователей). Средства для удаления накипи в чайнике: лимонная кислота, уксусная кислоты.

**Задача 3.** Для удобства проведем расчет 1 часа. Таким образом, масса сожженного биогаза равна 26 кг.

1. Рассчитаем, сколько воздуха необходимо для сжигания данного количества биогаза (БГ):



$$n(\text{CH}_4) = \frac{1}{2} n(\text{O}_2),$$

$$\frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} = \frac{m(\text{O}_2)}{2M(\text{O}_2)},$$

$$m(\text{CH}_4) = \omega(\text{CH}_4) \cdot m(\text{БГ}),$$

$$m(\text{O}_2) = \omega(\text{O}_2) \cdot m(\text{в}),$$

$$\frac{\omega(\text{CH}_4)m(\text{БГ})}{M(\text{CH}_4)} = \frac{\omega(\text{O}_2)m(\text{в})}{2M(\text{O}_2)},$$

$$m(\text{возд}) = \frac{2M(\text{O}_2)\omega(\text{CH}_4)m(\text{БГ})}{M(\text{CH}_4)\omega(\text{O}_2)},$$

$$m(\text{возд}) = \frac{2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 26}{16 \cdot 10^{-3} \cdot 0,232} = 314 \text{ кг}.$$

Масса воздуха с избытком  $314 + 0,1 \times 314 = 345,4$  кг.

2. Рассчитаем массу  $\text{CO}_2$ , который образовался в результате горения:

$$n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)\omega(\text{CH}_4)m(\text{БГ})}{M(\text{CH}_4)} = \frac{44 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 26}{16 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ кг}$$

3. Рассчитаем массу отдельных компонентов смеси, которая образовалась после сжигания. Смесь состоит из  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ar}$ . Так как при н.у. вода находится в жидком состоянии, то в следующих расчетах ее не учитываем.

Масса  $\text{CO}_2$  состоит их части, которая содержалась в биогазе, и образовалась в результате горения метана:

$$m(\text{CO}_2) = 0,3 \cdot 26 + 50 = 57,8 \text{ кг}.$$

Масса кислорода равна массе кислорода, которая содержится в избытке воздуха:

$$m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 314 \cdot 0,232 = 7,28 \text{ кг}.$$

Масса азота равна его массе в воздухе (с учетом избытка):

$$m(\text{N}_2) = 0,755 \cdot 345,4 = 260,8 \text{ кг}.$$

Масса аргона рассчитывается аналогично:

$$m(\text{Ar}) = 0,013 \cdot 345,4 = 4,49 \text{ кг}.$$

4. Общая масса газообразных продуктов равна:

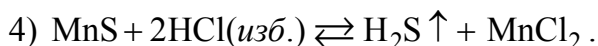
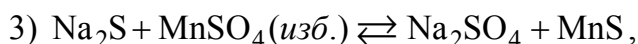
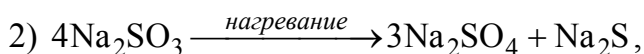
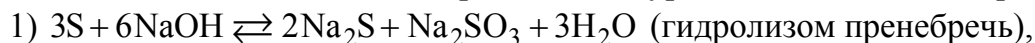
$$57,8 + 7,28 + 260,8 + 4,49 = 330,4 \text{ кг}$$

5. Рассчитаем массовые доли компонентов смеси:

$$\omega(\text{CO}_2) = 57,8 / 330,4 = 17,5 \%, \quad \omega(\text{O}_2) = 7,28 / 330,4 = 2,2 \%,$$

$$\omega(\text{N}_2) = 260,8 / 330,4 = 78,9 \%, \quad \omega(\text{Ar}) = 4,49 / 330,4 = 1,4 \%.$$

**Задача 4.** Вещество А – это сера, запишем уравнения химических реакций:



1. Количество вещества серы, взятой для реакции составляет 0,00125 моль, а щелочи – 0,005 моль, сера взята в недостатке, поэтому дальше все расчеты будем производить исходя из этого.

2. Найдем количество вещества **В**, которое образовалось в результате реакций 1 и 2:

$$n_1(Na_2S) = 2 \cdot 0,00125 / 3 = 8,33 \cdot 10^{-4} \text{ моль,}$$

$$n_2(Na_2S) = 0,00125 / 3 \cdot 4 = 1,04 \cdot 10^{-4} \text{ моль,}$$

$$n_1(Na_2S) + n_2(Na_2S) = 2 \cdot 0,00125 / 3 = 9,37 \cdot 10^{-4} \text{ моль.}$$

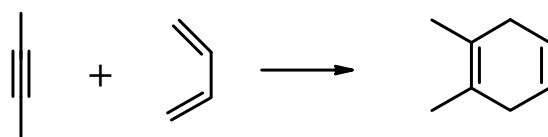
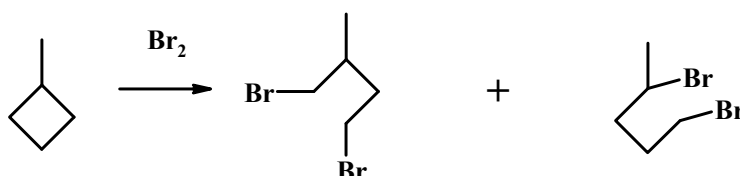
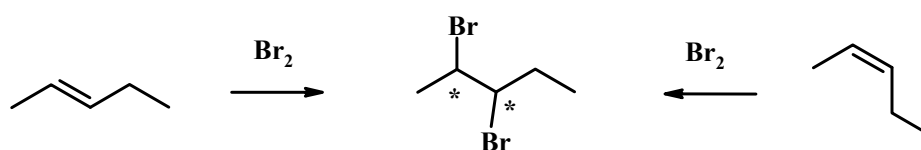
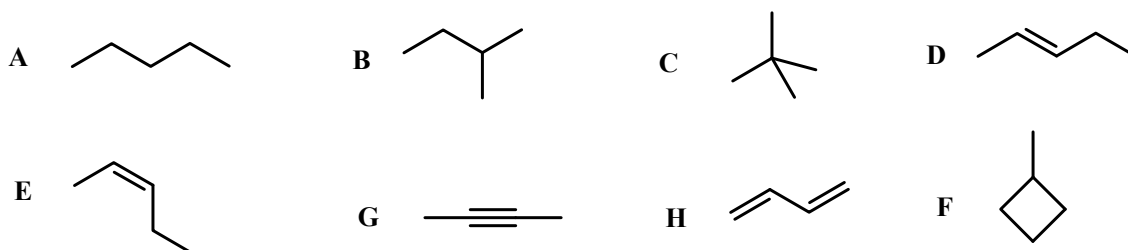
3. Исходя из стехиометрии реакций 3 и 4, количество вещества выделившегося сероводорода тоже равно  $9,37 \cdot 10^{-4}$  моль.

Зная, какой объем занимают газы при н.у. (22,4 л), найдем теоретический выход продукта:  $V^{\text{theor}} = 22,4 \cdot 9,37 \cdot 10^{-4} = 0,021$  л.

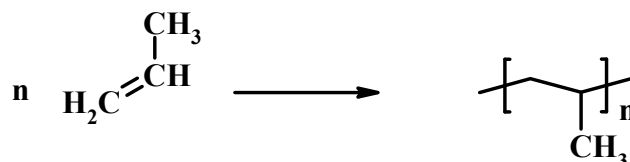
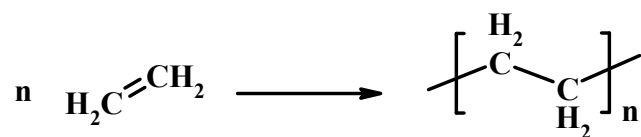
Найдем выход сероводорода:  $(0,016 / 0,021) \cdot 100 = 80\%$ .

Области применения серы: производство серной кислоты, вулканизация каучука, инсектицид в сельском хозяйстве.

**Задача 5. Углеводороды.** 1–3. Реакция **Г** с **Н** носит имя Дильса-Альдера.



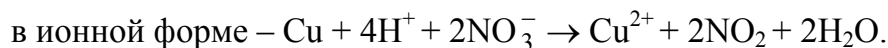
**Задача 6. Полимеризация.** 1, 2. **А** – этилен, **В** – пропилен (пропен), **С** – циклопропан.



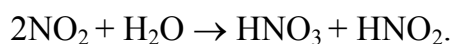
3. Применение. Этилен: производство полимеров (основной продукт промышленного органического синтеза), для ингаляционного наркоза; пропилен: получение полипропилена (медицинские шприцы, химическая посуда, «скотч», жесткие волокна); циклопропан: ингаляционный наркоз.

4. Полипропиленовые цепи не могут свободно смещаться продольно из-за наличия в цепях боковых метильных групп.

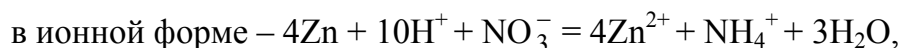
**Задача 7.** 1 этап. При добавлении к медным стружкам концентрированного раствора вещества **А** наблюдается выделение бурого газа –  $\text{NO}_2$ . Уравнение химической реакции следующее:



При пропускании  $\text{NO}_2$  через воду образуется раствор смеси кислот  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$ , при погружении в который лакмусовая индикаторная бумага окрашивается в красный цвет. Уравнение химической реакции следующее:



2 этап. При добавлении к металлическому цинку разбавленного раствора вещества **А** и его нагревании наблюдается выделение бесцветного газа **Б** с неприятным запахом –  $\text{NH}_3$ . рН полученного раствора больше семи. Уравнения химических реакций следующие:



11 класс

**1. Спички.** 1. По закону сохранения массы можем найти массу газа **D**, а, зная его количество, можно найти молекулярную массу.

$$m_D = 0.341 - 0.149 = 0.192 \text{ г} \Rightarrow M_D = \frac{m}{\nu} = \frac{m \cdot V_M}{V} = \frac{0.192 \cdot 22.4}{0.0672} = 64 \text{ г/моль}$$

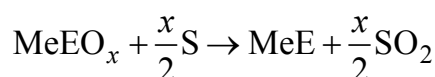
Существует один газ с такой молекулярной массой – это  $\text{SO}_2$ . Поскольку исходная смесь желтоватая, то, скорее всего, простое вещество **B** – это сера, массу которой можно определить

$$m_S = 0.192 \cdot \frac{32}{64} \text{ г} = 0.096 \text{ г} \Rightarrow m_A = (0.341 - 0.096) \text{ г} = 0.245 \text{ г}$$

Если при электролизе образуется раствор нового вещества **E** и 2 простых газа, то можно сделать вывод, что восстановления металла не происходит, а восстанавливаются только протоны с образованием водорода и образуется  $\text{MeOH}$ , а на аноде происходит окисление аниона с образованием газа (это может быть фтор или хлор); следовательно соль – это хлорид или фторид.



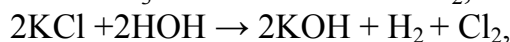
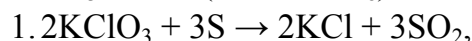
Запишем уравнение реакции в общем виде:



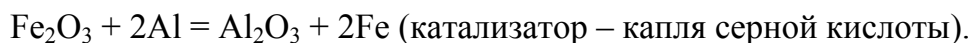
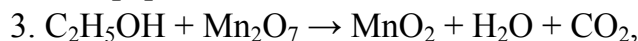
Определим количество галогенида металла и выразим его молекулярную массу через неизвестные вещества:

$$\nu_{\text{MeE}} = \frac{2}{x} \cdot \nu_{\text{SO}_2} = \frac{0.06}{x} \Rightarrow M_{\text{MeE}} = \frac{m}{\nu} = \frac{0.149}{0.006} x = 24.833 \cdot x$$

Чтобы перейти к целому значению молекулярной массы соли,  $x$  должен быть кратным 6 (невозможно существование соединения  $\text{K}_y\text{EO}_6$ ), а чтобы полуцелым (случай хлорида) – должен быть кратным 3. Следовательно, при  $x = 3$   $M(\text{MeE}) = 74.5 \text{ г/моль}$ , тогда это – хлорид калия. Тогда **A** –  $\text{KClO}_3$ . Таким образом, **A** –  $\text{KClO}_3$ , **B** –  $\text{S}$  (точнее –  $\text{S}_8$ ), **C** –  $\text{KCl}$ , **D** –  $\text{SO}_2$ , **E** –  $\text{KOH}$ .



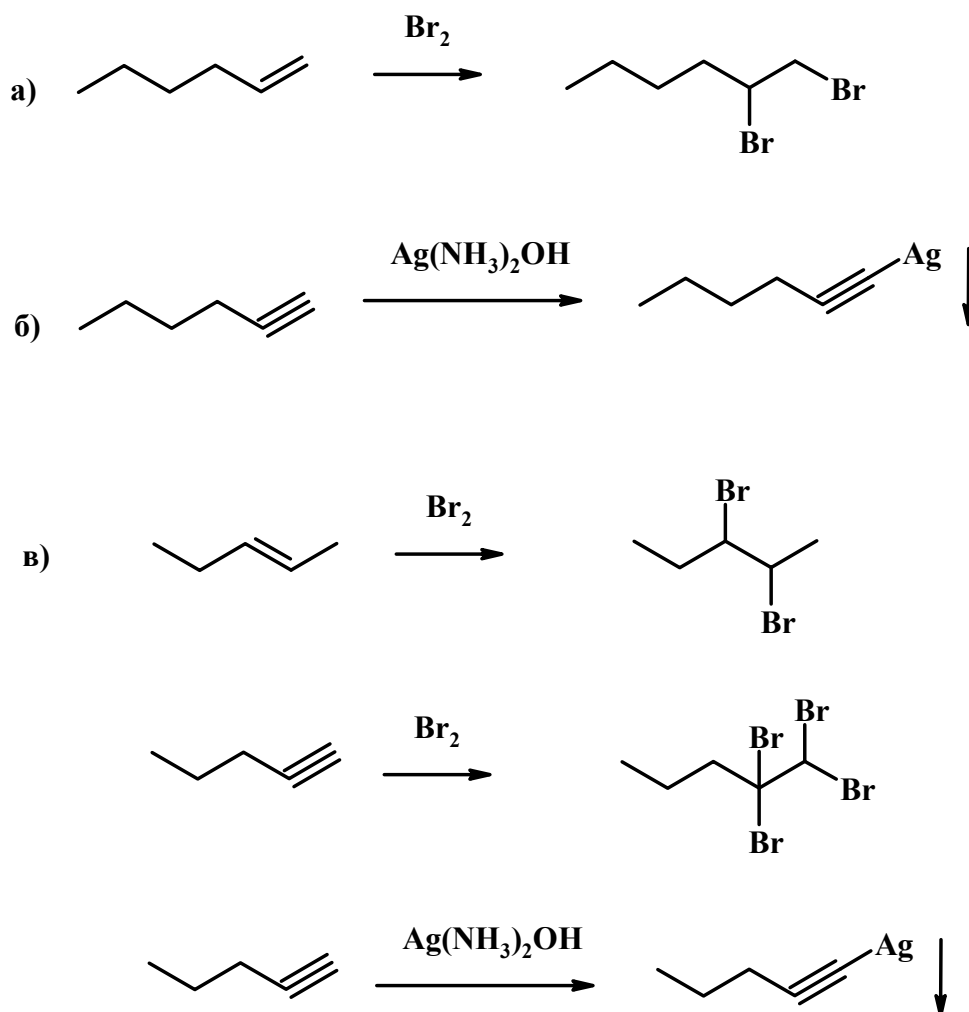
2. Фосфор.



**2. Эдакий углеводород.** 1.

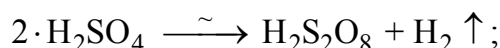


2. а) Гексен будет реагировать с бромной водой, гексан – нет; б) гептин-1 будет давать осадок с аммиачным раствором оксида серебра, гептин-2 – нет; в) пентен-2, и пентин-1 будут реагировать с бромной водой, пентан – нет. Отличить оставшиеся пентен-2, и пентин-1 можно аналогично (б):

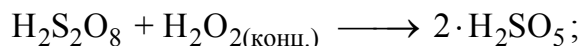


**3. Кислотный круговорот.** Отталкиваясь от низкого отрицательного значения энтальпии гидратации вещества X, а также от используемых в цепочке превращений реагентов, легко догадаться, что исходным веществом является  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – серная кислота, тогда:

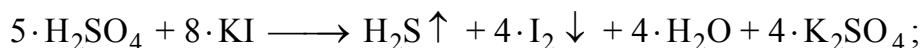
A –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  – пероксодисерная кислота



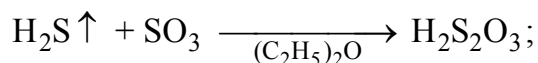
B –  $\text{H}_2\text{SO}_5$  – пероксомonosерная кислота



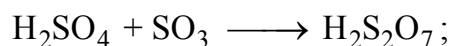
C –  $\text{H}_2\text{S}$  – сероводород (моносulfан)



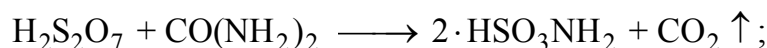
D –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  – тиосерная кислота



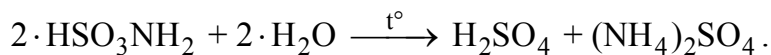
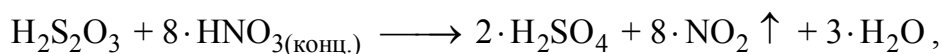
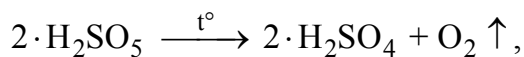
E –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  – дисерная кислота



F –  $\text{HSO}_3\text{NH}_2$  – сульфаминовая кислота

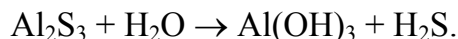


Из кислот B, D и E может быть синтезирована  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , соответственно

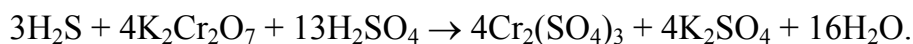


**4. Тухлое яйцо.** 1. Сероводород взрывоопасен и токсичен, причем отравление из-за быстрого привыкания проходит незаметно.

Сероводород в лаборатории удобно получать из сульфида алюминия и воды:



Для поглощения сероводорода можно пользоваться растворами окислителей, например хромовой смесью:



2. Яйцо – 50 г, 0.04902л, белка – 13%.

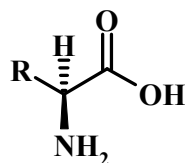
Цистеина – 2.5%, 0.1625 г, 121 г/моль,  $1.34 \times 10^{-3}$  моль,  $0.134 \times 10^{-3}$  моль (испортилось), сероводорода  $2.73 \times 10^{-3}$  моль/л.

Метионина – 3.5%, 0.2275 г, 149 г/моль,  $1.52 \times 10^{-3}$  моль,  $0.152 \times 10^{-3}$  моль (испортилось), сероводорода  $3.10 \times 10^{-3}$  моль/л.

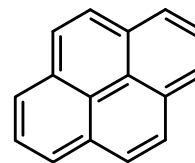
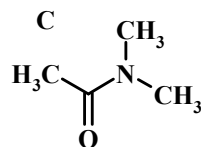
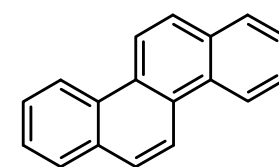
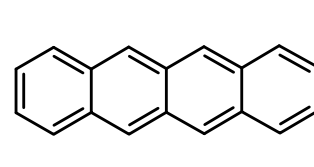
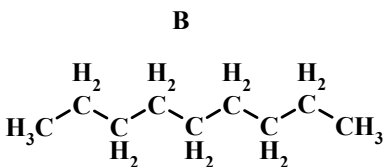
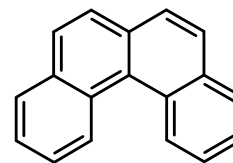
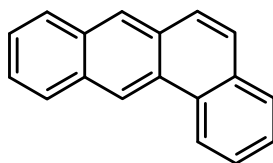
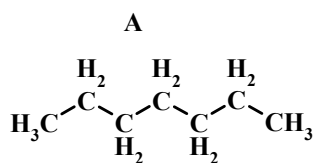
Всего  $5.83 \times 10^{-3}$  моль/л сероводорода;  $[\text{H}^+] = (\text{c}(\text{H}_2\text{S}) \times K_{a1})^{1/2}$ ,  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 4.56$ . Диссоциацией по второй ступени следует пренебречь.

При разбавлении: Всего  $8.19 \times 10^{-4}$  моль/л сероводорода,  $\text{pH} = 4.99$ .

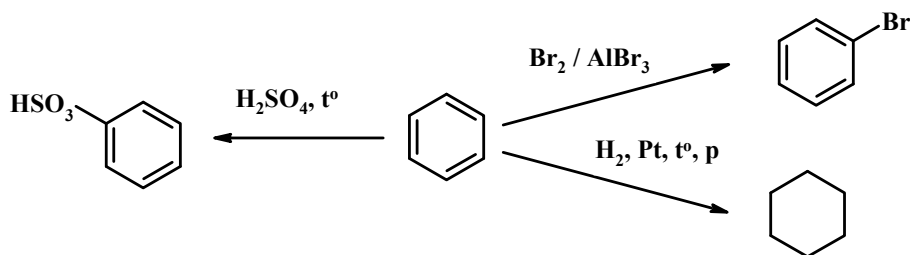
3.



**5. Органические ряды. 1-3.**



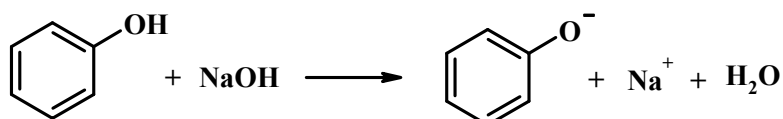
5. a)–в).



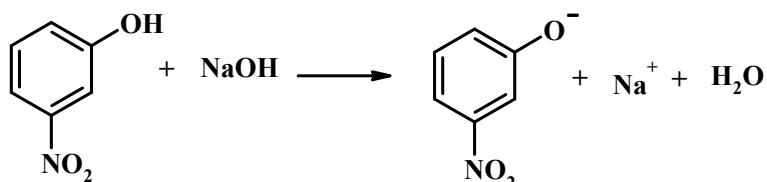
**6. Жидкость.** Определим массу исходного газа.  $m = 0.6 \text{ г} - (0.336/22.4) \times 32 \text{ г} = 0.12 \text{ г}$ . Поскольку масса крайне мала, скорее всего это – простой газ. Вычислим эквивалент элемента:  $M(\text{Э}) = 0.12 / (4 \times 0.336 / 22.4) \text{ г/моль} = 2 \text{ г/моль}$ . Элемент – дейтерий. **A** –  $\text{D}_2$ , **B** –  $\text{D}_2\text{O}$ . Дейтерий – стабильный изотоп водорода, в природе 1 атом дейтерия приходится на 6400 атомов протия ( $^1\text{H}$ ). Тяжелая вода используется, например, в качестве теплоносителя и для торможения нейтронов в ядерных реакторах.

**7. Задание экспериментального тура.** Фенолы, как малополярные органические соединения, плохо растворимы в воде. Но в щелочном растворе они образуют анион при диссоциации гидроксильной группы и их растворимость увеличивается.

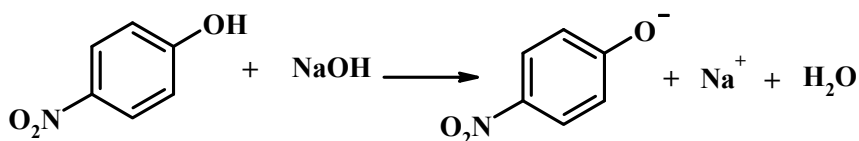
Фенол:



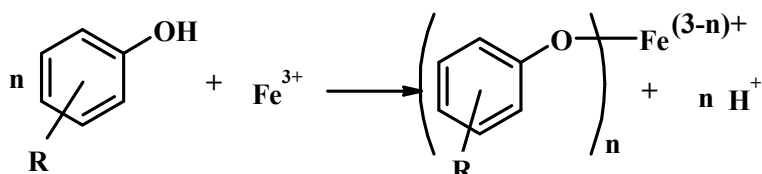
*m*-Нитрофенол:



*p*-Нитрофенол:

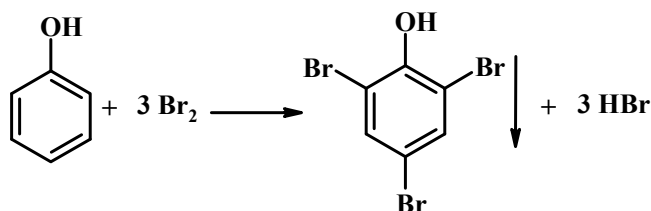


Сам фенол и простейшие замещенные фенолы образуют комплексы переменного состава с катионом  $\text{Fe}^{3+}$ , которые интенсивно окрашены (от фиолетовых до красных в зависимости от заместителей в кольце):

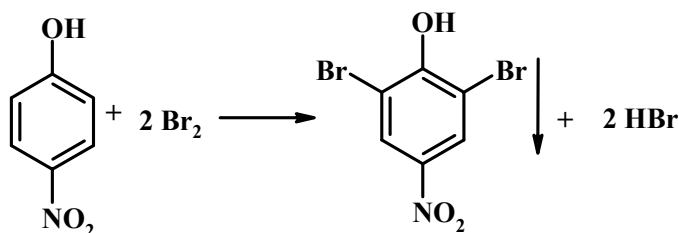


Сам фенол (вещество в пробирке №2) легко бромруется во 2-е, 4-е и 6-е положения, т.к. гидроксильная группы является электронодонорным заместителем и увеличивает реакционную способность бензольного кольца:



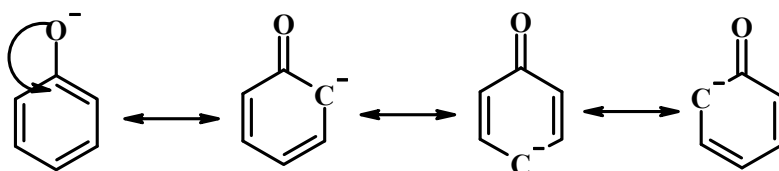


Нитрогруппа является сильным акцептором и снижает реакционную способность бензольного кольца. Однако оба заместителя в *n*-нитрофеноле ориентируют в *орто*-положения относительно гидроксильной группы (согласованное ориентирующее влияние), поэтому *n*-нитрофенол бромруется, но медленнее, чем фенол (вещество в пробирке №1).



В *m*-нитрофеноле заместители имеют несогласованное ориентирующее влияние (нитрогруппа дезактивирует положения, которые активирует ОН-группа), поэтому *m*-нитрофеноле не реагирует с бромом при обычных условиях (вещество в пробирке №3).

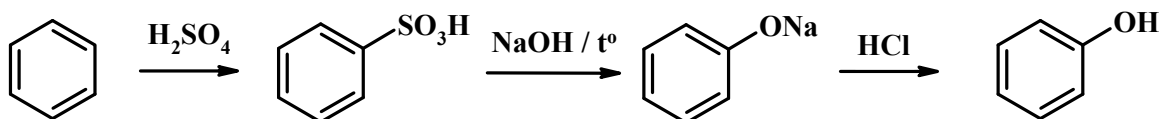
Фенолы, в отличие от спиртов, реагируют со щелочами, т.к. анион, который при этом образуется, резонансно стабилизирован (отрицательный заряд делокализуется на бензольном кольце) что делает его устойчивым:



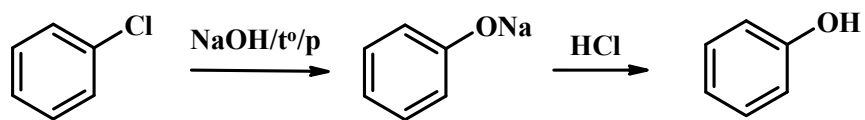
Электроноакцепторные заместители, которые находятся в сопряжении с гидроксильной группой, увеличивают ее кислотные свойства, т.к. эффективно участвуют в делокализации отрицательного заряда. Т.о. в данном ряду наименьшие кислотные свойства будут у самого фенола, затем у *m*-нитрофенола (т.к. нитрогруппа лишь косвенно участвует в делокализации отрицательного заряда) и наибольшие кислотные свойства будут у *n*-нитрофенола (нитрогруппа непосредственно участвует в делокализации отрицательного заряда).

Фенол в промышленности получают несколькими способами.

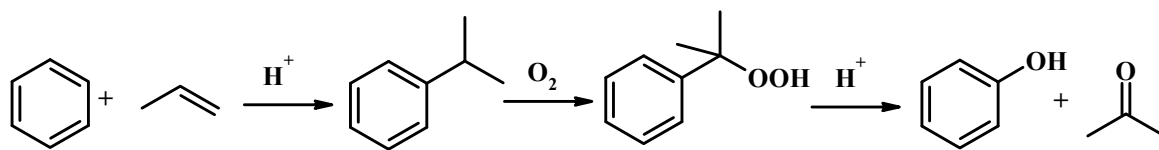
Щелочная плавка сульфобензойной кислоты, которую получают сульфированием бензола:



Нагревание под давлением хлорбензола с NaOH:



Кумольный способ:



---

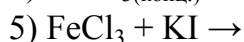
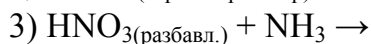
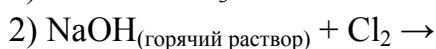
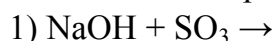
## ЗАДАНИЯ 2-ГО ТУРА

### 8 класс

**1. Хлорная вода.** При пропускании газообразного хлора через воду образуется раствор, который называют хлорной водой. Хлорная вода является сильным окислителем, причем это ее свойство обусловлено не только наличием в ней молекул  $\text{Cl}_2$ , но и продукта их гидролиза – хлорноватистой кислоты  $\text{HOCl}$ . Запишите реакцию взаимодействия хлора с водой. Рассчитайте молярную концентрацию всех растворенных веществ, которые находятся в воде, насыщенной хлором, если известно, что при стандартных условиях один объём воды поглощает 2.05 объёма хлора, а степень превращения хлора в продукты гидролиза составляет 3.63%.

**2. Определение молярных масс.** В основе ряда экспериментальных методов определения молярных масс лежит закон Авогадро. Одним из первых таких методов является метод Дюма, разработанный в 1827 г. и предназначенный для определения молярных масс жидкостей, кипящих при умеренных температурах. При проведении эксперимента по этому методу берут тонкостенную колбу с очень узким горлом и взвешивают ее открытой на воздухе. Затем слегка нагревают колбу на пламени и погружают ее горло в исследуемую жидкость, при этом небольшое количество жидкости втягивается во внутрь колбы. Затем помещают колбу на водяную баню, жидкость закипает, ее пары заполняют колбу и выходят из нее вместе с воздухом. Когда жидкость полностью испарится, горлышко колбы запаивают (не вынимая колбы из воды), затем вынимают ее из бани, высушивают и взвешивают. Сформулируйте закон Авогадро. Рассчитайте молярную массу ацетона, если при проведении эксперимента по методу Дюма использовалась колба объёмом 1.5 л и при  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p = 1.013 \cdot 10^5\text{ Па}$  были получены такие результаты: масса колбы с воздухом – 36.8071 г, масса колбы, заполненной парами ацетона – 37.8419 г, плотность воздуха при указанных условиях равна  $1.2047\text{ кг/м}^3$ . При расчетах пренебречь изменением объема колбы с температурой.

**3. Окислительно-восстановительные реакции.** Большое число химических процессов, протекающих между неорганическими веществами, относят к окислительно-восстановительным реакциям (ОВР). Дайте определение понятий: окислитель, восстановитель, ОВР. Запишите уравнения реакций, протекающих между указанными ниже веществами. Какие из них относятся к ОВР? Для этих реакций укажите, какие атомы окисляются, а какие – восстанавливаются, какие вещества являются продуктами окисления, а какие – восстановления.



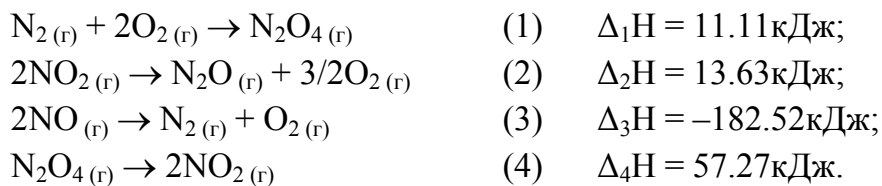
**4. Нитраты.** Известно, что нитрат меди в твердом состоянии образует гексагидрат  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , при нагревании которого при  $114^\circ\text{C}$  происходит отщепление трех молекул кристаллизационной воды, а при  $256^\circ\text{C}$  он разлагается на оксид меди (II), оксид азота (IV), кислород и воду; нитрат серебра не образует кристаллогидратов, а при  $444^\circ\text{C}$  разлагается на металлическое серебро,  $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_2$ . Навеску смеси солей  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  поместили в замкнутый сосуд объемом 300 мл, который стали нагревать. При  $0^\circ\text{C}$  давление в сосуде составляло 1 атм, при  $250^\circ\text{C}$  – 6.21 атм, а при  $500^\circ\text{C}$  – 27.15 атм. Найдите массу навески солей, взятой для опыта. Рассчитайте мольную долю  $\text{NO}_2$  и  $\text{O}_2$  в газовой смеси, образовавшейся в сосуде при  $500^\circ\text{C}$ .

**5. АБВГДЕ-йка.** При взаимодействии водорода с простым веществом **A** образуется соединение **B**, а с простым веществом **B** – соединение **Г**. Массовая доля водорода в соединении **B** равна 2.74%, а в соединении **Г** – 17.65%. При взаимодействии веществ **B** и **Г** образуется вещество **Д**. При пропускании паров вещества **A** через концентрированный раствор вещества **Д** образуется маслообразное вещество **Е**, которое легко взрывается при ударе или сотрясении сосуда. Определите вещества **A** – **Е**, запишите уравнения описанных химических превращений. Каков тип связи в молекулах веществ **B**, **Г** и **Е**? Какова форма молекул этих соединений? Укажите тип гибридизации орбиталей центральных атомов в соединениях **B** и **Д**.

**6. Ядерная реакция на Солнце.** Энергия, выделяемая Солнцем, обусловлена процессом термоядерного синтеза, в ходе которого из четырех протонов образуется ядро атома гелия. Образованию одного ядра гелия по этой реакции отвечает значение дефекта массы, равное 0.0277 атомной единицы массы (по углеродной шкале). Запишите термоядерную реакцию, протекающую на Солнце. Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся при образовании 1 моль гелия. Сколько тонн угля необходимо для получения этого количества тепла, если при сгорании 1 г угля выделяется 30.5 кДж.

## 9 класс

**1. Энергия окисления.** Произведите вычисления изменения энтальпии и внутренней энергии при изобарно-изотермическом окислении закиси азота недостатком кислорода в стандартных условиях с образованием смеси, содержащей оксиды азота(II) и азота(IV) в молярном соотношении 1:3, если известны следующие данные:



Изменение внутренней энергии оценивают как работу:

$$\Delta_r U = \Delta_r H - p \cdot \Delta_r V = \Delta_r H - \Delta_r n \cdot R \cdot T.$$

**2. Буквы и цвета.** При пропускании бурого газа **A** через фиолетовый водный раствор соли **B** образовалась кислота **C**, а также слабоокрашенная соль **E** и бесцветная соль **F**. Кислота **C** в смеси с кислотой **D** растворяет золото с образованием комплексной соли **X**. Соль **E** способна термически разлагаться с образованием газа **A** и вещества **H** черного цвета. Вещество **H** при взаимодействии с кислотой **D** образует слабоокрашенную соль **K**, желто-зеленый газ **L** и воду, а при сплавлении с веществом **F** в присутствии щелочи – вещество **M** зеленого цвета и газ **A**.

1. Определите все неизвестные вещества, если **B** окрашивает пламя в желтый цвет, приведите уравнения реакций.

2. Приведите строение комплексных ионов, упомянутых в задаче, укажите тип гибридизации центральных атомов.

**3. Металл.** Навеску 0.03435 г металла растворили в воде и приготовили 0.5 л водного раствора. Измеренная экспериментально величина рН этого раствора равна 11.

1. Определите металл.

2. В какой цвет окрашивают пламя соединения этого металла?

3. ПР одной из солей этого металла мало, что позволяет использовать ее в гравиметрии. Что это за соль? Почему при ее осаждении, например, в присутствии перманганата калия (который остается в растворе) полученный осадок всегда имеет фиолетовый оттенок и не отмывается даже большим количеством воды?

**4. Раствор.** Имеется 6.3 г смеси серы и фосфора, которую обработали избытком концентрированной азотной кислоты при нагревании. При этом выделилось 24.64 л бурых паров (н.у.). Для полного поглощения полученных газов было использовано 949.4 г 6.5%-ного раствора КОН.

1. Какие вещества содержатся в полученном растворе? Каковы их массовые доли?

2. Определите массовые доли серы и фосфора в исходной смеси.

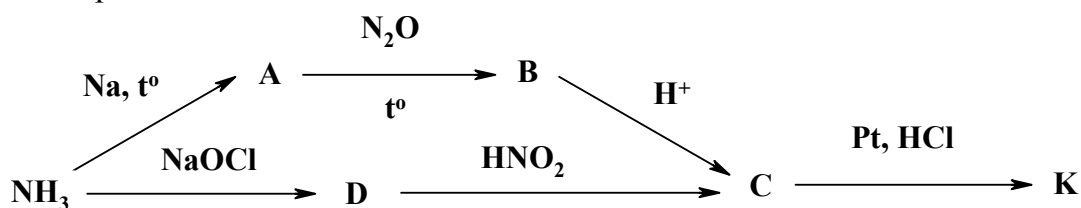
**5. Жидкость.** Бесцветную жидкость **A** можно получить при взаимодействии двух простых желтоватых веществ. Взаимодействием **A** с водой получают бесцветное кристаллическое вещество **B**. Навеску соединения **B** массой 0.5986 г растворили в воде. Объем раствора довели до 100 мл. На титрование аликвоты (10.0 мл) полученного раствора расходуется 7.3 мл 0.1 М раствора NaOH с индикатором метиловым оранжевым и еще 7.3 мл того же раствора – с фенолфталеином. Нейтральный по фенолфталеину раствор с раствором нитрата серебра дает белый осадок, который достаточно быстро темнеет.

1. Определите неизвестные вещества, приведите уравнения упомянутых в задаче реакций.

2. Приведите структурную формулы соединений **A** и **B**, укажите их геометрию.

3. Что вы можете сказать об окислительно-восстановительных свойствах **B**? Приведите примеры.

**6. Цепочка.** Определите зашифрованные вещества в цепочке, напишите уравнения реакций:



Укажите магнитные свойства комплексного иона в составе соединения **К**. Как можно получить  $\text{N}_2\text{O}$ ? раствор  $\text{HNO}_2$ ?

### 10 класс

**Задача 1.** В аналитической лаборатории был найден сосуд с 0.01 моль/л раствором нитратов металлов, один из которых был никель, символ второго металла (одного из тех, данные которых приведены в таблице) был стерт. Испытания показали, что при добавлении раствора сульфида натрия к раствору нитрата неизвест-

$$\begin{array}{lll}
 E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = -0.14\text{В} & E_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}}^0 = -1.66\text{В} & E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.7628\text{В} \\
 E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = -0.403\text{В} & E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0.25\text{В} & E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0.34\text{В} & E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0.126\text{В} \\
 T = 293.15\text{К} & F = 96500 \text{ Кл/моль} & R = 8.312 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}
 \end{array}$$

ного металла выпадает черный осадок, а при добавлении йодида калия – желтый.

1. Установите, символ какого элемента был стерт.

2. Возможно ли электрогравиметрическое (электролиз) выделение металлов? Установите, при каком значении рН раствора осаждение металлов будет количественным.

*Осаждение металла считать количественным, если концентрация металла в растворе после осаждения  $\leq 10^{-6}$  моль/л.*

**Задача 2.** **А** – легкоплавкий металл. При реакции **А** с кислородом в зависимости от условий протекания реакции и соотношения количеств реагентов образуются вещества **Б**, **В** или их смесь. Вещество **Б** при взаимодействии с водой дает вещество **Г**, которое хорошо растворимо в воде. При взаимодействии вещества **Г** с газообразным веществом **Д**, водный раствор которого является сильной кислотой, образуется, в частности, вещество **Е**. При взаимодействии **В** и **Д** образуются соединения **Е**, **Ж** (газ) и вода.

Данному условию соответствуют два металла, принадлежащих к разным группам периодической таблицы. Их плотность отличается в 12.2 раза. В случае тяжелого металла соединение **Е** содержит 85.2% металла по массе. В случае легкого – соответственно 39.34% металла.

Расшифруйте все вещества и запишите соответствующие уравнения химических реакций.

**Задача 3. Минерал.** При прокаливании навески неизвестного минерала в атмосфере водорода образуется 2.16 г воды, выделяется углекислый газ и остается 5.08 г металла. При прокаливании такой же навески минерала в токе CO выделяется 2.688 л (н.у.) углекислого газа, выделяется вода, а количество металла в остатке также равно 5.08 г.

1. Определите зашифрованные вещества, минерал, приведите расчеты и уравнения реакций.

2. Как будет реагировать этот минерал: а) с соляной кислотой; б) с йодистоводородной кислотой? Приведите уравнения реакций.

**Задача 4.** Раствор, содержащий ионы цинка (II) и железа(II) с концентрацией 0.01 моль/л, насыщают сероводородом. Вычислите, в каком диапазоне значений pH раствора будет осаждаться только сульфид цинка, если известно, что:

$$\beta(\text{H}_2\text{S}) = 1.1 \cdot 10^{-22},$$

$$K_{\text{P}_{\text{ZnS}}} = 4.5 \cdot 10^{-24},$$

$$K_{\text{P}_{\text{FeS}}} = 3.7 \cdot 10^{-19}.$$

Концентрация насыщенного раствора сероводорода 0.1 моль/л.

**Задача 5.** Углеводород **A** (88.16% углерода) получают так. На соединение **B** (36.32% кислорода, ПМР-спектр содержит квартет (9.3 м.д.) и дублет (2.0 м.д.) с соотношением интегральных интенсивностей 1:3) действуют его ближайшим гомологом в присутствии  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При этом получают производное **C** (47.71% кислорода, спектр ПМР содержит синглет (8.4 м.д.), триплет (4.8 м.д.) и дублет (3.4 м.д.) с соотношением интегральных интенсивностей 1:3:6). Соединение **C** обрабатывают  $\text{NaNH}_4$ , получая **D**, а потом действуют на **D** бромом в присутствии красного фосфора, что приводит к получению вещества **E**. Действием натрия на последнее вещество удается получить углеводород **A**.

1. Расшифруйте вещества, приведите схемы реакций, если **A** имеет 3 дибромпроизводных (без учета количества их оптических изомеров).

2. Как будет выглядеть ПМР-спектр соединения **D**?

3. Как с помощью качественных реакций отличить зашифрованные вещества?

**Задача 6. Смесь.** При полном сгорании газовой смеси объемом 1.21 л (н.у.), которая состоит из неорганического газа и углеводорода, в избытке кислорода объемом 2.008 л (н.у., избыток) образуется вода массой 1.62 г и двухкомпонентная газовая смесь, при пропускании которой через раствор щелочи объем уменьшается на 1.232 л. Известно, что плотность неорганического газа смеси по некоторому углеводороду равна 1.

1. Определите качественный и количественный состав исходной смеси.

2. До какого объема уменьшилась газовая смесь после ее пропускания через раствор щелочи?

3. Напишите уравнения упомянутых реакций.

4. Нарисуйте геометрическое строение молекул исходной смеси.

## 11 класс

**1. Каркас.** Получение производных каркасных углеводов обусловлено не просто «спортивным интересом» и привлекательностью этих структур. Зачастую их синтез является стимулом развития принципиально новых подходов в синтетической практике, а сами соединения обладают поистине уникальными свойствами.

Соединение **A** ( $C_6H_6O_2$ ), содержащее в спектре ПМР 2 синглета, бромуют. Продуктом является бесцветное вещество **B** с дипольным моментом, близким к нулю, содержащее в масс-спектре набор интенсивных сигналов с  $m/z$  от 266 до 270, а в спектре ПМР, снятом в  $CDCl_3$ , – 2 сигнала. Соединение **B** вводят в реакцию с хлоридом железа с образованием окрашенного органического вещества **C**, ИК-спектр которого не содержит полос поглощения в районе  $3500\text{ см}^{-1}$ , а ПМР-спектр содержит один сигнал в области ароматических протонов. Соединение **C** вводят в реакцию с эквимолярным количеством циклогекса-1,3-диена, а полученную смесь энантиомеров **D** подвергают фотохимическому [2+2]циклоприсоединению с образованием смеси энантиомеров **E** (46.18% брома). В присутствии  $NaOH$  **E** легко перегруппировывается в натриевые соли энантиомеров кислоты **X** (масс-спектр кислоты **X** содержит интенсивный сигнал с  $m/z$  220).

1. Определите зашифрованные вещества, приведите схемы реакций.
2. Можно ли с помощью спектроскопии ПМР отличить соединения **D** и **E**? Как?
3. Приведите механизм реакции образования **X** из **E**.
4. Почему основным продуктом реакции **C** с циклогекса-1,3-диеном является именно **D**, а не смесь энантиомеров **D1** (каких?), которые не способны вступать в реакцию [2+2]циклоприсоединения?
5. С чем связано наличие набора интенсивных пиков с  $m/z$  от 266 до 270 в масс-спектре соединения **B** (по сравнению, например, с масс-спектром соединения **X**, в котором интенсивным является один сигнал)?

**2. *Apheloria corrugata*.** При нападении муравьев на сороконожку *Apheloria corrugata* она выделяет защитный секрет, богатый веществом **A** (оптически активно, R-изомер). Также выделяется фермент, который способствует гидролизу вещества **A** в **B** (вещество, которое непосредственно обезвреживает противника) и соединение **B**, которое дает реакцию серебряного зеркала и не реагирует с бромной водой. Запахи веществ **B** и **B** схожи.

При сгорании 0.54 г вещества **B** в 1.008 л (н.у.) кислорода (избыток) образуется 1.12 л (н.у.) газовой фазы ( $D_{H_2} = 18$ ), объем которой при пропускании через раствор щелочи уменьшается до 0.672 л (н.у.,  $D_{H_2} = 15.33$ ). В результате реакции серебряного зеркала вещества **B** образуется серебро, масса которого в 2.038 раз больше, чем масса исходного вещества **B**. При взаимодействии соединений **B** и **B** может вновь образоваться вещество **A**.

Определите структурные формулы соединений **A**, **B**, **B**. Приведите уравнения реакций. Чем отличается исходное вещество **A** от вещества, полученного по



реакции **Б** и **В**? Соединение **В** в присутствии натриевой соли вещества **Б** способно образовывать вещество **Г** (79.23% углерода, 5.7% водорода и кислород, молярная масса – не более 250 г/моль), содержащее в ПМР-спектре, помимо сигналов ароматических протонов, 2 сигнала. Определите **Г**, приведите механизм реакции его образования.

**3. Я, робот.** В фантастической новелле Айзека Азимова «Я, робот» идет речь о корпорации "U.S. Robots and Mechanical Men Inc.", которая производила роботов с позитронно-мозговыми связями. Мозг робота был изготовлен из пористого сплава двух металлов, находящихся в одной группе.

Был проведен анализ 1/500 части мозга робота. Он не реагирует с концентрированным раствором щелочи даже при нагревании. Также сплав нерастворим в концентрированной азотной кислоте, но в смеси азотной и соляной кислот происходит его частичное растворение и выделяется бесцветный газ объемом 2.688 л (н.у.), а остается 1.92 г твердого остатка, который отделили. При окислении остатка кислородом его масса увеличивается на 0.32 г.

1. Определите качественный и количественный состав сплава, принимая во внимание, что мозг робота является сферой диаметром 12.51 см, а его плотность составляет 9.5 г/см<sup>3</sup>.

2. Запишите уравнения всех упомянутых реакций.

3. Приведите строение комплексного иона, образующегося при растворении сплава в смеси соляной и азотной кислот, и тип гибридизации центрального атома в нем.

$$\text{Справка: } V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3.$$

**4. Кислоты.** При нагревании 6.49 г дикарбоновой кислоты **А** она частично превратилась в карбоновую кислоту **В** (масса смеси 4.95 г). При этом рН 1л раствора полученной смеси составляет 2.34.

Справочные данные:  $K_{a1}(\mathbf{A}) = 1.35 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_{a2}(\mathbf{A}) = 1.3 \cdot 10^{-6}$ ,  $K_{a1}(\mathbf{B}) = 1.4 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_w(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14}$ .

Определите неизвестные кислоты, назовите их.

Объясните различие в силах кислот **А** (при диссоциации по первой ступени) и **В**.

Сравните силу кислоты **В** и кислоты **С**, которую получают из кислоты **В** действием хлора в присутствии фосфора при нагревании с последующим действием воды. Ответ обоснуйте.

Получите кислоту **А**, исходя из неорганических реагентов.

**5. Все относительно.** В учебниках часто приводят общие формулы соединений, представляя хлорангидриды как  $\text{RCOCl}$ , галогенпроизводные – как  $\text{RHal}$ , спирты и фенолы – как  $\text{ROH}$ . Иногда это приводит к казусам и, в целом, к неправильному восприятию материала. Например, известно, что гидролиз хлорангидридов большинства алифатических кислот протекает чрезвычайно легко, в то время как хлорангидриды ароматических кислот достаточно медленно реагируют с водой и даже часто устойчивы к водной щелочи.

1. Объясните различие в реакционной способности хлорангидридов алифатических и ароматических кислот по отношению к воде.

Магнийорганические соединения используются очень широко, однако применение винилмагнийгалогенидов до 1950-х годов было затруднено. Так, например, магний практически не взаимодействует с бромэтиленом в диэтиловом эфире, тогда как этилбромид реагирует с магнием в диэтиловом эфире с хорошим выходом. Сейчас известны условия, при соблюдении которых можно добиться почти количественного выхода получения винилмагнийбромида из магния и бромэтилена.

2. Какими двумя основными факторами объясняется такая разница в реакционной способности бромэтилена и бромэтана по отношению к магнию в эфире? Что следует предпринять для успешного получения винилмагнийбромида по указанной схеме?

Пентанол и фенол ограниченно смешиваются с водой. С другой стороны, фенол растворяется в щелочных растворах, в то время как растворимость пентанола в них существенно не меняется.

3. С чем связана лучшая растворимость фенола в щелочных растворах?

*Ответы следует давать, опираясь, в основном, на электронные эффекты и строение указанных молекул.*

**6. Почти одно и то же.** Газ **A** ( $X_nY_m$ ) и жидкость **B** ( $X_nZ_m$ ) хоть и сходны по структуре, но разнятся по химическим свойствам. Например, **A** стабилен, получают его из стехиометрической смеси простых газов (плотность по водороду 4.25) с низким выходом, а **B** может разлагаться уже при незначительном нагревании с образованием молекул простых газов (плотность по водороду 30.13).

1. Определите неизвестные элементы, а также вещества **A** и **B**, укажите строение молекул и тип гибридизации центральных атомов, приведите упомянутые уравнения реакций.

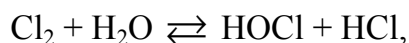
2. Как получают вещество **B**?

3. Могут ли, по Вашему мнению, реагировать указанные вещества: а) между собой; б) с  $NF_3$ ; в) с  $BF_3$ ; г) с водой? Приведите уравнения возможных реакций в случае утвердительного ответа.

## РЕШЕНИЯ И ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ 2-ГО ТУРА

### 8 класс

**1. Хлорная вода.** Взаимодействие хлора с водой протекает согласно уравнению



причем процесс этот протекает частично – всего лишь 3.63% от общего количества молекул  $\text{Cl}_2$ , находящихся в растворе, претерпевает химическое превращение. Возьмем 1 литр воды при стандартных условиях (стандартные условия – это  $p = 1.013 \cdot 10^5$  Па и  $T = 298$  К). В этом количестве воды растворяется 2.05 л газообразного хлора. Так как при стандартных условиях 1 моль газа занимает объем

$$8.314 \cdot 298 / 1.013 \cdot 10^5 = 24.46 \text{ л},$$

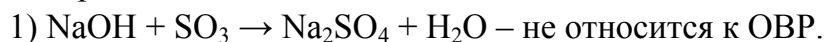
то количество растворенного в 1 л воды хлора составляет  $2.05 / 24.46 = 0.084$  моль. Считая, что при растворении такого количества хлора объем системы не изменяется, находим, что молярная концентрация растворенного хлора составляет 0.084 моль/л. Поскольку гидролизу подвергается 3.63% растворенного хлора, то концентрация HOCl и HCl будет составлять  $0.0363 \cdot 0.084 = 0.00305$  моль/л, а концентрация молекул  $\text{Cl}_2$  составит  $0.084 - 0.00305 = 0.081$  моль/л.

**2. Определение молярных масс.** Закон Авогадро: равные объемы разных газов при одинаковых температуре и давлении содержат одинаковое число молекул. Масса колбы, заполненной газом, складывается из массы самой колбы и массы находящегося в ней газа. Обозначим массу пустой колбы  $m_0$  г, тогда масса колбы с воздухом составит:  $m_0 + 1.5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.2047 \cdot 10^{-3} = m_0 + 1.8071$  г, откуда находим, что  $m_0 = 35$  г. Аналогично, можно записать для массы колбы, наполненной парами ацетона:  $m_0 + 1.5 \cdot 10^{-3} \cdot \rho$ , где  $\rho$  – плотность паров ацетона при температуре и давлении в колбе в момент её запаивания. Так как колба находится на водяной бане, то  $t = 100$  °С; так как колба открыта, то давление в ней равно атмосферному, то есть  $p = 1.013 \cdot 10^5$  Па. Имеем  $35 + 1.5 \cdot 10^{-3} \cdot \rho = 37.8419$ ,  $\rho = 2.8419 / 1.5 \cdot 10^{-3} = 1.8946 \cdot 10^3$  г/м<sup>3</sup>. Для нахождения молярной массы воспользуемся уравнением Менделеева–Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{p} = \rho \cdot \frac{RT}{p}, \quad M = 1.8946 \cdot 10^3 \cdot \frac{8.314 \cdot 373}{1.013 \cdot 10^5} = 58 \text{ г/моль}.$$

**3. Окислительно-восстановительные реакции.** К окислительно-восстановительным реакциям относят такие процессы, в ходе которых изменяются степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ. Формально можно считать, что в ОВР с участием неорганических веществ происходит перемещение электронов от одних атомов к другим. Атомы, которые отдают электроны, являются восстановителями, а атомы, присоединяющие электроны, – окислителями. В ходе ОВР восстановители окисляются, а окислители восстанавливаются. При восстановлении степень окисления атомов понижается, при окис-

лении – повышается. Если в ОВР атомы, являющиеся окислителями и восстановителями, входят в состав разных реагентов, то такой процесс называют межмолекулярным окислением–восстановлением, если же они входят в состав одного вещества, то это внутримолекулярное окисление–восстановление или диспропорционирование.



2)  $6\text{NaOH}_{(\text{горячий раствор})} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$  – диспропорционирование, окислитель и восстановитель – атомы хлора, продукт окисления –  $\text{NaClO}_3$ , продукт восстановления –  $\text{NaCl}$ .

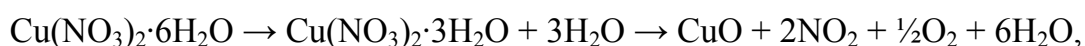


4)  $7\text{HNO}_3_{(\text{конц.})} + \text{NH}_3 \rightarrow 8\text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$  – окислителем являются атомы азота, входящие в состав нитрат иона, восстановителем – атомы азота аммиака, продуктом и окисления и восстановления является  $\text{NO}_2$ .

5)  $\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$  – окислителем являются атомы железа (III), которые восстанавливаются до железа (II), восстановителем – иодид ионы, которые окисляются до молекулярного иода.



**4. Нитраты.** При  $0^\circ\text{C}$  давление в сосуде составляло 1 атм, это означает, что в сосуде содержится какой-то газ. Поскольку никаких указаний относительно него в условии задачи нет, то предположим, что это воздух. Рассчитаем количество вещества воздуха в сосуде:  $n_0 = 0.3/22.4 = 0.0134$  моль. При  $250^\circ\text{C}$  давление в сосуде составляет  $6.21 \cdot 1.013 \cdot 10^5 = 6.291 \cdot 10^5$  Па, а при  $500^\circ\text{C}$  –  $27.15 \cdot 1.013 \cdot 10^5 = 27.503 \cdot 10^5$  Па. Используя уравнения Менделеева–Клапейрона, найдем количество моль газа в сосуде: при  $250^\circ\text{C}$  –  $n_1 = 0.0434$  моль, при  $500^\circ\text{C}$  –  $n_2 = 0.1284$  моль. Термическое разложение нитратов происходит согласно уравнениям:



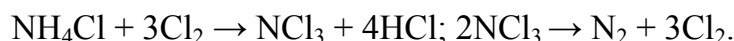
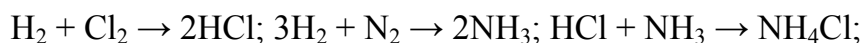
При  $250^\circ\text{C}$  происходит только ощепление трех молекул воды, количество которой равно  $n_1 - n_0 = 0.0434 - 0.0134 = 0.03$  моль. Это означает, что в смеси солей было  $0.03/3 = 0.01$  моль  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , масса которого равна  $0.01 \cdot 296 = 2.96$  г. Согласно уравнению реакции, при разложении 0.01 моль  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  выделяется 0.06 моль воды, 0.02 моль  $\text{NO}_2$  и 0.005 моль  $\text{O}_2$ , что в сумме дает  $n_3 = 0.085$  моль. Это означает, что за счет разложения нитрата серебра выделилось газов:

$$n_2 - n_0 - n_3 = 0.1284 - 0.0134 - 0.085 = 0.03 \text{ моль},$$

из которых  $\frac{1}{3}$  или 0.01 моль – кислород, а  $\frac{2}{3}$  или 0.02 – оксид азота; это соответствует 0.02 моль взятого  $\text{AgNO}_3$ , масса которого составляет  $0.02 \cdot 170 = 3.4$  г. Значит масса навески равна  $2.96 + 3.4 = 6.36$  г. Содержание  $\text{NO}_2$  в газовой смеси равно 0.04 моль, что соответствует мольной доле  $0.04/0.1284 = 0.3115$ . При разложении нитратов образуется 0.015 моль кислорода. Воздух обычно содержит 21% (по объему) кислорода, поэтому в воздухе, который был в колбе, содержа-

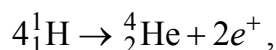
лось  $0.0134 \cdot 0.21 = 0.0028$  моль кислорода. Значит мольная доля  $O_2$  в газовой смеси составляет  $(0.015 + 0.0028)/0.1284 = 0.1387$ .

**5. АБВГДЕ-йка.** Соединение **Б** имеет состав  $AH_x$ , а соединение **Г** –  $BH_y$ , где  $x$  и  $y$  – целые числа, равные валентности атомов **А** и **В**. Массовая доля водорода в соединении **Б** равна  $x/(x + M_A) = 0.0274$ , а в соединении **Г** –  $y/(y + M_B) = 0.1765$ . Отсюда  $M_A = 35.49x$ ,  $M_B = 4.67y$ . Методом подбора определяем, что **А** – это хлор, а **В** – азот. Тогда соединения **Б** и **Г**, соответственно, хлороводород и аммиак, а вещество **Д** – хлорид азота. Уравнения реакций:



Тип связи в молекулах  $HCl$ ,  $NH_3$  и  $NCl_3$  – ковалентная полярная. Молекула хлороводорода линейна. Молекулы  $NH_3$  и  $NCl_3$  имеют пирамидальное строение. Атом азота в этих молекулах находится в центре тетраэдра, в трех вершинах которого расположены атомы хлора или водорода, а четвертой вершине расположена неподеленная электронная пара атома азота. Орбитали атома азота в молекулах  $NH_3$  и  $NCl_3$  находятся в состоянии  $sp^3$  гибридизации.

**6. Ядерная реакция на Солнце.** Термоядерную реакцию, протекающую на Солнце, можно записать следующим образом



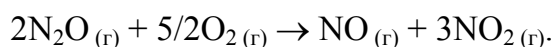
где  $e^+$  – позитрон. Количество теплоты ( $Q$ ), которое выделяется при протекании ядерной реакции, и дефект масс ( $\Delta m$ ) связаны уравнением  $Q = \Delta mc^2$ , где  $c$  – скорость света,  $3 \cdot 10^8$  м/с. Атомная единица массы, выраженная граммах, равна  $1/N_A$ , где  $N_A$  – число Авогадро. При образовании 1 моль гелия дефект массы составит

$$\Delta m = \frac{1}{N_A} \cdot 0.0277 \cdot N_A = 0.0277 \text{ г} = 2.77 \cdot 10^{-5} \text{ кг}.$$

Такое значение  $\Delta m$  соответствует энергии, равной  $2.77 \cdot 10^{-5} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2.493 \cdot 10^{12}$  Дж. Для получения такого количества теплоты в результате сгорания угля, его необходимо взять в количестве, равном  $2.493 \cdot 10^{12} / 30.5 \cdot 10^3 = 8.17 \cdot 10^7 \text{ г} = 81.7 \text{ т}$ .

## 9 класс

**1. Энергия окисления.** Исходя из соотношения продуктов в смеси после неполного окисления, простейшее уравнение химической реакции может быть представлено как



Рассматриваемая реакция может быть получена линейной комбинацией заданных в условии уравнений:  $-2 \cdot (2) - 1/2 \cdot [(4) + (5) + (1)]$ . Согласно закону Гесса, энтальпия вычисляется с помощью аналогичной линейной комбинации

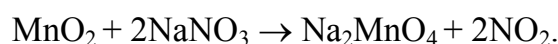
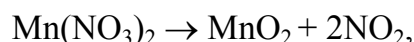
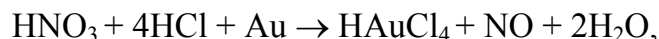
$$\Delta_r H = -2 \cdot \Delta_f H - 1/2 \cdot [\Delta_f H + \Delta_f H + \Delta_f H] = -2 \cdot 13.63 - 1/2 \cdot [-82.52 + 57.27 + 11.11] = 29.81 \text{ (кДж)}.$$

Для изобарно-изотермических процессов изменение энтальпии связано с изменением внутренней энергии и работой расширения газов соотношением:

$$\Delta_r U = \Delta_r H - p \cdot \Delta_r V = \Delta_r H - \Delta_r n \cdot R \cdot T =$$

$$= 29.81 \text{ кДж} + 0.5 \text{ моль} \cdot 8.314 \cdot 10^{-3} \text{ кДж} \cdot (\text{моль} \cdot \text{К})^{-1} \times 298.15 \text{ К} = 31.05 \text{ кДж}.$$

**2. Буквы и цвета.** 1. **A** – NO<sub>2</sub>, **B** – NaMnO<sub>4</sub>, **C** – HNO<sub>3</sub>, **E** – Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, **D** – HCl, **F** – NaNO<sub>3</sub>, **X** – HAuCl<sub>4</sub>, **H** – MnO<sub>2</sub>, **K** – MnCl<sub>2</sub>, **L** – Cl<sub>2</sub>, **M** – Na<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>.



2. AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup> – dsp<sup>2</sup>-гибридизация атома золота. Форма иона – плоский квадрат.

**3. Металл.** 1. Определим молярную массу эквивалента металла.

$$v(\text{экв}) = c(\text{OH}^-) \times V = 10^{-(14-11)} \times 0.5 \text{ моль} = 5 \times 10^{-4} \text{ моль}.$$

$$v(\text{экв}) = 0.03435 / 5 \times 10^{-4} \text{ г/моль} = 68.7 \text{ г/моль}. \text{ Т.е. металл – барий}.$$

2. Соли бария окрашивают пламя в зеленый цвет, что используется например, в пиротехнике.

3. Это сульфат бария BaSO<sub>4</sub>. BaSO<sub>4</sub> и KMnO<sub>4</sub> изоморфны, поэтому кристаллизуются совместно. При этом перманганат-ионы (которые и обуславливают окраску) включены в кристаллическую структуру и не могут быть «отмыты».

**4. Раствор.** Запишем уравнения химических реакций:



Найдем общее количество вещества, выделившегося оксида азота:

$$n_{\Sigma}(\text{NO}_2) = 24.64 / 22.4 = 1.1 \text{ моль},$$

соответственно масса составит:  $m_{\Sigma}(\text{NO}_2) = 1.1 \cdot 46 = 50.6 \text{ г}.$

Найдем количество вещества гидроксида калия:

$$m(\text{KOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 949.4 \cdot 0,065 = 61.71 \text{ г}; n(\text{KOH}) = 1.1 \text{ моль}.$$

Количества вещества гидроксида калия и оксида азота равны, поэтому по стехиометрии реакции 3 они полностью израсходуются на образование солей.

Масса раствора:  $m = 50.6 + 949.4 = 1000 \text{ г} (m(\text{NO}_2) + m(\text{KOH})).$

$$n(\text{KNO}_2) = n(\text{KNO}_3) = 0.55 \text{ моль}.$$

Массы солей равны соответственно: 46.75 г и 55.55 г, а массовые доли 4.7% и 5.6%.

Найдем массовые доли фосфора и серы. Если количество вещества оксида азота, полученного по реакции 1, обозначим через  $x$  моль, то количество вещества оксида азота, образовавшегося по реакции 2 равно  $(1.1 - x)$  моль.

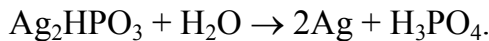
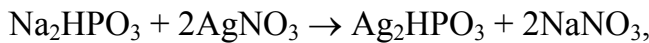
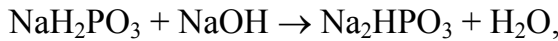
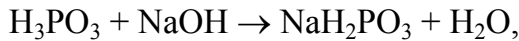
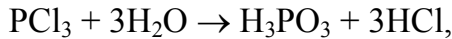
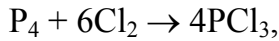
$$n(\text{P})/n(\text{NO}_2) = 1/5; n(\text{P}) = x/5; m(\text{P}) = (x/5) \cdot 31 = 6.2x;$$

$$n(\text{S})/n(\text{NO}_2) = 1/6; n(\text{S}) = (1.1 - x)/6; m(\text{S}) = ((1.1 - x)/6) \cdot 32 = 5.83 - 5.3x.$$

$$m(\text{P}) + m(\text{S}) = 6.3 \text{ г или } 6.2x + 5.83 - 5.3x = 6.3 \text{ г}.$$

Находим:  $m(\text{P}) = 3.224 \text{ г}$ ,  $m(\text{S}) = 3.074 \text{ г}$  и массовые доли 50.8% и 49.2% соответственно.

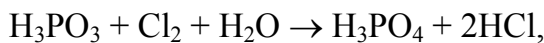
**5. Жидкость.** 1. **В**, как минимум, двухосновная кислородсодержащая кислота.  $M(\text{В}) = 0.5986/7.3 \times 10^{-3} \text{ г/моль} = 82 \text{ г/моль}$ . Поскольку это не сернистая кислота (**В** – твердое вещество), то **В** –  $\text{H}_3\text{PO}_3$  (фосфористая кислота). Тогда **А** – трихлорид фосфора:



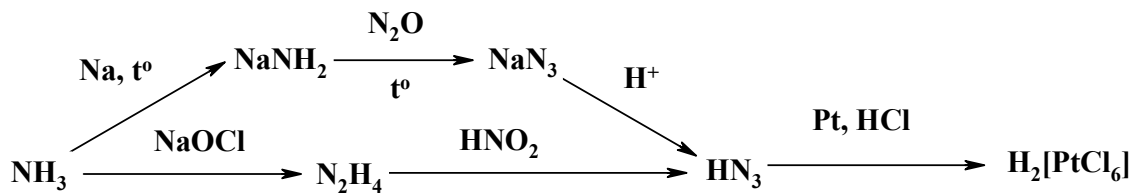
2. **А** – тетраэдр, **В** – искаженный тетраэдр



3. Фосфористая кислота и ее соли – сильные восстановители.

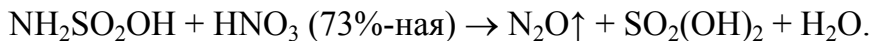
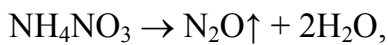


**6. Цепочка.**

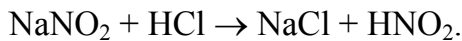


Гексахлороплатинат-анион (гибридизация атома платины  $d^2sp^3$ ) парамагнитен, т.к. хлорид-ион – лиганд слабого поля.

Оксид азота (I) (закись азота, веселящий газ) получают либо разложением сухого нитрата аммония, либо действием азотной кислоты на сульфаминовую кислоту:



Раствор азотистой кислоты в лаборатории получают, действуя соляной кислотой на нитрит натрия при охлаждении:



## 10 класс

**Задача 1.** 1. Металл – никель.

2. Восстановление ионов металлов при электролизе проходит на катоде (–). Рассчитаем значения электродных потенциалов для  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ .

$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 + \frac{2.303RT}{nF} \lg[\text{Ni}^{2+}] = -0.25 + \frac{0.058}{2} \lg 0.01 = -0.308 \text{ В},$$

$$E_{Pb^{2+}/Pb} = E_{Pb^{2+}/Pb}^0 + \frac{2.303RT}{nF} \lg[Pb^{2+}] = -0.126 + \frac{0.058}{2} \lg 0.01 = -0.184B.$$

Судя по положению металлов в ряду напряжения металлов и соответственно значениям  $E_{Me^{2+}/Me}^0$  на катоде (-) первым будет восстанавливаться  $Pb^{2+}$ .

Рассчитаем концентрацию  $Pb^{2+}$  в растворе в момент, когда начнет выделяться  $Ni^{2+}$ .

$$-0.308 = E_{Pb^{2+}/Pb}^0 + \frac{2.303RT}{nF} \lg[Pb^{2+}] = -0.126 + \frac{0.058}{2} \lg[Pb^{2+}]$$

$$[Pb^{2+}] = 10^{-6.3} \text{ моль / л.}$$

В момент, когда начнет выделяться  $Ni^{2+}$  из раствора количественно уже будет удален  $Pb^{2+}$ . Электрогравиметрическое разделение  $Ni^{2+}$  и  $Pb^{2+}$  возможно.

2. Рассчитаем значение pH раствора, при котором осаждение металлов будет количественным.

$$E_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25 + \frac{0.058}{2} \lg 10^{-6} = -0.424B,$$

$$E_{Pb^{2+}/Pb} = -0.126 + \frac{0.058}{2} \lg 10^{-6} = -0.3B,$$

$$-0.424 = E_{H^+/H_2}^0 + \frac{2.303RT}{nF} \lg[H^+]^2 = 0 + 0.058 \lg[H^+]$$

$$\lg[H^+] = -7.31, \text{ pH} > 7.31.$$

$$-0.3 = 0 + 0.058 \lg[H^+]$$

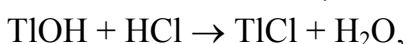
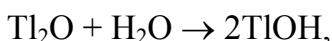
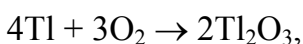
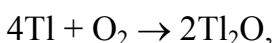
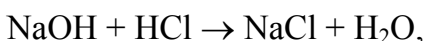
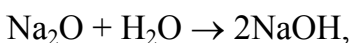
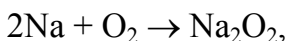
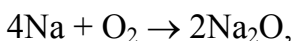
$$\lg[H^+] = -5.17, \text{ pH} > 5.17.$$

Таким образом, количественное осаждение  $Ni^{2+}$  и  $Pb^{2+}$  необходимо проводить из растворов с  $\text{pH} > 7.31$  – в данном случае выделяющийся  $H_2$  мешать не будет.

**Задача 2.** Первый вариант: **А** – Na; **Б** –  $Na_2O$ ; **В** –  $Na_2O_2$ ; **Г** – NaOH; **Д** – HCl или HBr; **Е** – NaCl; **Ж** –  $Cl_2$ .

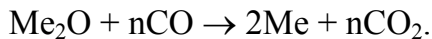
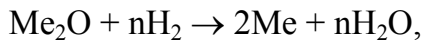
Второй вариант: **А** – Tl; **Б** –  $Tl_2O$ ; **В** –  $Tl_2O_3$ ; **Г** – TlOH; **Д** – HCl или HBr; **Е** – TlCl; **Ж** –  $Cl_2$ .

Уравнения реакций:

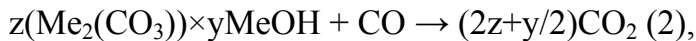
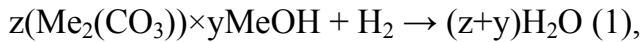




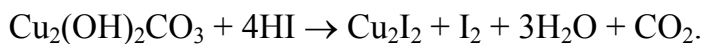
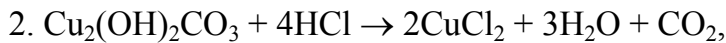
**Задача 3. Минерал.** 1.  $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 0.12$  моль. Первый вариант – оксид металла (Me – эквивалент металла):



$M(\text{Me}) = 5.08 / (2 \times 0.12) = 21.17$  (г/моль). Подходящих значений металла не существует. Однако остаются иные варианты исходных минералов: вещество может быть гидроксидом, карбонатом или основным карбонатом металла. Поскольку  $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{O})$ , возможен лишь последний вариант. Запишем общие схемы реакций минерала с водородом и с оксидом углерода:



откуда  $y=2z$ , т.е. минерал – это  $\text{Me}_2(\text{CO}_3) \times 2\text{MeOH}$ . Тогда (из условия и (2)):  $M(\text{Me}) = 5.08 / (0.12 \times 4/3) = 31.75$  (г/моль). Металл – медь. Минерал – малахит ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ).

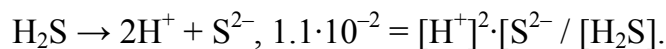


**Задача 4.** Найдем равновесные концентрации сульфид ионов над осадками:

$$[\text{S}^{2-}] \geq \text{PP}_{\text{ZnS}} / [\text{Zn}^{2+}] \geq 4.5 \cdot 10^{-4} / 0.01 \geq 4.5 \cdot 10^{-2},$$

$$[\text{S}^{2-}] \geq \text{PP}_{\text{FeS}} / [\text{Fe}^{2+}] \geq 3.7 \cdot 10^{-9} / 0.01 \geq 3.7 \cdot 10^{-7},$$

Уравнение диссоциации сероводорода:



Зная равновесные концентрации сульфид ионов, найдем значения равновесной концентрации ионов водорода для осадков:

для ZnS:

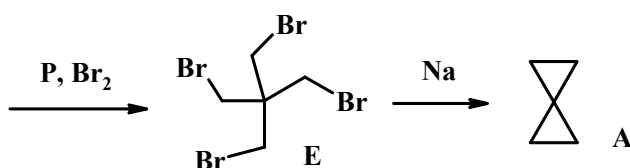
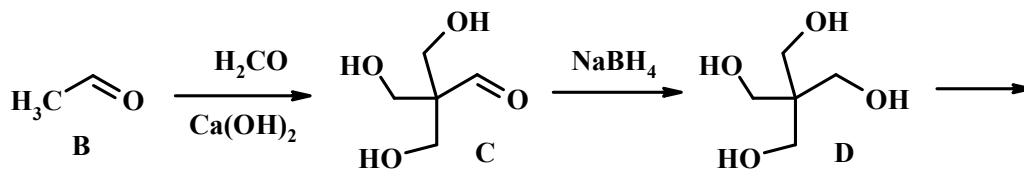
$$[\text{H}^+] = (1.1 \cdot 10^{-22} \cdot 0.1 / 4.5 \cdot 10^{-22})^{1/2}; \text{pH} = 0.8,$$

для FeS:

$$[\text{H}^+] = (1.1 \cdot 10^{-22} \cdot 0.1 / 3.7 \cdot 10^{-12})^{1/2}; \text{pH} = 3.3.$$

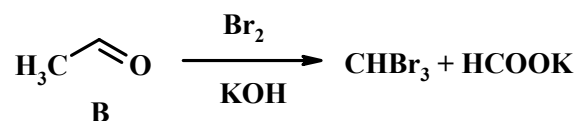
Только сульфид цинка будет осаждаться в диапазоне pH от 0,8 до 3,3.

**Задача 5. 1.**



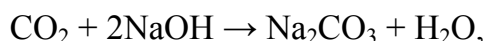
2. ПМР-спектр: триплет (ОН) и дублет ( $\text{CH}_2$ ) с соотношением интегральных интенсивностей 1:2.

3. Реакцией серебряного зеркала отделить **B** и **C** от остальных веществ. Только **B** дает галоформную реакцию:



Вещество **E** даст положительную пробу Бейльштейна (нанесенные на медную проволоку галогенпроизводные обуславливают при внесении в пламя интенсивное сине-зеленое окрашивание). **A** и **D** можно различить по взаимодействию с натрием: в случае **D** будет выделяться водород, **A** реагировать не будет.

**Задача 6. Смесь.** Поскольку продуктами реакции являются вода и углекислый газ, неорганический газ при окислении должен образовывать один из этих продуктов (оба одновременно он не может образовать, поскольку это уже было бы органическое соединение), или быть  $\text{CO}_2$ . Следовательно, возможные варианты неорганического газа:  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  або  $\text{CO}_2$ . Поскольку плотность этого газа по некоторому углеводороду равняется 1, это может быть  $\text{CO}$  или  $\text{CO}_2$ . При пропуске смеси  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  через щелочь происходит поглощение  $\text{CO}_2$ :



$$V_{\text{CO}_2} = 1.232 \text{ л} \Rightarrow \nu_{\text{CO}_2} = \frac{1.232}{22.4} = 0.055 \text{ моль}, \text{ а } \nu_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1.62}{18} = 0.09 \text{ моль}$$

$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = \nu_{\text{CO}_2} : 2\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0.055 : 2 \cdot 0.09 = 0.055 : 0.18 = 1 : 3.273$$

Следовательно, поскольку определенный вклад к  $\text{CO}_2$  вносит окисление  $\text{CO}$ , или просто  $\text{CO}_2$  (в качестве неорганического газа), то отношение атомов углерода и водорода в углеводороде:

$$\frac{n_{\text{C}}}{n_{\text{H}}} < \frac{1}{3.27}$$

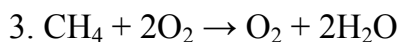
Единственный вариант  $n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = 1 : 4$ , т.е.  $\text{CH}_4$ . Если есть газовая смесь  $\text{CH}_4 + \text{CO}_x$  с соотношением  $n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = 1 : 3.273$ , определим объемные части этих газов. Если есть  $z$  молекул  $\text{CH}_4$  и  $y$  молекул  $\text{CO}_x$ :

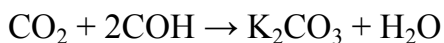
$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} = (z + y) : 4z = 1 : 3.273$$

$$\frac{y}{z} = 0.222 = \frac{2}{9}.$$

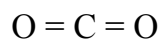
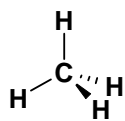
Таким образом, газовая смесь состоит из 2-х частей  $\text{CO}_x$  и 9 частей  $\text{CH}_4$ . Тогда  $V_{\text{CH}_4} = \frac{9}{11} \cdot 1.21 \text{ л} = 0.99 \text{ л}$ ,  $V_{\text{CO}_x} = \frac{2}{11} \cdot 1.21 \text{ л} = 0.22 \text{ л}$ . Для полного окисления  $\text{CH}_4$  нужно  $V_{\text{O}_2} = 0.99 \cdot 2 = 1.98 \text{ л}$ , а остатка кислорода  $V_{\text{O}_2} = 2.008 - 1.98 = 0.028 \text{ л}$  не хватило бы для окисления  $\text{CO}$ , следовательно, неорганический газ –  $\text{CO}_2$ .

2. Следовательно, после пропускания через раствор щелочи объем газа уменьшился до 0.028 л.





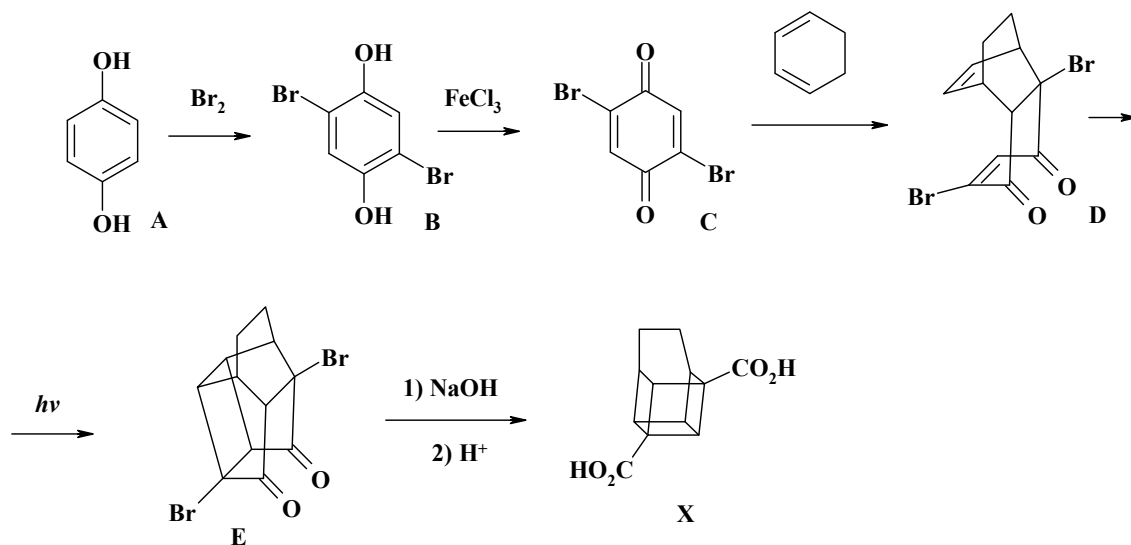
4.



### 11 класс

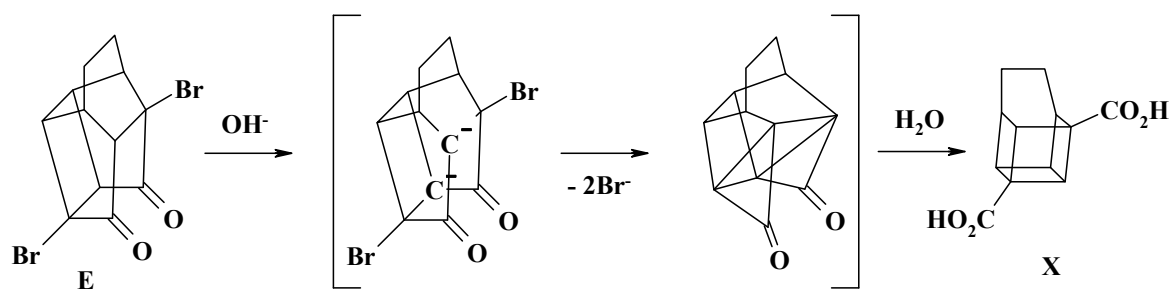
#### 1. Каркас.

1.

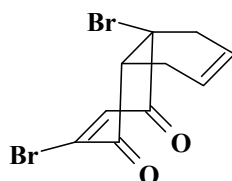


2. Можно. В соединении D протоны, находящиеся при двойной связи, дадут сигналы в районе 6 м.д. Сигналы протонов в соединении E при этих же атомах углерода будут находиться в более сильном поле.

3.



4. В данном случае реализуется т.н. «правило ненасыщенности», согласно которому должно реализовываться максимальное взаимодействие между ненасыщенными фрагментами как в переходном состоянии, так и в продукте реакции. Поэтому альтернативный продукт реакции



не выгоден.

5. Природный бром состоит из двух основных изотопов:  $^{79}\text{Br}$  (50.56 %) и  $^{81}\text{Br}$  (49.44 %), поэтому фрагменты, содержащие 2 атома брома, в масс спектре дают набор из 5-ти сигналов.

2. *Apheloria corrugata*. Начнем с вещества В. При его сгорании образуется газовая смесь, при пропускании которой через раствор луга происходит поглощение газа. Объем газа  $1.12 - 0.672 = 0.448$  (л) (0.02 моль). Остаток состоит из кислорода и еще какого-то газа  $M_{\text{ср}} = 15.33 \cdot 2 = 30.66$  (г/моль), т.к.  $M(\text{O}_2) = 32$  г/моль, тогда  $M$  второго газа меньше, чем 30.66.

Поскольку молекула должна быть органической, целесообразно допустить, что газ –  $\text{N}_2$ :

$$\begin{aligned} M_{\text{ср.}} &= \varphi_1 M_1 + \varphi_2 M_2 \Rightarrow \\ 30.66 &= 28 \cdot x + 32 \cdot (1 - x) \Rightarrow \\ x &= 1/3, \end{aligned}$$

То есть, объем азота –  $V(\text{N}_2) = \frac{1}{3} \cdot 0.672 = 0.224$  (л) (0.01 моль), а остаток кислорода – 0.448 л. В этом случае на окисление затрачено  $1.008 - 0.448 = 0.56$  л кислорода (0.025 моль).

На образование 0.02 моль  $\text{CO}_2$  необходимо 0,02 моль  $\text{O}_2$ , тогда остаток кислорода (0.005 моль) пошел на окисление атомов Н с образованием 0.01 моль воды.

Соотношение Н, С и N:

$$n_{\text{H}} : n_{\text{C}} : n_{\text{N}} = 2\nu(\text{НОН}) : \nu(\text{CO}_2) : 2\nu(\text{N}_2) = 0.02 : 0.02 : 0.02 = 1 : 1 : 1$$

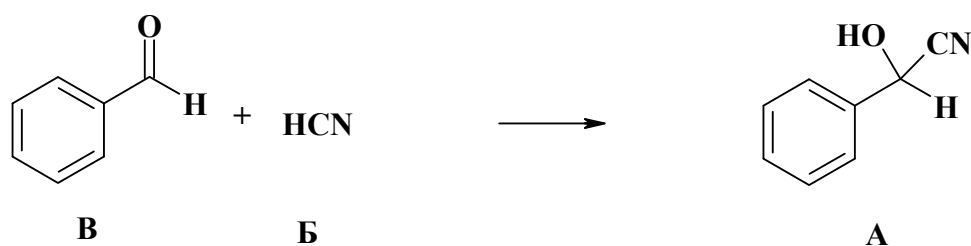
То есть Б –  $\text{HCN}$ , циановодород, который действительно очень ядовит.

Перейдем теперь к веществу В; по реакции серебряного зеркала из одного моль альдегида образуется 2 моль серебра. Можно определить молекулярную массу альдегида: пусть его масса равна  $x$ , масса серебра –  $2.038x$ . Тогда:

$$\frac{x}{M} = \frac{2.038 \cdot x}{2 \cdot 108} \Rightarrow M = 106 \text{ г / моль}$$

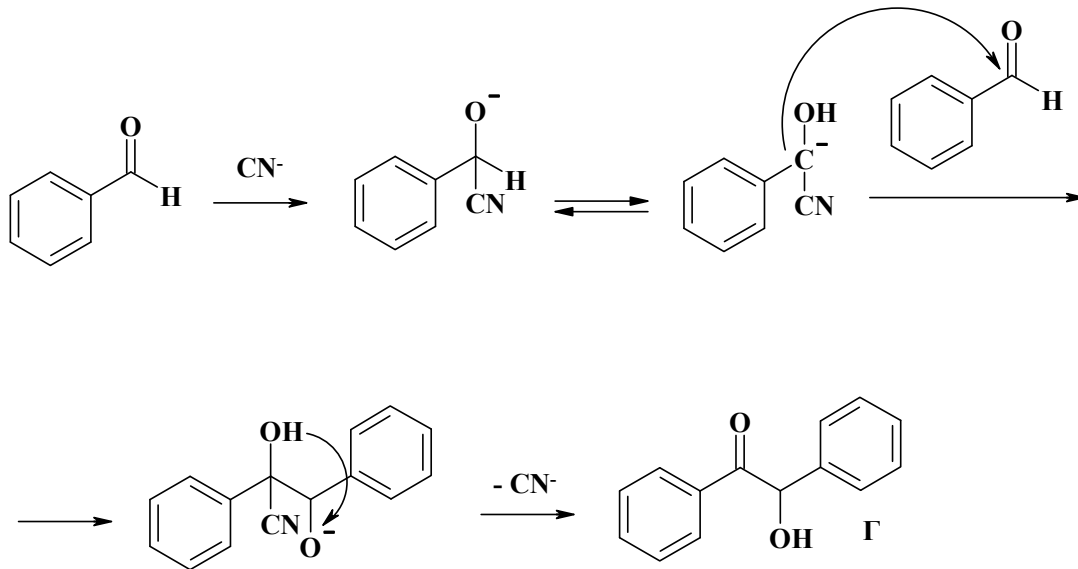
Учитывая молекулярную массу альдегидной группы (29 г/моль), остается  $106 - 29 = 77$  (г/моль), причем вещество не обесцвечивает бромную воду. В – бензальдегид.

Тогда:



Вещество А оптически активно, а при взаимодействии Б и В образуется рацемическая смесь двух энантиомеров.

3. Проходит бензоиновая конденсация:



**3. Я, робот.** Следовательно, сплав не реагирует с раствором щелочи и даже с концентрированной кислотой. Один металл, тем не менее, растворим в царской водке ( $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ ). А другой имеет массу 1.92 г и при окислении образует оксид массой 2,24 г. Из этих данных можно определить этот металл, используя закон эквивалентов:

$$\frac{x}{8} = \frac{1.92}{0.32} \Rightarrow x = 48(\text{г / моль})$$

Таким образом:

Валентность	1	2	3	4	5	6
Атомная масса	48	96	144	192	240	288
Металл	Ti(+1)??	Mo(+2)	Nd(+3)	Ir(+4)	–	–

Однозначно нельзя сказать, какой именно металл подходит, поскольку есть варианты:

Mo(+2)	Nd(+3)	Ir(+4)
--------	--------	--------

Можно определить, что это Иридий, так как Mo и Nd реагируют с конц.  $\text{HNO}_3$ , но если этого не знать, это не критично.

Перейдем к определению второго металла. Определим объем мозга робота, а затем и его массу:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3.14 \cdot 6.255^3 = 1024.6(\text{см}^3)$$

$$m = \rho \cdot V = 9.5 \cdot 1022.13 = 9733.6(\text{г})$$

1/500 Часть – это 19.47 г. Тогда масса растворенного металла:

$$m = 19.47 - 1.92 = 17.55(\text{г})$$

При действии на металл царской водки могут выделяться NO или  $\text{NO}_2$ ; поскольку  $\text{NO}_2$  – бурый газ, то образовавшийся газ – NO (бесцветный). Его количество – 0.12 моль, тогда молекулярная масса металла будет определяться по формуле:

$$v(\text{Me}) = \frac{n}{k} \cdot v(\text{NO}) = \frac{3}{k} \cdot 0.12 = \frac{0.36}{k} \Rightarrow Ar(\text{Me}) = \frac{m}{v} = \frac{17.55k}{0.36} = 48.75 \text{ г / моль}$$

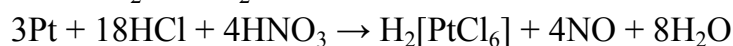
$n$  – количество электронов для возобновления азота,  $k$  – количество электронов для окисления металла.

Валентность	1	2	3	4	5	6
Атомная масса	48.75	97.5	146.25	195	243.75	292.5
Металл	–	–	–	Pt(+4)	–	–

Следовательно, в данном случае подходит лишь платина; тогда второй металл – иридий (находятся в одной группе):

$$\omega(\text{Pt}) = \frac{17.55}{19.47} \cdot 100\% = 90.14\%$$

$$\omega(\text{Ir}) = \frac{1.92}{19.47} \cdot 100\% = 9.86\%$$



3.  $\text{PtCl}_6^{2-}$ -анион:  $d^2sp^3$ -гибридизация, форма аниона – октаэдр.

**4. Кислоты.** Посмотрим на значение констант диссоциации кислот: наибольшая из них – это константа диссоциации кислоты А по первой ступени, другие более чем на 2 порядка меньше, следовательно, ими можем пренебречь, и потому в результате образуется выражение:

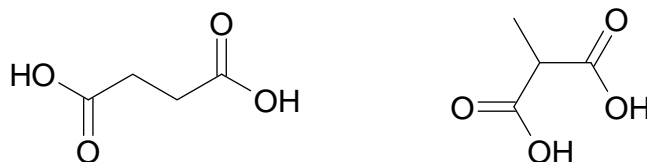
$$[\text{H}^+] = [\text{HA}^-] = \frac{K_{a1(\text{HA})} \cdot [\text{H}_2\text{A}]}{[\text{H}^+]} \Rightarrow [\text{H}_2\text{A}] = \frac{[\text{H}^+]^2}{K_{a1(\text{HA})}} = \frac{(10^{-2.34})^2}{1.35 \cdot 10^{-3}} = 0.01547 \text{ (моль / л)}$$

$$C_0(\text{H}_2\text{A}) = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{H}^+] = 0.01547 + 0.00457 = 0.02 \text{ (моль / л)}$$

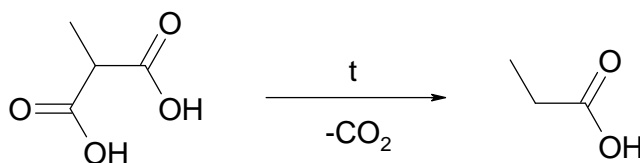
Масса смеси уменьшается за счет выделения  $\text{CO}_2$ , тогда его количество 0.035 моль. Общее количество кислот не изменяется, следовательно, в самом начале было  $0.02 + 0.035 = 0.055$  (моль) кислоты А. То есть, молекулярная масса

$$A - M_A = \frac{6.49}{0.055} = 118 \text{ г / моль}$$

Отнимая от молекулярной массы 2 карбоксильных группы, мы получаем остаток – 28 г/моль. Следовательно, кислота А – янтарная или метилмалоновая:

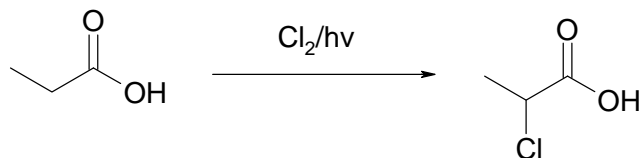


Но янтарная кислота не выделяет  $\text{CO}_2$  при нагревании, это характерно лишь для  $\alpha$ -дикарбоновых кислот, следовательно, А – метилмалоновая кислота, В – пропионовая кислота.

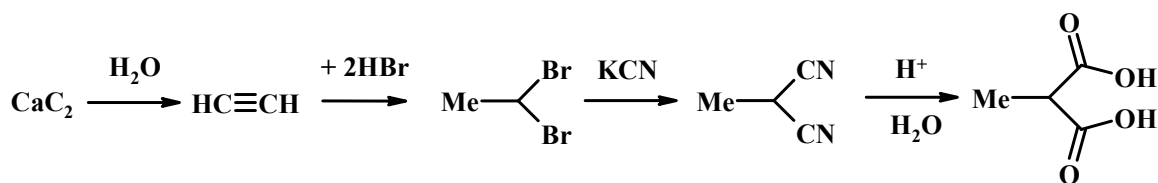


2. А более сильная кислота, чем В, поскольку наличие двух расположенных рядом карбоксильных групп способствует стабилизации карбаниона.

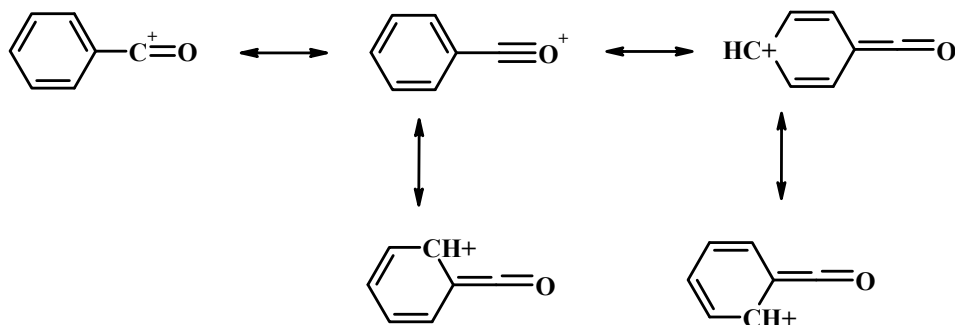
3. При действии хлора на кислоту В при освещении образуется 2-хлорпропановая кислота. Хлор является акцептором электронов – кислотность повысится.



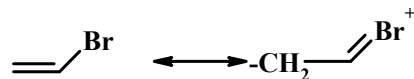
4.



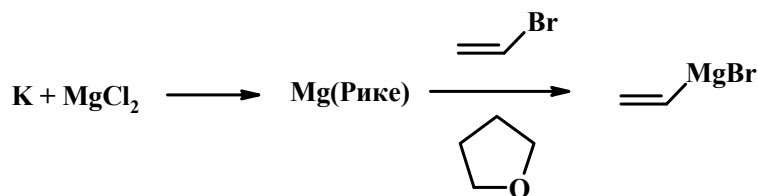
5. **Все относительно.** 1. Различие в реакционной способности хлорангидридов алифатических и ароматических кислот по отношению к нуклеофилам в целом обусловлена большей устойчивостью ароил-катионов по сравнению с алифатическими ацил-катионами из-за наличия разного количества резонансных структур:



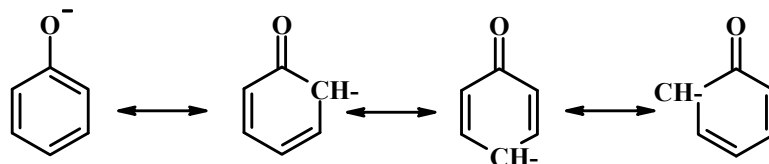
2. По сравнению с анионом  $\text{C}_2\text{H}_5^-$  анион  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}^-$  неустойчив, кроме того, реакционная способность бромэтилена понижена за счет сопряжения:



Для успешного получения винилмагнийбромида взаимодействие магний с бромэтиленом проводят в тетрагидрофуране, который лучше растворяет винилмагнийбромид. Кроме того, иногда применяют т.н. «магний Рике» – высокодисперсный магний, полученный *in situ* при взаимодействии калия и хлорида магния:



3. Более высокая растворимость фенола и его более высокая кислотность обусловлена резонансной стабилизацией образующегося фенолят-аниона:

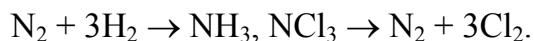


**6. Почти одно и то же.** 1. А и В – производные одного элемента X. С одной стороны, плотность по водороду газовой смеси, из которой получают А, настолько мала, что одним из газов может быть только водород. С другой стороны, плотность по водороду газовой смеси, в которую превращается В, настолько велика, что одним из газов может быть только хлор. Т.е., Y – H<sub>2</sub>, Z – Cl<sub>2</sub>. Определим X. Если в газовых смесях 1 моль газа X и n моль водорода и n моль хлора соответственно, то:

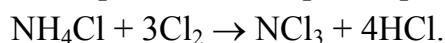
$$(\text{M}(\text{X}) + 2n)/(1 + n) = 8.5 \rightarrow \text{M}(\text{X}) = 8.5 + 6.5n,$$

$$(\text{M}(\text{X}) + 71n)/(1 + n) = 60.26, \text{ откуда } n = 3, \text{ M}(\text{X}) = 28.$$

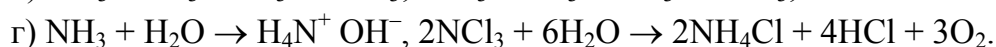
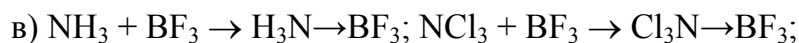
А – NH<sub>3</sub>, В – NCl<sub>3</sub>. Обе молекулы – тетраэдры с sp<sup>3</sup>-гибридным атомом азота.



2. Хлорид азота получают электролизом водного раствора NH<sub>4</sub>Cl или действием хлора на водный раствор NH<sub>4</sub>Cl:



3. а) на холоду нет. При нагревании, в принципе, может образоваться смесь хлораминов: NH<sub>3</sub> + NCl<sub>3</sub> → HNC<sub>l</sub><sub>2</sub> + H<sub>2</sub>NCl; б) нет;





**ПОБЕДИТЕЛИ ІІІ–ГО ЕТАПА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ХІМІЧЕСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ  
г. Харків, 4 лютого 2010 г.**

Ф.І.О. ученика	Место	Класс	Учебное заведение	Ф.І.О. учителя, підготувавшого ученика к олімпіаді
Вигівський Олександр	1	8	Харківської гімназії №47 Харківської міської ради	Войлокова Тетяна Іванівна
Колядін Антон	1	8	Харківської ЗОШ І-ІІІ ст. №53 Харківської міської ради	Ізотова Галина Володимирівна
Онїжук Микита	1	8	Харківського технічного ліцею №173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Глушченко Марія	2	8	Харківської гімназії №47 Харківської міської ради	Войлокова Тетяна Іванівна
Хрипко Катерина	2	8	Харківського ліцею №161 „Імпульс” Харківської міської ради	Затильнікова Наталія Миколаївна
Іванов Антон	2	8	Харківської гімназії №46 ім. М.В.Ломоносова Харківської міської ради	Кічата Олена Євгенівна
Міщенко Марія	2	8	Харківської ЗОШ І-ІІІ ст. № 140 Харківської міської ради	Корсунська Інна Іванівна
Князева Аліса	2	8	КЗ "ХФМЛ №27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна, Свечкарєв Денис Андрійович
Лук'яненко Станіслав	2	8	Приватного навчально- виховного комплексу "Старт- школа" Харківської області	Мадико Олена Михайлівна
Варвашенко Дмитро	2	8	Харківського НВК № 45 “Академічна гімназії” Харківської міської ради	Пишна Марина Юліївна, Барабан Андрій Юрійович
Шовкун Вадим	3	8	Есхарівської ЗОШ І-ІІІ ст. Чугуївської районної ради	Білоусова Людмила Антонівна
Кравченко Андрій	3	8	Чугуївського багатопрофільного ліцею Чугуївської міської ради	Войтович Лідія Василівна
Силкін Денис	3	8	Харківської СШ І-ІІІ ст. №18 Харківської міської ради	Гнатовська Тетяна Миколаївна
Біденко Богдан	3	8	Харківської ЗОШ І-ІІІ ст. №5 Харківської міської ради	Гребенюк Людмила Федорівна
Склярук Дмитро	3	8	Харківської гімназії № 46 ім. М.В.Ломоносова Харківської міської ради	Кічата Олена Євгенівна
Іванченко Олександр	3	8	Люботинської гімназії №1 Люботинської міської ради	Котляр Зоя Володимирівна
Пугачов Іван	3	8	КЗ "ХФМЛ № 27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна
Моріна Дар'я	3	8	Харківської гімназії №47 Харківської міської ради	Мельникова Тетяна Василівна
Задорожний Станіслав	3	8	Харківської СШ І-ІІІ ст. №119 Харківської міської ради	Михайленко Любов Михайлівна
Корсун Діана	3	8	Сидоренківської ЗОШ І-ІІІ ст. Валківського району	Новікова Діна Володимирівна

III етап 47-ої Всеукраїнської хімічної олімпіади, Харківська область, 2010 г.

Ф.І.О. ученика	Місто	Клас	Учебне заведення	Ф.І.О. учителя, підготувавшого ученика к олімпіаде
Беля Артем	3	8	Дергачівського ліцею №2 Дергачівського району	Синиця Віра Миколаївна
Коваленко Владислав	3	8	Харківської гімназії №55 Харківської міської ради	Ушакова Ніна Андріївна
Запорожець Ірина	1	9	Балаклійської ЗОШ І-ІІІ ст. №1 ім.О.А.Тризни Балаклійської районної ради	Овсієнко Надія Володимирівна
Головізнina Катерина	1	9	Харківської ЗОШ І-ІІІ ст. № 36 Харківської міської ради	Русанова Олена Костянтинівна
Обідейко Віталій	2	9	КЗ "Обласна спеціалізована школа-інтернат ІІ-ІІІ ст. "Обдарованість" Харківської обласної ради"	Григорович Олексій Владиславович
Шморгун Ольга	2	9	Харківського НВК №45 "Академічна гімназії" Харківської міської ради	Єльцина Анна Віталіївна
Кушниренко Владислав	2	9	Харківського ліцею №161 „Імпульс” Харківської міської ради	Затильнікова Наталія Миколаївна
Цап Кирило	2	9	Харківського ліцею №161 „Імпульс” Харківської міської ради	Затильнікова Наталія Миколаївна
Лаврик Дмитро	2	9	Харківської СШ І-ІІІ ст. №75 Харківської міської ради	Ковальова Лариса Юріївна
Микитянський Максим	2	9	КЗ "ХФМЛ №27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна
Курило Денис	3	9	Куп'янської ЗОШ І-ІІІ ст. №6 Куп'янської міської ради	Борисов Сергій Віталійович
Степанюк Дар'я	3	9	Харківської СШ І-ІІІ ст. №80 Харківської міської ради	Варавва Наталія Едуардівна
Склярів Денис	3	9	Харківської СШ І-ІІІ ст. №80 Харківської міської ради	Варавва Наталія Едуардівна
Гарбузюк Роман	3	9	Харківської СШ І-ІІІ ст. № 11 Харківської міської ради	Горбань Інна Володимирівна
Книш Борис	3	9	Куп'янської ЗОШ І-ІІІ ст. №1 Куп'янської міської ради	Ільєнко Валентина Іванівна
Пасічник Владислава	3	9	Харківського технічного ліцею №173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Гущин Богдан-Данило	3	9	Харківського технічного ліцею №173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Попенко Сергій	3	9	Харківської СШ І-ІІІ ст. №166 "Вертикаль" Харківської міської ради	Кожушко Ганна Олександрівна
Маркевич Микита	3	9	КЗ "ХФМЛ №27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна
Кравченко Олексій	3	9	КЗ "ХФМЛ №27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна
Ємельянова Тетяна	3	9	Харківської гімназії №144 Харківської міської ради	Лашина Світлана Євгенівна

Ф.И.О. ученика	Место	Класс	Учебное заведение	Ф.И.О. учителя, подготовившего ученика к олимпиаде
Коханов Сергій	3	9	Харківської гімназії №55 Харківської міської ради	Полозенцева Вікторія Миколаївна
Храпунова Марія	3	9	Ізюмської гімназії №1 Ізюмської міської ради	Стукаленко Лідія Михайлівна
Зайцева Сніжана	1	10	Харківської гімназії №47 Харківської міської ради	Мельникова Тетяна Василівна
Козлов Дмитро	1	10	Харківської гімназії №55 Харківської міської ради	Ушакова Ніна Андріївна
Софронів Олександр	2	10	Харківського НВК №45 "Академічна гімназія" Харківської міської ради	Барабан Андрій Юрійович
Бородін Олег	2	10	Харківської СШ I-III ст. №114 Харківської міської ради	Брикова Алла Іванівна
Вакслер Євген	2	10	Харківської гімназії № 46 ім. М.В.Ломоносова Харківської міської ради	Кічата Олена Євгенівна
Ісакова Влада	2	10	Харківського технічного ліцею № 173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Бердник Михайло	3	10	КЗ "ХФМЛ № 27 Харківської міської ради"	Бойченко Олександр Павлович
Васильченко Даріна	3	10	Харківської СШ I-III ст. №80 Харківської міської ради	Варавва Наталія Едуардівна
Вощаний Богдан	3	10	КЗ "Обласна спеціалізована школа-інтернат II-III ст. "Обдарованість" Харківської обласної ради"	Григорович Олексій Владиславович
Руденко Віталій	3	10	Харківської СШ I-III ст. №75 Харківської міської ради	Ковальова Лариса Юріївна
Гончаров-Горянський Андрій	3	10	КЗ "ХФМЛ № 27 Харківської міської ради"	Кравченко Олександра Анатоліївна
Рубаненко Марія	3	10	Харківської ЗОШ I-III ст. № 106 Харківської міської ради	Людмила Федорівна
Єроміна Олександра	3	10	Харківської гімназії № 47 Харківської міської ради	Мельникова Тетяна Василівна
Бобу Олексій	3	10	Чугуївської ЗОШ I-III ст. №1 ім І.Ю.Рєпіна Чугуївської міської ради	Напльокова Ніна Кирилівна
Сікульський Станіслав	3	10	Харківської гімназії №55 Харківської міської ради	Ушакова Ніна Андріївна
Харченко Євген	3	10	Харківської ЗОШ I-III ст. № 150 Харківської міської ради	Шафоростова Олена Григорівна
Кузнєцов Михайло	1	11	Харківського ліцею №161 „Імпульс” Харківської міської ради	Затильнікова Наталія Миколаївна
Звягін Євген	1	11	Харківської гімназії №144 Харківської міської ради	Чернова Галина Олексіївна
Лісовський Віталій	2	11	Харківського ліцею №161 „Імпульс” Харківської міської ради	Затильнікова Наталія Миколаївна

III етап 47-ої Всеукраїнської хімічної олімпіади, Харківська область, 2010 г.

Ф.И.О. ученика	Место	Класс	Учебное заведение	Ф.И.О. учителя, подготовившего ученика к олимпиаде
Дзюба Максим	2	11	Харківського технічного ліцею №173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Козирев Антон	3	11	Куп'янської гімназії №3 Куп'янської міської ради	Борисов Сергій Віталійович
Базиль Антон	3	11	Куп'янської гімназії №2 Куп'янської міської ради	Борисов Сергій Віталійович
Колодезна Тетяна	3	11	Харківської СШ I-III ст. №80 Харківської міської ради	Варавва Наталія Едуардівна
Колодезний Дмитро	3	11	Харківської СШ I-III ст. №80 Харківської міської ради	Варавва Наталія Едуардівна
Кравченко Олександр	3	11	Харківського НВК №45 "Академічна гімназії" Харківської міської ради	Григорович Олексій Владиславович
Мануєнков Дмитро	3	11	приватної гімназії "Очаг" Харківської області	Касперчук Ганна Олегівна
Оніжук Антон	3	11	Харківського технічного ліцею №173 Харківської міської ради	Ковальова Вікторія Дмитрівна
Радіонова Людмила	3	11	Харківської гімназії №47 Харківської міської ради	Мельникова Тетяна Василівна
Мороз Катерина	3	11	Борівської гімназії №1 Борівського району	Ніконова Світлана Володимирівна
Ушкалов Євген	3	11	Харківського ліцею №149 Харківської міської ради	Прокопова Олена Семенівна
Вальтер Євгенія	3	11	Кегичівського ліцею Кегичівського району	Пухова Ірина Миколаївна
Балганбаєв Сергій	3	11	Харківської гімназії №144 Харківської міської ради	Чернова Галина Олексіївна



## СОДЕРЖАНИЕ

Задания 1-го тура.....	4
8 класс.....	4
9 класс.....	5
10 класс.....	7
11 класс.....	9
Решения заданий 1-го тура.....	12
8 класс.....	12
9 класс.....	15
10 класс.....	17
11 класс.....	21
Задания 2-го тура.....	27
8 класс.....	27
9 класс.....	28
10 класс.....	30
11 класс.....	32
Решения и ответы к заданиям 2-го тура.....	35
8 класс.....	35
9 класс.....	37
10 класс.....	39
11 класс.....	43
Победители III-го этапа Всеукраинской химической олимпиады .....	49

**Колосов Максим Александрович  
Ельцов Сергей Витальевич  
Никитина Наталья Александровна  
Чуйко Юлия Ивановна**

**Харьковская областная химическая олимпиада 2010 года:  
Задачи и решения.**

*Учебно–методическое пособие*

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

Подписано к печати 20.03.2010.  
Тираж 100 экземпляров.

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