

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»

2011-2012 учебный год

9 класс

1. Задача про железную руду в котельной (25 баллов).

Для отопления здания в течение отопительного сезона было использовано 10 тонн угля, содержащего 5 % пирита (FeS_2).

?1. Рассчитайте, сколько литровых бутылок концентрированной серной кислоты (концентрация 98 %, плотность $1,836 \text{ г/см}^3$) можно получить, если весь образовавшийся за сезон оксид серы(IV) количественно превратить в серную кислоту.

Пирит является сырьем для производства еще одного продукта крупнотоннажного химического производства помимо серной кислоты.

?2. Укажите, какой это продукт.

?3. Запишите химические реакции, лежащие в основе получения этого продукта исходя из пирита двумя различными способами.

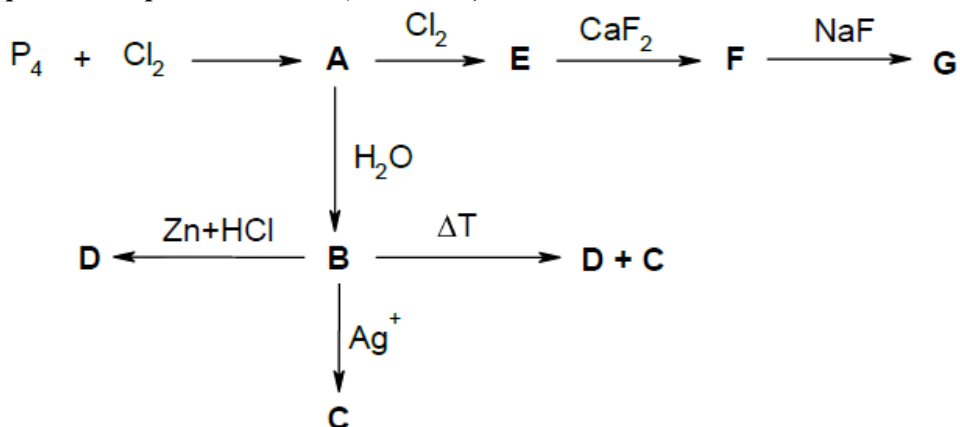
?4. Объясните в двух-трех фразах, почему пирит называют «золотом дураков».

2. Задача про маленькую практику, стоящую большой теории (25 баллов).

Каждый из следующих элементов: H, F, Al, P, Li, As, Co, Ag, Pt может применяться на практике либо в виде простого вещества, либо в составе соединения. Ваша задача – соотнести данные элементы с перечисленными ниже практическими приложениями, записать, какие вещества этих элементов применяются в этих приложениях:

1. Катализаторы
2. Фотографические материалы
3. Полупроводниковые материалы
4. Средства, препятствующие образованию накипи
5. Ингредиенты зубной пасты
6. Перспективное топливо будущего
7. Противораковая лучевая терапия
8. Источники питания электронных устройств
9. Полировка материалов.

3. Задача про светозарный элемент (25 баллов).



?1. Расшифруйте схему превращений, запишите формулы и названия веществ А – G, а также уравнения соответствующих реакций, если дополнительно известно, что вещество С можно

обнаружить в кока-коле, вещество **D** содержит 8,82 % водорода (по массе), в соединении **G** атом одного неметалла непосредственно связан с шестью атомами другого неметалла.

В водном растворе 1 моль вещества **B** может прореагировать не более, чем с 2 молями KOH, образуя при этом среднюю соль **H**.

?2. Запишите уравнение этой реакции.

?3. Объясните, почему соль **H** является средней.

4. Задача про великоленную четверку (25 баллов).

Газообразную смесь из 4-х веществ **A**, **B**, **C** и **D** пропустили через трубку с оксидом фосфора(V), при этом масса последней увеличилась на 1,62 г. Оставшаяся смесь состоит из трех газов **A**, **B** и **C**, которые являются простыми веществами, причем газ **C** является основным компонентом атмосферы. При реакции **A** и **B** образуется 2,16 г вещества **D**, которое является наиболее распространенным растворителем на Земле. После отделения вещества **D** смесь объемом 11,2 л (н.у.) содержит только **C** и избыток **B**. В оставшейся смеси может быть полностью окислено 2,4 г углерода с образованием газа **E**, который может быть поглощен раствором щелочи.

?1. Определите вещества **A** – **E**.

?2. Запишите уравнения упомянутых в условии задачи реакций.

?3. Рассчитайте количественный состав исходной смеси.

Реакция между **A** и **C** дает продукт **F**, который может взаимодействовать с хлороводородом, кислородом, натрием.

?4. Определите вещество **F** и приведите уравнения реакций, иллюстрирующие его химические свойства.

**Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»**

2011-2012 учебный год

10 класс

1. Задача про десять порошков белого цвета (25 баллов).

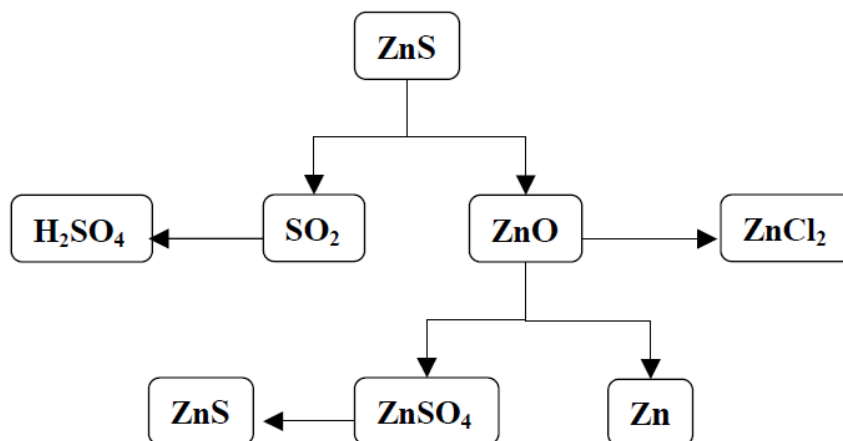
Имеется 10 пробирок без этикеток с белыми кристаллическими веществами – оксидом алюминия, хлоридом алюминия, хлоридом аммония, хлоридом натрия, карбонатом натрия, нитратом серебра, безводным сульфатом меди, сульфидом алюминия, оксидом фосфора(V) и оксидом натрия.

?1. В Вашем распоряжении имеется дистиллированная вода, раствор лакмуса, газовая горелка и большое количество чистых пробирок – предложите схему определения всех десяти веществ, напишите характерные признаки, по которым Вы будете определять вещества – их свойства, уравнения реакций и внешние изменения, наблюдаемые при протекании этих реакций.

Если Вам сложно определить вещества, используйте один любой дополнительный реагент на Ваше усмотрение (правда, если Вы это сделаете и определите все 10 веществ, за эту задачу Вы получите меньше баллов, чем могли бы получить, определив все эти 10 веществ без дополнительных реагентов).

2. Задача про пользу обманки для промышленности (25 баллов).

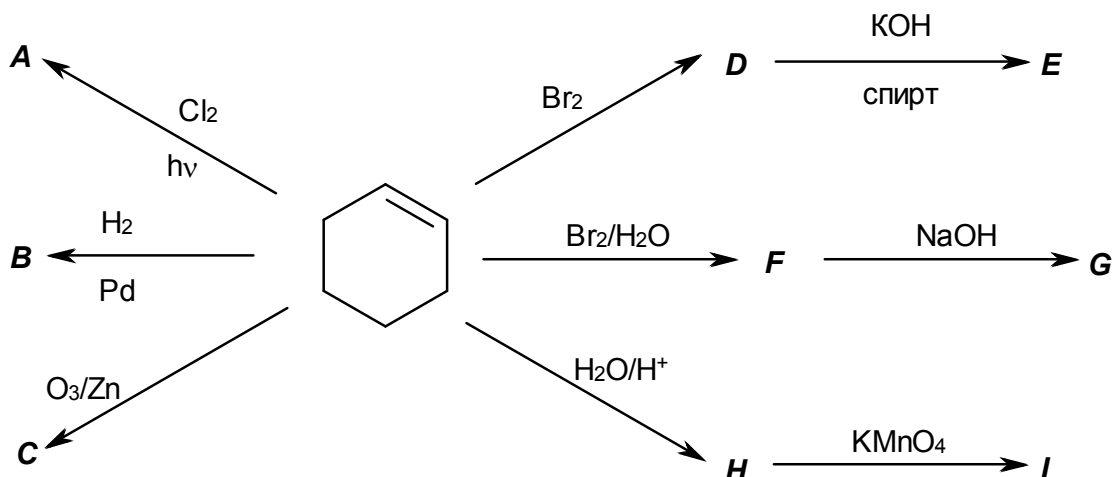
Основным компонентом цинковых руд является ZnS (в зависимости от модификации кристаллической решетки руда, содержащая сульфид цинка, может называться цинковая обманка (сфалерит) или вюрцит). Помимо металлического цинка из этих руд могут быть получены многие соединения, в том числе и приведенные на схеме:



- ?1. Назовите все соединения на схеме в соответствии с правилами номенклатуры.
- ?2. В Вашем распоряжении имеется обогащенная цинковая обманка (содержит только ZnS), вода, каменный уголь, кислород воздуха и газообразный хлороводород. Запишите уравнения реакций получения всех приведенных на диаграмме соединений и укажите условия их протекания.
- ?3. Сколько металлического цинка и серной кислоты можно получить из 1,00 т черновой цинковой обманки, содержащей 55 % ZnS . Выход металлического цинка составляет 30 %, выход серной кислоты – 90 %.

3. Задача про использование циклогексена в органическом синтезе (25 баллов).

Расшифруйте цепочку превращений органических веществ:



Назовите соединения А–І в соответствии с правилами номенклатуры IUPAC.

4. Задача про горение природного газа (25 баллов).

6000 мл воздуха (для решения этой задачи допускаем, что в воздухе содержится 20 мольных % кислорода и 80 мольных % азота) смешали с 300 мл метано-этановой смеси (все при н.у.). Полученную смесь газов воспламенили. После окончания горения, охлаждения образовавшейся газовой смеси и конденсации воды объем смеси составил 5600 мл (н.у.), затем смесь газов пропустили через избыток водного раствора гидроксида калия.

?1. Запишите уравнения упомянутых в условии задачи реакций.

?2. Рассчитайте состав конечной газовой смеси.

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»

2011-2012 учебный год

11 класс

1. Задача про популярные напитки (25 баллов).

Апельсиновый сок содержит 1,0 % (по массе) лимонной кислоты (2-гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновой кислоты, молярная масса лимонной кислоты равна 192 г/моль), а кока-кола содержит 0,07 % (по массе) ортофосфорной кислоты (молярная масса ортофосфорной кислоты равна 98 г/моль).

1. Запишите структурные формулы лимонной и ортофосфорной кислоты.
2. Запишите уравнения реакций лимонной и ортофосфорной кислот с избытком гидроксида натрия.
3. Оцените pH апельсинового сока и кока-колы (информация, необходимая для решения: pH определяется по формуле $\text{pH} = -\lg[C(\text{H}^+)]$, где $C(\text{H}^+)$ – молярная концентрация ионов водорода; для слабых кислот $C(\text{H}^+) = (K_{\text{д}}C_{\text{к-ты}})^{0.5}$; плотность сока и кока-колы примите за 1 г/см³; при расчете учитывайте диссоциацию обеих кислот только по первой ступени, для лимонной кислоты $K_{\text{д1}} = 7,4 \times 10^{-4}$, для фосфорной $K_{\text{д1}} = 7,6 \times 10^{-3}$).

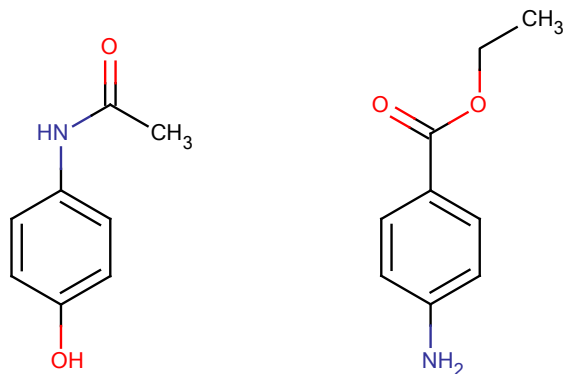
2. Задача про металлические шарики (25 баллов).

Плотность металлического цинка составляет 7,13 г/см³.

1. Определите молярный объем цинка (он должен выражаться в см³/моль).
Цинковый шарик с радиусом 1 см растворяли в 1 литре 1 М соляной кислоты и извлекли, когда его радиус уменьшился до 0,5 см (при этом чудесным образом в процессе растворения кусочек цинка не потерял свою шарообразную форму).
2. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в растворе после протекания реакции (плотность образующегося раствора примите за 1 г/см³).

3. Задача про борьбу с болью (25 баллов).

Многие лекарственные препараты имеют в своей структуре ароматический фрагмент, например,



парацетамол и бензокаин.

1. Запишите уравнения реакций получения парацетамола из бензола и бензокаина из бензола, указав условия осуществления реакций.

4. Задача про электролиз (25 баллов).

При электролизе расплава соли **A**, состоящей из двух элементов с массовой долей одного из них 39,3 %, образуется вещество **B** и выделяется газ **C**. Вещество **B** очень энергично взаимодействует

с водой с выделением водорода, причем если взять 1,15 г **B**, то получится 0,56 л водорода (н.у.). Газ **C** может реагировать с водородом, в результате чего образуется вещество **D**. Последнее может вступать в реакцию с металлом **M**, которая приводит к веществу **E** с массовой долей металла 44,1 %. Если воздействовать газом **C** на металл **M** или вещество **E**, то можно получить один и тот же продукт **F** (содержащий 34,46 % металла по массе).

При электролизе водного раствора соли **A** образуются газы **C** и **G** и раствор вещества **H**, которое может реагировать с углекислым газом, приводя, в зависимости от соотношения, к веществам **I** и **J**. Взаимодействие раствора вещества **I** с нитратом кальция дает осадок **K**, который также может быть получен при нагревании раствора, образовавшегося при добавлении хлорида кальция к раствору **J**.

- ?1. Определите вещества **A – K**, напишите уравнения упомянутых в условии задачи реакций.
- ?2. Сколько атомов содержится в 10 г вещества **F**?
- ?3. Что получится при нагревании осадка **K**? Приведите уравнение реакции.
- ?4. Какие процессы происходят при электролизе водного раствора медного купороса с инертными электродами? Напишите уравнения реакций.

Решения:

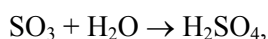
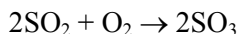
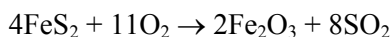
9 класс

1. Задача про железную руду в котельной.

В одной литровой бутылке будет содержаться $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1000 \text{ см}^3 \times 1,836 \text{ г/см}^3 \times 0,98 = 1799,3 \text{ г}$, что соответствует 18,36 моль H_2SO_4 .

В 10 тоннах угля содержится 500 кг пирита.

Если обобщить схему реакций:



получим $\text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (из 1 моля пирита получим 2 моля серной кислоты).

500 кг FeS_2 соответствуют 4167 молям пирита, из которого можно получить 8334 моля серной кислоты; из этого количества можно получить 454 бутылки 98 %-ной серной кислоты.

Помимо серной кислоты пирит является сырьем металлургических производств, производящих железо и его сплавы.

Основное сырье, из которого непосредственно получают железо – оксиды железа, которые получают обжигом пирита: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, эта стадия будет одинакова для всех методов, которые различаются способом восстановления железа из оксидов. В зависимости от типа восстановителя мы выделяем следующие способы:



Некоторые кристаллические формы пирита обладают золотистым блеском, благодаря чему внешне похожи на золото, что послужило многочисленным ошибкам золотоискателей, принимавших пирит за драгоценный металл.

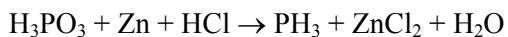
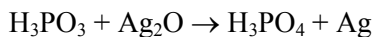
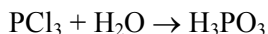
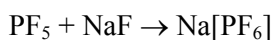
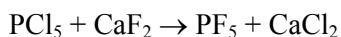
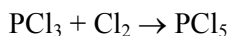
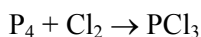
2. Задача про маленькую практику, стоящую большой теории.

1. Катализаторы – платина.
2. Фотографические материалы – серебро. В черно-белой фотографии в качестве светочувствительного материала использовали бромид серебра.
3. Полупроводниковые материалы – мышьяк. Для создания островков электронной проводимости в германиевых и кремниевых материалах применяют мышьяк, арсенид галлия (GaAs) также является полупроводниковым материалом.
4. Средства, препятствующие образованию накипи – фосфор. Компонентом распространенного средства для предотвращения образования накипи («Калгона (тм)») является трифосфат натрия – $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.
5. Ингредиенты зубной пасты – фтор. В состав зубной эмали входит фторапатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, фторид-ионы в зубной пасте препятствуют вымыванию фторида из зубной эмали.
6. Перспективное топливо будущего – водород. Водородная энергетика рассматривается как энергетика будущего, поскольку единственным продуктом горения водорода является экологически безопасная вода.

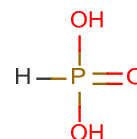
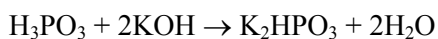
7. Противораковая лучевая терапия – кобальт. Один из нуклидов кобальта – ^{60}Co представляет собой источник бета-излучения, который применяется в радиотерапии опухолей.
8. Источники питания электронных устройств – литий. Одним из популярных источников питания современных электронных устройств являются литий-ионные аккумуляторы, ток в которых создается за счет перемещения ионов Li^+ .
9. Полировка материалов – алюминий. Твердость оксида алюминия позволяет применять его в составе полирующих смесей.

3. Задача про светозарный элемент.

Уравнения реакций приводятся без коэффициентов:



- A. PCl_3 – хлорид фосфора(III)
- B. H_3PO_3 – фосфористая кислота
- C. H_3PO_4 – фосфорная кислота
- D. PH_3 – фосфин
- E. PCl_5 – хлорид фосфора(V)
- F. PF_5 – фторид фосфора(V)
- G. $\text{Na}[\text{PF}_6]$ – гексафторфосфат(V) натрия



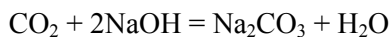
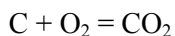
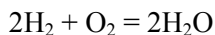
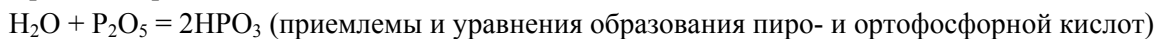
В водном растворе фосфористая кислота существует в следующей форме:

Атом водорода, связанный с атомом фосфора, в водном растворе не диссоциирует, поэтому в водном растворе фосфористая кислота является двухосновной, и соль K_2HPO_3 представляется кислой солью только с формальной точки зрения.

4. Задача про великолепную четверку.

1. А – H_2 , В – O_2 , С – N_2 , D – H_2O , E – CO_2 .

Уравнения реакций:



2. Найдем количество паров воды в исходной смеси:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,62 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,09 \text{ моль} \quad (V(\text{H}_2\text{O}) = 2,016 \text{ л})$$

Исходя из того, что при взаимодействии кислорода и водорода образовалось 2,16 г воды, найдем количества и объемы прореагировавших веществ:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2,16 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,12 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 0,12 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2) = 0,5v(\text{H}_2\text{O}) = 0,06 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \times 22,4 \text{ л/моль} = 2,688 \text{ л}$$

$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \times 22,4 \text{ л/моль} = 1,344 \text{ л}$$

Определим количество и объем избытка кислорода. Для этого используем тот факт, что с помощью этого избытка можно окислить 2,4 г углерода до углекислого газа.

$$v(\text{C}) = 2,4 \text{ г} / 12 \text{ г/моль} = 0,20 \text{ моль}$$

$$v(\text{O}_2)_{\text{изб.}} = v(\text{C}) = 0,20 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2)_{\text{изб.}} = v(\text{O}_2)_{\text{изб.}} \times 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}$$

$$\text{Тогда } v(\text{O}_2)_{\text{общ.}} = v(\text{O}_2) + v(\text{O}_2)_{\text{изб.}} = 0,06 + 0,20 = 0,26 \text{ моль, а } V(\text{O}_2)_{\text{общ.}} = 1,344 + 4,48 = 5,824 \text{ л.}$$

Смесь объемом 11,2 л состоит из азота и избытка кислорода, поэтому объем и количество азота равны:

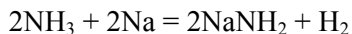
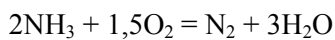
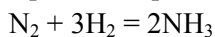
$$V(\text{N}_2) = 11,2 \text{ л} - V(\text{O}_2)_{\text{изб.}} = 6,72 \text{ л}$$

$$v(\text{N}_2) = V(\text{N}_2) / 22,4 \text{ л/моль} = 0,30 \text{ моль}$$

Таким образом, исходная смесь содержит 0,09 моль воды, 0,12 моль водорода, 0,26 моль кислорода и 0,30 моль азота. В пересчете на мольные (или объемные) доли состав смеси будет следующий: вода – 11,69 %, водород – 15,58 %, кислород – 33,77 %, азот – 38,96 %.

3. F – NH₃.

Уравнения реакций:



10 класс

1. Задача про десять порошков белого цвета.

Имеется 10 пробирок без этикеток с белыми кристаллическими веществами – оксидом алюминия, хлоридом алюминия, хлоридом аммония, хлоридом натрия, карбонатом натрия, нитратом серебра, безводным сульфатом меди, сульфидом алюминия, оксидом фосфора(V) и оксидом натрия.

Обрабатываем все вещества водой.

Наблюдения:

Al_2O_3 в воде не растворится – **определен**.

AlCl_3 растворится, раствор будет окрашивать лакмус в красный цвет благодаря тому, что хлорид алюминия подвергается обратимому гидролизу по схеме: $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2 + \text{HCl}$, среда раствора кислая – **определен**.

NH_4Cl растворится, раствор даст фиолетовую окраску лакмуса – раствор нейтральный.

NaCl растворится, раствор даст фиолетовую окраску лакмуса – раствор нейтральный.

Na_2CO_3 растворится, полученный раствор будет окрашивать лакмус в синий цвет благодаря тому, что карбонат натрия подвергается обратимому гидролизу по схеме: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$, среда раствора щелочная – **определен**.

AgNO_3 растворится, раствор даст фиолетовую окраску лакмуса – раствор нейтральный.

CuSO_4 растворится, раствор окрасится в синий цвет – ион Cu^{2+} , гидратируясь, обеспечит синюю окраску раствора – **определен**.

Al_2S_3 гидролизуеться полностью: $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$, реакция протекает бурно, с выделением газообразного сероводорода, который идентифицируется по запаху – **определен**.

P_2O_5 интенсивно реагирует с водой $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$, реакция идет со значительным выделением тепла, поскольку в результате этого взаимодействия образуется кислота, раствор окрасит лакмус в красный цвет – **определен**.

Na_2O интенсивно реагирует с водой $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH}$, реакция идет со значительным выделением тепла, поскольку в результате этого взаимодействия образуется щелочь, раствор окрасит лакмус в синий цвет – **определен**.

Остались недостаточно точно идентифицированными NH_4Cl , NaCl и AgNO_3 .

Нагревание NaCl не приводит к каким-либо изменениям.

NH_4Cl при нагревании полностью разлагается без образования твердого остатка: $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$ – **определен**.

AgNO_3 разлагается с выделением бурого газа и образованием черного твердого остатка: $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + 0,5\text{O}_2$ – **определен**.

2. Задача про пользу обманки для промышленности.

ZnS – сульфид цинка

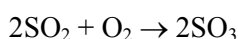
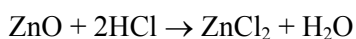
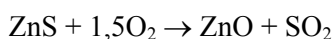
ZnO – оксид цинка

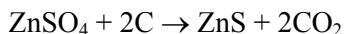
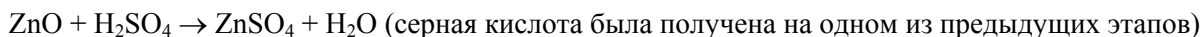
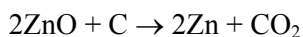
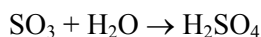
SO_2 – оксид серы(IV)

H_2SO_4 – серная кислота

ZnCl_2 – хлорид цинка

ZnSO_4 – сульфат цинка

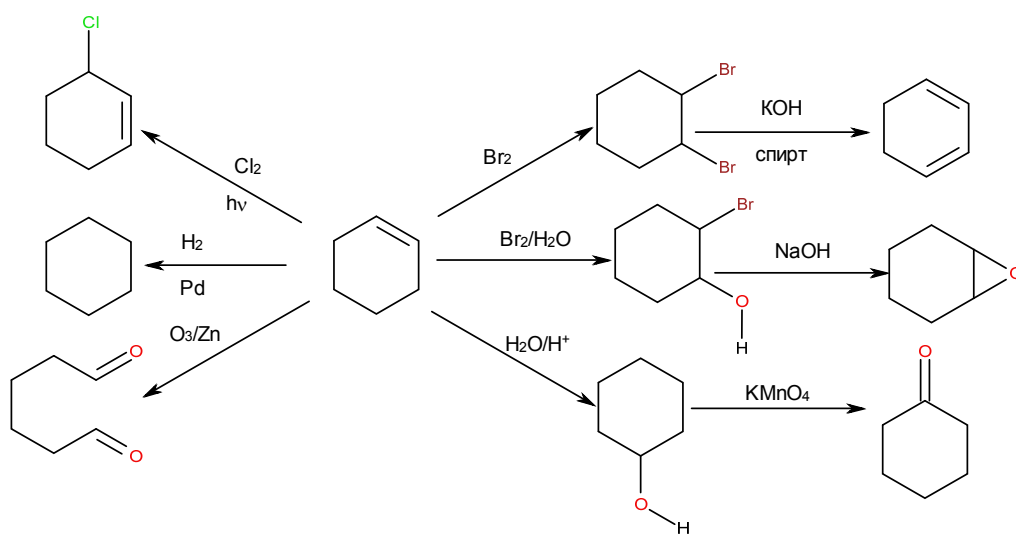




Из 1 моля сульфида цинка теоретически можно получить 1 моль цинка и 1 моль серной кислоты.

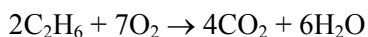
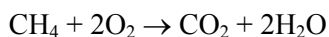
В 1 тонне черновой обманки содержится 550 кг ZnS, что соответствует 5670 молям ZnS, с учетом выходов можно получить 1701 моль (111,2 кг) металлического цинка и 5103 моль (500 кг) 100 %-ной серной кислоты.

3. Задача про использование циклогексена в органическом синтезе.



- А. 2-Хлорциклогексен
- В. Циклогексан
- С. Гександиаль
- Д. 1,2-Дибромциклогексан
- Е. Циклогексадиен-1,3
- Ф. 2-Бром-гидроксициклогексан
- Г. 7-Оксабицикло[4.1.0]гептан
- Н. Циклогексанол
- И. Циклогексанон

4. Задача про горение природного газа



В исходной смеси содержалось 4800 мл азота и 1200 кислорода. Поскольку азот не реагирует с углеводородами, то и после проведения реакции в конечной смеси содержится 4800 мл азота.

Таким образом, если отбросить инертный азот, в исходной смеси содержалось 1200 мл кислорода и 300 мл смеси метана и этана (всего 1500 мл).

На сгорание 1 моля метана требуется 2 моля кислорода, на сгорание 1 моля этана требуется 3,5 моля кислорода, соотношение углеводород/кислород в исходной смеси составляло 1:4,

следовательно, сгорание углеводородов прошло полностью и после горения, конденсации воды, но до пропускания через избыток водного раствора гидроксида калия в 5600 мл смеси содержалось 4800 мл азота и 800 мл смеси кислорода и углекислого газа.

Пусть объем метана x мл, а объем этана – y мл, тогда первое уравнение – $x + y = 300$.

Из x мл метана получается x мл углекислого газа, на его сгорание израсходуется $2x$ мл кислорода. Из y мл этана получается $2y$ мл углекислого газа, на его сгорание израсходуется $3,5y$ мл кислорода (исходим из того, что одинаковые количества газов соответствуют одинаковым объемам).

Объем конечной смеси будет равен $1200 - 2x - 3,5y + x + 2y = 800$, отсюда второе уравнение – $x + 1,5y = 400$.

Решая систему уравнений, получаем $x = 100$ мл, $y = 200$ мл, то есть

$V(\text{CH}_4) = 100$ мл, $V(\text{C}_2\text{H}_6) = 200$ мл.

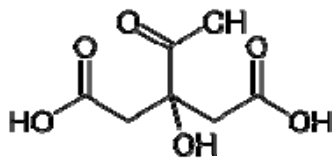
$V(\text{CO}_2) = 500$ мл (этот объем поглотится при пропускании газовой смеси через раствор щелочи).

$V(\text{O}_2) = 900$ мл – этот объем кислорода был израсходован при сгорании углеводородов.

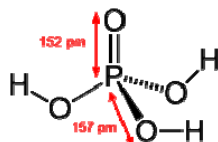
Таким образом, в конечной смеси газов после горения, конденсации воды и поглощения CO_2 содержалось 4800 мл азота и 300 мл кислорода.

11 класс

1. Задача про популярные напитки.

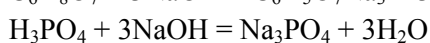
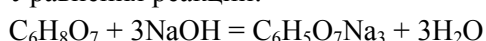


Формула лимонной кислоты:



Формула ортофосфорной кислоты:

Уравнения реакций:



В 1 литре апельсинового сока содержится 10 грамм (0,052 моль) лимонной кислоты, ее молярная концентрация составляет 0,052 моль/л; для лимонной кислоты $C(H^+) = (7,4 \times 10^{-4} \times 5,2 \times 10^{-2})^{0,5} = (38,5 \times 10^{-6})^{0,5} = 6,2 \times 10^{-3}$ моль/л, тогда $pH(\text{лимонной кислоты}) = 2,21$.

В 1 литре кока-колы содержится 0,7 грамм (0,0071 моль) фосфорной кислоты, ее молярная концентрация составляет 0,0071 моль/л; для фосфорной кислоты $C(H^+) = (7,6 \times 10^{-3} \times 7,1 \times 10^{-3})^{0,5} = (53,96 \times 10^{-6})^{0,5} = 7,35 \times 10^{-3}$ моль/л, тогда $pH(\text{фосфорной кислоты}) = 2,13$.

2. Задача про металлические шарики.

Молярная масса цинка составляет 65 г/моль, с учетом плотности такая масса цинка займет объем 9,12 см³ – молярный объем цинка равен 9,12 см³/моль.

Объем шара определяется по формуле $V = (4\pi R^3)/3$, цинковый шарик с радиусом 1 см займет объем 4,2 см³.

Если радиус шара уменьшается вдвое, объем уменьшается в 8 раз, объем шарика с радиусом 0,5 см составит 0,525 см³, то есть растворилось 3,675 см³ цинка (26,2 грамма или 0,40 моль цинка).

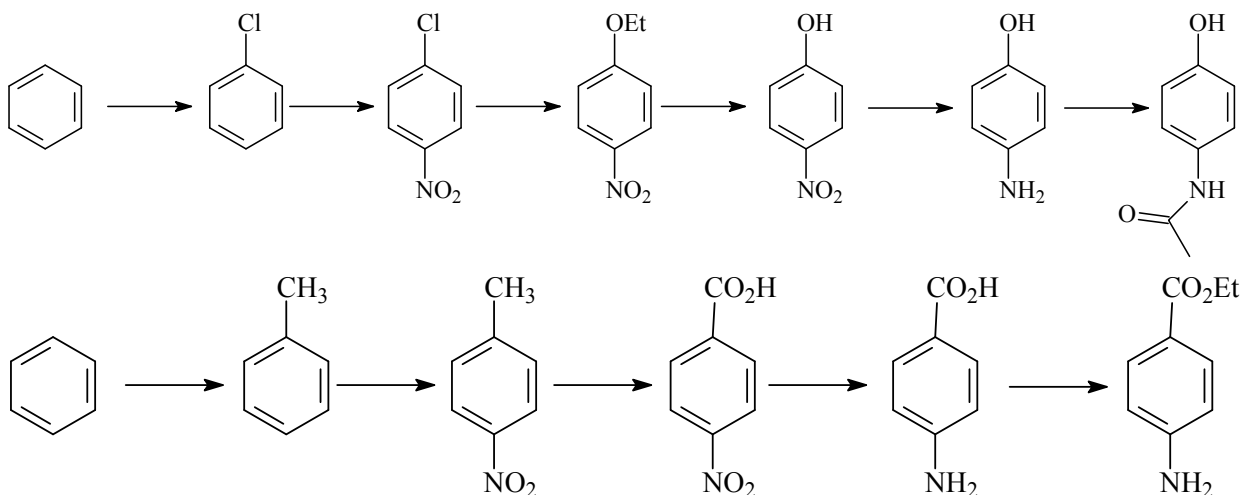
Цинк реагирует с соляной кислотой по схеме: $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$.

Таким образом, после растворения части цинка в растворе образовалось 0,40 моль $ZnCl_2$, и из раствора израсходовалось 0,80 моль HCl , объем раствора был равен 1 л.

Таким образом, в конечном растворе $C(ZnCl_2) = 0,40$ моль/л, $C(HCl) = 0,20$ моль/л; массовая доля $ZnCl_2$ - 5,46 %, HCl - 0,73 %.

3. Задача про борьбу с болью.

Уравнения реакций получения парацетамола из бензола и бензокаина из бензола (без указания условий осуществления реакций):



4. Задача про электролиз.

1. Так как соль **A** состоит из двух элементов, то при электролизе ее расплава образуется металл **B**. Исходя из того, что при взаимодействии 1,15 г **B** с водой образуется 0,56 л водорода, найдем молярную массу эквивалента металла:



$$v(\text{H}_2) = 0,56 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,025 \text{ моль}$$

$$v(\text{B}_{\text{экв.}}) = 2v(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$M_{\text{экв.}}(\text{B}) = 1,15 \text{ г} / v(\text{B}_{\text{экв.}}) = 23 \text{ г/моль}$$

Единственным разумным вариантом является натрий.

Для определения соли **A** воспользуемся массовым содержанием одного из компонентов. Допустим, что 39,3 % соответствуют содержанию натрия, отсюда:

$$M_r(\text{A}) = 23 \text{ г/моль} / 0,393 = 58,5 \text{ г/моль}$$

Тогда молярная масса эквивалента аниона равна 35,5 г/моль, что соответствует хлору. Если 39,3 % соответствуют содержанию аниона, то

$$M_r(\text{A}) = 23 \text{ г/моль} / 0,607 = 37,9 \text{ г/моль}$$

Откуда молярная масса эквивалента аниона равна 14,9 г/моль, что не приводит к разумным результатам. Таким образом, соль **A** – хлорид натрия (каменная соль).

Вещества **C** и **D** – Cl_2 и HCl соответственно. Исходя из условия задачи, можно заключить, что вещества **E** и **F** являются хлоридами одного металла в двух различных степенях окисления. Тогда эквивалентная масса металла (**M**) в двух его хлоридах составляет:

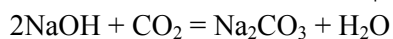
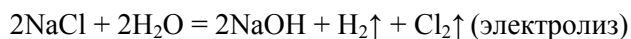
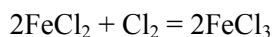
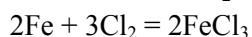
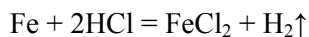
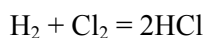
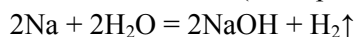
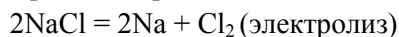
$$M_{\text{экв.}}(\text{M}) = 35,5 \text{ г/моль} / 0,559 - 35,5 \text{ г/моль} = 28,01 \text{ г/моль}$$

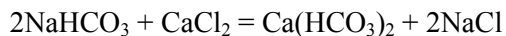
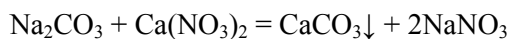
$$M_{\text{экв.}}(\text{M}) = 35,5 \text{ г/моль} / 0,6554 - 35,5 \text{ г/моль} = 18,67 \text{ г/моль}$$

При степени окисления +2 в первом случае и +3 во втором получаем одну и ту же молярную массу металла 56,0 г/моль, что соответствует железу. Тогда **E** и **F** – FeCl_2 и FeCl_3 соответственно.

При электролизе водного раствора хлорида натрия получается гидроксид натрия (вещество **H**), хлор (газ **C**) и водород (газ **G**). Вещества **I** и **J** – карбонат и гидрокарбонат натрия соответственно, осадок **K** – карбонат кальция.

Уравнения реакций:



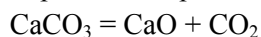


2. $M_r(\text{FeCl}_3) = 162,5 \text{ г/моль}$

$$v(\text{FeCl}_3) = 10 \text{ г} / 162,5 \text{ г/моль} = 0,0615 \text{ моль}$$

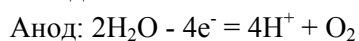
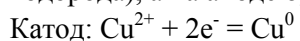
$$N = 4 \times v(\text{FeCl}_3) \times N_A = 4 \times 0,0615 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,481 \times 10^{23} \text{ атомов}$$

3. Термическое разложение карбоната кальция:

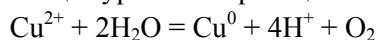


4. Медный купорос – сульфат меди(II).

При электролизе на катоде будет выделяться медь (т.к. медь стоит в ряду активности после водорода), а на аноде будет происходить окисление воды.



Общее уравнение реакции:



Учитывая, что в растворе присутствуют сульфат-ионы, уравнение реакции примет вид:

