

Задача 10-1.

Рассмотрите цепочку превращений

1. $\underline{A} \rightarrow \underline{B} + \underline{B}$
 2. $\underline{B} + C_2H_5Cl \rightarrow \underline{Г}$
 3. $\underline{Г} + C_2H_5Cl \rightarrow \underline{Д} + \underline{A}$
 4. $\underline{B} + TiCl_4 \rightarrow \underline{A} + \underline{E}$
 5. $\underline{B} + C_4H_8Cl_2 \rightarrow \underline{A} + \underline{Ж}$
 6. $\underline{B} + N_2O_4 \rightarrow \underline{И} + NO$
1. Расшифруйте вещества А-И, если известно, что вещество А придает горький вкус морской воде. Б, В и Е являются простыми веществами. Реакции 1 и 4 проходят при высокой температуре. Реакция 1 идет под действием электрического тока. Реакцию 2 проводят в диэтиловом эфире.
 2. Напишите уравнения реакций 1-6.
 3. Что может представлять собой вещество Ж? Назовите его.

Задача 10-2.

При взаимодействии с избытком концентрированной соляной кислоты 5.95 г эквимольной смеси оксида марганца(IV) и оксида Х, не взаимодействующего с этой кислотой, выделилось 448 мл газа (н.у.)

1. Найдите массовую долю оксида марганца в исходной смеси.
2. Определите оксид Х.
3. Объясните, почему Х не растворяется в сильной соляной кислоте, но растворяется в слабой плавиковой кислоте.

Задача 10-3.

К 50 г раствора сульфата некоторого металла с массовой долей соли 4% прибавляли раствор карбоната натрия до прекращения выделения осадка. Затем осадок отделили, высушили и прокалили без воздуха при температуре 300°C. Остаток взвесили, и его масса составила 1.00 г. К другим 50 г такого же раствора сульфата прибавляли избыток водного раствора иодида калия. Полученный осадок отделили, промыли большим количеством спирта, высушили и растворили в насыщенном растворе KI. Для этого потребовалось 3.5 г раствора KI (растворимость на 100 г воды 148.6 г).

Определите, какое вещество образовалось в растворе (вещество А) и назовите его. Определите неизвестный металл.

Задача 10-4.

При растворении безводного бромида магния в воде выделяется в 9 раз больше теплоты, чем при растворении такой же массы гексагидрата бромида магния. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при образовании 2.5 г $MgBr_2 \cdot 6H_2O$ из безводной соли, если энтальпия гидратации ионов Mg^{2+} и Br^- составляют соответственно -2635.8 и 87.21 кДж/моль, а энергия кристаллической решетки $MgBr_2$ составляет 2424 кДж/моль.

(Энергия кристаллической решетки или энергия структуры - это энергия, необходимая для разъединения твердого тела на отдельные атомы, ионы или молекулы, отнесенная к 1 моль кристаллического вещества).

Задача 10-5.

При исследовании присоединения бромистого водорода к соединению А (в соотношении 1:1) образуются 2 изомерных продукта В и С, содержащих 79.2% Br, а также углерод и водород, причем В содержит асимметрический атом углерода, а С имеет в спектре ПМР два сигнала от двух типов протонов. Реакция была исследована различными группами ученых, которые получили разное соотношение продуктов. Обнаружено, что в присутствии гидрохинона образуется преимущественно только изомер В.

1. Установите структуры соединений А, В, С. Объясните однозначность вашего выбора.
2. Объясните, почему различными группами ученых были получены разные результаты. Какие условия необходимо соблюдать в данной реакции для преимущественного получения С?

Задача 10-6.

Юный химик Дима решил получить блестящие качественные пленки никеля. Посмотрев книгу, он приготовил электролит, содержащий 300 г/л $NiSO_4$, 150 г/л $NiCl_2$, 15 г/л H_3BO_3 . Страница, где

было написано об электродах, оказалась вырванной. Тогда Дима нашел дома никелевую и графитовую тонкие пластинки в виде квадратов со стороной 1см.

Перед проведением электролиза он измерил pH раствора, температуру и атмосферное давление и обезжирил электроды. Оказалось, что pH=4, t =20°C и давление составило 745 мм.рт.ст.

Электролиз Дима проводил при плотности тока для катода 9 А/дм², собирая над катодом газ. Через 10 минут он прекратил электролиз. Объем выделившегося газа составил 5 мл, и на катоде образовался блестящий слой, который, впрочем вскоре отвалился.

1. Почему среда раствора электролита оказалась кислой? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
2. Какой электрод должен быть катодом, а какой анодом? Ответ обоснуйте.
3. Какой газ мог собирать юный химик? Напишите реакции, происходящие на катоде и аноде.
4. Оцените выше какого значения не может быть выход по току для никеля.
5. Зачем необходимо, чтобы раствор обладал буферными свойствами? Какое вещество придает буферные свойства данному электролиту?
6. Предложите конструкцию для измерения объема выделяющегося газа.

10 класс Решения 2000-2001 Приморский край

Задача 10-1.

1. Горький вкус морской воде придают соединения магния. Поскольку при электролизе расплава вещества **A** получается два простых вещества, то очевидно, что это галогенид магния, а именно его хлорид, как это следует из реакции 4. При взаимодействии с хлорэтаном идет реакция присоединения (реакция 2). Поскольку галогены с предельными углеводородами (в том числе и замещенными) вступают в реакции замещения, то **B** – это магний. Поскольку в реакции образуется только одно вещество, то вещество **G** – это магнийорганическое соединение, реактив Гриньяра.
A – MgCl₂, **B** – Mg, **B** – Cl₂, **G** – C₂H₅MgCl, **D** – C₄H₁₀, **E** – Ti, **Ж** – C₄H₈, **I** – Mg(NO₃)₃
(по 0.5 балла за соединение: 8×0.5 = 4 балла)

2. $MgCl_2 \rightarrow Mg + Cl_2$ $Mg + C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5MgCl$
 $C_2H_5MgCl + C_2H_5Cl \rightarrow C_4H_{10} + MgCl_2$ $2Mg + TiCl_4 \rightarrow 2MgCl_2 + Ti$
 $C_4H_8Cl_2 + Mg \rightarrow C_4H_8 + MgCl_2$ $Mg + 2N_2O_4 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2NO$
(по 0.5 балла за уравнение: 6×0.5 = 3 балла)

3. В зависимости от взаимного расположения атомов хлора в молекуле C₄H₈Cl₂ могут получаться различные продукты. В случае, если атомы хлора расположены у одного атома углерода может в заметных количествах образовываться октен-4. Если атомы хлора расположены у двух соседних атомов углерода, получают непредельные углеводороды бутен-1 или бутен-2. Когда атомы хлора находятся через два атома углерода, могут получаться в незначительных количествах циклические углеводороды (циклобутан). (обсуждение состава и строения вещества **Ж** – 3 балла)

Задача 10-2.

$MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$
 $v(Cl_2) = 0.448/22.4 = 0.02$ моль $\Rightarrow v(MnO_2) = v(\mathbf{X}) = 0.02$ моль
 $m(MnO_2) = 0.02 \cdot 87 = 1.74$ г. $\omega(MnO_2) = 1.74/5.95 = 0.292$ (29.2%) (3 балла)
 $m(\mathbf{X}) = 5.95 - 1.74 = 4.21$ г. $M(\mathbf{X}) = 4.21/0.02 = 210.5$ г/моль (2 балла)

Перебором валентностей элемента (формулы оксидов Э₂O, ЭO, Э₂O₃, ЭO₂ и т.д.) находим, что условию задачи удовлетворяет оксид гафния(IV) HfO₂. (2 балла)

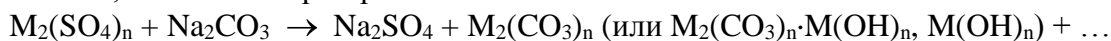
Свежеполученный оксид гафния растворим в минеральных кислотах, однако прокаленный оксид в них практически нерастворим из-за прочной кристаллической решетки оксида. Растворение практически проходит только в плавиковой кислоте (и в некоторых других кислотах, анионы которых являются лигандами) за счет образования прочных фторидных комплексов:



Задача 10-3.

1. В растворе содержится 50·0.04 = 2 г сульфата. При добавлении карбоната натрия в осадок может выпасть средний или основной карбонат металла или гидроксид металла. Для расчетов возможность образования разных продуктов не имеет значения, так как при прокаливании любого

из указанных веществ происходит образование оксида металла. Условия прокаливания позволяют предположить, что металл при прокаливании не изменяет степени окисления.



(за заключение об образовании оксида при прокаливании 2 балла)

2. Количества веществ сульфата и оксида равны друг другу: $v(M_2(SO_4)_n) = v(M_2O_n)$

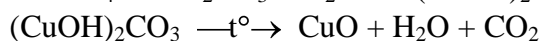
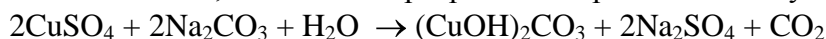
Обозначим атомную массу металла за X, тогда:

$$2/(2X+96n) = 1/(2X+16n) \Rightarrow X = 32n. \text{ При } n=2 \text{ } X=64 \text{ г/моль}$$

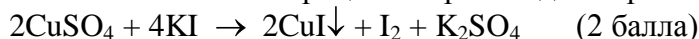
Следовательно, неизвестный металл – медь Cu (2 балла)

Для сульфата меди происходит образование основного карбоната $(CuOH)_2CO_3$ или $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$ (1 балл)

Следовательно, описанные превращения протекают следующим образом:



3. При взаимодействии солей меди(II) в растворе с иодид-ионом протекает окислительно-восстановительный процесс и происходит образование малорастворимого иодида меди(I):



4. При растворении иодида меди в концентрированном растворе иодида калия происходит образование координационного соединения:



$$v(CuI) = v(CuSO_4) = 2/160 = 0.0125 \text{ моль.}$$

$$m(KI) = 3.5 \cdot 148.6 / (148.6 + 100) = 2.09 \text{ г.} \quad v(KI) = 2.09 / 166 = 0.0126 \text{ моль.}$$

$$v(CuI) = v(KI) \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{вещество А} - K[CuI_2] - \text{дииодокупрат(I) калия}$$

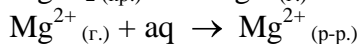
(дииодиодокупрат(I) калия) (2 балла)

Задача 10-4.

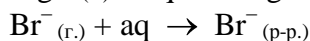
1. Запишем все термохимические уравнения (aq – вода):



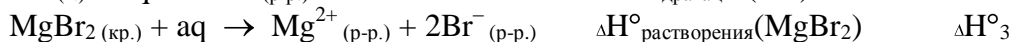
$U_{\text{решетки}}$



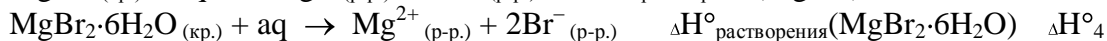
$\Delta H^\circ_{\text{гидратации}}(Mg^{2+}) \quad \Delta H^\circ_1$



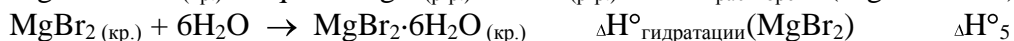
$\Delta H^\circ_{\text{гидратации}}(Br^-) \quad \Delta H^\circ_2$



$\Delta H^\circ_{\text{растворения}}(MgBr_2) \quad \Delta H^\circ_3$



$\Delta H^\circ_{\text{растворения}}(MgBr_2 \cdot 6H_2O) \quad \Delta H^\circ_4$



$\Delta H^\circ_{\text{гидратации}}(MgBr_2) \quad \Delta H^\circ_5$

2. Согласно следствию из закона Гесса энтальпия растворения безводного бромида:

$$\Delta H^\circ_3 = U_{\text{реш.}} + \Delta H^\circ_1 + 2\Delta H^\circ_2 = 2424 - 2635.8 + 2 \cdot 87.21 = -37.38 \text{ кДж/моль} \quad (5 \text{ балла})$$

3. Приняв во внимание, что в условии отношение энтальпий растворения безводной соли и ее кристаллогидрата дано для равных масс, а не количеств вещества, получим: (3 балла)

$$\Delta H^\circ_4 = \Delta H^\circ_3 \cdot M(MgBr_2 \cdot 6H_2O) / M(MgBr_2) / 9 = -37.38 \cdot 292 / 184 / 9 = -6.59 \text{ кДж/моль}$$

4. $\Delta H^\circ_6 = \Delta H^\circ_3 - \Delta H^\circ_5 = -37.38 + 6.59 = -30.79 \text{ кДж/моль} \quad (1 \text{ балл})$

$$Q = -\Delta H^\circ = -v(MgBr_2 \cdot 6H_2O) \cdot \Delta H^\circ_6 = 2.5 / 292 \cdot 30.79 = 0.263 \text{ кДж} = 263 \text{ Дж} \quad (1 \text{ балл})$$

Задача 10-5.

Если полученные соединения содержат по одному атому брома, то молекулярная масса **В** и **С** будет $80 / 0.792 = 101.01$. Тогда на С и Н остается $101 - 80 = 21$ - но такого вещества быть не может.

Если **А** содержало 1 атом брома, тогда **В** и **С** содержат по 2 атома брома, и молекулярная масса продуктов составит $M = 160 / 0.792 = 202.02$. В этом случае на С и Н остается $202 - 160 = 42$, что может соответствовать только C_3H_6 . Тогда состав **А** - C_3H_5Br . (2 балла)

Строение **А**, удовлетворяющее условие задачи: $CH_2=CH-CH_2-Br$ (1 балл)

Соединения **В** и **С** имеют структуры: $CH_3-CHBr-CH_2Br$ и $BrCH_2-CH_2-CH_2Br$, соответственно

(установление структур **В** и **С** (с использованием данных задачи -

оптической активности и спектров ПМР) по 2 балла за вещество - 4 балла)

Ученые получали разные соотношения продуктов, поскольку проводили реакции в разных условиях.

Органическая жидкость **А** достаточно хорошо растворяет кислород из воздуха, а, как известно, присутствие кислорода в реакционной смеси способствует течению реакции по радикальному механизму (антиморковниковское присоединение).

(объяснение роли кислорода - 1 балл)

Гидрохинон - сильный восстановитель, он взаимодействует с растворенным в растворе кислородом, подавляя тем самым радикальный процесс. Поэтому в присутствии гидрохинона преимущественно образуется **В**. (объяснение роли гидрохинона - 1 балл)

Соединение **С** преимущественно образуется в присутствии перекисей. (1 балл)

Задача 10-6.

1. Кислая среда обусловлена гидролизом солей никеля

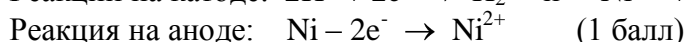
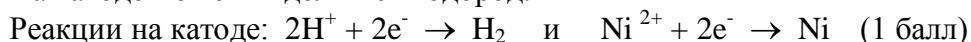


2. Катодом должен быть графит, а анодом никелевая пластина. Если в качестве анода выбрать графит, то на нем пойдут реакции:



Это приведет к быстрому разрушению анода и (или) отравлению хлором, так как среда раствора кислая и газ будет удаляться в атмосферу. (1 балл)

3. На катоде может выделяться водород.



4. По закону Кулона $m = (M/n) \cdot I \cdot t / F$ (1), где m – масса выделившегося на электроде вещества, M – молярная масса, n – число электронов, участвующих в реакции, I – сила тока в А, t – время в секундах, F – число Фарадея (96500 Кл).

За время электролиза было пропущено $Q = I \cdot t = i \cdot S \cdot t = 9 \cdot 0.02 \cdot 600 = 108$ Кл. (1 балл)

Масса выделившегося водорода по закону Клапейрона-Менделеева составляет:

$$m = M \cdot p \cdot V / R \cdot T = 2 \cdot 745 \cdot 0.005 / 293 \cdot 62.35 = 0.0004 \text{ г} \quad (2).$$

Тогда по уравнению (1) получаем, что на это количество водорода требуется 39.3 Кл. (1 балл)

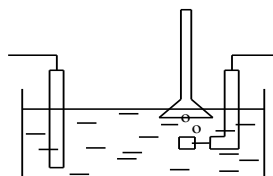
Выход тока по никелю составит не более $(108 - 39.3) / 108 = 0.636$, то есть не более 63.6%. (1 балл)

5. Если раствор не обладает буферными большими плотностями тока скорость подвода растворе будет меньше, чем скорость их возрастанию рН раствора и образованию $\text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ni}(\text{OH})_2$.

При уменьшении рН уменьшается выход тока преобладающей становится реакция

данном электролите буферное действие обеспечивает борная кислота. (1 балл)

6. Например, поместить над электродом воронку с бюреткой, заполненную раствором до нулевой отметки, как на рисунке. (2 балла)



свойствами, то при ионов водорода в разряда и это приведет к гидроксида никеля: Ni

по никелю, выделения водорода. В

10 класс Приморский край Краевая 2001-2002

Задача 10-1.

Кислотно-основные индикаторы представляют собой органические вещества, которые меняют свой цвет в зависимости от концентрации ионов H^+ (рН среды). В общем виде можно записать, что $\text{In}_a + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{In}_b + \text{H}_3\text{O}^+$ (1)

где In_a и In_b - соответственно кислотная и основная формы индикатора, которые окрашены различно. Считают, что цвет одной формы индикатора четко фиксируется, если ее концентрация в 10 раз превышает концентрацию другой формы. Изменение окраски происходит в области $\text{pH} = \text{pK}_{\text{In}} \pm 1$ (интервал перехода), где $\text{pK}_{\text{In}} = -\lg K_{\text{In}}$, а K_{In} константа равновесия реакции (1).

1. Установите брутто-формулу индикатора фенолфталеина, если при сгорании 1.59 г его образуется 2.24 дм³ CO_2 и 0.63 см³ H_2O (н.у.), а молярная масса индикатора составляет 318 г/моль.

2. Напишите реакцию равновесия кислотной и основной формы фенолфталеина и выражение для константы этого равновесия.

3. Оцените величину K_{In} для фенолфталеина, если интервал перехода рН составляет 8.2 – 9.8.

4. Преподаватель (В.В. Загорский) перед тем как выпить чашку чая “Каркаде” решил измерить рН его заварки. С помощью рН-метра он установил, что рН = 2.7. Добавляя к заварке щелочь, он получил следующие результаты рН - цвет раствора:

2.7	ярко-красный	8.0	коричнево-зеленый
-----	--------------	-----	-------------------

5.0	красный	10.5	болотный
6.0	красно-коричневый	12.0	ярко-зеленый
7.0	коричнево-черный		

К получившемуся зеленому раствору он начал добавлять кислоту и получил такие же результаты. На основании этого он пришел к выводу, что в чае содержится вещество, являющееся индикатором. По приведенным данным оцените интервал перехода “Каркаде”. Ответ обоснуйте.

5. Что будет наблюдаться, если к заварке “Каркаде” порциями прибавлять кристаллики стиральной соды? Ответ обоснуйте.

6. Какой индикатор (метилоранж, фенолфталеин или “Каркаде”) лучше выбрать, чтобы распознать 2М растворы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $\text{CH}_3\text{COONH}_4$? Ответ обоснуйте соответствующими реакциями.

(Примечание: интервал перехода метилоранжа 3.1 - 4.4.)

Задача 10-2.

При термическом разложении 1 моль вещества **A** и 1 моль вещества **B** (оба – неорганические бесцветные кристаллические вещества) получены следующие результаты:

1) При 200°C как **A**, так и **B** разлагаются без твердого остатка с образованием смеси газов равных объемов и одинакового количественного состава;

2) При разложении при 600°C общие объемы газовых смесей, получившихся из **A** и **B**, соотносятся не как 1:1, а как 6:7, а после приведения к н.у. объемы газовых смесей как 2:3.

3) При разложении 1 г вещества **A** при 200°C объем образующейся газовой смеси при этой температуре составляет 1.815 л ($P = 101310 \text{ Па}$).

1. Установите формулы соединений **A** и **B**, если их молярные массы относятся как 1 : 1.25. Ответ подтвердите расчетами.

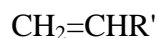
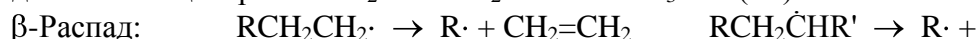
2. Напишите уравнения реакций разложения **A** и **B** при 200°C и 600°C .

Задача 10-3.

Как известно, при нагревании выше 500°C алканы подвергаются пиролизу с образованием сложной смеси продуктов. При этом происходит расщепление углерод – углеродных связей с образованием алкильных радикалов.

Для алкильных радикалов характерны два основных типа превращения: рекомбинация и диспропорционирование. При рекомбинации два радикала соединяются, образуя алкан. При диспропорционировании радикал либо отщепляет атом водорода от исходного алкана или алкана, образующегося в результате рекомбинации радикалов, либо претерпевает так называемый β -распад. При β -распаде разрывается связь между 2 и 3 атомами от радикального центра (это может быть как связь C-C, так и связь C-H), в результате чего получается алкен и новый радикал.

Эти реакции могут быть представлены нижеприведенными уравнениями



Рассмотрите пиролиз пропана, при котором первоначально образуются метильный и этильный радикалы.

1. Перечислите предполагаемые продукты пиролиза пропана в соответствии с предложенными выше механизмами (обоснуйте свой ответ).

2. Напишите уравнения радикальных реакций, приводящих к этилену из пропана (возможно несколько путей).

3. Используя данные таблицы, в которой приведены энергии связей углерод-углерод и углерод-водород, посчитайте тепловые эффекты каждой реакции из пункта 2. (Под энергией связи будем подразумевать энергию (теплоту), требующуюся для разделения 1 моль молекул на атомы или соответствующие фрагменты.)

4. Почему при повышении температуры крекинга вклад процесса рекомбинации сильно уменьшается по сравнению с процессами диспропорционирования?

Энергии связей углерод-углерод и углерод-водород (ккал/моль)

Н-Н	104	$C_{\text{перв}}\text{-H}$	98
$C_{\text{перв}}\text{-}C_{\text{перв}}$	88	$C_{\text{втор}}\text{-H}$	95
$C_{\text{перв}}\text{-}C_{\text{втор}}$	85	C-H (при двойной связи)	108

C-H (в метане)	104	C=C	146
----------------	-----	-----	-----

Задача 10-4.

Расшифруйте цепочку превращений:

- $\underline{A} + \text{NaOH} \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \underline{B} + \underline{B}$
- $\underline{A} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \underline{B} + \underline{Г}$
- $\underline{A} + \text{HCl} \rightarrow \underline{Д} + \underline{B}$
- $\underline{A} + \text{C}_{\text{графит}} \xrightarrow{t^\circ} \underline{E} + \underline{Ж}$
- $\underline{Ж} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{Г}$
- $\underline{З} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{A} + \underline{И}$
- $\underline{E} + \text{HCl} \rightarrow \underline{Д} + \text{H}_2$
- $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{Cl}_4 + \underline{E} \rightarrow \text{C}_{10}\text{H}_8 + \underline{Д}$

Элемент, образующий простое вещество Е, в виде катиона входит в состав фермента карбоангидразы, который в человеческом организме обеспечивает взаимодействие В и Г.

Вещество А применяется в красках, используется как компонент косметических и лекарственных препаратов, зубных цементов, в виде аэрозоля ядовито. Вещество З в природе встречается в виде минерала сфалерита или вюрцита.

Установите вещества А-И. Напишите уравнения реакций 1-8. Какие реакции из перечисленных используют в промышленности для получения Е? Напишите реакцию В и Г, протекающую в организме человека.

Задача 10-5.

Ученик Вова нашел на свалке кусочек металла. Никто из его друзей не смог по внешнему виду определить, что бы это могло быть. Вовин учитель химии разрешил ему экспериментально решить эту проблему на базе оборудования химического кабинета. Вова отделил образец найденного металла, взвесил его ($m = 3.646$ г) и растворил его в 62.500 г 24%-ного раствора соляной кислоты. Исследуемый кусочек полностью растворился с выделением бесцветного газа, а масса образовавшегося раствора составила 65.846 г. К полученному раствору Вова добавил избыток 2 М раствора гидроксида натрия, выпал белый осадок. Вова аккуратно отфильтровал полученный осадок, высушил и прокалил на газовой горелке до постоянной массы ($m = 6.046$ г). Полученных данных хватило для достоверных выводов о составе образца.

- Как Вы думаете, на основе чего Вова решил, что найденный образец является металлом?
- Что нашел Вова?
- Вовин приятель Боря сделал предположение, что найденный образец мог бы быть сплавом. Но Вова аргументированно отверг это предположение. А Вы сможете?
- Приведите уравнения реакций экспериментов Вовы.
- Какой минимальный объем гидроксида натрия использовал Вова в своем эксперименте?

Задача 10-6.

Углеводород Б, получившийся из алкана А при нагревании в присутствии платины, реагирует с азотной кислотой с образованием тринитропроизводного В, содержащего 18.5 % азота по массе. При кипячении вещества Б с подкисленным раствором перманганата калия образуется соединение Д, содержащее в своем составе такое же количество атомов углерода, как Б.

Установите строение и назовите соединения А-Д.

Напишите уравнения упомянутых реакций.

Решения:

10 класс

Задача 10-1.

- Определим формулу фенолфталеина по данным его сгорания.
 $v(\text{CO}_2) = 2.24/22.4 = 0.1$ моль. $v(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho / M = 0.63 \cdot 1/18 = 0.035$ моль (считая, что вода при этих условиях - жидкость и не растворяет CO_2).

Следует определить, есть ли кислород в составе фенолфталеина:

$m(\text{C}) + m(\text{H}) = v(\text{C}) \cdot A(\text{CO}_2) + 2v(\text{H}_2\text{O}) \cdot A(\text{H}) = 0.1 \cdot 12 + 0.07 \cdot 1 = 1.27$ г, что меньше массы взятого фенолфталеина.

Тогда, $m(\text{O}) = 1.59 - 1.27 = 0.32$ г. $v(\text{O}) = 0.32/16 = 0.02$ моль.

$v(\text{C}) : v(\text{H}) : v(\text{O}) = 0.1 : 0.07 : 0.02$, т.е. простейшая формула вещества $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{O}_2$, а брутто формула – $(\text{C}_{10}\text{H}_7\text{O}_2)_n$. $n = 318/(12 \cdot 10 + 7 + 16 \cdot 2) = 2$.

Значит, формула фенолфталеина: $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$. (3 балла)

- $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{C}_{20}\text{H}_{13}\text{O}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$K = [\text{C}_{20}\text{H}_{13}\text{O}_4^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4]$ (вода как растворитель не входит в выражение для константы). (1 балл)

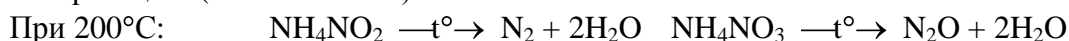
3. Значение $K_{in} = 10^{-8.2} \div 10^{-9.8}$, а если быть более точным то $K_{in} = 10^{-9.3}$. (1 балл)
4. Интервал перехода для “Каркаде” находится в области $pH \ 6 \div 8$, т.к. согласно условию, в области перехода происходит наложение окраски кислотной и основной формы индикатора. Красный и зеленый – дополнительные цвета и при наложении дадут либо бесцветную, либо черную окраску. (1 балл)
5. Сначала, при добавлении малой порции соды будет наблюдаться выделение газа, т.к. среда достаточно кислая ($pH = 2.7$), затем при добавлении следующих порций цвет будет последовательно переходить из красного через черный в зеленый. Это связано с гидролизом соды:
 $Na_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow NaHCO_3 + NaOH$ (1 балл)
6. Обе соли подвергаются гидролизу:
 $CH_3COONH_4 + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NH_4OH$
 При гидролизе ацетата аммония одновременно образуются слабая кислота и слабое основание, поэтому pH этого раствора будет ≈ 7 . (1 балл)
 $(NH_4)_2SO_4 + H_2O \leftrightarrow NH_4HSO_4 + NH_4OH$
 При гидролизе сульфата аммония образуется слабое основание и сильная кислота, поэтому pH раствор < 7 (если точно, то $pH = 4.3$). (1 балл)
 Предпочтительными являются “Каркаде” и метилоранж. “Каркаде” в этих растворах будет иметь окраску: коричнево-черный и ярко-красный, соответственно; метилоранж – желтый и оранжевый, соответственно. Фенолфталеин будет бесцветным в обоих случаях. (1 балл)

Задача 10-2.

Анализ результатов позволяет сделать следующие заключения:

1. Т.к. при приведении к нормальным условиям объем газовых смесей изменяется (по-видимому, уменьшается), то, вероятно, один из образующихся продуктов – вода. (За вывод о содержании в продуктах реакции воды: 1 балл)
2. Один из образующихся при $200^\circ C$ продуктов термически неустойчив и разлагается при $600^\circ C$.
3. Вещества **A** и **B**, вероятно, не кристаллогидраты, и являются солями аммония, т.к. при их разложении не образуется твердый остаток.
 (За вывод о том, что искомые соединения – соли аммония: 1 балл)
4. Определим количество газа, образовавшегося при разложении 1 г **A** при $200^\circ C$ из уравнения $PV = \nu RT$: $\nu(\text{газа}) = 1.013 \cdot 10^5 \cdot 1.815 \cdot 10^{-3} / (8.31 \cdot 473) = 0.0468$ моль.
 (За использование уравнения Менделеева-Клапейрона или за пересчет к н.у.: 1 балл)
 Пусть при разложении 1 моль вещества **A** получается m моль газообразных продуктов ($m > 1$), тогда $\nu(\text{A}) = \nu(\text{газа})/m$, $M(\text{A}) = 1/0.0468 \cdot m = 21.367 \cdot m$ г/моль.
 Определим возможную молярную массу вещества **A** подбором m . Учтем, что один из продуктов разложения вода.
 $m = 2 \Rightarrow M(\text{A}) = 42.73$ г/моль. Молярная масса второго газа:
 $42.73 - 18 = 24.73$ г/моль. Нетрудно убедиться, что такого газа нет.
 $m = 3 \Rightarrow M(\text{A}) = 64.10$ г/моль, здесь возможны два варианта состава газовой смеси: а) 2 моль газа и 1 моль воды, и б) наоборот, 2 моль воды и 1 моль газа.
 а) $M = (64.1 - 18)/2 = 23.05$ г/моль. Такого газа нет.
 б) $M = 64.1 - 2 \cdot 18 = 28.1$ г/моль. Газы с такой молярной массой – N_2 , CO , C_2H_4 , B_2H_6 . Из перечисленных газов подходит N_2 . Тогда, вещество **A** – нитрит аммония (NH_4NO_2). (3 балла)
5. Молярная масса вещества **B**: $M(\text{B}) = 1.25 \cdot 64.1 = 80.1$ г/моль, т.е. его молярная масса больше на 16 г/моль, что соответствует 1 атому кислорода. Поэтому вещество **B** – нитрат аммония (NH_4NO_3). (1 балл)

Уравнения реакций: ($3 \times 1 = 3$ балла)



Задача 10-3.

1. Рассмотрим реакции метильного радикала. Он способен оторвать атом водорода от любого алкана, присутствующего в реакционной смеси. Наиболее вероятно, что источником атома водорода станет пропан, так как его концентрация будет выше концентрации любого из алканов (которые получаются в ходе реакций, описанных ниже). В результате получается метан и радикалы пропил или изопропил.

Другая возможная реакция метильного радикала – рекомбинация с другими радикалами, например $\text{H}\cdot$, $\text{CH}_3\cdot$, $\text{C}_2\text{H}_5\cdot$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$, и $\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HCH}_3$. Продуктами такой реакции станут алканы – метан, этан, пропан, бутан и изобутан.

Для этильного радикала характерны все те же реакции, что и для метильного, однако в дополнение к ним существует еще один путь превращения – β -распад (см. схему реакции в условии задачи). В результате получается этилен и атом водорода. При рекомбинации этильного радикала с другими могут получаться этан, пропан, бутан, пентан и изопентан.

При рекомбинации пропильного и изопропильного радикалов, присутствующих в смеси, с другими радикалами могут получаться пропан, бутан, изобутан, пентан, изопентан, 2,3-диметилбутан, 2-метилпентан и гексан.

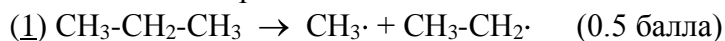
При β -распаде пропильного радикала получается метильный радикал и этилен, при β -распаде изопропильного радикала образуется пропилен и атомарный водород.

Стоит упомянуть о возможности рекомбинации двух атомов водорода, в результате чего получается молекула H_2 .

В итоге, после охлаждения реакционной смеси, в ней будут присутствовать:

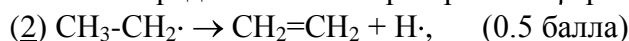
молекулярный водород, метан, этан, пропан, бутан, изобутан, пентан, изопентан, 2,3-диметилбутан, 2-метилпентан, гексан, этилен, пропилен (14x0.25 = 3.5 балла)
и следовые количества алканов выше C_6 . (0.5 балла)

2. Начальной реакцией, протекающей при пиролизе пропана, является его распад на метильный и этильный радикалы:

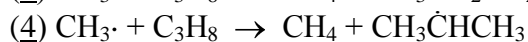
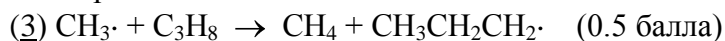


Далее можно написать две основные последовательности реакций, приводящих к этилену:

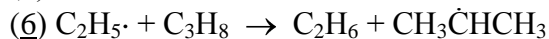
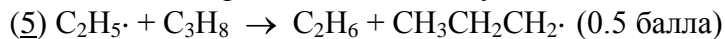
а) Этильный радикал может претерпевать β -распад:



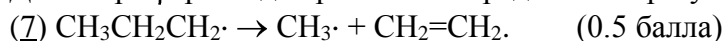
б) Метильный радикал отрывает водород от молекулы пропана, образуя пропильный или изопропильный радикалы:



В аналогичные реакции может вступать и этильный радикал:



Далее при β -распаде пропильного радикала образуется этилен и метильный радикал:



Реакции 4 и 6, приводящие к образованию изопропильного радикала, не являются промежуточными в получении этилена (поэтому эти реакции не оцениваются).

3. Тепловой эффект реакции (1) равен энергии связи $\text{C}_{\text{перв}}\text{-C}_{\text{перв}}$, взятой с обратным знаком, что, согласно таблице, составляет -85 ккал/моль. (0.5 балла)

Тепловой эффект реакции (2) можно подсчитать по закону Гесса: “разложим” этильный радикал на атомы водорода и углерода, а затем из четырех атомов водорода и двух атомов углерода “соберем” этилен (эти два процесса в сумме эквивалентны рассматриваемой реакции):
 $\text{C}_2\text{H}_5\cdot \rightarrow 2\text{C} + 5\text{H}$, $2\text{C} + 4\text{H} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$

Тепловые эффекты процессов “разложения” и “сборки” равны соответственно: $-\text{E}(\text{C}_{\text{перв}}\text{-C}_{\text{перв}}) - 5\text{E}(\text{C}_{\text{перв}}\text{-H}) = -578$ ккал/моль,



Значит, тепловой эффект реакции (2) равен 0. (0.5 балла)

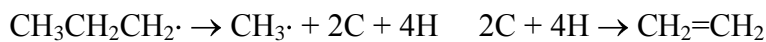
Тепловой эффект реакции (3) равен разности энергий связи $\text{C}-\text{H}$ в метане и связи $\text{C}_{\text{перв}}\text{-H}$, что составляет 6 ккал/моль. (0.5 балла)

Аналогично, тепловой эффект реакции (4) является разностью между энергиями связи $\text{C}-\text{H}$ в метане и связи $\text{C}_{\text{втор}}\text{-H}$, что составляет 9 ккал/моль.

Тепловой эффект реакции (5) равен 0, так как в процессе реакции одна связь $\text{C}_{\text{перв}}\text{-H}$ разрывается, а другая образуется. (0.5 балла)

Тепловой эффект реакции (6) по аналогии с реакциями (3) и (4) равен разности между энергиями связей $\text{C}_{\text{перв}}\text{-H}$ и $\text{C}_{\text{втор}}\text{-H}$, что составляет 3 ккал/моль.

Тепловой эффект реакции (7) можно также посчитать, используя закон Гесса: “разложим” пропильный радикал на 4 атома водорода, два атома углерода и один метильный радикал, а потом “соберем” из 4-х атомов водорода и двух атомов углерода этилен:



Тепловые эффекты процессов “разложения” и “сборки” равны соответственно:

$$-2E(\text{C}_{\text{перв}}-\text{C}_{\text{перв}})-2E(\text{C}_{\text{перв}}-\text{H})-2E(\text{C}_{\text{втор}}-\text{H}) = -556 \text{ ккал/моль и } 578 \text{ ккал/моль (см. ранее).}$$

Отсюда тепловой эффект реакции (7) равен 22 ккал/моль. (0.5 балла)

4. Поскольку процесс рекомбинации является сильно экзотермическим, а процесс диспропорционирования либо не сопровождается выделением энергии, либо лишь слабо экзотермичен, то при высоких температурах предпочтительным является диспропорционирование. (1 балл)

Задача 10-4.

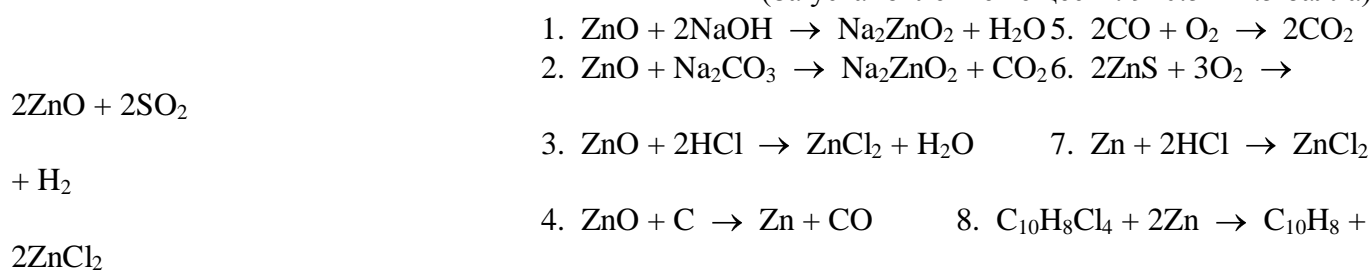
Подсказками являются названия минералов и фермента: Е – цинк.

Для тех, кому эти названия ничего не сказали, выбрать цинк можно по реакциям. Из реакций 1, 2 и 3, следует, что речь идет об амфотерном оксиде или гидроксиде. Из реакции 4, ясно, что А – амфотерный оксид, в случае гидроксида образовывались бы три вещества. Это не оксид меди (не вступает в реакцию 2). Оксиды бериллия или алюминия также не подходят, поскольку в промышленности эти металлы получают электролитическим методом и при взаимодействии с углем они дают соединения – карбиды. Железо также не подходит по применению вещества А и так как основные минералы железа – железняки, пирит. Остается цинк.

(За обоснование: 0.5 балла)

А – ZnO, Б – Na₂ZnO₂, В – H₂O, Г – CO₂, Д – ZnCl₂, Е – Zn, Ж – CO, З – ZnS, И – SO₂.

(За установление веществ: 9x0.5 = 4.5 балла)



(За уравнения реакций: 8x0.5 = 4 балла)

В промышленности для получения цинка используют реакции 6 и 4. (0.5 балла)

Фермент карбоангидраза, как подсказывает само название, служит в организме для связывания углекислого газа: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ (или H_2CO_3) (0.5 балла)

Задача 10-5.

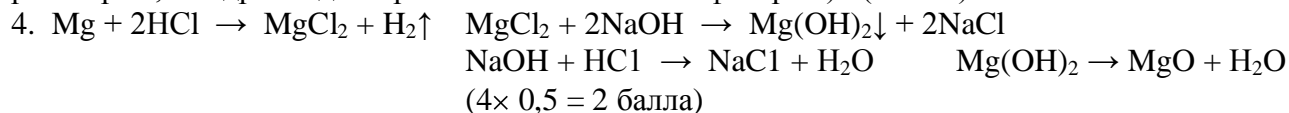
1. Образец, найденный Вовой, мог быть серебристо-белого цвета (желтые медь и золото вряд ли смогли бы раствориться в соляной кислоте). В конце концов, он мог бы померить тестером электросопротивление. (1 балл)

2. Растворение металла в соляной кислоте сопровождается выделением водорода: $\text{M} + x\text{HCl} \rightarrow \text{MCl}_x + \frac{x}{2}\text{H}_2 \uparrow$
Из результатов взвешиваний мы можем определить массу водорода: $m(\text{H}_2) = 3.646 + 62.500 - 65.846 = 0.300 \text{ (г)}$

Количество выделившегося водорода составило: $0.300/2 = 0.150$ моль. Тогда количество металла составляет $0.150/(x/2) = 0.300/x$ моль. Атомная масса металла равна: $3.646/(0.300/x) = 12.153x$ г/моль, что может соответствовать магнию ($x=2$, $A = 24.306$ г/моль) или близко к значению для титана ($x=4$, $A = 48.612$ г/моль). Но титан, растворяясь в соляной кислоте, образует Ti(III) , а, значит, водорода выделилось бы меньше.

Из этого количества металлического магния (0.150 моль) должно было бы образоваться 0.150 моль оксида магния (6.046 г), что хорошо согласуется с результатами эксперимента Вовы. (5 баллов)

3. Так как расчеты атомной массы по выделению водорода и оксиду хорошо согласуются между собой, то Вова был прав. Если бы образец содержал два или более металлов (сплав), то один из металлов должен был бы иметь $M/x < 12$. Такими металлами могли бы быть только Li, Be, Al, но их соли не осаждаются количественно щелочью (гидроксид лития достаточно хорошо растворим, а гидроксиды бериллия и алюминия амфотерны). (1 балл)



5. Гидроксид натрия расходуется на нейтрализацию избытка соляной кислоты и на взаимодействие с хлоридом магния. Но общее количество щелочи соответствует количеству исходной соляной кислоты. Тогда:

$$v(\text{NaOH}) = v(\text{HCl}) = 62.500 \cdot 0.24 / 36.5 = 0.41 \text{ моль. Объем раствора NaOH составляет } 0.41 \cdot 1000 / 2 = 205 \text{ мл.} \quad (1 \text{ балл})$$

Задача 10-6.

Так как $\omega(\text{N}) = 3 \cdot 14 / M$, то молярная масса С: $M = 3 \cdot 14 / \omega = 3 \cdot 14 / 0.185 = 227 \text{ г/моль}$. Запишем формулу С как $\text{C}_n\text{H}_m(\text{NO}_2)_3$ или $\text{C}_n\text{H}_m\text{N}_3\text{O}_6$.

$$\text{Тогда } M(\text{C}_n\text{H}_m) = 227 - 3 \cdot 14 - 6 \cdot 16 = 89 \text{ г/моль.}$$

Методом перебора можно доказать, что химический смысл имеют только следующие значения: $n = 7, m = 5$.

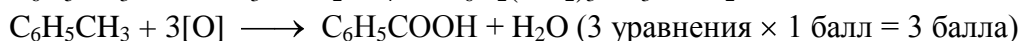
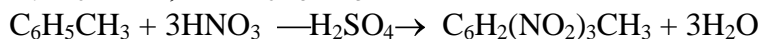
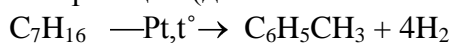
Очевидно, что соединения Б-Д содержат бензольный цикл. (За расчет: 2 балла)

Поэтому: Б – толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, С – 2,4,6-тринитротолуол $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$, Д – бензойная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. (3 соединения \times 1 балл = 3 балла)

Алкан А – C_7H_{16} . (1 балл)

Этой формуле и условию задачи соответствуют гептан, 2-метилгексан и 3-метилгексан. (За указание изомеров: 1 балл)

Уравнения реакций (должны быть записаны через структурные формулы):



Краевая олимпиада 1996-1997 год

10 класс

Задачи 10-1.

Приведите примеры химических реакций между солью и кислотой, приводящих к образованию основания. Объясните суть проходящих процессов. Приведите уравнения соответствующих реакций.

Задача 10-2.

Для определения состава сплава серебра и меди навеску сплава массой 0.57 г обработали концентрированной азотной кислотой. Полученный раствор выпарили. При прокаливании сухого остатка образовалось 0.179 л газа (н.у.). Определите состав сплава.

Задача 10-3.

Раствор сульфита натрия длительно нагревали и колбе с обратным холодильником с 5 г серы. Осадок 1 отфильтровали и растворили в концентрированной серной кислоте. Через фильтрат пропустили избыток хлора, затем прибавили избыток раствора хлорида бария. Образовался осадок 2 массой 23.3 г. Напишите уравнения проходящих реакции. Предложите возможные структуры продукта присоединения серы. Вычислите, какой объем газа (н.у.) образовался при растворении осадка 1 в кислоте.

Задача 10-4.

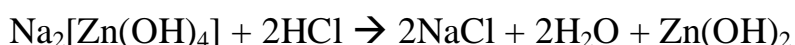
Углеводород массой 8.4 г обесцвечивает бромную воду, присоединяет в присутствии катализатора 3.36л водорода (н.у.). При окислении углеводорода йодным раствором марганцовокислого калия на холоду образуется соединение симметричного строения. Определить строение исходного углеводорода.

Краевая олимпиада 1996-1997 год (решения)

10 класс

Задачи 10-1.

Выделение основания при взаимодействии соли с кислотой возможно в том случае, если в состав соли входит анион, образованный из амфотерного основания при его взаимодействии с избытком сильного основания:



Образование основания возможно при взаимодействии с кислотами солей типа амидов: $\text{NaNH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3$ $\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NaOH}$

В последней реакции при взаимодействии амида с водой (слабой кислотой) происходит образование сильного основания

Аналогичные реакции возможны и для солей органических аминов



Задача 10-2.



После упаривания раствора осталась смесь нитратов серебра и меди, при прокаливании которой происходит выделение оксида азота и кислорода:



Приняв количество вещества серебра за x , а меди – за y , можно составить следующую систему уравнений

$$\begin{cases} 108x + 63,55y = 0,57 \\ (1,5x + 2,5y) * 22,4 = 0,179 \end{cases}$$

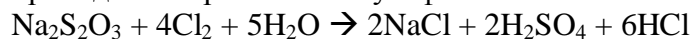
Решая эту систему имеем $x = 0,00526$ моль

Тогда $m(\text{Ag}) = 0,567$ г $m(\text{Cu}) = 0,003$ г

Задача 10-3.

При кипячении раствора сульфита с серой образуется тиосульфат $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

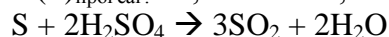
В осадке 1 может находиться только S, не вступившая в реакцию. Окисление тиосульфата хлором приводит к образованию сульфат-ионов



$n(\text{BaSO}_4) = 23,3/233 = 0,1$ моль $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль $v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,05$ моль

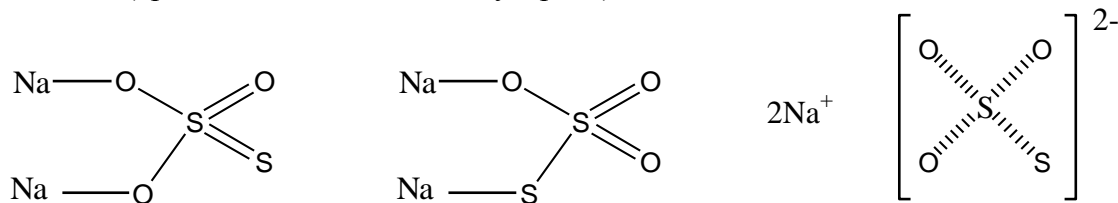
Количество S, присоединившейся к сульфиту $v(\text{S}) = 0,05$ моль

$m(\text{S})_{\text{прогн.}} = 0,05 * 32 = 1,6$ г $m(\text{S})_{\text{в осадке}} = 5 - 1,6 = 3,4$ г



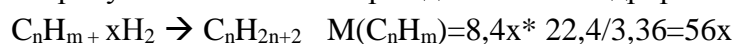
$V(\text{SO}_2) = 3,4 * 3 * 22,4 / 32 = 7,14$ л (н.у.)

Возможны две графические формулы тиосульфата натрия. На самом деле вещество имеет ионный характер связи, поэтому более правильно изображать отдельно структурные формулы катионов и анионов (кратность связи S-O – полуторная)



Задача 10-4.

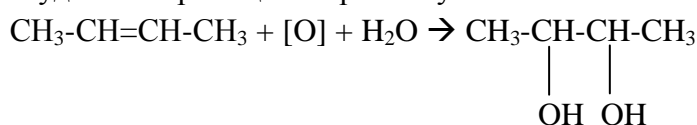
В присутствии катализатора идет полное гидрирование углеводорода



Варьируя x , получаем $x=1$ $M=56$ C_4H_8 (одна двойная связь)

$x=2$ $M=112$ C_8H_{16} (одна двойная связь)

При $x \geq 2$ получаются соединения, имеющие в своем составе только 1 двойную связь. Эти соединения не могут присоединять более одной молекулы водорода. Таким образом, химический смысл имеет только формула C_4H_8 . Условие симметричного продукта окисления удовлетворяет цис и транс-бутены-2



10 класс. Область 1994 год

1. В кабинете химии хранится старая банка с часто использовавшимся ранее реактивом. На этикетке можно разобрать только один еще не стершийся символ «Na...». Это соединение может быть гидрокарбонатом, гидроксидом, гидросульфатом или ортофосфатом. Юный химик, прилив к пробе содержимого банки соляную кислоту наблюдал выделение газа, оказавшегося углекислым. На этом основании был сделан вывод, что в банке хранится гидрокарбонат натрия.

А) Однозначен ли вывод юного химика

Б) Какое из соединений в банке точно не находилось?

В) Запишите необходимые уравнения реакций

2. Массовая доля железа, содержащегося в концентрате магнитного железняка, составляет 60%, кроме того, в концентрате есть и кварцевая порода. Используемый в производстве известняк

содержит 5% примесей (кварцевой породы). При производстве чугуна на стадии предварительной подготовки сырья (получение офлюсованного агломерата) расходуют 20% известняка. Для выплавки 1 т чугуна, содержащего 4% углерода, необходимо: 500 кг кокса (считать, что в нем 100% углерода) и 100 м³ природного газа (считать, что в нем 100% метана)

А) Какой объем доменного газа (в пересчете на н.у.) образуется при производстве 1 т чугуна, если объемная доля входящих в его состав: оксида углерода (4) составляет 18%, а оксида углерода (2) - 22%

Б) Как с наибольшей эффективностью использовать доменный газ, чтобы не наносить ущерб природе?

3. При сжигании 3,6 г вещества, содержащего углерод, водород и неизвестный металл, получено 3,36 л углекислого газа (н.у.), 4,05 г воды и 2,55 г твердого остатка.

А) Определите формулу исходного вещества.

Б) Приведите несколько уравнений характерных реакций этого соединения.

Эксперимент:

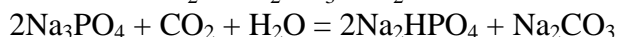
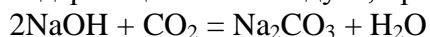
В предложенных цветных растворах идентифицируйте ион, дающий окраску, используя реагенты из числа выданных. Напишите уравнения соответствующих реакций (по два для каждого иона).

Реагенты : серная кислота, KOH, водный раствор аммиака, иодид калия, сульфит натрия,,,,,

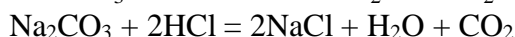
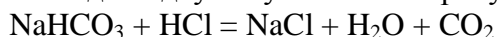
Растворы для определения: сульфат меди, перманганат калия, дихромат калия, хлорид железа (3), I₂*KI, сульфат хрома (3), сульфат железа (2).

Задача 1

А. Вывод не однозначен. При контакте перечисленных в условии веществ с CO₂ и парами воды, содержащимися в воздухе, протекают реакции:



Углекислый газ будет выделяться, если в банке находились NaHCO₃, NaOH, Na₃PO₄ (в последних двух случаях из-за присутствия примеси Na₂CO₃):



Б. Гидросульфат, не изменяющихся при хранении, никак не мог находиться в банке

Автор Ю.Н. Медведев

Задача 2

А. Массовая доля оксида кремния в концентрате.

Массовая доля железа в чистом FeO*Fe₂O₃ будет равна:

$$W(\text{Fe}) = 168/232 = 0,72$$

в концентрате – $w(\text{FeO}*\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,6/0,72 = 0,83$, а $w(\text{SiO}_2) = 1 - 0,83 = 0,17$

Масса оксида кремния, содержащегося в концентрате, необходимо для производства 1 т чугуна.

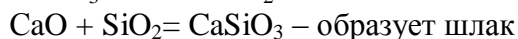
В 1 т чугуна содержится 960 кг железа, следовательно,

$$m(\text{SiO}_2) = 960 * 0,17 / 0,6 = 272 \text{ кг}$$

$$v(\text{SiO}_2) = 272 / 60 \text{ кг/кмоль} = 4,5 \text{ кмоль}$$

Масса известняка, необходимого для производства 1 т чугуна.

Добавляемый известняк позволяет освободиться от оксида кремния и других нежелательных примесей:



Из уравнения следует: $v(\text{CaO}) = v(\text{SiO}_2)$

Пусть x – масса требуемого известняка, тогда количество вещества оксида кремния, которое в нем содержится, будет равно $x * 0,05 / 60$ кг/кмоль;

Количество вещества карбоната кальция, содержащегося в известняке, составит: $x * 0,95 / 100$ кг/кмоль

Записываем алгебраическое уравнение : $4,5 \text{ кмоль} + x * 0,05 / 60 \text{ кг/кмоль} = x * 0,95 / 100 \text{ кг/кмоль}$

Решив его, получаем: $x=517$ (кг)

Количество вещества углерода, вносимого в доменную печь (на 1 т чугуна).

Масса известняка $517 \text{ кг} \cdot 0,8 = 414 \text{ кг}$

$\nu_1(\text{C}) = 414 \cdot 0,95 / 100 \text{ кг/кмоль} = 3,9 \text{ кмоль}$ (в составе известняка)

Известняк, вносимый при агломерации, разлагается.

$\nu_2(\text{C}) = 500 / 12 \text{ кг/кмоль} = 41,7 \text{ кмоль}$ (в составе кокса)

$\nu_3(\text{C}) = 100 \text{ м}^3 / 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль} = 5,5 \text{ кмоль}$ (в составе метана)

Количество вещества углерода, входящего в состав 1 т чугуна:

$\nu_4(\text{C}) = 1000 \cdot 0,04 / 12 \text{ кг/кмоль} = 3,3 \text{ кмоль}$

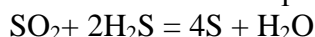
Количество вещества углерода, уносящегося доменным газом (на 1 т чугуна):

$\nu(\text{C}) = 3,9 + 41,7 + 5,5 - 3,3 = 46,8 \text{ кмоль}$

Объем доменного газа (на 1 т чугуна):

$V(\text{д.г.}) = 46,8 \text{ кмоль} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль} / (0,18 + 0,22) = 2621 \text{ м}^3$ (н.у.)

Б. Доменный газ имеет высокую температуру, поэтому на первой стадии его переработки осуществляют утилизацию тепла, на второй – от газа отделяют калашниковую пыль (оксиды железа) с помощью циклонов и электрофильтров. В дальнейшем доменный газ используют в качестве топлива. Кроме того, его можно очистить от оксидов серы по реакции Клауса:



Следует отметить, что в настоящее время доменный процесс считается бесперспективным. Его заменяют прямым восстановлением железа из руды.

Автор П.А. Оржековский

Задача 3

А. В исходном веществе содержалось $3,36 / 22,4 = 0,15$ моль углерода (или $0,15 \cdot 12 = 1,8$ г) и $2 \cdot (4,05 / 18) = 0,45$ моль водорода (0,45 г). Тогда масса металла составит $3,6 - (1,8 + 0,45) = 3,6 - 2,25 = 1,35$ г. Поскольку мольное отношение С:Н составляет 1:3, то формула соединения – $(\text{CH}_3)_x\text{M}$ Составляет пропорцию:

$$15x : 2,25 = \text{M} : 1,35$$

Отсюда $\text{M} = 9x$ и при $x=3$ получаем, что это Al.

Состав вещества – $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$

Б. Горение: $2(\text{CH}_3)_3\text{Al} + 12\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Гидролиз: $(\text{CH}_3)_3\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{CH}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3$

Галогенирование: $(\text{CH}_3)_3\text{Al} + 3\text{Br}_2 = 3\text{CH}_3\text{Br} + \text{AlBr}_3$

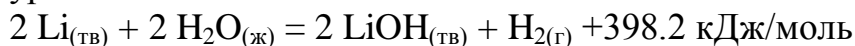
10 класс Область 1995 Теоретический тур

10.1.

1,1- дибромпропан был обработан избытком спиртового раствора едкого кали. Полученное вещество А нагрели до 600°C в присутствии древесного угля и выделили два продукта Б и В, которые вступают в реакцию бромирования как в присутствии бромида железа(III), так и на свету, причем при монобромировании соединения Б в каждом случае образуется по одному продукту, а В – по три различных монобромпроизводных. Что за вещества обозначены буквами? Запишите уравнения реакций.

10.2.

Какая масса гидроксида лития выпадет в осадок (в виде моногидрата) из раствора при 100°C если на кусок льда массой 100 г при 0°C поместить 10 г металлического лития. Реакция протекает в соответствии со следующим термохимическим уравнением:



Теплообмен с окружающей средой и тепловой эффект при растворении при расчетах принять равными нулю. Удельная теплота плавления воды – 330 кДж/кг; удельная теплоемкость воды – 4200 Дж/кг.град; удельная теплота парообразования воды – 2300 кДж/кг; теплоемкость гидроксида лития – 49,58 Дж/моль.град; растворимость кристаллогидрата гидроксида лития при 100°C составляет 19,1 г.

10.3.

Смесь, состоящую из двухвалентного металла и некоторого оксида, прокалили и получили смесь двух веществ А и Б. Растворение этой смеси в избытке соляной кислоты привело к образованию соли В и газообразного вещества Г (плотность по воздуху 1.1). Газ Г на воздухе самовоспламенился и сгорел с образованием оксида и воды.

К раствору, содержащему 4.75 г соли В, прилили избыток раствора щелочи. Это привело к выпадению осадка Д. Прокаливание промытого и высушенного вещества Д привело к получению 2.00 г вещества Е. Что за вещества зашифрованы буквами? Запишите уравнения реакций и подтвердите свои предположения расчетами.

Экспериментальный тур

Задание.

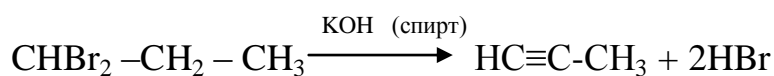
Пользуясь имеющимися реактивами, проведите определение четырех образцов минеральных удобрений из следующего набора:

1. Кальциевая селитра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
2. Натриевая селитра NaNO_3
3. Преципитат CaHPO_4
4. Нитрофос $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{CaHPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3$
5. Нитрофоска $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KNO}_3$
6. Аммофоска $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KCl}$

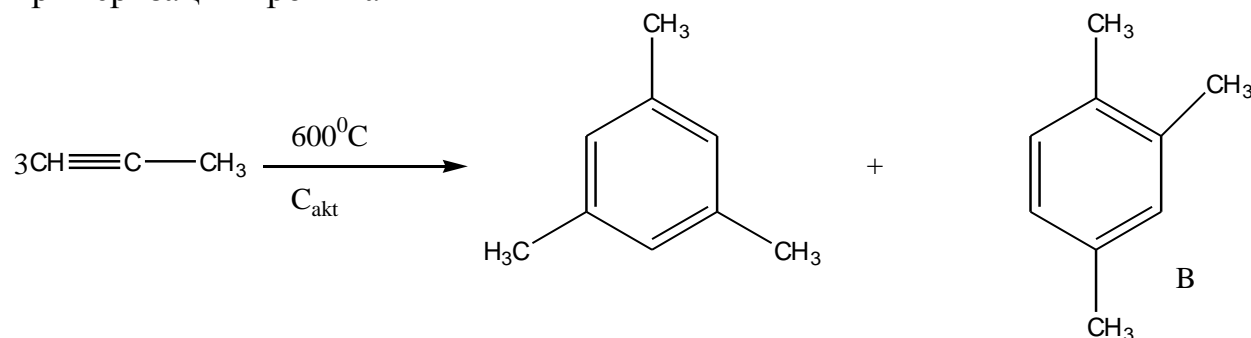
Решения задач

Задача 1

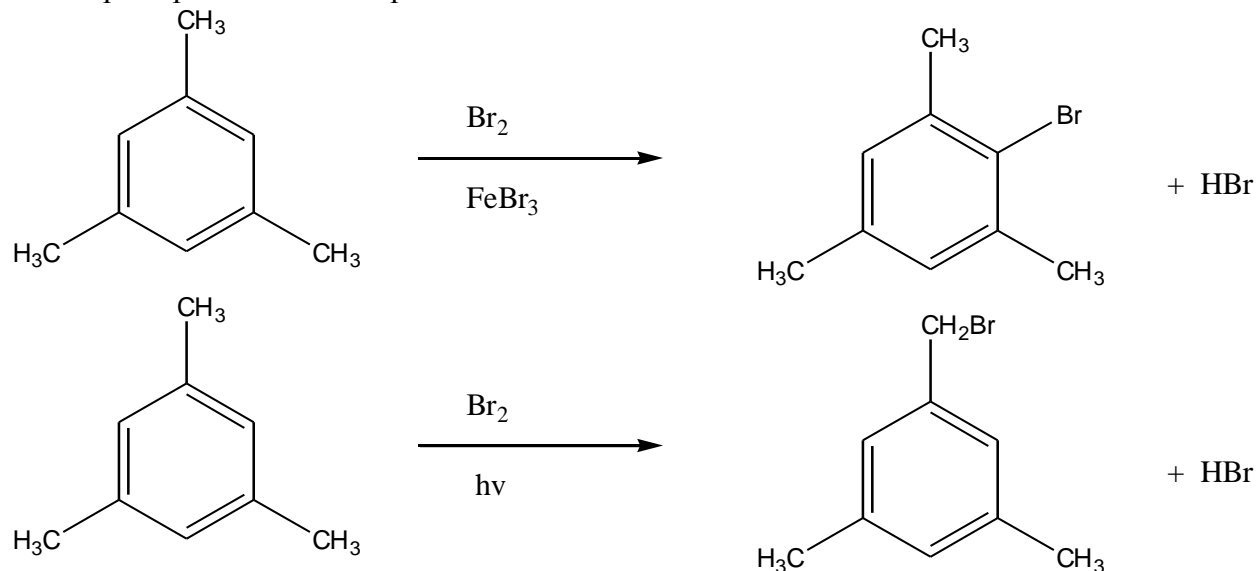
Дегидрогалогенирование



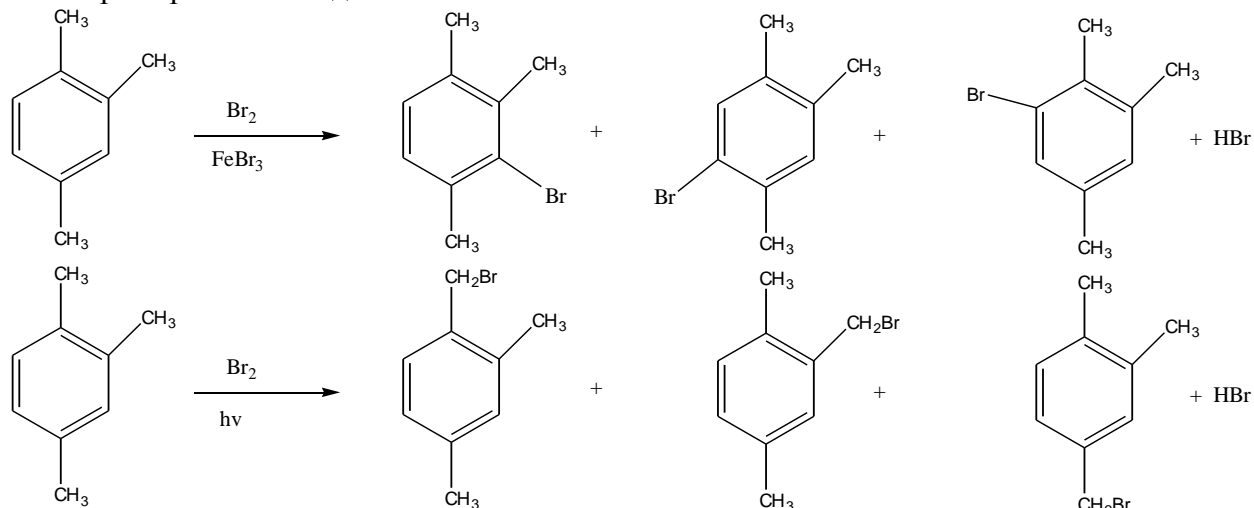
Тримеризация пропина



Монобromирование симметричного соединения Б



Монобромирование соединения В:



Авторы З.Д.Белых, П.А.Оржековский

Задача 2

Допустим, что прогеагировал весь литий. При взаимодействии 10 г лития с водой выделяется теплота (Q):

$$Q = \frac{10 \text{ г} * 398,2 \text{ кДж/моль}}{7 \text{ г/моль} * 2} = 284,42 \text{ кДж}$$

В этой реакции расходуется вода:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10 \text{ г} * 18 \text{ г/моль}}{7 \text{ г/моль}} = 25,71 \text{ г}$$

а образуется гидроксид лития

$$m(\text{LiOH}) = \frac{10 \text{ г} * 24 \text{ г/моль}}{7 \text{ г/моль}} = 34,28 \text{ г}$$

что составляет 1,43 моль

Теплота, выделившаяся в результате реакции, будет расходоваться на

а) плавление 100 г льда при 0°C : $Q_1 = \lambda m$, где λ – удельная теплота кристаллизации;

$$Q_1 = 330 \text{ кДж/кг} * 0,1 \text{ кг} = 33 \text{ кДж};$$

б) нагревание не прореагировавшей с литием воды от 0°C до 100°C :

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г} - 25,71 \text{ г} = 74,29 \text{ г}$$

$$Q = c * m * \Delta T;$$

$$Q_2 = 4,2 \text{ кДж/(кг*К)} * 0,743 \text{ кг} * 100 \text{ К} = 31,16 \text{ кДж};$$

в) нагревание образовавшегося гидроксида лития от 0 до 100°C :

$$Q_3 = 49,58 \text{ Дж/(моль*К)} * 1,43 \text{ моль} * 100 \text{ К} = 7,09 \text{ кДж}$$

г) испарение воды:

$$Q_4 = Q - (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 213,17 \text{ кДж}$$

Массу воды, которую можно выпарить за счет избыточной теплоты Q_4 , находим по формуле: $m = Q_4 / r$, где r – удельная теплота парообразования воды,

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{213,17 \text{ кДж}}{2300 \text{ кДж/кг}} = 0,0926 \text{ кг} (92,6 \text{ г})$$

Масса оставшейся воды составляет лишь 74,29 г

Таким образом, расчеты показывают, что на нагревание продуктов реакции и на полное испарение воды необходимо меньше теплоты, чем выделяется в результате реакции. Следовательно, реально, когда прореагирует часть лития, воды в реакционной емкости уже не останется. Образуется смесь из гидроксида лития и непрореагировавшего лития. Моногидрат гидроксида лития не образуется.

Автор А.А.Печерий

Задача 3

Относительная молекулярная масса газа Д равна 32 (29*1,11) По условию задачи газ Г самовоспламеняется на воздухе. Повидимому, это силан SiH₄.

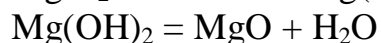
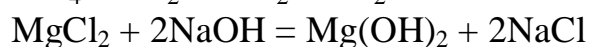
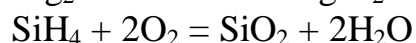
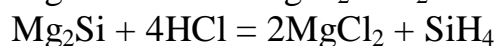
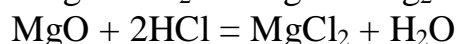
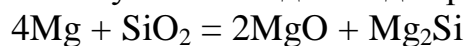
Таким образом, можно предположить, что с неким металлом прокалили оксид кремния. В результате образовался силицид этого металла и его оксид (вещества А и Б). Растворение этой смеси в кислоте, взятой в избытке, привело к выделению силана (газ Г), а также к образованию соли исходного металла MeCl₂ (вещество В). Очевидно, Д – гидроксид металла Me(OH)₂, а Е – его оксид MeO.

Обозначим относительную атомную массу металла за х. Так как количество хлорида металла равно количеству его оксида, справедливо следующее уравнение:

$$\frac{4,71}{x + 71} = \frac{2,00}{x + 16}$$

Из уравнения x=24. Значит, этот металл – магний.

В условии задачи идет речь о следующих превращениях:



Авторы Ф.И.Гуссейнов, П.А.Оржековский

Областной тур 2002-2003 год

10 класс

ЗАДАЧА. 10-1.

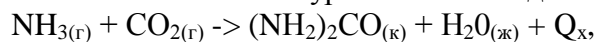
Какой объем свежеприготовленного 3,29% раствора едкого натра (плотностью 1,035г/мл) надо добавить к 158,19 мл 10%-ного раствора нитрата алюминия (плотностью 1,081 г/мл) для того, чтобы 10% катионов алюминия из раствора соли перешла в анионный комплекс? Что изменится, если вместо свежеприготовленного раствора щелочи возьмем раствор, простоявший в открытой банке в течение полугода? Напишите уравнения реакций.

ЗАДАЧА 10-2

Теплота образования химического соединения - это тепловой эффект химической реакции образования 1 моль этого вещества из простых веществ, взятых в наиболее устойчивом состоянии при давлении $1.01 \cdot 10^5$ и температуре 25°C.

1. Исходя из этого определения, напишите термохимические уравнения реакций, тепловой эффект которых будет равен теплоте образования газообразного аммиака ($Q_f(\text{NH}_3)$), углекислого газа [$Q_f(\text{CO}_{2(\text{г})})$], жидкой воды [$Q_f(\text{H}_2\text{O})_{(\text{ж})}$], и мочевины [$Q_f(\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2)_{(\text{к})}$],

2. На основании этих уравнений выведите формулу расчета Q_x реакции (X):



через теплоты образования участвующих в реакции веществ.

3. Следствием из какого закона является: выведенная Вами формула?

4. Рассчитайте тепловой эффект реакции (X), исходя из данных таблицы:

Вещество	NH _{3(г)}	(NH ₂) ₂ CO _(к)	CO _{2(г)}	H ₂ O _(ж)
----------	--------------------	---	--------------------	---------------------------------

O_f кДж/моль	46,2	333,2	393,5	285,8
-------------------	------	-------	-------	-------

5. Какое количество теплоты выделяется при образовании мочевины, если исходные объемы аммиака и углекислого газа (н.у.) равны, соответственно: 8,96 и 17,38 л. Выход в реакции считать за 100%.

ЗАДАЧА 10-3

В «Учебнике Неорганической химии по новейшим воззрениям», автор - профессор Бреславского университета В. Рихтер; издание г. С.-Петербурга, 1887 года читаем (цитата приводится в соответствии с современной грамматикой русского языка):

«Перекись марганца ... встречается в природе в виде темно-серых волокнистых масс или в почти черных ромбических призмах с металлическим блеском и называется ... бурым марганцем. При слабом накаливании перекись превращается в окись, а при сильном в закись-окись марганца, вследствие чего она часто употребляется для добывания кислорода. В самом сильном бело-каильном жаре получается закись марганца. При нагревании с соляной кислотой она /перекись марганца/ выделяет хлор. Искусственным путем перекись марганца получается прокаливанием азотнокислой закиси марганца до $150^\circ - 160^\circ$.»

1. Назовите, как в соответствии с современной номенклатурой называются перекись марганца, закись марганца, окись марганца, закись-окись марганца и азотнокислая закись марганца.
2. Запишите формулы указанных соединений и уравнения упомянутых в приведенной цитате реакций.
3. Каково современное название минерала «бурого марганца».
4. Какие соединения марганца могут входить в состав минерала родонит?

ЗАДАЧА 10-4

46 г смеси триметиламина $((\text{CH}_3)_3\text{N})$, метилаллиламина $(\text{CH}_2=\text{CH}-\text{NH}-\text{CH}_3)$ и пропиламина $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)$ пропустили через трубку, наполненную раскаленным оксидом меди (II). Смесь прореагировала полностью. После пропускания продуктов реакции через избыток раствора щелочи, объем оставшегося газа составил 0,99 л (при нормальном давлении и 25°C). Какой газ и в каком количестве образовался в результате пропускания смеси через трубку, наполненную раскаленным оксидом меди (II), и сколько грамм воды при этом образовалось?

ЗАДАЧА 10-5.

Мы привыкли к тому, что окружающие нас углеводородные полимеры (полиэтилен, полистирол, полипропилен, каучук и т.д.) не проводят электрический ток и используются для изоляции токонесущих элементов.

? 1. Приведите формулы структурных звеньев полиэтилена, полистирола, полипропилена и природного каучука.

Однако, полимеры и полимерные материалы могут выступать не только в роли изоляторов, но полупроводников и проводников. Нобелевская премия по химии за 2000 год была вручена профессорам Алану Хигеру (США), Алану Мак-Диармиду (США) и Хидеки Шикарава (Япония) за тридцатилетний цикл исследований в области электрической проводимости полимерных материалов. Попробуйте реконструировать часть химического содержания их исследования.

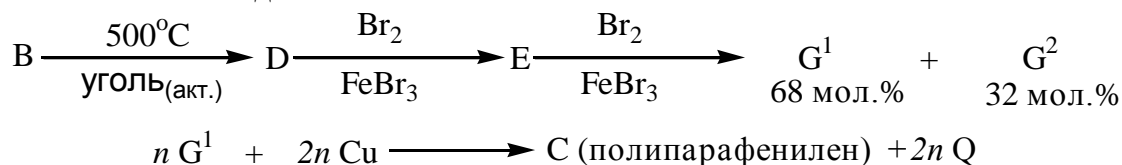
Первый токопроводящий полимер был одновременно получен в 1974 году в виде серебристых (полимер A^1 – группа ученых из США) или золотистых (A^2 – группа японских химиков) кристаллов. В обоих случаях полимер А получался каталитической полимеризацией широко используемого в органическом синтезе газа В. Полимеры A^1 и A^2 имеют одинаковый количественный состав, а именно – 92,26% углерода и 7,74% водорода (по массе).

? 2. Определите простейшую формулу полимеров A^1 , A^2 , газа В.

? 3. Определите строение газа В, предложите структурную формулу элементарного структурного звена полимеров A^1 , A^2 .

? 4. Чем можно объяснить различия во внешнем виде двух полимеров с одинаковым количественным составом.

Другой токопроводящий полимер С (полипарафенилен) тоже может быть получен исходя из газа В, но в несколько стадий:



? 5. Расшифруйте цепочку превращений, запишите структурные формулы всех упомянутых выше веществ.

Электрическая проводимость углеводородных полимеров А¹, А² и полипарафенилена соответствует проводимости полупроводников, однако обработка их йодом или металлическим натрием приводит к тому, что проводимость продукта реакции возрастает и приближается к электропроводимости металлов.

? 6. Чем может объясняться электропроводность упомянутых в условии задачи полимеров. Почему их проводимость резко возрастает при обработке натрием или йодом.

ЗАДАЧА 10-6.

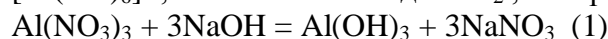
Юный химик в серии опытов определял удельную поверхность активированного угля и получил величину 7200 м²/г.

1. Что называют активированным углем? Как его получают?
2. Где применяется активированный уголь? Какое его свойство и почему используют? Какое изобретение известного химика Н. Д. Зелинского связано с активированным углем?
3. Почему для защиты от угарного газа используют гопкалитовый патрон? От какого количества угарного газа может защитить 50 г диоксида марганца?
4. Известно, что длина кратчайшей связи С-С в графите равна 1,42 А (1 А = 10⁻¹⁰ м). Оцените максимальную поверхность 1 г графита. Проанализируйте, как полученное Вами значение соотносится с экспериментальной величиной?

Решения заданий:

ЗАДАЧА 10-1 (Архангельская)

Реакция растворения оксида алюминия начнется только после того, как все катионы алюминия перейдут в осадок гидроксида алюминия. Осадок будет растворяться с образованием комплексного аниона, который может быть записан в виде: [Al(OH)₄]⁻, [Al(OH)₄(H₂O)₂]⁻ или [Al(OH)₆]³⁻, но никак не в виде AlO₂⁻, который образуется только при сплавлении реактивов.



$$n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = (158,19 \text{ мл} \cdot 0,1 \cdot 1,081 \text{ г/мл}) / 342 = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) \text{ по уравнению (1)} = 0,05 \cdot 3 = 0,15 \text{ моль}$$

Т.о. для осаждения 0,05 моль ионов алюминия потребуется 0,15 моль щелочи.

В анионную форму должно перейти 10%, т.е. 0,005 моль Al³⁺ или должно по уравнениям (2a) и (2б) раствориться 0,005 моль гидроксида алюминия

Далее можно решать любым из двух способов:

1 вариант решения (используя уравнение 2a)

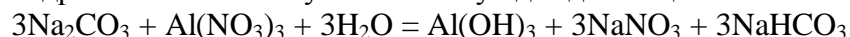
Ответ Объем раствора NaOH 182,1 мл

2 вариант решения (используя уравнение 2б)

Ответ Объем раствора NaOH 193,8 мл

При стоянии раствора щелочи на воздухе образуется гидрокарбонат или карбонат (уравнения реакций)

При приливании иакого старого раствора к нитрату алюминия идет совместный гидролиз солей, каждая из которых усиливает гидролиз другой. В любом случае (особенно при нагревании), гидролиз и по катиону и по аниону идет до конца:



Если учесть испарение воды, особенно при нагревании, то возможно повышение концентрации раствора, вплоть до образования кристаллического $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

ЗАДАЧА 10-3 (автор Курамшин А.И.)

- | | |
|-------------------------------|---|
| Перекись марганца: | оксид марганца (IV) MnO_2 ; |
| Закись марганца: | оксид марганца (II) MnO ; |
| Окись марганца: | оксид марганца (III) Mn_2O_3 |
| Окись-закись марганца: | оксид марганца (II, III) Mn_3O_4 |
| Азотнокислая закись марганца: | нитрат марганца (II) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$. |
- Уравнения упомянутых реакций:

$$2\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$$

$$3\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$$

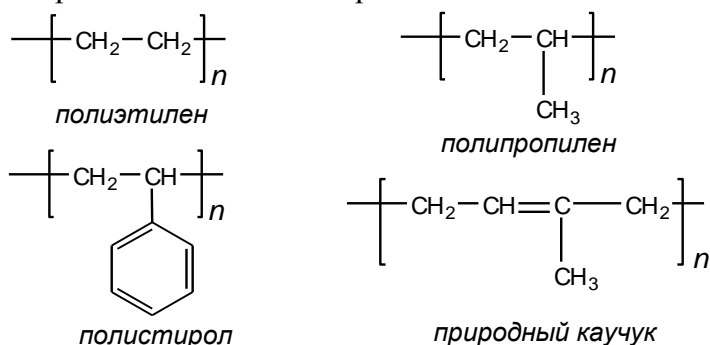
$$\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$$

$$\text{MnO}_2 + 4\text{Cl}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

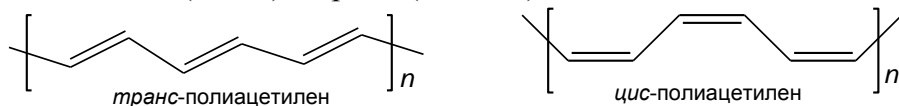
$$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{NO}_2$$
- Название минерала – пиролюзит
- В состав минерала родонита входит силикат марганца (II). Формула родонита $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$
Черный прожилки MnO_2

ЗАДАЧА 10-5 (Курамшин А.И.)

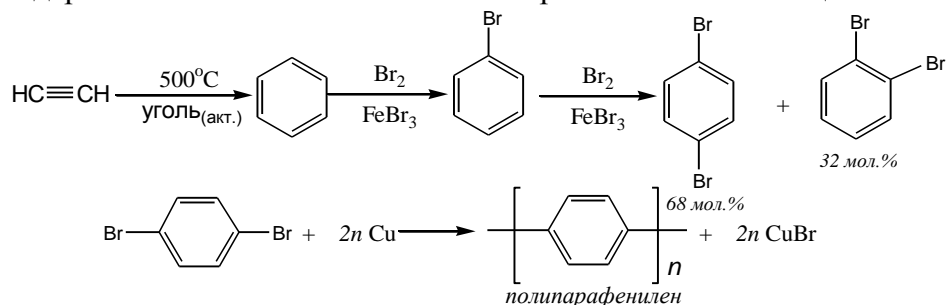
- Структурные звенья перечисленных полимеров:



- Так как полимеры получены полимеризацией газа В, то элементный состав соединений A^1 , A^2 и В будет одинаков: простейшая формула – CH , молекулярная формула $(\text{CH})_n$.
- Наиболее вероятно, что газ В – ацетилен, тогда предполагаемая структурная формула полимеров A^1 , A^2 – $[-\text{CH}=\text{CH}-]_n$ Это полиацетилены.
- Причина заключается в том, что A^1 и A^2 представляют собой изомеры, полученные в результате использования различных типов катализаторов (при проверке баллы выставляются за предположение об изомерах или об образцах полимеров с различной молярной массой). Полимеры, о которых сообщалось в обосновании к Нобелевской премии представляют собой *цис*-(США) и *транс*-(Япония) полиацетилены:



- Подсказка содержится в самом названии полимера. Синтетическая цепочка:



- Электропроводность данных полимеров объясняется сплошной системой сопряжения на протяженности всей полимерной цепочки. Движение электронов, отвечающих за

проводимость данного полимера, происходит по системе сопряженных кратных связей. Такая проводимость называется проводимостью молекулярного провода. Обработка полиацетиленов или полипарафенилена галогеном или натрием обеспечивает образование положительного или отрицательного иона в полимере (аналогично образованию свободных электронов или «дырок» в кристалле полупроводника).

Область 2003-2004 учебный год

Условия заданий

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1.

Навеску минерала германита массой 1,956г обожгли на воздухе. Газ, полученный при обжиге, был количественно поглощен 160 мл 0,05М подкисленного раствора KMnO_4 . Масса твердого остатка составила 1,716 г. Другую навеску этого минерала массой 1,956 г обработали кипящей азотной кислотой и разбавили, получив при этом синий раствор и белый осадок массой 0,523 г. В состав минерала входят три элемента.

1. Определите состав минерала.
2. Напишите уравнения реакций обжигп и с азотной кислотой. Напишите уравнение реакции газа с перманганатом.
3. Кто и когда открыл германий?

ЗАДАЧА 10-2.

Имеется углеводород C_6H_{12} , который:

- а) легко реагирует с бромом, особенно в присутствии FeBr_3 ;
- б) легко присоединяет HI ;
- в) гидрируется на никелевом катализаторе в 3-метилпентан;
- г) не реагирует на холоду с раствором KMnO_4

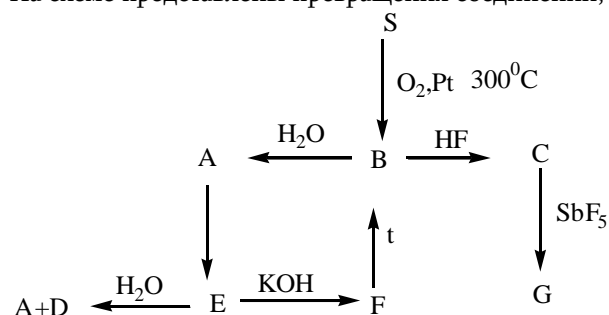
1. Определите углеводород.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Напишите графические формулы соединений, получившихся в реакциях а, б, в.

ЗАДАЧА 10-3.

Слили раствор, содержащий 20г NaOH , и раствор, содержащий 29,4 г H_2SO_4 . После окончания реакции полученный раствор испарили при температуре, не превышающей 32°C , и получили твердый остаток А. Этот остаток А прокалили при $1 < 500^\circ\text{C}$ и его масса уменьшилась на 49.5% (остаток Б). Остаток Б прокалили при $t > 600^\circ\text{C}$ и потеря массы составила 4г. Определите массу и состав остатков А и Б. Напишите уравнения всех **реакций**.

ЗАДАЧА 10-1.

На схеме представлены превращения соединений, содержащих в себе серу:



Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций, если:

- окисление серы происходит в присутствии платины, как катализатора.
- в результате электролиза концентрированного раствора А образуется кислота Е, гидролиз которой даст кислоты А и D.
- Е, D, F- сильные окислители
- При нейтрализации Е образуется малорастворимая соль, нагревание которой, помимо других продуктов, даёт В и соль кислоты А.
- С присоединяет SbF_5 с образованием одной из самых сильных кислот G.
- Превращение F в В происходит при температуре выше 600°C .

ЗАДАЧА 10-5.

При полном сгорании 12,84 г вещества В образовалось 8,1 л CO_2 (измеренного при температуре 25°C и давлении 110 кПа), 2,16 г воды и 8,28 г карбоната калия. Вещество В можно получить щелочным гидролизом препарата А, широко используемого в медицине. В 35,55 мг вещества В содержится 10^{20} молекул.

1. Определите формулы веществ А и В.
2. Изобразите графические формулы, веществ А и В.
3. Какое тривиальное название имеет препарат А и для каких целей его назначают пациентам медики?

4. Напишите уравнение реакции получения В из А.

Решения.
Десятый класс.

Задача 10-1 (автор А.С.Белов)

Из названия минерала и вопросов задачи ясно, что минерал содержит германий. Газ, получившийся при обжиге минерала, обесцвечивающий перманганат калия – SO_2

Реакция



$$n(\text{KMnO}_4) = 0.16 \cdot 0.05 = 0.008 \text{ моль}$$

$$n(\text{SO}_2) = 0.02 \text{ моль}$$

SO_2 при обжиге минералов получается из сульфидов. Значит в состав германита входит сера.

При взаимодействии минералов с азотной кислотой обычно получают растворимые в воде соли.

Некоторые элементы, в частности германий, дают нерастворимые оксиды.

При обжиге германита массой 1,956 г. получается GeO_2 , масса которого составляет 0,523 г. и 0,02 моль SO_2 .

Отсюда найдем массу неизвестного элемента (X) в навеске

$$m(\text{X}) = 1.956 - 0.363 - 0.64 = 0.953 \text{ г.}$$

$$n(\text{X}):n(\text{S}):n(\text{Ge}) = 0.953/M(\text{X}):0.64/32:0.363/72.6 = y:0.02:0.005 = 200y:4:1$$

Можно найти X методом перебора значений у

$200y=1$, тогда $M(\text{X})=190,6$ ближе всего осмий, но его нитраты и сульфаты не имеют окраски

$200y=2$, тогда $M(\text{X})=95,3$, ближе всего молибден, но его растворы бесцветны

$200y=3$, тогда $M(\text{X})=63,5$, медь, растворы нитратов и сульфатов которой имеют голубую окраску.

Брутто-формула минерала германита Cu_3GeS_4

Состав минерала $\text{CuS} \cdot \text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$

Реакция обжига



Реакция с азотной кислотой



Винклер открыл германий в 1886 г.

Система оценок:

Уравнения реакций 1 и 2 – по 1 баллу

Уравнение 3 – 2 балла

Расчет количества SO_2 – 1 балл

Установление брутто-формулы минерала – 3 балла

Установление состава минерала – 1 балл

Открытие германия – 1 балл

ЗАДАЧА 10-2

Судя по брутто-формуле, углеводород может быть алкеном или циклоалканом. По свойству г) алкен отпадает – любой алкен обесцвечивает раствор KMnO_4 . Значит, циклоалкан. Но тогда по свойствам а) и б) мы имеем дело с малым циклом – с производным циклопропана или циклобутана.

В этом случае все решает свойство в) – при гидрировании, очевидно, с разрывом малого цикла, образуется единственный продукт, стало быть, молекула максимально симметрична. Из структурной формулы 3-метилпентана очевидно, что перемычка должна быть между атомами 2 и 4. Тогда исходный углеводород – 1,2,3-триметилциклопропан.

Продукты реакции также очевидны.

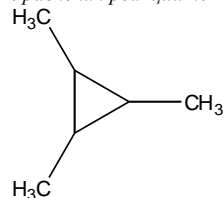
Система оценок:

Обоснование формулы C_6H_{12} – 2 балла

Графическая формула C_6H_{12} – 2 балла

Графические формулы продуктов 1-3 по 1 баллу

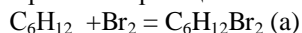
Уравнения реакций по 1 баллу



Продукты реакции также очевидны:

С бромом: (1) 2,4-дибром-3-метилпентан, С иодоводородом: (2) 2-иод-3-метилпентан, С водородом (3): 3-метилпентан

Уравнения реакций:



Система оценок:

Обоснование формулы C_6H_{12} – 2 балла

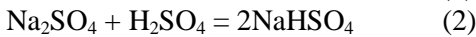
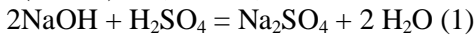
Графическая формула C_6H_{12} – 2 балла

Графические формулы продуктов 1-3 по 1 баллу

Задача 10-3 (автор С.А.Круподер)

$$n(\text{NaOH})=20/40=0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)=29,4/98=0,3 \text{ моль}$$



По уравнению 1 в реакцию вступает 0,5 моль NaOH и 0,25 моль H₂SO₄, значит, получилось 0,25 моль Na₂SO₄ и осталось 0,05 моль H₂SO₄. В реакцию 2 вступают 0,05 моль H₂SO₄ и 0,05 моль Na₂SO₄ и образуется 0,1 моль NaHSO₄. Таким образом, в получившемся растворе содержится 0,1 моль NaHSO₄ и 0,25 – 0,005 = 0,2 моль Na₂SO₄

Прокаливание при относительно невысокой температуре $t < 500^\circ\text{C}$ должно приводить к разложению гидросульфата натрия по реакции

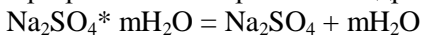


что дает потерю массы $n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \cdot 18 = 0,9 \text{ г}$, которая явно меньше указанной в условии цифры.

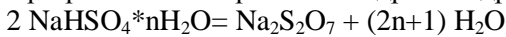
Это, а также низкие температуры испарения раствора, позволяют заключить, что после испарения образуется кристаллогидрат. Примем массу остатка А за X, тогда

$$0,1 \cdot M(\text{NaHSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) + 0,2 \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot m\text{H}_2\text{O}) = X$$

При разложении кристаллогидрата сульфата натрия происходит реакция



При разложении кристаллогидрата гидросульфата натрия



Для сульфата натрия известен кристаллогидрат Na₂SO₄ · 10H₂O, тогда

Потеря в массе составила

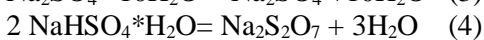
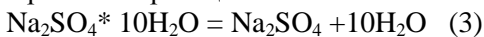
$$(2+0,1n+0,05) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,495X$$

$$36 + 1,8n + 0,9 = (12 + 1,8n + 64,4) \cdot 0,495 = 0,89n + 37,82$$

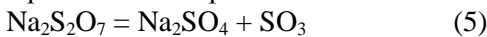
$$0,91n = 0,92$$

$$\text{откуда } n = 1$$

Уравнения реакций



Прокаливание при $t > 600^\circ\text{C}$



Состав остатка А: Na₂SO₄ · 10H₂O и NaHSO₄ · H₂O

$$\text{Масса остатка А: } m = 0,2M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) + 0,1M(\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,2 \cdot 322 + 0,1 \cdot 138 = 78,2 \text{ г}$$

Система оценок

За уравнения реакций 5*1 балл

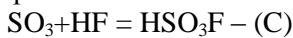
За установление сульфата и гидросульфата 0,5балла*2

За установление глауберовой соли 2 балла

За установление кристаллогидрата гидросульфата 2балла

Задача 10-4 (автор О.В.Чернов)

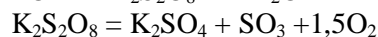
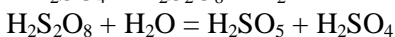
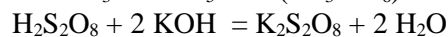
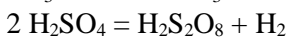
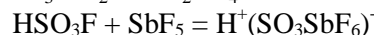
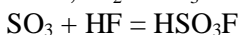
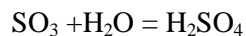
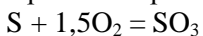
При окислении S на Pt при 300⁰C образуется SO₃, тогда (B)-SO₃



Понятно что (A) – H₂SO₄. При электролизе концентрированного раствора H₂SO₄ образуется пероксодисерная кислота H₂S₂O₈ – (E), в результате гидролиза которой образуется H₂SO₅ – (D).

Малорастворимая соль F – K₂S₂O₈ при нагревании сначала отщепляет кислород с образованием K₂S₂O₇, а затем SO₃ с образованием K₂SO₄. При взаимодействии HSO₃F с SbF₅ образуется кислота H⁺(SO₃SbF₆)⁻

Уравнения реакций:



Система оценок

За каждое верное вещество по(A,B,D,F) 0,5 балла

За каждую реакцию по 0,5 балла

За вещества E и C по 1 баллу

За молекулярную формулу G 1 балл

За формулу G 2 балла

Задача 10-5 (автор О.В.Архангельская)

1. Брутто-формула вещества В : C_xH_yK_zO_i (0,25 балла)

$$(\text{CO}_2) = PV/RT = 110 \cdot 8,1/8,31 \cdot 298 = 0,36 \text{ моль} = n_1(\text{C})$$

$$(H_2O)=2,16/18=0,12\text{моль} \rightarrow n(H)=0,24$$

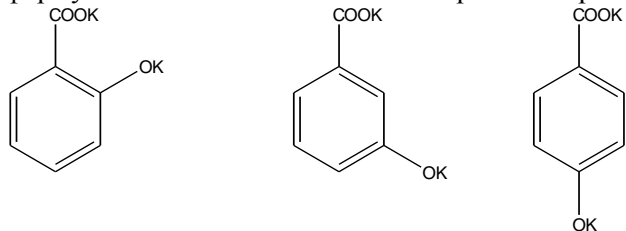
$$(K_2CO_3)=8,28/138=0,06\text{моль} = n_2(C) \rightarrow n(K)=0,12$$

$$n(C) = n_1(C) + n_2(C) = 0,36 + 0,06 = 0,42\text{моль}$$

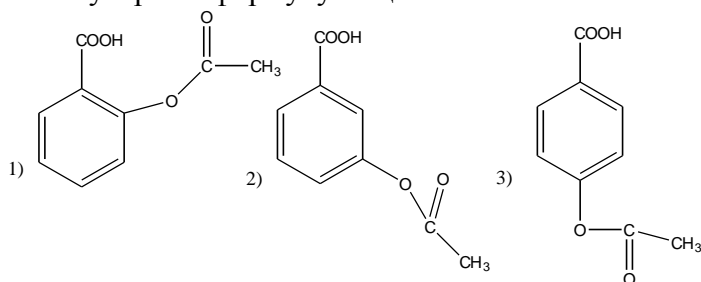
$$m(O) = 12,84 - 0,42 \cdot 12 - 0,24 - 0,12 \cdot 39 = 2,88 \quad n(O) = 2,88/16 = 0,18\text{моль}$$

$x:y:z:i = 0,42:0,24:0,12:0,18 = 7:4:2:3$, отсюда простейшая формула: $C_7H_4K_2O_3$. Предположим, что простейшая формула совпадает с истинной.

Высокое содержание углерода, наличие трех атомов кислорода и двух атомов калия дает возможность предположить, что молекула В имеет ароматическое кольцо с двумя заместителями $-COOK$ и $-OK$. Итак формулой В может быть любой из трех изомеров:



Исходя из того, что А превращается в В при щелочном гидролизе, можно изобразить возможные молекулярные формулы вещества А:

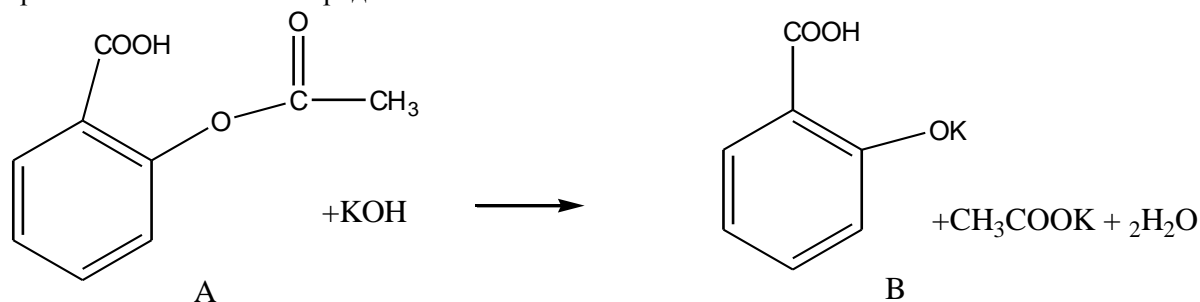


$M(A) = 29,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 10^{20} = 180\text{г/моль}$, что совпадает с молярной массой приведенных изомеров.

Значит предположение о совпадении истинной и простейшей формулы вещества В подтверждено.

Формула 1) отвечает формуле медицинского препарата аспирина (ацетилсалициловая кислота). То есть это и есть формула вещества А.

Аспирин (тривиальное название) применяется в медицине, как жаропонижающее или противовоспалительное средство.



Всероссийская олимпиада школьников по химии Третий этап 2004-2005 год

Условия заданий

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1.

Э был открыт в 1817 г шведским химиком Берцелиусом. он же и предложил его название

Э является сильным ядом, действующим при поступлении в организм подобно мышьяку.

В чистом виде Э твердое вещество, обладающее серым цветом с металлическим отливом... Э

энергично взаимодействует с фтором, при нагревании с хлором, кислородом. При

взаимодействии Э с кислородом можно получить только один оксид, белый, твердый при

комнатной температуре ЭO_2 Кислота, образованная Э, водородом и кислородом ($w(\text{Э})=0,545$),

способна растворять золото Э своих минералов практически не образует, в природе

сопутствует сере (С.С.Бердоносоев. А. И.Жиров «Справочник школьников по неорганической

химии» М. 1997)

1. Назовите элемент Э. Ответ обоснуйте.

2. Напишите реакции Э с фтором, хлором, кислородом.

3. Установите формулу кислоты и напишите уравнение реакции этой кислоты с золотом.

4. Э образует с серой соединение под названием сульсен, которое используют в медицине. Какова может быть формула этого соединения?

Задача 10-2.

В книге «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление» (составитель А. И. Коренблит, Москва, 1902) описано лабораторное получение вещества X: «Для лабораторного приготовления нужно брать для сухой перегонки не слишком большое количество уксуснокальциевой соли, предварительно хорошо высушенной, после непродолжительного прокаливания начинает гнаться X. собирать его следует в хорошо охлаждаемый льдом приемник Реакция получения X протекает довольно правильно по уравнению $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} = \text{X} + \text{Y}$

Первоначальная очистка полученного таким образом X должна заключаться в перегонке его с содой для нейтрализации ... кислоты (1). Дальнейшая очистка производится перегонкой X с небольшим количеством двуххромовокалиевой соли (2) для окисления некоторых побочных продуктов.

... Если необходимо иметь возможно более чистый препарат, то пользуются способностью X давать с сернистокислым натрием (3) или калием кристаллическое соединение.

Свойства. Бесцветная, легкоподвижная жидкость нейтральной реакции, своеобразного приятного эфирного запаха, жгучая на вкус, горит светящимся пламенем. Растворяется в спирте, эфире, хлороформе и воде, отличный растворитель для многих органических соединений (стол, жиров и др.) $T_{\text{кип}} = 56.3^\circ$, уд. в 0,800».

1. Установите формулу X и K, если известно, что Y, твердое вещество, встречающееся в природе в виде минерала, при действии на который соляной кислоты выделяется газ без цвета и без запаха.
2. Каково название X. Приведите хотя бы одно название минерала, содержащего Y.
3. Напишите уравнение реакции разложения уксуснокальциевой соли.
4. Напишите формулы веществ 1,2 и 3
5. Напишите уравнение реакции X с сернистокислым калием

Задача 10-3.

«Приготовление» Горькая или английская соль получается растворением магнезита в серной кислоте (1) Раствор процеживается, упаривается до 40°C и подвергается кристаллизации

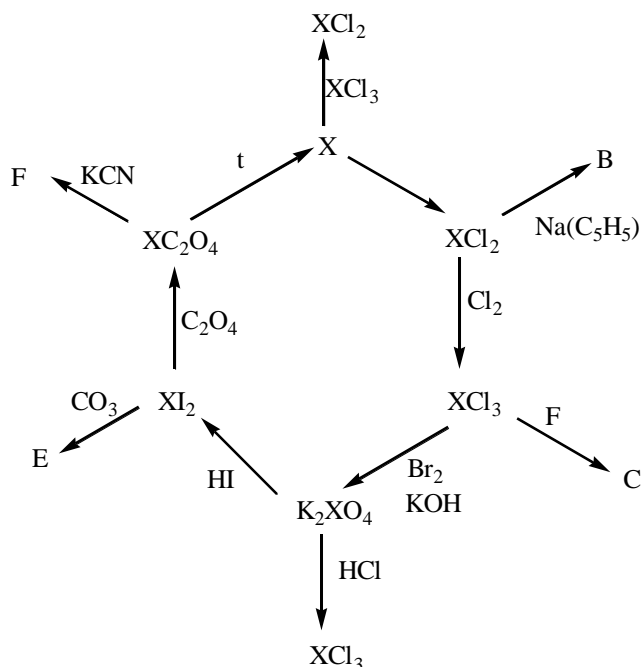
Свойства. ...Водные растворы показывают среднюю реакцию. Дает с сернокислыми солями щелочных металлов двойные соли (2). При 132° теряется ... паев последний пай выделяется только при 240° . Обладает слабительными свойствами и горьким вкусом....

Испытание. Раствор горькой соли, смешанный с избытком хлористого симония и небольшим количеством аммиака должен давать от прибавления фосфорнокислого натрия белый кристаллический осадок (Y) Азотнокислый барий должен давать в водных растворах английской соли белый осадок (X). нерастворимый в кислотах». (Цитировано по «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление» Москва, 1902)

1. Установите состав английской соли, если известно, что при 132° теряется 44% по массе, а масса твердого остатка после прокаливания при 240° составляет 48,8% от исходной массы соли.
2. Напишите уравнения реакций 1 и 2.
3. Сколько паев и какого вещества должно быть написано вместо пропусков в тексте?
4. Каков состав осадка Y и X?

Задача 10-4.

Ниже приведена схема превращений металла X. Определите этот элемент, продукты В-Ф и напишите уравнения всех химических реакций.



Задача 10-5.

Соединение А (формула $C_7H_6O_2$) плохо растворяется в воде, но хорошо растворяется в водном растворе гидроксида натрия с образованием соли В (формула $C_7H_5O_2Na$). В результате взаимодействия соли В с бромной водой образуется соединение В, в котором массовая доля брома составляет 54,054%. Восстановлением 12,2 г соединения А водородом на платиновом катализаторе при $20^\circ C$ получено 10,8 г соединения Г.

1. Установите формулы соединений А, Б, В и Г.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Определите выход в реакции получения вещества Г.

Задача 10-6.

Для устойчивого горения пиротехнической смеси без доступа воздуха необходимо, чтобы на 1 г этой смеси исходных веществ выделялось не менее 1,5 кДж теплоты. Энтальпия сгорания угля (-394 кДж/моль) $KClO_3 = KCl + 1,5O_2$ $H = -48$ кДж/моль

Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 100 г хлората калия для устойчивого горения смеси.

Всероссийском олимпиада школьников по химии

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС Задача 10-1. (автор Дима Игнатьев)

Эпиграф задачи, а также то, что этот элемент в природе сопутствует сере, должны подсказать, что искомым элементом - селен (греческое слово «селене» означает «Луна»). К этому же заключению можно прийти, произведя расчеты молярной массы элемента по его содержанию в кислоте. Составим таблицу и методом перебора найдем $M(E)$.

Учитывая, что на водород и кислород приходится 45,5 %, можно определить молярную массу кислоты, а по ней элемент.

Формула	HЭО	H ₂ ЭO ₂	HЭO ₂	H ₂ ЭO ₃	HЭO ₃	H ₂ ЭO ₄	HЭO ₄
Валентность	1	2	3	4	5	6	7
M(H _x O _y)	17	34	33	50	49	66	65
M(кислоты)	37,4	74,7	72,5	109,9	107,7	145	142,8
M(Э)	20,4	40,7	39,5	59,9	58,7	79	77,8
э	Ne(?)	-	Ar(?),K(?)	-	Ni	Se	

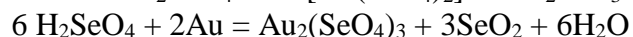
Для кислот состава H₃ЭO₄ и H₃ЭO₃ по процентному содержанию ближе всего подходит мышьяковая кислота, но мышьяк отпадает по условию (например, по формуле оксида).

Таким образом, элемент селен - Se

Кислота селеновая - H₂SeO₄



Реакция с золотом (4)



В реакции получается соединение Au³⁺ и Se⁺⁴

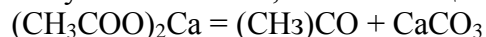
Учитывая, что сера находится в группе выше, чем селен, она является более электроотрицательным элементом, и возможная формула селсена SeS₂?

Система оценивания

1. Установление селена (без расчетов)	1 балл
Обоснование выбора селена по формуле кислоты	2 балла
Формула кислоты	1 балл
Уравнения реакции 2,3	по 1 баллу
Уравнение 1 (если указаны оба продукта)	1 балл
(если только один любой)	0,5 балла
Уравнение 4	2 балла
в уравнении должны быть соединения Au ³⁺ и Se ⁺⁴	
Формула селсена	1 балла

Задача 10-2 (автор О.К. Лебедева)

Вещество X является органическим растворителем. Тогда Y является солью кальция. При действии соляной кислоты на нерастворимую соль кальция (минерал) выделяется бесцветный газ - это углекислый газ, а соль кальция - это карбонат кальция. Уравнение реакции



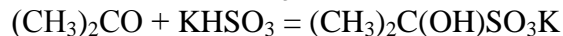
Вещество X - (CH₃)₂CO - ацетон

Минерал - известняк, мрамор, кальцит, исландский шпат, арагонит

Вещество 1 - уксусная кислота - CH₃COOH

Вещество 2 K₂Cr₂O₇

Вещество 3 - KHSO₃



Система оценивания

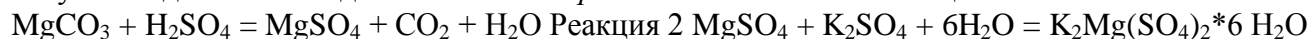
Установление Y	2 балла
Уравнение разложения ацетата кальция	2 балл
Установление ацетона	3 балла
Любое одно название минерала (и если больше)	0,5 балла
Вещества	по 0.5 балла
Уравнение с гидросульфитом калия	1 балла

Задача 10-3 (автор О.К. Лебедева)

Получение под действием серной кислоты, реакция английской соли с нитратом бария позволяют предположить, что это сульфат. Использование магнезита как реагента для получения горькой соли и реакция образования осадка при добавлении к английской соли фосфата натрия в присутствии соединений аммония позволяют заключить, что речь идет о сульфате магния. Потери в массе при довольно невысоких температурах свидетельствуют о том, что английская соль является кристаллогидратом, т.е. MgSO₄·nH₂O. Пусть взяли 100г английской соли, тогда масса безводной соли (сульфат магния не разлагается до плавления) после прокаливания составляет

48,8г. Найдем молярную массу английской соли М ($MgSO_4 \cdot nH_2O$) = $(100 \cdot 120) / 48,8 = 246$ г/моль
Отсюда $n = (246 - 120) / 18 = 7$ ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

При нагревании при 132° потеря массы составляет $246 \cdot 0,44 = 108$ г, что соответствует 6 молекулам воды. В тексте должно быть «*теряется 6 паев воды*». Реакция 1.



(примечание: используют насыщенные растворы)

Осадок Y - магнийаммоний фосфат NH_4MgPO_4 Осадок X - сульфат бария $BaSO_4$

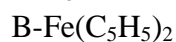
Система оценивания

Установление сульфата магния	1 балл
Расчет состава английской соли	3 балла
Уравнение 1 (если карбонат)	1 балл
(если другая соль магния)	0,5 балла
Уравнение 2	1 балл
Расчет потери массы и числа паев воды	2 балла
Осадок Y	1,5 балла
Осадок X	0,5 балла

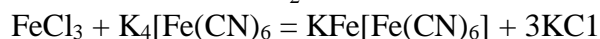
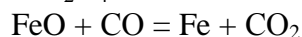
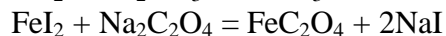
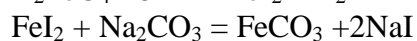
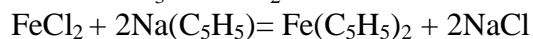
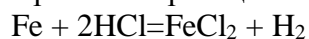
Задача 10-4 (автор А. В. Задесенец)

Из приведенной схемы следует, что металл X может проявлять валентности II ($XC1_2$), III ($XC1_3$), VI (K_2XO_4). Отсюда следует, что это d-металл, находящийся в 6-8(6) подгруппах Периодической системы. Из известных металлов (Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Mo, W, Pt, Pd и др.) Mo и W покрыты сверхпрочной оксидной пленкой, практически не растворяются в HCl, как и платина. Ni, Co, Pt, Pd не дают устойчивых соединений VI. Таким образом, металл X может быть железо, марганец или хром. При взаимодействии K_2XO_4 с HCl получается $XC1_3$, что позволяет исключить марганец, а образование XI_2 в реакции с HBr исключает хром. Хромат с HBr даст CrI_3 . Таким образом, остается железо.

X-Fe



Уравнения реакций



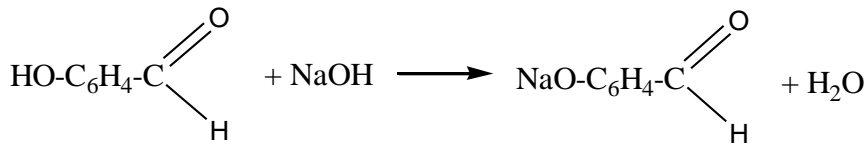
Система оценивания

Выбор железа	2 балла
Вещества B, C, E, F	по 0,5 балла 2 балла
Уравнения реакции	по 0,5 балла * 12 6 баллов
При выборе хрома все оценивается с коэффициентом 0,5	

Задача 10-5 (автор В. И. Теренин)

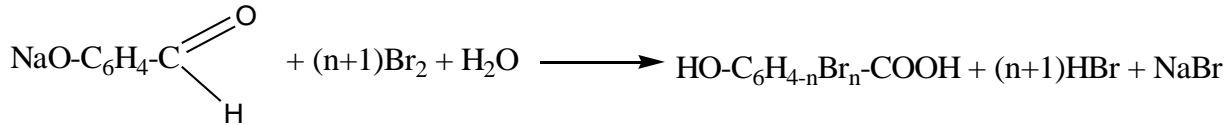
Состав соединения $C_7H_6O_2$ позволяет предположить, что в его составе имеется ароматический фрагмент. Реакция со щелочью с образованием соли дает основание заключить, что вещество А способно проявлять кислотные свойства. Это могла бы быть бензойная кислота, но соли бензойной кислоты не бромруются. Тогда А может проявлять кислотные свойства за счет фенольной группы.

Предполагаемая формула вещества А - HO-C₆H₄-CHO, M = 122 г/моль Реакция взаимодействия А со щелочью:

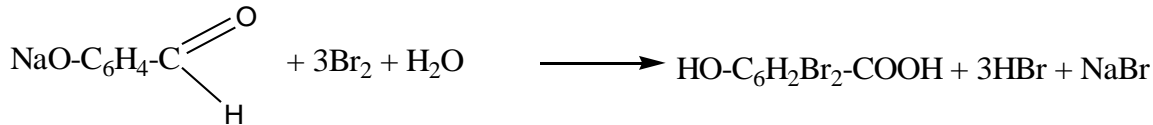


Формула Б - NaO-C₆H₄-CHO

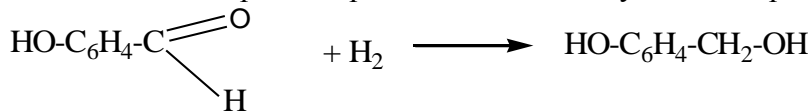
Реакция Б с бромом:



$M(\text{HO-C}_6\text{H}_{4-n}\text{Br}_n\text{-COOH}) = 138 + 79n$ $80n / (138 + 79n) = 0,54054$, отсюда $n = 2$, формула вещества **В** - HO-C₆H₂Br₂-COOH



Реакция А с водородом при данных в задаче условиях приводит к образованию вещества Г:



$M(\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-CHO}) = 122$ г/моль

$M(\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}) = 124$ г/моль

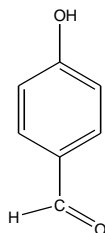
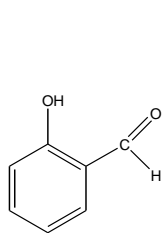
При 100% выходе из 12,2 г вещества А получилось бы 12,4 г вещества Г.

Отсюда выход вещества Г = $10,8 / 12,4 = 0,871 = 87,1\%$

Ответ:

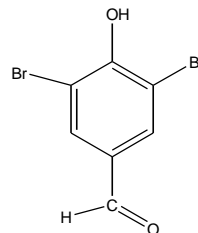
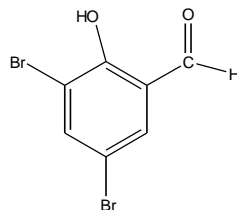
А

или



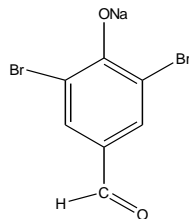
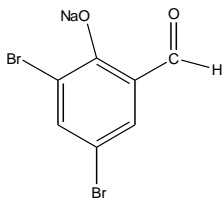
В

или



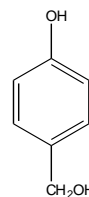
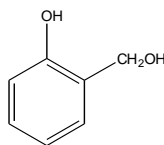
Б

или



Г

или



Система оценивания

Установление формулы соединения

А

2 балла

Б, Г

по 1 баллу

2 балла

определение В по расчету

2 балла

(если будет указан один изомер то коэффициент 0.8)

Уравнения реакций 1 балл *3

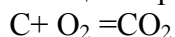
3 балла

Расчет выхода

1 балл

Задача 10-6 (автор Загорский В.В.)

Реакция горения угля



При горении 1 моль углерода выделяется 394 кДж теплоты. Пусть надо взять X грамм угля, тогда масса смеси будет составлять $m = 100 + X$

При горении X грамм углерода выделяется $(394X/12)$ кДж теплоты

При разложении 100 г KClO_3 выделяется $(48 \cdot 100 / 122,5)$
Таким образом, при горении смеси массой $(m = 100 + X)$ выделится
 $[(394X/12) + (48 \cdot 100 / 122,5)]$ кДж. По условию для устойчивого горения необходимо, чтобы на 1 г
смеси выделялось не менее 1,5 кДж. Отсюда следует
 $[(394X/12) + (48 \cdot 100 / 122,5)] / (100 + X) = 1,5$
 $X = 3,54$ г.

Система оценивания *Определение массы углерода*
5 баллов

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2005-006 год III этап Область

Условия задач

10 класс

Задача 10-1.

В опыте по определению теплоты сгорания этилацетата был сожжен образец массой m . После полного сгорания повышение температуры в калориметре составило $2,81^\circ$. В калибровочном опыте сожгли такой же по массе образец уксусной кислоты, при этом температура повысилась на $1,60^\circ$. Теплота сгорания $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{ж}}$: $Q_{\text{сг}} = 208,84$ ккал/моль.

1. Дайте определение теплоты сгорания.
2. Рассчитайте теплоту сгорания этилацетата.
(При расчетах считать, что повышение температуры (ΔT) прямо пропорционально зависит от количества выделившейся теплоты $Q = K\Delta T$).
3. Напишите термохимические уравнения сгорания $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{ж}}$ и $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{\text{ж}}$.
4. В другом опыте сожгли образцы одинаковой массы m двух изомеров трихлорэтана.

Энтальпия образования изомера (I) $\Delta_f H^\circ = -138,5$ кДж/моль.

Энтальпия образования изомера (II) $\Delta_f H^\circ = -141,84$ кДж/моль.

В каком случае повышение температуры в калориметре будет больше: при сгорании изомера (I) или изомера (II)? Ответ обоснуйте. Напишите уравнение реакции горения трихло-этана. Считать, что при сгорании изомеров образуются одинаковые продукты.

5. Нарисуйте графические формулы и назовите изомеры трихлорэтана.

Задача 10-2.

«Завтрак Ридера»

До введения в практику рентгенологии желудка рентгеноконтрастного вещества А для этой цели по предложению немецкого исследователя Ридера использовали манную кашу с порошком металлического Б. Этот состав и получил название «завтрака Ридера». Однако он не обеспечивал хорошей контрастности рентгеновского снимка и не давал достаточно интенсивную тень. К тому же Б в организме частично переходит в соединения, которые в больших количествах ядовиты.

Вещество А, встречающееся в природе в виде минерала барита, не растворяется в разбавленных кислотах.

Металл Б растворяется только в разбавленной азотной кислоте и царской водке. В первом случае получается нитрат, а во втором - хлорид металла. В других кислотах и щелочах металл Б нерастворим.

1. Установите вещество А. Напишите реакцию взаимодействия А с углем при нагревании.
2. Установите металл Б, если массовая доля металла в соли, полученной при растворении металла в азотной кислоте составляет 52,91%.

3. Напишите реакцию взаимодействия металла Б с азотной кислотой и царской водкой.

4. Почему вещество А используют как рентгеноконтрастное вещество?

Задача 10-3.

Зависимость константы скорости (k) химической реакции от температуры (T) и энергии активации (E_a) выражается уравнением Аррениуса: $k = Ae^{-E_a/RT}$, A - предэкспоненциальный множитель, не зависящий от температуры, e - основание натурального логарифма, R - газовая постоянная. Используя данные таблицы:

Реакция	E_a кДж/моль		Катализатор
	Без катализатора	С катализатором	
$C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$	180	40	Платина (1)
		8	Медь на угле(2)

ответьте на следующие вопросы:

1. Каково название реакции?
2. Как называется механизм этой реакции?
3. Дайте определение катализатора.
4. Как называется вещество, уменьшающее скорость реакции?
5. Какой из приведенных катализаторов эффективнее (в большее число раз ускоряет скорость химической реакции)? Дайте обоснованный ответ, не производя вычислений.
6. Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при использовании в качестве катализатора платины? (При $T = 25^\circ C$).
7. Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при использовании в качестве катализатора меди на угле? (При $T = 25^\circ C$).
8. Зависит ли скорость реакции от количества взятого катализатора?

Задача 10-4.

Навеску массой 4,46 г, состоящую из смеси двух металлов, один из которых хром, сожгли в избытке кислорода. Увеличение массы в результате реакции составило 1,6 г. Другую такую же навеску полностью растворили в растворе соляной кислоты, в результате чего выделилось 1467 мл водорода ($25^\circ C$, нормальное давление).

1. Определите неизвестный металл и его массовую долю в смеси. Обоснуйте однозначность решения.
2. Напишите уравнения указанных реакций.

Задача 10-5.

Кристаллическая решетка – математическая абстракция -регулярное периодическое расположение точек (узлов) в пространстве.

Большинство твердых веществ находятся в кристаллическом состоянии.

Кристаллы - твердые вещества, характеризующиеся упорядоченным расположением в пространстве ионов, атомов или молекул. Расположение атомов, молекул или ионов в кристалле можно описывать на основе представления о кристаллической решетке.

Кристаллическая решетка построена из повторяющихся одинаковых структурных единиц - элементарных ячеек (ЭЯ), индивидуальных для каждого кристалла.

Элементарная ячейка кристаллической решетки хлорида натрия представлена на

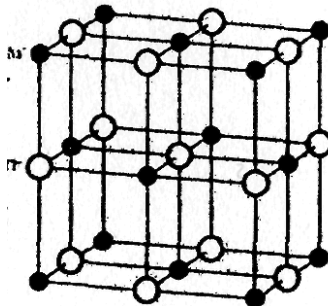


Рис.1.

рис. 1

Каждый ион натрия окружен 6 хлорид-ионами, а каждый хлорид-ион окружен 6 ионами натрия, т.е. $KЧ(Na^+) = KЧ(Cl^-) = 6$.

Имеется прямая связь между ЭЯ и стехиометрией соединения. Известно, что стехиометрическая формула хлорида натрия - NaCl. Следовательно, в ЭЯ соотношение числа атомов натрия и хлора должно быть 1:1.

На первый взгляд это не так. Для расчета стехиометрического состава по ЭЯ необходимо учитывать, что в кристаллической решетке много повторяющихся ЭЯ, соприкасающихся гранями, ребрами и вершинами. Поэтому

- ион в вершине куба обобществляется 8 ЭЯ.
- ион на грани куба обобществляется 4 ЭЯ.
- ион в центре грани куба обобществляется 2 ЭЯ.
- ион в центре куба принадлежит только данной ЭЯ.

В данной кристаллической решетке: $N(Na^+) : N(Cl^-) = (12 \cdot 1/4 + 1) : (8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2) = 4 : 4 = 1 : 1$.

1. Какие из перечисленных веществ имеют кристаллическое строение: железо, белый фосфор, сульфат бария, стекло, графит?
2. Определите координационные числа Cs^+ и Cl^- в элементарной ячейке кристаллической решетки хлорида цезия (рис.2).
3. Покажите, что отношение $Cs : Cl$ равно 1:1.

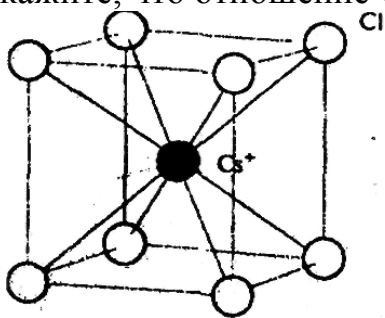


Рис.2.

Задача 10-6.

Соединение А (формула $C_7H_6O_2$) плохо растворяется в воде, но хорошо растворяется в водном растворе гидроксида натрия с образованием соли Б (формула $C_7H_5O_2Na$). В результате взаимодействия соли Б с бромной водой было выделено соединение В, в котором массовая доля брома составляет 64,0%. Восстановлением 6,1 г соединения А водородом на платиновом катализаторе при $20^\circ C$ получено 5,4 г соединения Г.

1. Установите формулу соединения А. Решение обоснуйте.
2. Напишите уравнение реакции А со щелочью и укажите вещество Б.
3. Напишите реакцию вещества Б с бромной водой в общем виде и установите формулу вещества В.
4. Определите выход в реакции получения вещества Г.
5. Изобразите структурные формулы веществ А, Б, В и Г.

Всероссийская олимпиада школьников по химии

Решения

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

2005-2006 год Область

Задача 10-1. (Автор - Копылов Н. С).

1. Теплота сгорания - теплота, выделяющаяся при сгорании 1 моль индивидуального вещества при стандартных условиях. В случае, если топливо имеет сложный состав (древесина, газ, нефть) тепловой эффект приводят на 1 кг или 1 м³.
2. В результате сгорания навески $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ (AcOEt) выделилась теплота

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{с}}(\text{AcOEt}) \cdot m}{M(\text{AcOEt})} = K \Delta T_1,$$

где $Q_{\text{сг}}$ - искомая теплота сгорания AcOEt .

При сгорании CH_3COOH (AcOH) выделилась теплота:

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{сг}}(\text{AcOH}) \cdot m}{M(\text{AcOH})} = K \Delta T_1.$$

Выражая из этого равенства K :

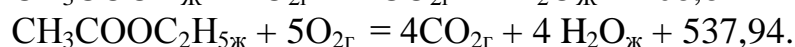
$$K = \frac{Q_{\text{сг}}(\text{AcOH}) \cdot m}{M(\text{AcOH}) \cdot \Delta T_1}$$

и подставляя в первое, получаем:

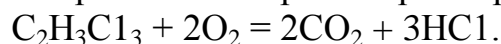
$$\frac{Q_{\text{сг}}(\text{AcOEt})}{M(\text{AcOEt})} = \frac{Q_{\text{сг}}(\text{AcOH}) \cdot \Delta T_1}{M(\text{AcOH}) \cdot \Delta T_2}$$

или

$$Q_{\text{сг}}(\text{AcOEt}) = \frac{Q_{\text{сг}}(\text{AcOH}) \cdot M(\text{AcOEt}) \cdot \Delta T_1}{M(\text{AcOH}) \cdot \Delta T_2} = \frac{208,84 \cdot 88 \cdot 2,81}{60 \cdot 1,6} = 537,94 \text{ ккал / моль.} \quad 3.$$



4. Уравнение сгорания трихлорэтана:



При сгорании изомеров образуются одинаковые вещества в одинаковых количествах, поэтому величина теплоты сгорания определяется величиной энтальпии образования изомеров:

$$\Delta H_{\text{сг}} = 2\Delta_f(\text{H}(\text{CO}_2)) + 3\Delta_f(\text{H}(\text{HCl})) - \Delta_f(\text{H}(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3)) \quad 1$$

или

$$Q_{\text{сг}} = 2Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 3Q_{\text{обр}}(\text{HCl}) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3).$$

¹ Возможно образование и других продуктов сгорания, например, COCl_2 , C_2Cl_2 .

Для изомера (I) теплота сгорания будет выше, т.е теплота образования его меньше, а, значит, больше повышение температуры, чем для изомера (II).

5. $\text{CHCl}_2\text{-CH}_2\text{Cl}$ - 1,1,2-трихлорэтан,

$\text{CHCl}_3\text{-CH}_3$ - 1,1,1 -трихлорэтан.

Задача 10-2. (Автор - Лебедева О. К.).

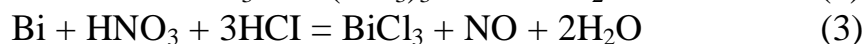
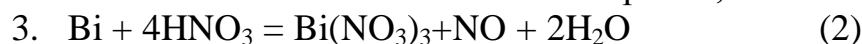
1. Из названия минерала следует, что в его состав входит барий. По химическим свойствам из условия задачи, следует, что A - *сульфат бария*.



2. Установите металл B по его массовой доле в нитрате:

валентность	1	2	3	4
Металл	Ga	-	Bi	-

У галлия при взаимодействии с азотной кислотой получают нитраты в более высокой степени окисления. Таким образом, металл B - *висмут*.



4. Использование сульфата бария в качестве рентгеноконтрастного вещества основано на его способности поглощать рентгеновское и гамма излучение.

Задача 10-3. (Автор - Архангельская О. В.).

1. Реакция гидрирования

2. Реакция электрофильного присоединения (A_E).

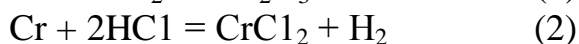
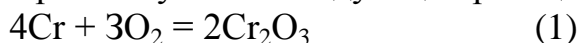
3. Катализатор - вещество, изменяющее скорость химической реакции или вызывающее ее, но не входящее в состав продуктов (Химическая Энциклопедия).
4. Ингибитор.
5. E_1 , реакции с использованием меди на угле меньше E_2 , реакции с использованием платины. Поэтому, согласно уравнению Аррениуса, эффективнее медь на угле.

$$6. \quad k = Ae^{-E_a/RT} \quad k_1 = Ae^{-E_{a,1}/RT} \quad \frac{k_1}{k} = e^{\frac{1}{RT}(E_a - E_{a,1})} = e^{\frac{180000 - 40000}{8,31 \cdot 298}} = 3,50 \cdot 10^{24}$$

$$7. \quad \frac{k_1}{k} = e^{\frac{1}{RT}(E_{a,1} - E_a)} = e^{\frac{180000 - 8000}{8,31 \cdot 298}} = 1,46 \cdot 10^{30}$$

8. Ответы «да» или «нет» - неправильные. Скорость химической реакции будет зависеть от количества катализатора только в том случае, когда будет изменяться площадь поверхности катализатора. А это может произойти и при увеличении, и при уменьшении, и без изменения количества катализатора

Хром вступает в следующие реакции:



Для второго компонента смеси запишем реакции в общем виде:



$$n(\text{O}_2) = \frac{1,6}{32} = 0,05 \text{ (моль)},$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1,467}{8,314 \cdot 298} = 0,06 \text{ (моль)}.$$

Предположим, что степень окисления второго металла в Me_2O_x и MeCl_y

одинаковая

Составим систему уравнений, выражающих $n(\text{O}_2)$ и $n(\text{H}_2)$ через количества и валентности металлов (см. уравнения 1-4):

$$\begin{cases} n(\text{O}_2) = \frac{3}{4}n(\text{Cr}) + \frac{x}{4}n(\text{Me}) = 0,05 \\ n(\text{H}_2) = n(\text{Cr}) + \frac{x}{2}n(\text{Me}) = 0,06 \end{cases}$$

Решая систему относительно $n(\text{Cr})$, получаем $n(\text{Cr}) = 0,08$ (моль).

Выходит, что количество хрома превышает количество водорода. Это невозможно, поэтому остается принять, что второй металл, подобно хрому, в реакциях (3-4) проявляет разные степени окисления ($x \neq y$, точнее $x > y$, поскольку кислород - более сильный окислитель, чем соляная кислота).

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{4}n(\text{Cr}) + \frac{x}{4}n(\text{Me}) = 0,05$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Cr}) + \frac{y}{2}n(\text{Me}) = 0,06$$

$$m(\text{смеси}) = 52 \cdot n(\text{Cr}) + M(\text{Me}) \cdot n(\text{Me}) = 4,46$$

Из системы уравнений можно выразить искомые величины через параметры x и y :

$$n(\text{Cr}) = \frac{0,12x - 0,2y}{2x - 3y}, \quad n(\text{Me}) = \frac{0,04}{2x - 3y},$$

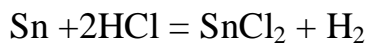
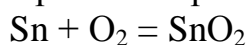
$$M(\text{Me}) = \frac{4,46 \cdot (2x - 3y) - 52 \cdot (0,12x - 0,2y)}{0,04} = 67x - 74,3y.$$

Перебор различных значений x и y приводит к следующим результатам (в таблице приведены значения молярной массы металла):

X \ Y	2	3	4	5	6	7	8
1	59,5 (Co-Ni)	126,5 I	193,5 (Ir-Pt)	260,5 (Lr-Rf)	327,5 ?	394,5 ?	461,5 I
2	-	-	119 (Sn)	186 (Re)	253 (Es-Fra)	320 ?	387 ?
3	-	-	-	111,5 (Ag-Cd)	178,5 (Hf)	245,5 (Pu-Cm)	312,5 ?
4	-	-	-	-	104 (Rh-Pd)	171 (Tm-Yb)	238 (U)

В полях с прочерком задача не имеет положительных конечных решений. Формально x может принимать и дробные значения (в случае смешанных оксидов, таких как $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$), однако поиск подобных решений не приводит к разумным результатам. Единственный приемлемый вариант - олово. Другие найденные элементы не проявляют приписанных им степеней окисления в указанных химических реакциях или вообще не являются металлами. К тому же большинство из них столь экзотичны, что вряд ли кто-нибудь будет смешивать их с хромом.

Уравнения реакций с участием олова:



При высокой избыточной концентрации соляной кислоты образуются комплексные ионы $[\text{SnCl}_4]^{2-}$

Количество вещества и массовая доля олова в смеси:

$$n(\text{Sn}) = \frac{0,04}{2x - 3y} = \frac{0,04}{2 \cdot 4 - 3 \cdot 2} = 0,02 \text{ (моль)},$$

$$\omega(\text{Sn}) = \frac{0,02 \cdot 119}{4,46} = 0,5336.$$

Задача 10-5 (Автор — Тюльков И. А.).

1. Кристаллическое строение имеют железо, белый фосфор, сульфат бария и графит. Железо имеет металлическую кристаллическую решетку, белый фосфор -

молекулярную, сульфат бария - ионную, графит - атомную. Стекло является аморфным веществом².

2. Из рис. 2 условия видно, что ион цезия окружен 8 ионами хлора, следовательно, $K_4.(Cs^+) = 8$. Если продолжить рисовать кристаллическую решетку хлорида цезия, то можно увидеть, что каждый хлорид-ион окружен 8 ионами цезия (см. рис. 1):

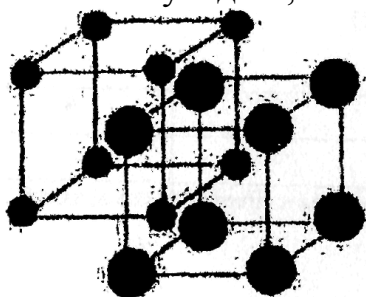


Рис. 1

Таким образом, $K_4(Cl^-) = 8$.

3. В кристаллической решетке $CsCl$ $N(Cs^+):N(Cl^-) = 1 : (8 \cdot 1/8) = 1 : 1$

Задача 10-6 (Автор - Теренин В. И.).

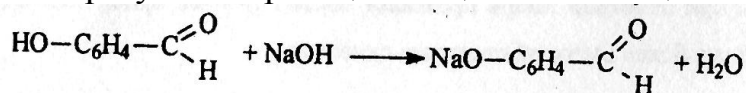
1. Установим формулу вещества А:

- Практически равное число атомов углерода и водорода в молекуле и плохая растворимость вещества А в воде говорит о том, что А - ароматическое соединение. Любые неароматические структуры (циклические и нециклические) исходного соединения следует исключить, т.к. содержание брома в продуктах реакции таких соединений с бромной водой будет значительно больше
- По условию задачи, вещество А реагирует с водным раствором гидроксид натрия, значит в веществе имеется карбоксильная и (или) гидроксильная группы или фенольный гидроксил.

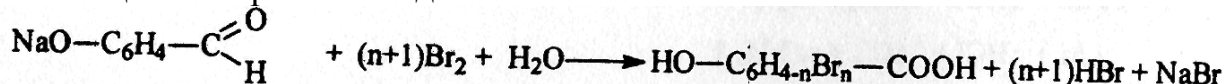
² Аморфное состояние - твердое состояние вещества, характеризующееся изотропией физических свойств, обусловленной неупорядоченным расположением атомов и молекул. В отличие от кристаллического состояния переход из твердого аморфного состояния в жидкое происходит постепенно

- В результате этого взаимодействия образуется соль Б, при этом только один водород, замещается на атом натрия ($C_7H_6O_2 \rightarrow C_7H_5O_2Na$).
- С бромной водой при обычных условиях из ароматических соединений реагируют только фенол, анилин или их соли. Значит, вещество Б - натриевая соль замещенного фенола. Причем, исходя из бруттоформулы А, заместителем является альдегидная группа.
- Итак, формула вещества А - $HO-C_6H_4-CHO$.

2. В результате реакции вещества А со щелочью, получается вещество Б и вода:

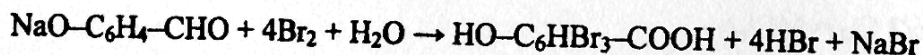


3. Реакция Б с бромной водой:



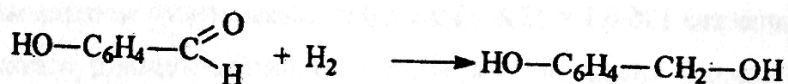
$$M(HO-C_6H_{4-n}Br_n-COOH) = 138 + 79n \quad 80n/(138 + 79n) = 0,64, \text{ отсюда } n = 3, \text{ фор-}$$

мула вещества В - $HO-C_6HBr_3-COOH$



4.

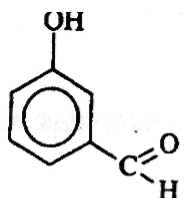
Реакция А с водородом при данных в задаче условиях - это восстановление альдегида до спирта, т.е. до образования вещества Г:



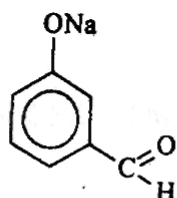
$M(\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}) = 122 \text{ г/моль}$, $M(\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{OH}) = 124 \text{ г/моль}$

При 100% выходе из 6,1 г вещества А получилось бы $6,1 \cdot 124/122 = 6,2 \text{ г}$ вещества Г. Отсюда выход вещества Г равен $5,4/6,2 = 0,871 = 87,1 \%$

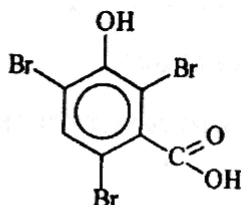
5. В веществе А группы располагаются в мета-положении, относительно друг друга, т.е. А - метагидроксibenзальдегид. Только в этом случае в бензольном кольце могут заместиться ТРИ атома водорода на ТРИ атома брома. Отсюда графические формулы веществ:



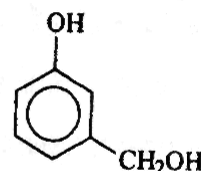
А



Б



В



Г

СИСТЕМА ОЦЕНОК

Задача 10-1.

Определение теплоты сгорания	1 балл
Расчет теплоты сгорания	4 балла
Термохимические уравнения	2-0,5 1 балл
Уравнение сгорания трихлорэтана	1 балл
Оценка ΔТ	1 балл
Строение и название изомеров	2-1 2 балла
Итого за задачу	10 баллов

Задача 10-2.

Установление вещества А	2 балла
Уравнение 1	1 балл
Установление металла Б	4 балла
Уравнение 2 и 3	2·1 2 балла
Использование А	1 балл
Итого за задачу	10 баллов

Задача 10-3.

Вопрос 1	0,5 балла
Вопрос 2	1 балл
Вопрос 3	1 балл
Вопрос 4	0,5 балла
Вопрос 5	2 балла
Вопрос 6	2 балла
Вопрос 7	2 балла
Вопрос 8	1 балл
Итого за задачу	10 баллов

Задача 10-4.

Уравнения реакций хрома с кислородом и кислотой	2·1 2 балла
Расчет количества водорода и кислорода	2·0,5 1 балл

Установление олова и обоснование выбора олова		5 баллов
Уравнения реакций олова с кислородом и кислотой	2-1	2 балла
Итого за задачу	10 баллов	

Задача 10-5.

Определение веществ, имеющих кристаллическое строение (4*1 балл)	4 балла	Определение координационного числа Cs ⁺	2 балла
Определение координационного числа Cl ⁻	2 балла		
Выведение стехиометрии CsCl	2 балла		
Итого за задачу	10 баллов		

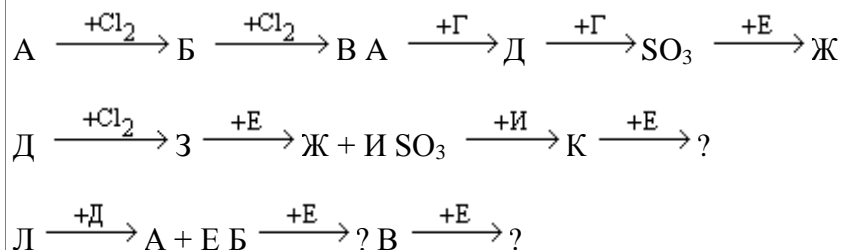
Задача 10-6.

Уравнение реакции А со щелочью	1 балл
Уравнение реакции Б с бромной водой	1
Расчет выхода вещества Г	1
Структурные формулы А - Г (4*1)	4
Установление и обоснование А	1
Установление Б	2
Итого за задачу	10 баллов

Областная олимпиада школьников по химии 2000 учебный год 10 класс

Задача 1.

Вам дана схема превращений элементарного вещества А:



Определите вещества А-Л, напишите уравнения реакций.

Задача 2.

Навеску железного купороса массой 60 г растворили в 200 мл воды, затем к раствору прибавили 200 мл 1М раствора серной кислоты. Половину полученного раствора оттитровали 0,5М раствором перманганата калия. На титрование пошло 43,2 мл перманганата. Другую половину раствора поместили в сосуд вместимостью 2 л, заполненный кислородом при давлении 99 кПа и температуре 25°C. Затем сосуд герметично закрыли и оставили до тех пор, пока давление в сосуде не перестало изменяться. Рассчитайте количество воды в формуле железного купороса. Определите молярную концентрацию соединений в сосуде после окончания изменения давления. Плотность раствора принять за единицу. Что будет происходить с последним раствором, если в него поместить медную пластинку?

Задача 3.



Задача 4.

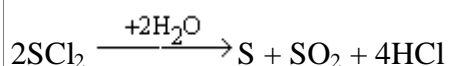
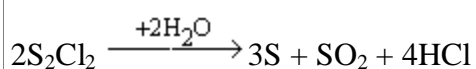
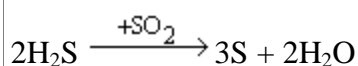
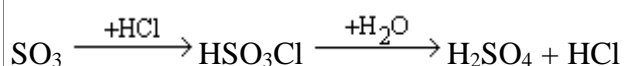
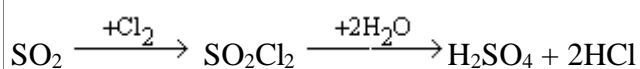
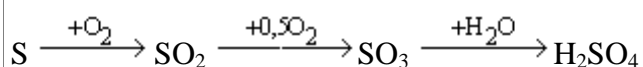
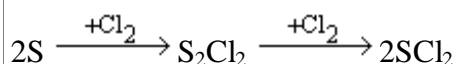
Алкен А массой 5,6 г прореагировал с 8,1 г бромистого водорода. Полученное вещество Б обработали металлическим натрием, при этом получили углеводород В. Изобразите структурную формулу алкена А. Укажите все возможные изомеры. Приведите все возможные структуры веществ Б и В. Зависит ли строение Б и В от условий реакции А с HBr? Ответ поясните.

Задача 5.

Имеется смесь алкана и кислорода с относительной плотностью по водороду 16,67. После полного сгорания алкана и приведения полученной смеси к стандартным условиям, получили смесь газов с относительной плотностью по водороду 19. Определите формулу алкана.

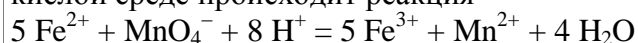
**Областная олимпиада школьников по химии 2000 учебный год
10 класс Решение 1**

Из второй цепочки следует, что А - сера, Г - O₂, Д - SO₂. Е - скорее всего, вода, поскольку SO₃ $\xrightarrow{+E}$ Ж - один продукт. То же следует из реакции Л $\xrightarrow{+SO_2}$ S + Е - самый очевидный восстановитель SO₂ до серы - H₂S. Тогда схема примет следующий вид (с указанием стехиометрических коэффициентов):



Решение 2

При титровании раствора железного купороса перманганатом калия в кислой среде происходит реакция



$\nu(MnO_4^-) = 0,0432 \cdot 0,5 = 0,0216$ моль. Тогда $\nu(FeSO_4) = 0,108$ моль.

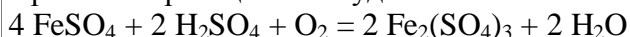
В половине навески купороса было воды $m(H_2O) = 30 - 0,108 \cdot 152 = 13,584$ г.

$\nu(H_2O) = 13,584 / 18 = 0,755$ моль.

$\nu(FeSO_4) / \nu(H_2O) = 0,108 / 0,755 = 1:7$

Состав железного купороса FeSO₄·7H₂O

Уравнение реакции в сосуде



Определим, достаточно ли кислорода для этой реакции. Приведем объем кислорода к н. у.

$$V = \frac{2 \cdot 273 \cdot 99}{298 \cdot 101.3} = 1.79 \text{ л. } \nu(\text{O}_2) = 0.08 \text{ моль.}$$

Легко видно, что в реакцию с 0,108 моль сульфата железа (II) вступает 0,054 моль серной кислоты и 0,027 моль кислорода. Значит, кислород был взят в избытке. Расчет проводим по сульфату железа (II).

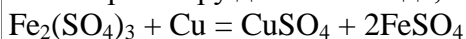
Серной кислоты в растворе было 0,1 моль, осталось 0,046 моль. Сульфата железа (III) получилось 0,054 моль.

Объем взятого раствора составляет $(200+200)/2=200$ мл, полученной в реакции водой можно пренебречь, т.к. ее объем всего лишь 0,0972 мл (но ее можно и учесть).

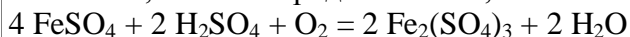
Концентрации в полученном растворе сульфата железа (III)

$0,054/0,2 = 0,27$ моль/л, серной кислоты $0,046/0,2=0,23$ моль/л.

Если к раствору добавить медь, то происходит ее окисление по реакции



Учитывая, что кислород в избытке, возможно окисление



Решение 3

Ключ к решению задачи – вещество D. При взаимодействии галоидопроизводных алканов с щелочами в водной и спиртовой среде образуются спирты и непредельные углеводороды, соответственно. Вещество H бинарное, взрывчатое – это ацетиленид металла. Вещество A красного цвета – медь. Тогда

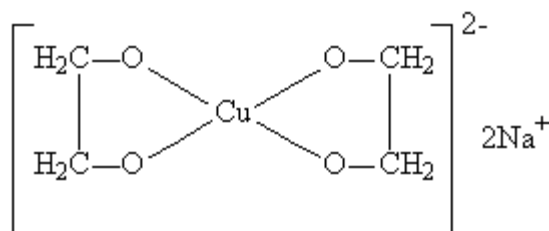
A – Cu

B – CuCl_2

C – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$

D – $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$

F –



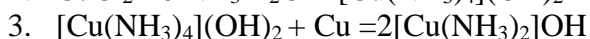
E – $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$

G – C_2H_2

H – Cu_2C_2

I – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

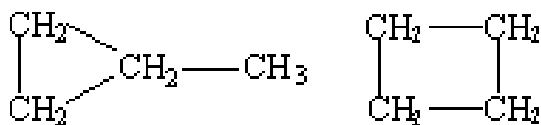
Уравнения реакций:



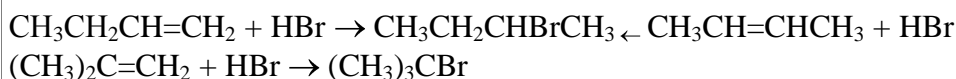
4. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} + 2 \text{NaOH} = \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2 \text{NaCl}$
5. $2\text{NaOH} + 2\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 =$
 $\text{Na}_2[\text{CuC}_4\text{H}_8\text{O}_4] + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$
6. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} + 2 \text{NaOH}_{\text{спирт}} = \text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{C}_2\text{H}_2 + 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{Cu}_2\text{C}_2 + 4 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Решение 4

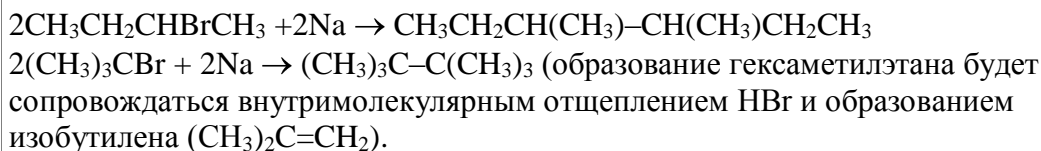
По уравнению реакции $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{HBr} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br}$ прореагировало $n(\text{HBr})=8,1/81=0,1$ моль HBr с 0,1 моль алкена (5,6 г), отсюда следует, что $M(\text{C}_n\text{H}_{2n})=56$, а его молекулярная формула C_4H_8 . Существует 6 веществ, имеющих эту молекулярную формулу – 4 алкена и 2 изомерных им циклоалкана: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (цис- и транс-изомеры), $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$,



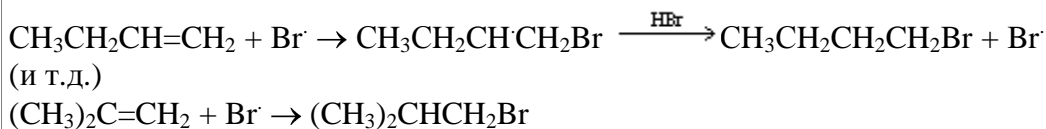
Алкены присоединяют HBr в соответствии с правилом Марковникова (ионный механизм реакции):



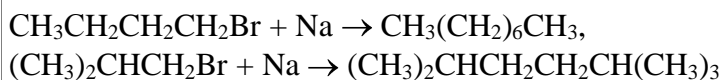
При взаимодействии двух изомерных бромбутанов с натрием получают два изомерных октана:



Если проводить присоединение HBr в присутствии органических пероксидов, окисляющих HBr , $\text{ROOR} \rightarrow 2\text{RO}^\cdot$, $\text{RO}^\cdot + \text{HBr} \rightarrow \text{ROH} + \text{Br}^\cdot$, то реакция присоединения будет протекать по цепному свободнорадикальному механизму с обращением правила Марковникова:



Эти два изомерных бромиды по реакции Вюрца дадут два других изомера октана:



Решение 5

По окончании полного сгорания алкана смесь состоит из углекислого газа, воды и кислорода. Вода при ст. условиях – жидкость. Значит, в конечной

смеси имеются два газа – кислород и углекислый газ. Найдем процентное содержание углекислого газа и кислорода в конечной смеси в объемных процентах.

Пусть процентное содержание кислорода равно x , тогда

$$\frac{32x + 44(100 - x)}{100} = 19 \cdot 2 = 38 \quad (\text{г/моль}), \text{ отсюда}$$

$$\%_{\text{O}_2} = \%_{\text{CO}_2} = 50 \%$$

Предположим, что перед началом реакции был 1 моль смеси газов. Пусть $n(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = y$ моль, тогда $n(\text{O}_2) = (1 - y)$ моль.

Составим уравнение реакции горения алкана:

	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	$\frac{3n + 1}{2} + \text{O}_2$	$=n\text{CO}_2$	$+(n+1)\text{H}_2\text{O}$
Исх. кол-во вещ-в, моль	y	$1 - y$	0	
Кол-во прореагировавших вещ-в, моль	y	$(1,5n+0,5)y$		
Конечное кол-во вещ-в, моль	0	$1 - 1,5ny - 1,5y$	ny	

После реакции $n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2)$, следовательно,

$$1 - 1,5ny - 1,5y = ny$$

$$1 = 1,5y + 2,5ny$$

$$y = \frac{1}{2,5n + 1,5}$$

С другой стороны

$$\frac{M(\text{алкана}) \cdot n(\text{алкана}) + M(\text{O}_2) \cdot n(\text{O}_2)}{n(\text{алкана}) + n(\text{O}_2)}$$

$$= d_{\text{H}_2} \cdot M(\text{H}_2)$$

$$\frac{M(\text{алкана}) \cdot n(\text{алкана}) + M(\text{O}_2) \cdot n(\text{O}_2)}{n(\text{алкана}) + n(\text{O}_2)} = d_{\text{H}_2} \cdot M(\text{H}_2)$$

$$(14n + 2)y + 32(1 - y) = 33,34$$

$$14ny + 2y + 32 - 32y = 33,34$$

$$y(14n - 30) = 1,34$$

Подставив в это выражение значение для y , находим $n = 3$. Следовательно, алкан – пропан.

Задача 1

Хлорофилл является важным пигментом, обуславливающим зеленый цвет листьев растений. При сжигании 89,2 мг хлорофилла в избытке кислорода получают только следующие четыре вещества: 242 мг газа, которым обычно газировать напитки, 64,8 мг жидкости, составляющей основу этих напитков, 5,60 мг газа, которого больше всего в земной атмосфере и 4,00 мг белого порошка, который является оксидом легкого широко используемого металла, составляющего приблизительно 2,3 % земной коры.

Вопросы:

1. О каких веществах идет речь?
2. Рассчитайте формулу хлорофилла, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.
3. Напишите уравнение реакции горения хлорофилла.
4. Содержит ли хлорофилл хлор? Откуда взялось название "хлорофилл"?
5. Приведите пример природного вещества, содержащего фрагмент структуры сходного строения.

Решение 1

1. Напитки газировать углекислым газом, сами напитки состоят большей частью из воды, самый распространенный газ в земной атмосфере - азот, а порошок является оксидом магния. (2 балла).

2. Рассчитываем соотношения элементов в молекуле:

$$n(\text{CO}_2) = 242/44 = 5,5 \text{ ммоль}, m(\text{C}) = 5,5 \cdot 12 = 66 \text{ мг.}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 64,8 / 18 = 3,6 \text{ ммоль}, m(\text{H}) = 3,6 \cdot 2 = 7,2 \text{ мг.}$$

$$n(\text{N}_2) = 5,60 / 28 = 0,2 \text{ ммоль.}$$

$$n(\text{MgO}) = 4,00 / 40 = 0,1 \text{ ммоль}, m(\text{Mg}) = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ мг.}$$

$$m(\text{O}_2) = 89,2 - 66 - 7,2 - 5,6 - 2,4 = 8 \text{ мг}, n(\text{O}) = 8/16 = 0,5 \text{ ммоль.}$$

Соотношение C : H : N : Mg = 5,5 : 7,2 : 0,4 : 0,5 : 0,1 = 55 : 72 : 4 : 5 : 1, откуда формула хлорофилла: $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg}$ (5 баллов).

$$3. \text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg} + 71 \text{O}_2 = 55 \text{CO}_2 + 36 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{N}_2 + \text{MgO} \text{ (1 балл).}$$

4. Греческое слово "Хлорос" означает "зеленый". Отсюда названия и хлора и хлорофилла. (0,5 балла).

5. Самые известные - краситель крови гем (гемоглобин) и производные гема и хлорофилла. (1,5 балла).

Всего - 10
баллов.

Задача 2

В лаборатории торгинспекции проанализировали фальсифицированную водку "Кристалл". В результате ее фракционной перегонки выделен плохо растворимый в воде продукт X, кипящий на 30°C выше, чем этанол. При реакции раствора содержащего 0,37 г продукта X в 10 мл гексана с избытком металлического натрия выделилось около 60 мл горючего газа (1 атм, 20°C).

Продукт X взаимодействует с избытком концентрированной серной кислоты при нагревании: при этом получается легко сжижаемый газ Y.

При реакции Y с хлороводородом образуется монохлорид Z. При анализе продуктов радикального бромирования Z удалось обнаружить только одно монохлормонобромпроизводное.

Определите состав и возможное строение X, Y, Z; приведите уравнения реакций и условия их проведения.

Решение 2

1. X скорее всего относится к одноатомным спиртам¹. (1 балл)

¹ **Примечание:** сивушные масла - побочные продукты брожения, поэтому они могут быть только первичными спиртами.

2. $2\text{R}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na}(\rho) \rightarrow 2\text{RCH}_2\text{ONa} + \text{H}_2$;

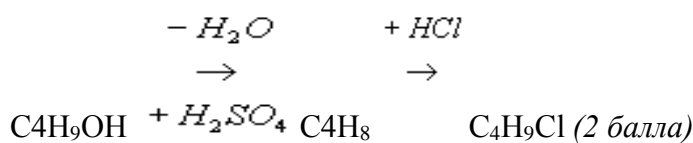
Приводим объем водорода к н.у.: $60(273/293) = 56$ мл.

$$\frac{0,056\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = \frac{0,37\text{г}}{2\text{M}^{\text{г}}/\text{моль}}$$

Молекулярную массу определим из пропорции:

отсюда $M = 74$ г/моль. Эту молярную массу имеют бутиловые спирты $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$. (2 балла)

3. Реакции:



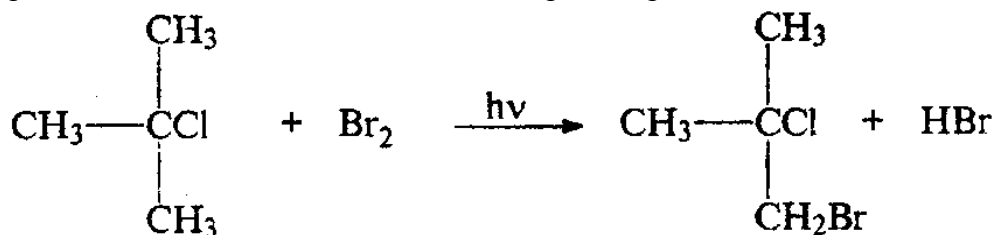
X

Y

Z

Указание условий (температура, катализатор, давление) - 1 балл.

4. Углеводород C_4 , имеющий только одно монохлормонобромзамещенное -



изобутан.

Тогда Y - изобутилен, а X может быть либо 2-метилпропанол-1,

либо 2-метилпропанол-2. (2 балла)

5. Наиболее вероятный состав X - 2-метилпропанол-1, поскольку так называемые сивушные масла, являются первичными спиртами. (2 балла)

Всего - 10 баллов

Задача 3

В книге Б. Конарева "Любознательным о химии" можно прочитать об истории открытия двух соединений: "В 1814 г. на улицах Лондона появилось газовое освещение. Светильный газ хранили под давлением в специальных железных баллонах, которые держали в подвалах. В зимнее время, особенно в сильные холода, газ не давал яркого света. Владельцы газового завода обратились за помощью к знаменитому физику и химику Майклу Фарадею. Тот установил, что при охлаждении часть светильного газа собирается на дне баллонов в виде прозрачной жидкости. В ней Фарадей нашел новый углеводород и дал ему название "карбюрированный водород". 16 июня 1825 г. ученый докладывал о своем открытии Лондонскому королевскому обществу. Как оказалось, вещество имело формулу..."Здесь мы прерываем цитату и задаем Вам несколько вопросов:

1. Какова формула "карбюрированного водорода" и каково его современное название, если по данным Фарадея массовая доля углерода в нем 92,3%, а пары в 39 раз тяжелее водорода?
2. Какова формула другого открытого Фарадеем углеводорода, содержащего 85,7% углерода и с плотностью по азоту 2?
3. Рассчитайте, при каких объемных соотношениях смеси паров этих углеводородов с воздухом будут наиболее взрывчатыми.
4. Оцените приблизительный линейный размер молекулы "карбюрированного водорода", если современное значение плотности этого вещества примерно $0,9 \text{ г/см}^3$.
5. Знаменитый физик А. Столетов так отозвался о Фарадее: "Никогда со времен Галилея свет не видел стольких поразительных и разнообразных открытий, вышедших из одной головы, и едва ли скоро увидит другого Фарадея...". А что Вы знаете об открытиях Фарадея, в частности - в химии? Какие новые термины он ввел в науку? Приведите пример (один).

Решение 3

1. $C : H = 92,3/12 : 7,7/1 = 7,7 : 7,7 = 1 : 1$ или CH

$$M = 39 \cdot 2 = 78 \text{ г/моль}; C_6H_6 - \text{бензол. (2 балла)}$$

2. $C : H = 85,7/12 : 14,3/1 = 7,14 : 14,3 = 1 : 2$ или CH_2 ;

$$M = 28 \cdot 2 = 56 \text{ г/моль}; C_4H_8 - \text{бутилен (2 балла)}$$

3. $C_6H_6 + 7,5 O_2 = 6 CO_2 + 3 H_2O$ $V(C_6H_6) : V(O_2) = 1 : 7,5$ или $V(C_6H_6) : V(\text{возд}) = 1 : 37,5$

$$C_4H_8 + 6O_2 = 4CO_2 + 4H_2O \quad V(C_4H_8) : V(\text{возд}) = 1 : (6 \cdot 5) = 1 : 30 \quad (3 \text{ балла})$$

4. Объем, который занимает 1 моль бензола $V_{\text{моль}} = 78/0,9 = 87 \text{ см}^3/\text{моль}$

или $87/6 \cdot 10^{23} \text{ см}^3/\text{молек}$, $l \approx \sqrt[3]{V}$, $l \approx \sqrt[3]{\frac{87}{6 \cdot 10^{23}}} = 5,2 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ (2 балла)

5. Открытие бензола и бутилена, получение жидких галогеноводородов, хлора, сероводорода, аммиака, изучение состава природного каучука, получение этилсерной кислоты, изготовление специального свинцового и оптического стекла. Новые термины: электролиз, электролит, электрод, катод, анод, катион, анион, диэлектрик.

(Любое число примеров из приведенных 1 балл)

Всего - 10 баллов

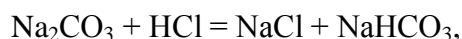
Задача 4

Юный химик взял два стаканчика одинаковой массы. В первый он налил раствор, содержащий 1 моль карбоната натрия в 1 кг раствора (раствор I), во второй - раствор, содержащий 1 моль HCl в 1 кг раствора (р-р II). Масса каждого из растворов составляет 100 г. В первый стаканчик Юный химик очень медленно и при тщательном перемешивании добавил 100 г раствора II, а во второй - такую же массу раствора I (при тех же условиях). Каково будет соотношение масс стаканчиков после окончания реакции?

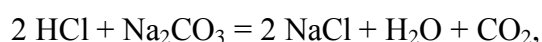
Решение 4

В обоих случаях мольное отношение реагентов - 1:1. (1 балл)

В первом стаканчике протекает реакция:



во втором сначала протекает реакция:



а после того, как вся соляная кислота израсходуется, избыточный карбонат натрия разлагаться не будет. (4 балла)

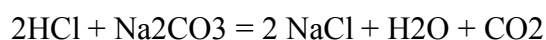
Поэтому масса содержимого первого стаканчика (из которого ничего не выделяется) составит 200 г, то есть сумму масс раствора Na_2CO_3 , бывшего там изначально и прилитого раствора HCl. (1 балл)

Масса содержимого второго стаканчика будет равна тем же 200 граммам за вычетом массы выделившегося CO_2 . То есть масса второго стаканчика будет меньше массы первого стаканчика на массу выделившегося CO_2 . Рассчитаем ее. (1 балл)

Количество HCl во втором стаканчике

$$v(\text{HCl}) = 1 \text{ (моль/кг)} \cdot 0,1 \text{ (кг)} = 0,1 \text{ моль.} \quad (1 \text{ балл})$$

$$0,1 \text{ моль} \quad 1 \times \text{ г}$$



$$2 \text{ моль} \quad 44 \text{ г/моль}$$

$$\frac{0,1}{2} = \frac{x}{44}$$

Составим пропорцию:

Решая ее получим $x = 2,2$ г. (2 балла)

Ответ: Первый стаканчик будет тяжелее второго на 2,2 г.

Всего - 10 баллов.

Задача 5

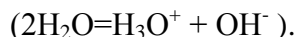
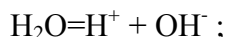
При полной нейтрализации 200 мл соляной кислоты с массовой долей 0,0352 ($\rho = 1036$ кг/м³) раствором KOH выделилось 11,18 кДж теплоты (условия стандартные).

В реакции нейтрализации 500 мл 0,1 М этановой кислоты при тех же условиях выделилось 2,38 кДж.

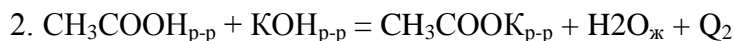
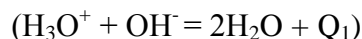
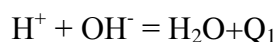
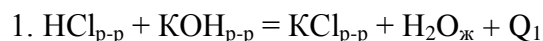
1. Определите молярную теплоту диссоциации воды. Ответ обоснуйте.
2. Предложите способ (теоретический или экспериментальный) определения молярной теплоты диссоциации воды.
3. Как меняется величина ионного произведения воды ($K_w = [\text{OH}^-][\text{H}^+]$) с ростом температуры? Ответ обоснуйте.

Решение 5

I. Диссоциация воды: (1 балл)



Запишем уравнения реакций в молекулярном и сокращенно-ионном виде: (2 балла)



Как видно из сокращенно-ионных уравнений теплота диссоциации воды равна по величине, но обратна по знаку теплоте нейтрализации реакции (1). Тепловой эффект реакции (2) помимо теплоты нейтрализации включает в себя теплоту, которую следует затратить на диссоциацию CH₃COOH и теплоту гидратации ацетат-иона, которые не компенсируют друг друга. Поэтому расчеты ведем по уравнению(1). (2 балла)

$$V(\text{p-ра HCl}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$m(\text{p-ра HCl}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot 1036 \text{ кг/м}^3 = 0,2072 \text{ кг}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,2072 \cdot 0,0352 = 0,07293 \text{ кг}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 7,29 \cdot 10^{-3} / 36,5 \cdot 10^{-3} = 0,1998 \text{ моль} \approx 0,2 \text{ моль}$$

$$0,2 \text{ моль} - 11,18 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ моль} - x \text{ кДж}$$

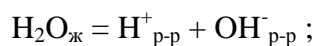
$$x = 55,9 \text{ кДж/моль}$$

Молярная теплота диссоциации воды:

$$Q_{\text{дисс}} = -55,9 \text{ кДж/моль. (2 балла)}$$

П. а) Для экспериментального определения молярной теплоты диссоциации можно определять теплоту нейтрализации разбавленного раствора любой сильной кислоты концентрированным раствором любого сильного основания в калориметре.

б) Теоретически по закону Гесса, пользуясь табличными величинами стандартных энтальпий или теплот образования. Например:



$$\Delta H_{\text{р-ции}} = \Delta_f H^\circ(\text{H}^+) + \Delta_f H^\circ(\text{OH}^-) - \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}) =$$

$$= 0 + (-229,94) - (-285,54) = 55,6 \text{ кДж/моль} ;$$

$$Q_{\text{р}} = -\Delta H ;$$

$$Q_{\text{дисс.}} = -55,6 \text{ кДж/моль} .$$

Отличие теоретически рассчитанного значения теплоты диссоциации от экспериментального определяется погрешностью опыта.

(Только а - 2 балла; только б - 2 балла: а и б - 2 балла.)

По принципу Ле-Шателье, с ростом температуры равновесие смещается в сторону экзотермической реакции, т.е. вправо, таким образом ионное произведение воды возрастает.
(1 балл) Всего - 10 баллов

IX класс

Задачи теоретического тура 10 класс Республика Мордовия

1. Почему реакция хлорирования метана, идущая на свету, резко замедляется в присутствии следов оксида азота (II)?
2. Как можно объяснить образование смеси алкенов C_5H_{10} при нагревании изоамилового спирта (3-метилбутанола-1) с концентрированной серной кислотой?
3. Газ А, образующийся при реакции с водой твердого вещества В, реагирует с кислородом, образуя вещества С, Д, и Е с относительными молекулярными массами 18, 19 и 20 с преобладанием второго. Газ А при реакции с натрием образует эквимолекулярную смесь вещества В и F, реагирующую с водой с образованием смеси газов А и G, после сжигания которой в кислороде

- образуются те же вещества С, Д и Е со значительным преобладанием С и Д. О каких веществах идет речь? Объясните течение упомянутых реакций.
4. При прокаливании навески смеси нитратов натрия и серебра ее масса уменьшается в 1,382 раза. При этом выделяется 2,8 л газообразных веществ (в пересчете на нормальные условия). Вычислите массовые доли солей в исходной смеси и массу твердого продукта после промывания продуктов разложения водой и высушивания.

IX класс

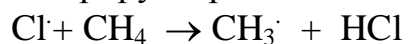
Решение задач теоретического тура.

Задача 1.

Хлорирование метана на свету протекает по радикальному механизму. Молекула хлора под действием кванта света превращается в два радикала:



Радикалы хлора, сталкиваясь с молекулами метана, генерируют метильные радикалы, которые в свою очередь, сталкиваясь с молекулами хлора, снова генерируют радикалы хлора:



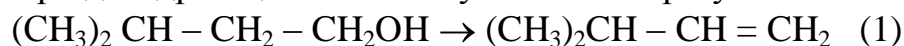
Молекула NO имеет один неспаренный электрон (NO парамагнетик) и является свободным радикалом. Ее столкновение с радикалами Cl· приводит к образованию стабильной молекулы хлористого нитрозила NOCl; при этом цепь обрывается:



Из-за этого в присутствии даже очень малых количеств NO скорость цепной радикальной реакции резко уменьшается. Оксид азота (II) является ингибитором данной реакции.

Задача 2.

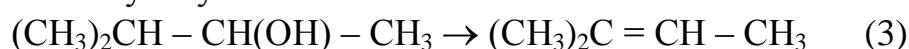
При дегидратации 3-метилбутанола-1 образуется 3-метилбутен-1:



Однако серная кислота в присутствии образующейся воды может вызвать гидратацию 3-метилбутена-1 по правилу Марковникова:



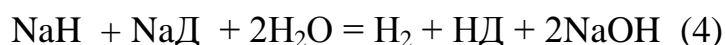
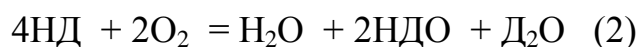
Дегидратация образующегося 3-метилбутанола-2 в тех же условиях приводит к 3-метилбутену-2:



Задача 3.

Ключ к решению задачи-то, что газ А реагирует с натрием и затем выделяется снова при реакции с водой. Такие свойства указывают на водород.

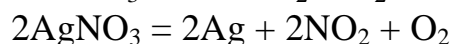
Очевидно, что В и F-гидриды, С-вода. Различие в молекулярных массах на единицу наводят на мысль, что С, Д и F-оксиды водорода с различным изотопным составом – H₂O, HDО и D₂O. Уравнения упомянутых реакций:



Преобладание HDО в реакции (2) объясняется статистическим фактором при любом механизме получения воды при сжигании водорода вероятность образования HDО выше. Теми же причинами объясняется малое количество D₂O среди продуктов реакции (5)

Задача 4.

Термическое разложение данных солей протекает согласно следующим уравнениям:



Пусть в смеси X моль NaNO₃ (M=85) и Y моль AgNO₃ (M=170); тогда масса исходной смеси равна 85X + 170Y, а масса продуктов разложения (Ag, M=108 и NaNO₂, M=69) 69X + 108Y. По условию (85x + 170y)/(69x + 108y) = 1,382; отсюда x/y=2 и массовая доля, к примеру, нитрата натрия, составляет в исходной смеси: 85x/(85x + 170y) = 0,5; следовательно, массовая доля нитрата серебра также составляет 0,5.

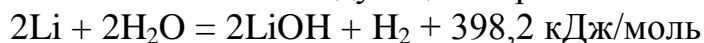
Из уравнений реакций следует, что при прокаливании смеси выделяется $0,5x+1,5y$ моль газов. По условию это составляет $2,8/22,4=0,125$ моль т.е. $0,5x+1,5y=0,125$. Решаем это уравнение, памятуя, что $x=2y$ и получаем $y=0,05$ и массу серебра $108y=5,4$ г.

10 класс Республика Мордовия 1996 год III этап
Теоретический тур

10.1. 1,1 – дибромпропан был обработан избытком спиртового раствора едкого калия. Полученное вещество А нагрели до 600 градусов в присутствии древесного угля и выделили два продукта Б и В, которые вступают в реакцию бромирования как в присутствии бромида железа (III), так и на свету, причем при монобромировании соединения Б в каждом случае образуется по одному продукту, а В – по три различных монобромпроизводных.

Что за вещества обозначены буквами? Запишите уравнения реакций.

10.2. Какая масса гидроксида лития выпадает в осадок (в виде моногидрата) из раствора при 100 градусах по Цельсию, если на кусок льда массой 100 г при 0 градусов поместить 10 г металлического лития. Реакция протекает в соответствии со следующим термохимическим уравнением:



тв. ж. тв. г.

Теплообмен с окружающей средой и тепловой эффект при растворении при расчетах принять равным нулю. Удельная теплота плавления воды – 330 кДж/кг; удельная теплоемкость воды – 4200 Дж/кг.град; удельная теплота парообразования воды – 2300 кДж/кг; теплоемкость гидроксида лития – 49,58 Дж/моль.град; растворимость кристаллогидрата гидроксида лития при 100 °С составляет 19,1 г.

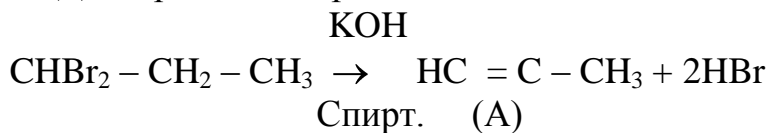
10.3. Смесь, состоящую из двухвалентного металла и некоторого оксида, прокалили и получили смесь двух веществ А и Б. Растворение этой смеси в избытке соляной кислоты привело к образованию соли В и газообразного вещества Г (плотность по воздуху 1,1). Газ Г на воздухе самовоспламенился и сгорел с образованием оксида и воды.

К раствору содержащему 4,75 г соли В, прилили избыток раствора щелочи. Это привело к выпадению осадка Д. Прокаливание промытого и высушенного вещества Д привело к получению 2,00 г вещества Е. Что за вещества зашифрованы буквами? Запишите уравнения реакций и подтвердите свои предложения расчетами.

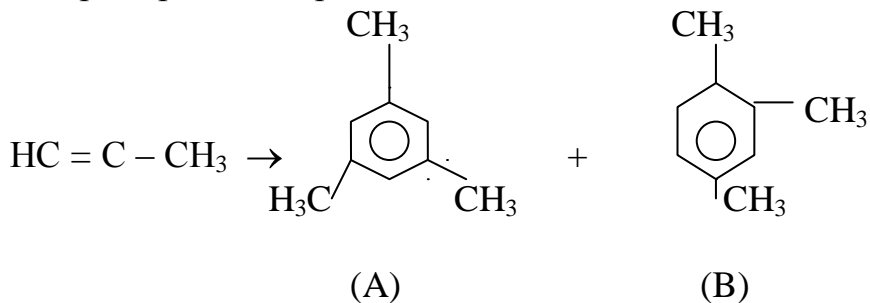
Теоретический тур

10.1.

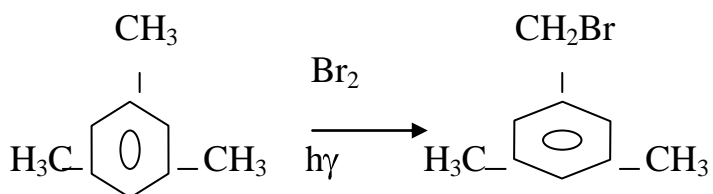
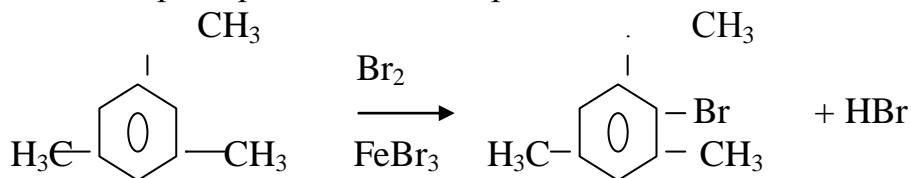
1. Дегидрогалогенирование.



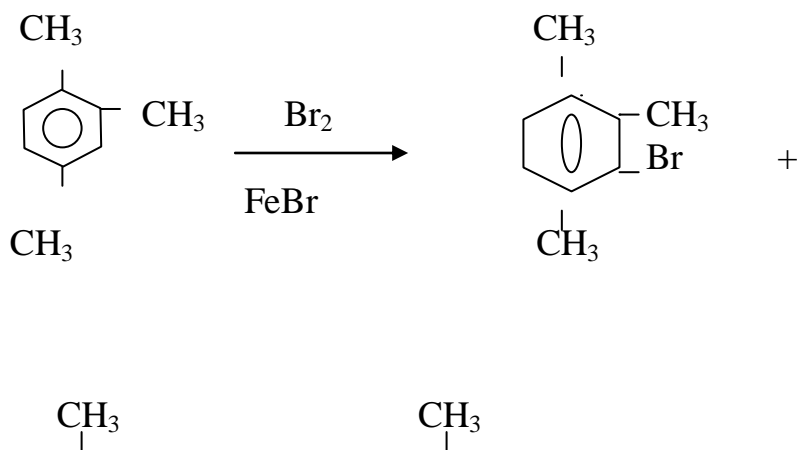
2. Тримеризация пропина.

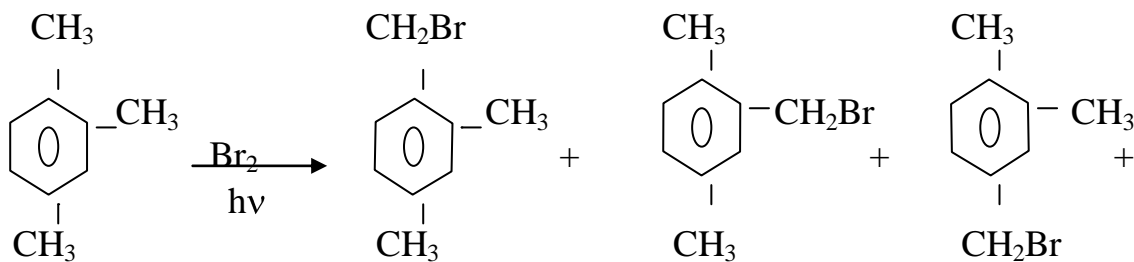
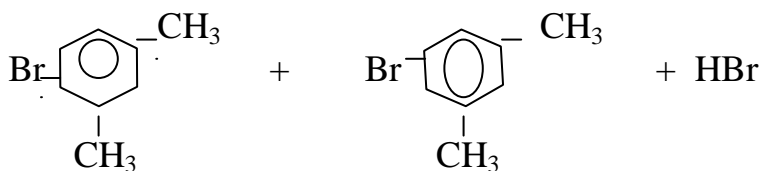


3. Монобромирование симметричного соединения Б.



3. Монобромирование соединения В.





+ HBr.

10.2

1. Допустим, что прореагировал весь литий. При взаимодействии 10 г лития с водой выделится тепла:

$$Q = \frac{10 \text{ г} \cdot 398,2 \text{ кДж/моль}}{7 \text{ г/моль} \cdot 2} = 284,42 \text{ кДж.}$$

В этой реакции расходуется:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10 \text{ г} \cdot 18 \text{ г/моль}}{7 \text{ г/моль}} = 25,71 \text{ г.}$$

$$m(\text{LiOH}) = \frac{10 \text{ г} \cdot 24 \text{ г/моль}}{7 \text{ г/моль}} = 34,28 \text{ г, что составляет } 1,43 \text{ моль.}$$

2. Теплота, выделившаяся в результате реакции, будет расходоваться на:

а) плавление 100 г льда при 0 град.

$$Q_1 = 330 \text{ кДж/кг} \cdot 0,1 \text{ кг} = 33 \text{ кДж;}$$

б) нагревание непрореагировавшей с литием воды от 0 до 100 град:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г} - 25,71 \text{ г} = 74,29 \text{ г}$$

$$Q_2 = 4,2 \text{ кДж/кг.град} \cdot 0,0743 \text{ кг} \cdot 100 \text{ град} = 31,16 \text{ кДж;}$$

в) нагревание образовавшегося гидроксида лития от 0 до 100⁰С:

$$Q_3 = 49,58 \text{ Дж/моль.град} \cdot 1,43 \text{ моль} \cdot 100 \text{ град} = 7,09 \text{ кДж}$$

г) испарение воды:

$$Q_4 = Q - (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 213,17 \text{ кДж.}$$

3. Масса воды, которая может быть выпарена за счет избыточного тепла Q_4 , равна:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{213,17 \text{ кДж}}{2,31 \text{ кДж/кг}} = 0,0926 \text{ кг} = 92,6 \text{ г.}$$

Масса оставшейся воды составляет лишь 74,29 г.

Таким образом, расчеты показывают, что на нагревание продуктов реакции и на полное испарение воды необходимо меньше тепла, чем выделяется в результате реакции. Следовательно, реально, когда прореагирует часть лития, воды в реакционной емкости уже не останется. Образуется смесь из гидроксида лития и непрореагировавшего лития. Моногидрат гидроксида лития – не образуется.

10.3.

1. Относительная молекулярная масса газа Д равна $29 \cdot 1,11 = 32$. По условию задачи газ Г самовоспламеняется на воздухе. По-видимому, это силан SiH_4 .
2. Таким образом, по условию задачи с неким металлом прокаливали оксид кремния. В результате образовался силицид этого металла и его оксид (вещества А и Б). Растворение этой смеси в избытке кислоты привело к выделению силана (газ Г), а также к образованию соли исходного металла MeCl_2 (вещество В). Очевидно Д – гидроксид металла $\text{Me}(\text{OH})_2$, а Е – его оксид – MeO .
3. Обозначим относительную атомную массу металла за X. Так как количество вещества хлорида металла равно количеству вещества его оксида, справедливо следующее уравнение:

$$\frac{4,75}{x + 71} = \frac{2,00}{x + 16}$$

Из уравнения $x = 24$. Значит, металл это – магний.

4. В условии задачи описаны следующие превращения:

