

Заключительный этап Всесибирской открытой олимпиады школьников по химии (2008-2009 уч. год)

9 класс

Задание 1. На завод, производящий свинцовые аккумуляторы, поступила железнодорожная цистерна, содержащая $40,0 \text{ м}^3$ тяжелой ($\rho=1,834 \text{ г/мл}$) бесцветной маслянистой жидкости без запаха, смешивающейся с водой в любых соотношениях. Эта едкая жидкость легко растворяет не только такие активные металлы, как цинк и марганец, но и медь, и даже серебро, а также серу и фосфор, реагирует с неорганическими солями (например, NaCl , KBr , KI), а от многих предметов органического происхождения остаются только черные хлопья, да и те при нагревании исчезают. Жидкость эта, иногда называемая «кровью химии», чрезвычайно востребована промышленностью развитых стран – ее мировое производство в 2008 г. перевалило за 200 млн т, из которых более 10 млн т было произведено в России.



1. Назовите эту жидкость, напишите уравнения описанных реакций, объясните ее действие на предметы органического происхождения. Какая из отраслей химической промышленности является основным потребителем этой жидкости?
2. Жидкость, находящаяся в цистерне, содержит 95,0 масс. % вещества **A** (остальное – вода). Рассчитайте «чистую» массу **A**, поступившего на завод. Сколько аккумуляторов завод сможет заправить электролитом, приготовленным из этой жидкости, если на каждый прибор требуется 1,50 л 35,0 % раствора **A** (его плотность 1,260 г/мл)? Рассчитайте точное соотношение объемов воды и исходной жидкости, которые требуется смешивать для приготовления нового раствора. Как Вы посоветуете аппаратчику готовить этот раствор, и какую воду он может взять для этой цели (морскую, речную, водопроводную, компании «чистая вода» или какую-то другую)?
3. Итак, 35 % раствор мы приготовили. Теперь посчитайте в нем молярную концентрацию **A**, поскольку дальше она нам очень пригодится. Напишите формулы и названия присутствующих в этом растворе ионов и оцените их молярную концентрацию. Все, что Вам для этого нужно знать – вещество **A**, его свойства в водном растворе и одну справочную константу диссоциации ($1,2 \cdot 10^{-2}$).

Электрические аккумуляторы – химические источники тока многократного действия. По принципу работы аккумуляторы не отличаются от гальванических элементов, но электродные реакции, а также суммарная токообразующая реакция в аккумуляторах обратимы. Поэтому после разряда аккумулятор может быть снова заряжен пропусканьем тока в обратном направлении.

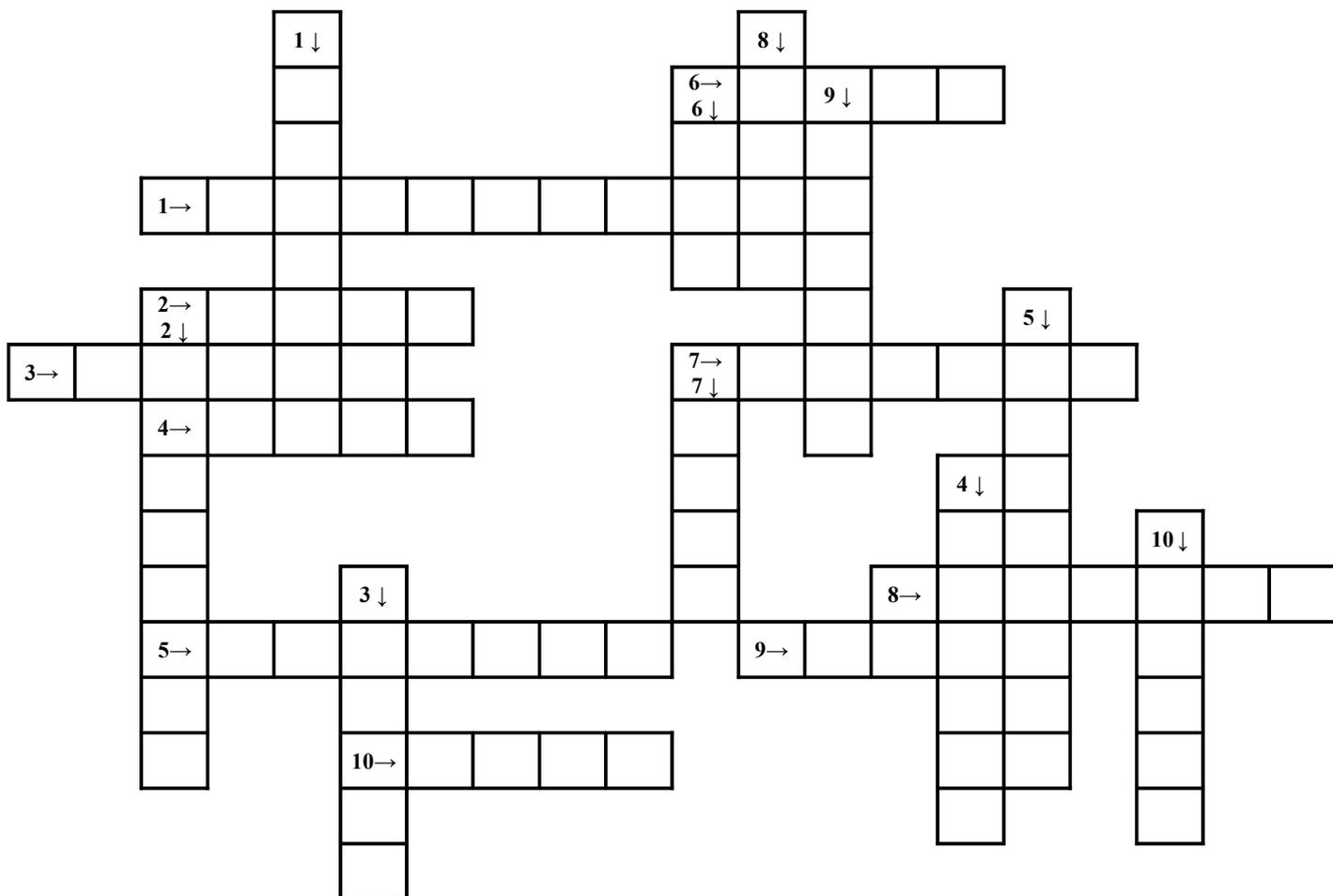
Заготовка для электродов свинцовых аккумуляторов представляет из себя пасту, приготовленную замешиванием смеси Pb_3O_4 и PbO с раствором **A** (активная масса); эту пасту намазывают на сетки-токоотводы из сплава Pb с 2-12% Sb и опускают в раствор **A**. Сетки присоединяют к различным полюсам зарядного устройства и формируют электроды, пропуская через раствор постоянный ток; при этом основной компонент пасты на одном электроде восстанавливается до свинца, на другом – окисляется до диоксида свинца. По окончании зарядки аккумулятор готов к эксплуатации.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия оксидов свинца с раствором **A**, а также суммарные уравнения процессов зарядки и разрядки. Допустим, в процессе работы нашего аккумулятора, содержащего 1,5 л электролита, плотность последнего упала от 1,260 до 1,140 г/мл (это соответствует 20 % раствору **A**). Проведите оценку массы израсходованного при этом вещества **A** в допущении, что объем электролита не изменился. Если у Вас все получилось, попробуйте посчитать эту массу точно, поскольку все данные для этого у Вас есть.

Задание 2.

*Если камешек на солнце
Заискрился, засверкал –
Этот камешек красивый
Называют "минерал".
Д. Пономарева, "Минерал"*

В последнее время усилиями рекламодателей различные биологически значимые для человека элементы (микро- и макроэлементы), входящие в состав биодобавок, стали ошибочно называть минералами, что вносит путаницу в терминологию и дезориентирует покупателя. На самом деле, минерал – природное тело с определенным химическим составом и кристаллической структурой, образующееся в результате природных физико-химических процессов и являющееся составной частью земной коры, горных пород, руд, метеоритов. В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы названия двадцати минералов. Используя подсказки, разгадайте эти названия и напишите уравнения реакций с участием соединений, обозначенных в тексте буквами (**a-l**).



По горизонтали (→):

1. Другое название этого минерала – медный колчедан, его состав можно записать в виде CuFeS_2 (**а**).
2. Сульфидный минерал, дисульфид железа (**б**).
3. Минерал, используемый для получения вольфрама, в основном состоит из вольфрамата кальция.
4. Минерал, имеющий тот же состав, что и титановые белила.
5. Распространенный ртутный минерал (**в**), его название в переводе с арабского означает "кровь дракона".
6. Другое название этого барийсодержащего минерала – тяжелый шпат (**г**).
7. Редкий минерал из группы природных фторидов, химический состав $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$.
8. Другое название этого минерала – плавиковый шпат, состав можно записать в виде CaF_2 (**д**).
9. Этот минерал обладает высочайшей твердостью, одна из аллотропных форм углерода.
10. Относительно редкий минерал, по составу – оксид свинца с формулой Pb_3O_4 (**е**).

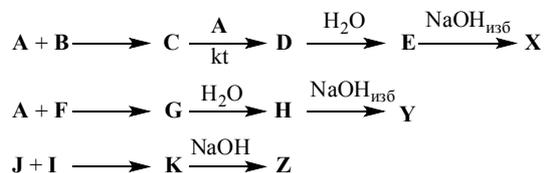
По вертикали (↓):

1. Сульфидный минерал, цинковая обманка.
2. Сравнительно редкий для поверхности Земли минерал с химической формулой CaTiO_3 .
3. Алюминиевая руда, в основном состоящая из гидратированного оксида алюминия.
4. Изумрудно-зеленый минерал, состав которого почти точно выражен формулой $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ (**ж**).
5. Темный минерал, состав которого можно выразить в виде MnO_2 (**з**).
6. Наиболее распространенный минерал из класса боратов, состав – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (**и**).
7. Один из самых распространенных минералов в земной коре, практически чистый SiO_2 (**к**).
8. Другое название каменной (поваренной) соли.
9. Буквенное обозначение этого металла, встречающегося в самородном состоянии, присутствует практически во всех электронных адресах сети Интернет в нашей стране.
10. Название минерала, имеющего тот же состав, что и мел (**л**).

Напишите уравнения реакций с участием а-л (всего должно быть написано 10 уравнений):

- Взаимодействия соединений (**а**, **в**, **е**) (по отдельности!) с концентрированной горячей азотной кислотой.
- Прокаливания соединений (**б**, **ж**, **л**): для (**б**) – на воздухе, для (**ж**) и (**л**) (по отдельности!) – без доступа воздуха.
- Образования соединения (**г**) из любой растворимой соли бария.
- Взаимодействия (**з**) с концентрированной соляной, а (**к**) – с избытком концентрированной плавиковой кислоты.
- Обработки смеси твердых (**и**) и (**д**) концентрированной серной кислотой.

Задание 3. Ниже на схеме приведены превращения, ведущие к получению трех солей X, Y, Z:



Дополнительно известно:

- **A**, **I**, **J** – простые, газообразные при нормальных условиях вещества;
- **B** и **F** – простые твердые вещества-неметаллы желтого и желтовато-белого цветов соответственно;
- 1 моль соли **Y**, реагируя с 1 моль соединения **K**, дает соли **M** и **Z**;
- молярные массы солей **M** и **X** одинаковы;
- при сливании растворов соли **Z** и нитрата кальция выпадает белый осадок;
- газ **J** существенно легче газа **I**.

1. Приведите названия всех зашифрованных на схеме веществ.

2. Напишите уравнения всех описанных в задании реакций.

3. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) вещества **A** с веществом **J**; б) вещества **B** с веществом **F**; в) вещества **B** с веществом **I**; г) вещества **I** с раствором гидроксида натрия; д) вещества **F** с раствором $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

4. Какой катализатор (на схеме *kt*) используется в промышленности при проведении превращения $\text{C} \rightarrow \text{D}$?

Задание 4. Сплав "ферромарганец" содержит в своем составе четыре основных компонента – два металла и два неметалла. Образец такого сплава массой 10,0 г прокипятили с избытком концентрированной (60 %) азотной кислоты. Значительная часть сплава растворилась, но на дне все же остался осадок, который после отфильтровывания и сушки представлял собой белый порошок массой 1,29 г. Порошок этот отказывался реагировать со всеми сильными кислотами, но охотно растворился в кислоте плавиковой. Газообразные продукты, выделившиеся при взаимодействии с концентрированной азотной кислотой, пропустили через избыток холодной известковой воды, которой они поглотились количественно, причем в ходе этой реакции выпал осадок массой 5,83 г.

Азотнокислый раствор испарили до минимального объема для удаления основного количества избыточной азотной кислоты, затем количественно перенесли в мерную колбу и долили воды до отметки 100,0 мл. Одну пробу этого раствора объемом 25,0 мл подвергли электролизу, получив на одном из электродов 2,175 г смеси порошков металлов и бесцветный раствор. Вторую такую же пробу раствора упарили досуха и прокалили на воздухе. Масса твердого остатка составила 3,38 г.

1. Какие четыре основных элемента входят в состав ферромарганца? Если Вы еще сомневаетесь, то знайте, что полученный азотнокислый раствор дает интенсивное кроваво-красное окрашивание с роданид-ионом, а белый порошок такого же состава Вы можете обнаружить в упаковке с надписью «Do not eat», который производители часто вкладывают в обувь или в пакеты с орешками (кстати, зачем?).
2. Напишите уравнения всех описанных в задаче реакций. Для процесса электролиза отдельно запишите уравнения реакций, идущие на катоде и аноде, а также уравнения суммарных реакций.
3. Определите количественный (масс. %) состав ферромарганца.
4. Все компоненты ферромарганца можно перевести в растворимые соединения, если сплавить ферромарганец с натриевой щелочью в присутствии кислорода. Полученный плав имеет красивый зеленый цвет с фиолетовым отливом. Попробуйте написать уравнения происходящих при сплавлении реакций.

Задание 5. Существует несколько бинарных соединений элемента Э с водородом. Прямым взаимодействием простых веществ получают соединение **A**, содержащее 17,65 масс. % водорода, обладающее резким запахом и окрашивающее смоченную лакмусовую бумажку в синий цвет. Для получения соединения **B** раствор **A** смешивают на холоду с гипохлоритом натрия в соотношении 30:1 и раствором желатина, а затем быстро пропускают под давлением через реактор при 150 °С (время контакта 1 с). Соединение **B**, подобно **A**, окрашивает смоченную лакмусовую бумажку в синий цвет. Третье соединение, **B**, напротив, окрашивает лакмус в красный цвет. При этом реакция **A** и **B** приводит к образованию вещества **Г**, содержащего 6,67 масс. % водорода. А реакция **B** и **B** приводит к образованию вещества **Д**, которое также содержит 6,67 масс. % водорода. Раствор соединения **B** можно получить при реакции **B** с разбавленным сине-голубым раствором неустойчивой кислоты **Е**, отличающейся от остальных соединений наличием в ее составе кислорода.

1. Установите элемент Э, бинарные вещества **A–Д**, кислоту **Е**. Для веществ **A–Е** приведите формулы и названия.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

Основное применение **B** и его метил (**B1**) и диметилпроизводных (**B2**) — ракетное топливо в управляемых космических кораблях, луноходах и т. д. Луноход «Аполлон» сбрасывал скорость при посадке и набирал мощность при взлёте, используя смесь 1:1 (по молям) метил- и диметилпроизводных **B** и N_2O_4 в качестве окислителя.

3. Приведите формулы и названия соединений **B1** и **B2**. Известно, что теплота сгорания **B1** равна $1,30 \cdot 10^3$ кДж/моль, теплота сгорания **B2** — $3,14 \cdot 10^3$ кДж/моль, теплота образования N_2O_4 равна $-9,16$ кДж/моль. Напишите уравнения реакций, которым отвечают эти тепловые эффекты. Запишите уравнения реакций **B1** и **B2** с N_2O_4 и рассчитайте количества теплоты, выделяющейся в этих реакциях.

4. Какую массу окислителя израсходовал «Аполлон» при посадке на Луну, которая потребовала 3 т топлива? Какое количество энергии «Аполлон» затратил на посадку?

Желаем удачи, наше Юное дарование!

Заключительный этап Всесибирской открытой олимпиады школьников по химии (2008-2009 уч. год)

10 класс

Задание 1. На завод, производящий свинцовые аккумуляторы, поступила железно-дорожная цистерна, содержащая $40,0 \text{ м}^3$ тяжелой ($\rho=1,834 \text{ г/мл}$) бесцветной маслянистой жидкости без запаха, смешивающейся с водой в любых соотношениях. Эта едкая жидкость легко растворяет не только такие активные металлы, как марганец, но даже и серебро, а также серу и фосфор, реагирует с неорганическими солями (например, NaCl , KBr , KI), а от многих предметов органического происхождения остаются только черные хлопья, да и те при нагревании исчезают. Жидкость эта, иногда называемая «кровью химии», чрезвычайно востребована промышленностью развитых стран – ее мировое производство в 2008 г. перевалило за 200 млн т, из которых более 10 млн т было произведено в России.



1. Назовите эту жидкость, напишите уравнения описанных реакций, объясните ее действие на предметы органического происхождения. Какая из отраслей химической промышленности является основным потребителем этой жидкости?
2. Жидкость, находящаяся в цистерне, содержит 95,0 масс. % вещества А (остальное – вода). Сколько аккумуляторов завод сможет заправить электролитом, приготовленным из этой жидкости, если на каждый прибор требуется 1,50 л 35,0 % раствора А (его плотность 1,260 г/мл)? Рассчитайте точное соотношение объемов воды и исходной жидкости, которые требуется смешивать для приготовления нового раствора. Как Вы посоветуете аппаратчику готовить этот раствор, и какую воду он может взять для этой цели (морскую, речную, водопроводную, компании «чистая вода» или какую-то другую)?
3. Итак, 35 % раствор мы приготовили. Напишите названия присутствующих в этом растворе ионов и оцените их молярную концентрацию. Все, что Вам для этого нужно знать – вещество А, его свойства в водном растворе и одну справочную константу диссоциации ($1,2 \cdot 10^{-2}$). Оцените заодно, насколько холодно должно быть за окном, чтобы новый аккумулятор замерз. Известно, что понижение температуры замерзания раствора пропорционально молярной концентрации растворенных веществ (придется считать и ее!). Криоскопическая константа воды $1,86 \text{ К} \cdot \text{кг/моль}$.

Электрические аккумуляторы – химические источники тока многократного действия. По принципу работы аккумуляторы не отличаются от гальванических элементов, но электродные реакции, а также суммарная токообразующая реакция в аккумуляторах обратимы. Поэтому после разряда аккумулятор может быть снова заряжен пропуском тока в обратном направлении.

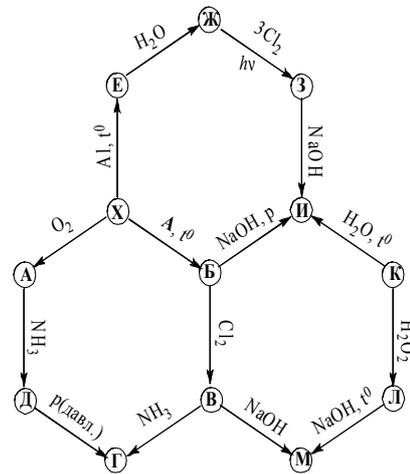
Заготовка для электродов свинцовых аккумуляторов представляет из себя пасту, приготовленную замешиванием смеси Pb_3O_4 и PbO с раствором А (активная масса); эту пасту намазывают на сетки-токоотводы из сплава Pb с 2-12% Sb и опускают в раствор А. Сетки присоединяют к различным полюсам зарядного устройства и формируют электроды, пропуская через раствор постоянный ток; при этом основной компонент пасты на одном электроде восстанавливается до свинца, на другом – окисляется до диоксида свинца. По окончании зарядки аккумулятор готов к эксплуатации.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия оксидов свинца с раствором А, а также электродных полуреакций, протекающих в процессах зарядки и разрядки аккумулятора (с указанием названий и зарядов электродов). Напишите суммарное уравнение процесса разрядки. Зная стандартные потенциалы электродов при 25°C ($E^\circ_{\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4} = 1,69 \text{ В}$, $E^\circ_{\text{PbSO}_4/\text{Pb}} = -0,36 \text{ В}$), рассчитайте ΔE° и константу равновесия для процесса разрядки: $K = \exp(nF\Delta E^\circ/RT)$, где n – число электронов, F – число Фарадея (96485 Кл/моль).
5. Допустим, в процессе работы нашего аккумулятора, содержащего 1,5 л электролита, плотность последнего упала от 1,260 до 1,140 г/мл (это соответствует 20 % раствору А). Проведите оценку массы израсходованного при этом вещества А в допущении, что объем электролита не изменился. Если у Вас все получилось, попробуйте посчитать эту массу точно, поскольку все данные для этого у Вас есть.

Задание 2. При взаимодействии вещества А (тетрабромпроизводное, молярная масса которого не превышает 400 г/моль) с цинковой пылью в водно-спиртовом растворе был получен углеводород Б, не содержащий кратных связей. Навеску углеводорода Б сожгли в избытке кислорода, а образовавшиеся продукты сгорания пропустили вначале через взвешенную трубку с избытком оксида фосфора(V), а затем через избыток известковой воды. Установили, что масса трубки с P_2O_5 увеличилась на 1,081 г. Осадок, образовавшийся в склянке с избытком известковой воды, отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса составила 7,508 г.

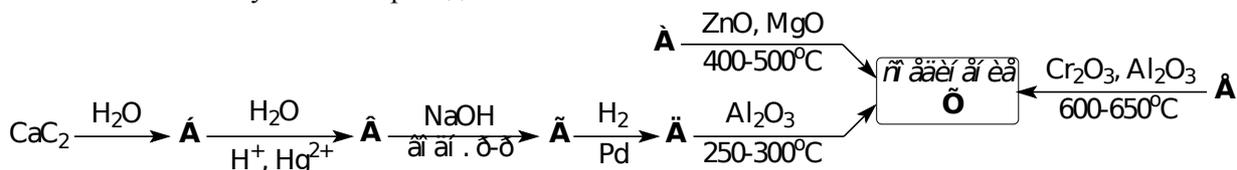
1. Установите молекулярную формулу углеводорода Б. Приведите необходимые расчеты и уравнения реакций.
2. Изобразите структурные формулы всех теоретически возможных изомеров Б, не содержащих кратных связей.
3. Известно, что для Б возможно существование лишь одного монобропроизводного (без учета оптических изомеров). Среди приведенных Вами в п. 2 структур выберите ту, которая удовлетворяет этому условию.
4. Изобразите структурную формулу соединения А, из которого был получен Б.

Задание 3. На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента X, входящего в состав всех органических веществ. Дополнительно известно, что соль K содержит три элемента, а в составе соли Л к тем же трем элементам добавляется еще и кислород. Катионы и анионы в них однозарядны. Содержание элемента X составляет в них 24,5% (K) и 18,5% (Л).



1. Установите элемент X. Назовите 4 широко известные аллотропные модификации простого вещества X. Для каждой из них приведите тип гибридизации атомов X.
2. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на схеме.
3. Нарисуйте структурные формулы соединений А – М. Приведите их номенклатурные названия.
4. Какие тривиальные названия имеют А, Б, В, Г, З, М? Где используются эти вещества (достаточно, если Вы укажете по одной области применения каждого)?

Задание 4. Соединение X является важным продуктом крупнотоннажной химической промышленности – в настоящее время его мировое производство составляет более 8 млн. т. в год. Первое промышленное производство X в СССР было основано на использовании реакции С.В. Лебедева, для чего пары соединения А пропускают над нагретой смесью оксидов цинка и магния. Германия, в отличие от СССР, не располагала ни источниками нефти, ни богатыми ресурсами растительного сырья, поэтому соединение X в то время получали из карбида кальция. В настоящее время X в промышленности получают каталитическим дегидрированием предельного углеводорода Е. Все упомянутые выше способы получения X приведены на схеме.



1. Приведите структурные формулы и названия соединений А-Е и X.
2. Как Вы думаете, каково основное применение X (с какой целью его получают в таких огромных количествах)?
3. Изобразите структурные формулы основных продуктов, образующихся при взаимодействии X с бромоводородом в различных условиях: а) при температуре +80 °С; б) при температуре –80 °С.
4. Если соединение X нагреть до 150-200 °С и выдержать некоторое время в автоклаве при этой температуре, то удастся получить циклическое соединение Y. Приведите структурную формулу Y.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием всех продуктов и стехиометрических коэффициентов), происходящих при кипячении X и Y с избытком раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

Задание 5. Существует несколько бинарных соединений элемента Э с водородом. Прямым взаимодействием простых веществ получают соединение А, содержащее 17,65 масс. % водорода, обладающее резким запахом и окрашивающее смоченную лакмусовую бумажку в синий цвет. Для получения соединения Б раствор А смешивают на холоду с гипохлоритом натрия в соотношении 30:1 и раствором желатина, а затем быстро пропускают под давлением через реактор при 150 °С (время контакта 1 с). Соединение Б, подобно А, окрашивает смоченную лакмусовую бумажку в синий цвет. Третье соединение, В, напротив, окрашивает лакмус в красный цвет. При этом реакция А и В приводит к образованию вещества Г, содержащего 6,67 масс. % водорода. А реакция Б и В приводит к образованию вещества Д, которое также содержит 6,67 масс. % водорода. Раствор соединения В можно получить при реакции Б с разбавленным сине-голубым раствором неустойчивой кислоты Е, отличающейся от остальных соединений наличием в ее составе кислорода.

1. Установите элемент Э, бинарные вещества А-Д, кислоту Е. Для веществ А-Е приведите формулы и названия.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

Основное применение Б и его метил (Б1) и диметилпроизводных (Б2) — ракетное топливо в управляемых космических кораблях, луноходах и т. д. Луноход «Аполлон» сбрасывал скорость при посадке и набирал мощность при взлёте, используя смесь 1:1 (по молям) метил- и диметилпроизводных Б и N₂O₄ в качестве окислителя.

3. Приведите формулы и названия соединений Б1 и Б2. Известно, что теплота сгорания Б1 равна 1,30·10³ кДж/моль, теплота сгорания Б2 — 3,14·10³ кДж/моль, теплота образования N₂O₄ равна –9,16 кДж/моль. Напишите уравнения реакций, которым отвечают эти тепловые эффекты. Запишите уравнения реакций Б1 и Б2 с N₂O₄ и рассчитайте количества теплоты, выделяющейся в этих реакциях.

4. Какую массу окислителя израсходовал «Аполлон» при посадке на Луну, которая потребовала 3 т топлива? Какое количество энергии «Аполлон» затратил на посадку?

Желаем удачи, наше Юное дарование!

Заключительный этап Всесибирской открытой олимпиады школьников по химии (2008-2009 уч. год)

11 класс

Задание 1. На завод, производящий свинцовые аккумуляторы, поступила железнодорожная цистерна, содержащая 40,0 м³ тяжелой ($\rho=1,834$ г/мл) бесцветной маслянистой жидкости без запаха, смешивающейся с водой в любых соотношениях. Эта едкая жидкость легко растворяет не только такие активные металлы, как марганец, но даже и серебро, а также серу и фосфор, реагирует с неорганическими солями (например, NaCl, KBr, KI), а от многих предметов органического происхождения остаются только черные хлопья, да и те при нагревании исчезают. Жидкость эта, иногда называемая «кровью химии», чрезвычайно востребована промышленностью развитых стран – ее мировое производство в 2008 г. перевалило за 200 млн т, из которых более 10 млн т было произведено в России.



1. Назовите эту жидкость, напишите уравнения описанных реакций, объясните ее действие на предметы органического происхождения. Какая из отраслей химической промышленности является основным потребителем этой жидкости?
2. Жидкость, находящаяся в цистерне, содержит 95,0 масс. % вещества А (остальное – вода). Сколько аккумуляторов завод сможет заправить электролитом, приготовленным из этой жидкости, если на каждый прибор требуется 1,50 л 35,0 % раствора А (его плотность 1,260 г/мл)? Рассчитайте точное соотношение объемов воды и исходной жидкости, которые требуется смешивать для приготовления нового раствора. Как Вы посоветуете аппаратчику готовить этот раствор, и какую воду он может взять для этой цели (морскую, речную, водопроводную, компании «чистая вода» или какую-то другую)?
3. Итак, 35 % раствор мы приготовили. Напишите названия присутствующих в этом растворе ионов и оцените их молярную концентрацию. Все, что Вам для этого нужно знать – вещество А, его свойства в водном растворе и одну справочную константу диссоциации ($1,2 \cdot 10^{-2}$). Оцените заодно, насколько холодно должно быть за окном, чтобы новый аккумулятор замерз. Известно, что понижение температуры замерзания раствора пропорционально молярной концентрации растворенных веществ (придется считать и ее!). Криоскопическая константа воды 1,86 К*кг/моль.

Электрические аккумуляторы – химические источники тока многократного действия. По принципу работы аккумуляторы не отличаются от гальванических элементов, но электродные реакции, а также суммарная токообразующая реакция в аккумуляторах обратимы. Поэтому после разряда аккумулятор может быть снова заряжен пропуском тока в обратном направлении.

Заготовка для электродов свинцовых аккумуляторов представляет из себя пасту, приготовленную замешиванием смеси Pb₃O₄ и PbO с раствором А (активная масса); эту пасту намазывают на сетки-токоотводы из сплава Pb с 2-12% Sb и опускают в раствор А. Сетки присоединяют к различным полюсам зарядного устройства и формируют электроды, пропуская через раствор постоянный ток; при этом основной компонент пасты на одном электроде восстанавливается, на другом – окисляется. По окончании зарядки аккумулятор готов к эксплуатации.

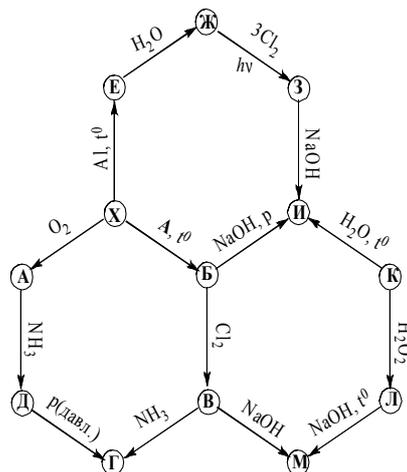
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия оксидов свинца с раствором А, а также электродных полуреакций, протекающих в процессах зарядки и разрядки аккумулятора (с указанием названий и зарядов электродов). Напишите суммарное уравнение процесса разрядки. Зная стандартные потенциалы электродов при 25 °С ($E^0_{\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4} = 1,69$ В, $E^0_{\text{PbSO}_4/\text{Pb}} = -0,36$ В), рассчитайте ΔE^0 и константу равновесия для процесса разрядки: $K = \exp(nF\Delta E^0/RT)$, где n – число электронов, F – число Фарадея (96485 Кл/моль).
5. Допустим, в процессе работы нашего аккумулятора, содержащего 1,5 л электролита, плотность последнего упала от 1,260 до 1,140 г/мл (это соответствует 20 % раствору А). Проведите оценку массы израсходованного при этом вещества А в допущении, что объем электролита не изменился. Если у Вас все получилось, попробуйте посчитать эту массу точно, поскольку все данные для этого у Вас есть.

Задание 2. При взаимодействии вещества А (тетрабромпроизводное, молярная масса которого не превышает 400 г/моль) с цинковой пылью в водно-спиртовом растворе был получен углеводород Б, не содержащий кратных связей. Навеску углеводорода Б сожгли в избытке кислорода, а образовавшиеся продукты сгорания пропустили вначале через взвешенную трубку с избытком оксида фосфора(V), а затем через избыток известковой воды. Установили, что масса трубки с P₂O₅ увеличилась на 1,081 г. Осадок, образовавшийся в склянке с избытком известковой воды, отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса составила 7,508 г.

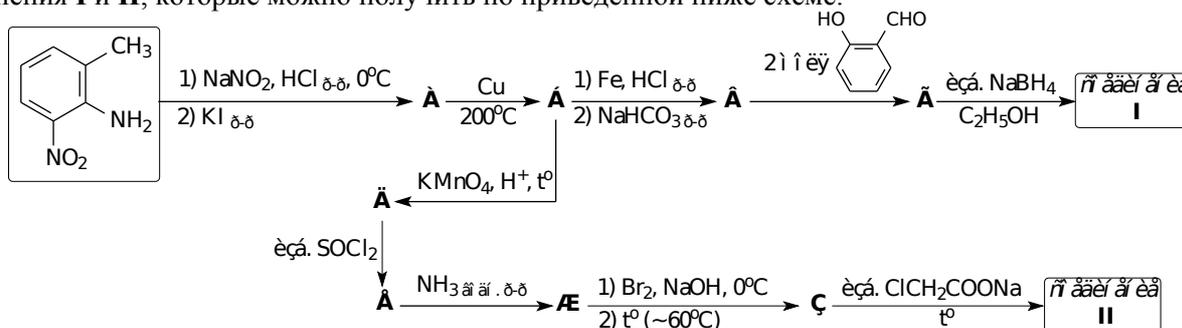
1. Установите молекулярную формулу углеводорода Б. Приведите необходимые расчеты и уравнения реакций.
2. Изобразите структурные формулы всех теоретически возможных изомеров Б, не содержащих кратных связей.
3. Известно, что для Б возможно существование лишь одного монобропроизводного (без учета оптических изомеров). Среди приведенных Вами в п. 2 структур выберите ту, которая удовлетворяет этому условию.
4. Изобразите структурную формулу соединения А, из которого был получен Б.

Задание 3. На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента **X**, входящего в состав всех органических веществ. Дополнительно известно, что соль **K** содержит три элемента, а в составе соли **L** к тем же трем элементам добавляется еще и кислород. Катионы и анионы в них однозарядны. Содержание элемента **X** составляет в них 24,5 % (**K**) и 18,5 % (**L**).

1. Установите элемент **X**. Назовите 4 широко известные аллотропные модификации простого вещества **X**. Для каждой из них приведите тип гибридизации атомов **X**.
2. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на схеме.
3. Нарисуйте структурные формулы соединений **A – M**. Приведите их номенклатурные названия.
4. Какие тривиальные названия имеют **A, Б, В, Г, З, М**? Где используются эти вещества (достаточно, если Вы укажете по одной области применения каждого)?



Задание 4. Одним из наиболее перспективных путей повышения эффективности синтеза оптически активных соединений в настоящее время считается асимметрический катализ. Его суть сводится к использованию в качестве катализаторов комплексных соединений переходных металлов, содержащих хиральные лиганды. Путем варьирования центрального атома металла, природы органических лигандов и хиральных добавок можно направить пространственное течение реакции практически по любому нужному пути. Представителями таких лигандов являются соединения **I** и **II**, которые можно получить по приведенной ниже схеме.



1. Приведите структурные формулы соединений **A-З, I** и **II**.
2. Соединения **I** и **II** получают в данной схеме в виде смеси двух энантиомеров. Изобразите структурные формулы этих двух энантиомеров для любого (на Ваш выбор) соединения (группировки, находящиеся над плоскостью Вашего листа обозначайте \blacktriangle , под плоскостью – \cdots).

Задание 5. Минерал **X**, в состав которого входит один из элементов пятого периода ПС Д.И. Менделеева, встречается в природе в виде серо-голубых кристаллов или черного порошка. Этот очень мягкий и жирный на ощупь минерал был известен людям еще в древности, нередко его путали с графитом или галенитом. Нагревание этого минерала до 800 °С в токе водорода приводит к образованию светло-серого металла **A**. При обжиге при 500 °С навески **X** массой 1,000 г в избытке кислорода образовался белый твердый продукт **Б** массой 0,8988 г и газ **В**. На взаимодействие с газообразным продуктом **В** было потрачено 99,94 мл подкисленного раствора KMnO_4 с концентрацией $C(\text{KMnO}_4) = 0,05000$ моль/л; при этом раствор полностью обесцветился.

1. Определите зашифрованные вещества, приведите необходимые расчеты. Напишите уравнения всех упомянутых в условии задания реакций.
2. Как называется минерал **X**? Приведите формулу галенита.
3. Напишите уравнения реакций: а) минерала **X** с концентрированной азотной кислотой при нагревании; б) сплавления минерала **X** с натриевой щелочью в атмосфере кислорода; в) соединения **Б** с концентрированным водным раствором аммиака.
4. Раствор соединения, образующегося в реакции п. 3(в), используется в качественном анализе для обнаружения ортофосфат-ионов. При их наличии в подкисленном анализируемом растворе выпадает яркий желтый осадок. Приведите уравнение этой реакции в сокращенном ионном виде.

Желаем удачи, наше Юное дарование!