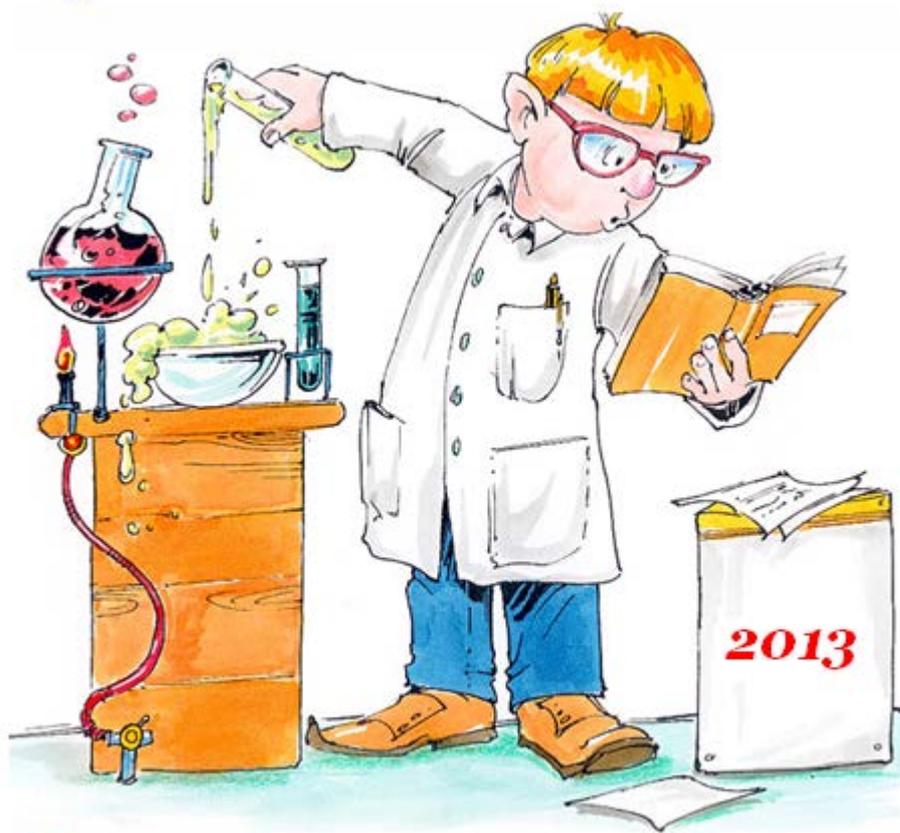




Сборник олимпиадных задач по химии



Оригинальная задача

ТВЕРЬ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ
ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТНОЙ ИНСТИТУТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧИТЕЛЕЙ
Тверское отделение межрегиональной общественной организации
«Ассоциация учителей и преподавателей химии»

ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА

Сборник олимпиадных задач по химии

*Рекомендовано отделом инновационной педагогической практики
Тверского областного института усовершенствования учителей
в качестве пособия для подготовки обучающихся
общеобразовательных учреждений
к муниципальному и региональному этапам
Всероссийской олимпиады школьников по химии*

Тверь
ООО «СФК-офис»
2013

УДК 373.5.016 : 54

ББК 74.262.4

О-65

Коллектив авторов:

*Соболев А.Е., Исаев Д.С., Горбунова Т.А., Селина Т.Ю., Соковишина Н.В.,
Козлова И.Р., Дежина Л.В., Маханькова Н., Анасова В.А., Поточкина Н.Н.,
Андреева Ю., Котова А., Тихонова В.Г.*

Рецензенты (эксперты):

*Соболев Александр Евгеньевич, кандидат химических наук,
доцент ТвГТУ, председатель жюри регионального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по химии
Журавлев Олег Евгеньевич, кандидат химических наук, доцент ТвГУ
Анисенкова Наталья Александровна, Заслуженный учитель РФ,
учитель химии высшей категории МОУ СОШ №20 г. Твери
Бабошко Надежда Сергеевна, Заслуженный учитель РФ,
учитель химии высшей категории МОУ СОШ №39 г. Твери
Каленова Раиса Петровна, Заслуженный учитель РФ
Горбунова Татьяна Анатольевна, Почетный работник общего образования РФ,
учитель химии высшей категории МОУ СОШ №45 г. Твери
Никитина Валентина Петровна, Почетный работник общего образования РФ,
учитель химии высшей категории МОУ «Гимназия №44» г. Твери
Капустина Татьяна Анатольевна, Почетный работник общего образования РФ,
учитель химии высшей категории МОУ СОШ №17 г. Твери
Ракитин Михаил Юрьевич, аспирант кафедры биотехнологии и химии ТвГТУ
Романюк Андрей Владимирович, студент химического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова*

**О-65 Оригинальная задача: Сборник олимпиадных задач
по химии. – Тверь: Издательство «СФК-офис», 2013. – 76 с.**

ISBN 978-5-91504-020-4

Сборник включает задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2012-2013 учебного года и авторские олимпиадные задачи, представленные в рамках первого Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача - 2013» и получившие положительное заключение по результатам экспертизы.

Издание предназначено для учителей химии и обучающихся 8-11 классов общеобразовательных учреждений.

УДК 373.5.016 : 54

ББК 74.262.4

© Коллектив авторов, 2013

ISBN 978-5-91504-020-4

© Издательство «СФК-офис», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Итоги первого Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача - 2013».....	4
Авторские задачи, представленные на конкурс.....	6
Девятый класс.....	6
Десятый класс.....	11
Одиннадцатый класс.....	17
Решение задач (9 класс).....	21
Решение задач (10 класс).....	28
Решение задач (11 класс).....	36
Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2012-2013 учебного года.....	43
Восьмой класс.....	44
Девятый класс.....	46
Десятый класс.....	48
Одиннадцатый класс.....	50
Решение задач (8 класс).....	52
Решение задач (9 класс).....	55
Решение задач (10 класс).....	60
Решение задач (11 класс).....	66
Информация об авторах.....	75

Условные обозначения



– олимпиадные задачи школьного уровня



– олимпиадные задачи муниципального уровня



– олимпиадные задачи регионального уровня

ИТОГИ ПЕРВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО КОНКУРСА МЕТОДИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК «ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА - 2013»

В рамках реализации плана работы Тверского отделения межрегиональной общественной организации «Ассоциация учителей и преподавателей химии» в 2012-2013 учебном году впервые был объявлен Региональный конкурс методических разработок «Оригинальная задача - 2013».

На конкурс было заявлено 40 олимпиадных задач по химии от 14 авторов (учителей химии, студентов и обучающихся старших классов общеобразовательных учреждений). Конкурс состоялся по следующим номинациям: «Самая оригинальная задача» (главный критерий – оригинальность), «Лучшая расчетная (теоретическая) задача», «Лучшая качественная (экспериментальная) задача» и «Лучшая комбинированная задача».

В экспертизе работ приняли участие опытные учителя химии Тверской области, студенты и аспиранты, ранее активно участвовавшие в олимпиадном движении. Преследуя цель объективной оценки материалов, все конкурсные задачи были предварительно зашифрованы. Эксперты, участвовавшие в конкурсе, свои задачи не оценивали.

Оценка работ производилась по пятибалльной шкале по следующим критериям: общее впечатление от задачи, оригинальность, грамотность в формулировке задания, понятность условия для учащихся, возможность решения задачи несколькими способами, рациональность решения. Восемь задач из сорока не прошли конкурсный отбор.

Ниже представлены итоговые протоколы (по номинациям) Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача - 2013».

Номинация «Самая оригинальная задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов за критерий «Оригинальность»	Общая сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
33	10-5	Селина Т.Ю.	4,75	25,36	1 место
36	11-7	Горбунова Т.А.	4,29	24,70	2 место
37	10-7	Исаев Д.С.	4,50	24,15	3 место

Номинация «Лучшая качественная (экспериментальная) задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
35	11-6	Горбунова Т.А.	24,56	1 место
21	9-10	Исаев Д.С.	23,64	2 место
8	9-5	Маханькова Н.	21,76	3 место
27	9-13	Соковицина Н.В.	21,65	3 место
40	10-9	Исаев Д.С.	22,64	–
41	9-15	Исаев Д.С.	21,51	–
7	9-4	Маханькова Н.	21,39	–
28	9-14	Исаев Д.С.	21,14	–
22	11-4	Исаев Д.С.	21,01	–
9	9-6	Потокина Н.Н.	20,64	–
32	11-5	Исаев Д.С.	20,64	–
26	10-2	Соковицина Н.В.	20,51	–
25	9-12	Соковицина Н.В.	20,39	–
23	9-11	Тихонова В.Г.	20,01	–
11	9-7	Потокина Н.Н.	18,39	–
12	9-8	Котова А.	16,88	–

Номинация «Лучшая расчетная (теоретическая) задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
20	9-9	Исаев Д.С.	23,22	1 место
6	9-3	Дежина Л.В.	23,14	2 место
15	11-2	Козлова И.Р.	21,13	3 место
31	10-4	Исаев Д.С.	23,01	–
38	10-8	Исаев Д.С.	21,99	–
4	9-1	Апасова В.А.	20,76	–
5	9-2	Апасова В.А.	19,76	–

Номинация «Лучшая комбинированная задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
29	10-3	Исаев Д.С.	25,38	1 место
34	10-6	Селина Т.Ю.	25,15	2 место
14	11-1	Козлова И.Р.	24,27	3 место
19	11-3	Исаев Д.С.	24,53	–
39	11-8	Исаев Д.С.	23,89	–
1	10-1	Андреева Ю.	18,89	–

АВТОРСКИЕ ЗАДАЧИ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ НА КОНКУРС

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1



Хлорид кобальта(II) образует несколько форм кристаллогидратов, отличающихся друг от друга по цвету. Моногидрат имеет сине-фиолетовую окраску, дигидрат – фиолетовую, тетрагидрат – темно-красную, гексагидрат – розовую. В распоряжении химика имеются соли сине-фиолетового, фиолетового и темно-красного цвета.

Рассчитайте, в каком соотношении следует брать эти соли для приготовления из каждой 10% раствора. Предложите варианты использования хлорида кобальта(II), связанные с различной окраской его кристаллогидратов.

Задача 9-2

Одна из разновидностей кристаллогидратов хлорида кобальта(II) содержит в своем составе 35,64% воды. Установите формулу кристаллогидрата и рассчитайте массу осадка, который образуется при взаимодействии 202 г такой соли с достаточным количеством гидроксида натрия.



Задача 9-3



« ... Это первый металл, с которым познакомился человек, еще во времена нового каменного века (около 6 тыс. лет назад на Древнем Востоке и около 4 тыс. лет назад в Европе). Встречается в природе в самородном состоянии в виде пластинок, губчатых и сплошных масс, а также кристаллов. Самородки этого металла гораздо больше распространены в природе, чем самородки других металлов. Самый крупный из найденных самородков имел массу 420 тонн. Человек быстро оценил преимущества этого металла. Возраст предметов, изготовленных из ..., достигает 6 тыс. лет...»

О каком металле говорится в тексте? Какие минералы, содержащие этот металл, вы знаете? Напишите названия и формулы шести важнейших минералов, в состав которых входит этот металл. Рассчитайте, в каком из минералов содержание этого металла наибольшее?

Задача 9-4

Химику-лаборанту Осадкину необходимо перевезти через реку $Mn(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, ZnI_2 . Но лодка такова, что в ней может поместиться химик-лаборант, а с ним в одной руке он может держать или $Mn(NO_3)_2$, или $Ba(OH)_2$, или ZnI_2 . Но если оставить $Ba(OH)_2$ с ZnI_2 на одном берегу, то они взаимодействуют с образованием осадка $Zn(OH)_2$, и перевезти их будет нельзя. Если оставить $Mn(NO_3)_2$ с $Ba(OH)_2$, то они вступят в химическую реакцию – образуется осадок $Mn(OH)_2$. Как перевезет свои пробирки Осадкин?



Задача 9-5



Студенты химического факультета Дмитрий, Иван, Алексей, Игорь, Александр, Михаил и Роман организовали эксперимент. У каждого из них пробирка с веществом. Вещества – Na_2SO_4 , K_2CO_3 , H_2S , $Ba(OH)_2$, $Cu(NO_3)_2$, ZnI_2 , $AgNO_3$. У Игоря в руках пробирка с Na_2SO_4 . K_2CO_3 будет взаимодействовать с содержимым пробирки Ивана, и образуется углекислый газ. При взаимодействии содержимого пробирки Дмитрия с веществом пробирки Игоря выпадет белый осадок. При взаимодействии вещества в пробирке Алексея с содержимым пробирки Дмитрия выпадает голубой осадок. При взаимодействии содержимого пробирок Михаила и Романа выпадает осадок желтого цвета. При взаимодействии вещества из пробирки Михаила и содержимого пробирки Дмитрия выпадает белый осадок, который растворяется в избытке щелочи. Определите, какие вещества находятся у кого в пробирках.

Задача 9-6

*«Тогда услышал я (о, диво!), запах скверный,
Как будто тухлое разбилось яйцо,
Или карантинный страж курил жаровней серной.
Я, нос себе зажав, отворотил лицо...»*

А.С. Пушкин



Одной из основных причин потемнения художественных картин старых мастеров было использование свинцовых белил, которые за несколько веков, взаимодействуя со следами газа, о котором писал А.С. Пушкин в одном из своих стихотворений, образуют осадок черного цвета. Свинцовые белила – это пигмент, представляющий собой карбонат свинца(II).

При обработке осадка пероксидом водорода происходит химическая реакция, при этом образуется соединение белого цвета. Так реставрируют почерневшие масляные картины.

Какой газ вызывает потемнение художественных картин? Назовите это вещество, напишите его химическую формулу. Приведите уравнения реакций, о которых идет речь в задаче.

Задача 9-7



Название этого вещества происходит от греческого «малахе» – мальва (по цвету листвы), либо от «малакос» – мягкий. Водный карбонат меди всех оттенков зеленого цвета вплоть до черно-зеленого. В древности его считали камнем всех врачей и ученых, символом исполнения желаний.

При нагревании в колбе выделяет воду, углекислый газ и становится черным. С глубокой древности известен способ получения свободной меди при взаимодействии этого вещества с угарным газом, который образуется в условиях неполного сгорания угля.

Назовите вещество, напишите его формулу. Запишите уравнения химических реакций, о которых идет речь в задаче.

Задача 9-8

Девочка Ира приехала с мамой на дачу. Ее мама очень любила выращивать овощи и фрукты, но для хорошего урожая надо удобрять почву и бороться с вредителями, поэтому у нее была целая полка баночек с удобрениями, при этом каждая банка была подписана. Однажды Ира случайно уронила баночки и перепутала все надписи. Но так как ее мама очень хорошо знала, как можно различить каждое удобрение, то они провели следующие опыты.



Взяли баночку №1. На внешний вид это были белые кристаллические гранулы. Когда они добавили их в воду, гранулы быстро растворились. При добавлении к серной кислоте с медью выделился бурый газ, при взаимодействии со щелочью появился отчетливый запах аммиака, а вот с раствором нитрата серебра, уксусной кислотой и хлоридом бария реакция не пошла.

В баночке №2 были крупные бесцветные кристаллы, очень хорошо растворимые в воде. Если их добавить к серной кислоте с медью, выделится бурый газ. Если это вещество внести в пламя, оно окрасится в желтый цвет. При взаимодействии с хлоридом бария и уксусной кислотой наблюдается помутнение раствора, со щелочью запах не ощущается.

В банке №3 были мелкие светло-серые кристаллы. Они хорошо растворялись в воде. При взаимодействии со щелочью выделяется газ, напоминающий запах нашатырного спирта. С кислотой и медью газ не выделялся, а вот с раствором хлорида бария и уксусной кислоты выпал белый осадок. При добавлении кристаллов к раствору нитрата серебра наблюдалось помутнение.

В баночке №4 были кристаллы, не имеющие цвета. Они растворились в воде. При нагревании пламя окрасилось в желтый цвет, а вот если поднести синее стекло, можно увидеть фиолетовое окрашивание. С серной кислотой газ не выделился, запах нашатырного спирта не ощущался и при добавлении

Задача 9-11



Простое вещество желтого цвета, кристаллы которого тонут в воде, а порошок плавает на поверхности воды, прореагировало с газообразным веществом при нагревании. В результате получили ядовитый газ. Известно, что он горит голубым пламенем. Газ собрали и пропустили через раствор хлорида меди(II). Полученный черный осадок подвергли обжигу. Образовавшийся газ с резким запахом окислили при нагревании в присутствии катализатора и растворили в воде. К половине полученного раствора бесцветной жидкости добавили раствор хлорида бария. При этом выпал белый осадок. К другой половине добавили лакмус. При этом раствор покраснел.

1. Назовите перечисленные вещества.
2. Запишите соответствующую цепочку превращений.
3. Напишите уравнения реакций.
4. Укажите уравнения окислительно-восстановительных реакций, покажите переход электронов, определите окислитель и восстановитель.
5. Для реакций ионного обмена приведите краткие ионные уравнения.

Задача 9-12

Порошок вещества *A* изумрудно-зеленого цвета прокалили. Образовалось вещество *B* черного цвета, выделился газ *C*, стенки нагреваемой пробирки покрылись капельками вещества *X*. Выделяющийся при нагревании вещества *A* газ *C* пропустили через баритовую воду, которая сначала помутнела, а при длительном пропускании газа *C* вновь стала прозрачной. Над твердым веществом *B*, оставшемся после прокаливания изумрудно-зеленого порошка, пропустили при нагревании избыток газа *D*, который в 14,5 раз легче воздуха. Образовалось вещество *E* красно-коричневого цвета, которое растворили в тяжелой маслянистой жидкости *F* при нагревании. Процесс сопровождался выделением газа *Z* с запахом жженных спичек, в результате образовался раствор *H* голубого цвета.



Определите упомянутые неизвестные вещества. Напишите уравнения протекающих реакций. Приведите примеры двух реакций, позволяющих получить из вещества *B* вещество *E* другими способами.

Задача 9-13



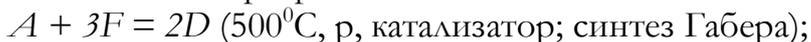
Смесь фосфорита, кокса и песка нагревали в электрической печи. Один из продуктов этой реакции *A* может самопроизвольно воспламеняться на воздухе, образуя твердое белое вещество *B*, способное растворяться при нагревании в жидкости *C*. Образуется раствор *D*, окрашивающий лакмус в красный цвет.

Вещество A может растворяться в растворе едкого кали с выделением газа E с чесночным запахом, который также самопроизвольно воспламеняется на воздухе. При пропускании газа E через водный раствор ляписа образуется серебристый металл F , используемый при производстве ювелирных изделий, и смесь двух кислот (D и H).

Определите упомянутые неизвестные вещества. Напишите уравнения проведенных реакций. Приведите уравнения реакций растворения металла F в концентрированной и разбавленной кислоте H .

Задача 9-14

Даны схемы превращений веществ:



$2D + CO_2 = E + C$ (180°C , катализатор – вещество $C_{(нар)}$; синтез Базарова). Вещество E – органическое вещество, входит в состав многих жевательных резинок. Определите вещества A, B, C, D, E, F . Где встречается вещество E в природе?



Задача 9-15

Лаборант кабинета химии приготовил для демонстрации образцы металлов, но забыл подписать этикетки. Известно, что в химических стаканах находятся порошки четырех серебристо-белых металлов – магния, олова, галлия и кадмия. Вам предлагается, используя горячую дистиллированную воду, горячий раствор этанола, действие на металлы концентрированного раствора гидроксида натрия и разбавленного раствора хлороводородной кислоты, определить содержимое каждого из стаканов. Составьте уравнения всех происходящих химических реакций.



ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1

Их роль важна! И нет сомнения,

О том, что эти соединения

Содержатся во всем.

Вот, например, капрон, масла и прочие изделия.

Ну что ж, с органикой знакомы?

Тогда, наверно, все же вспомнишь,

Что это кислота!

Теперь же я хочу узнать,

Какую кислоту ты сможешь отгадать!



1. Ее вы встретите в крапиве, в хвое еловой. Ее использовали как средство для лечения ревматизма, так как выделения муравьев помогали справиться с этой болезнью. А если к этой кислоте добавить спирт с $\omega(\text{O}) = 14,81\%$, то образуется вещество с запахом цветка, в честь которого дали имя невесте Аладдина, из известного диснеевского мультфильма. Что это за кислота? Напишите формулу и название спирта, название цветка, формулу вещества, которое имеет запах этого цветка. Напишите уравнение протекающей реакции.
2. Это высшая предельная карбоновая кислота, которую часто используют для получения мыла. $\omega(\text{C}) = 71,83\%$. Напишите соли, которые используются для производства жидкого и твердого мыла, и их способы получения.
3. Это кислота образуется в квашеной капусте и других продуктах скисания. Важный промежуточный продукт обмена веществ у животных, растений и микроорганизмов. Соли и эфиры этой кислоты – лактаты. Напишите формулу и название вещества (тривиальное и по международной номенклатуре ИЮПАК).
4. Бесцветная жидкость с резким запахом. В 1648 году была открыта немецким химиком И.Р. Глаубером. С ней знакомы все любители пельменей. Напишите формулу и название кислоты. Рассчитайте, сколько массы этой кислоты прореагирует с 16,8 г негашеной извести. Напишите название образовавшейся соли.
5. Эта кислота образуется в сливочном масле. Ее эфиры применяются как душистые вещества. Неизвестный эфир этой кислоты имеет запах ананаса. Для получения этого сложного эфира в реакции этерификации используют спирт, который служит сырьем для производства синтетического каучука. Напишите название по международной номенклатуре ИЮПАК и формулу этой кислоты; формулу, название сложного эфира и уравнения реакций его получения путем реакции этерификации.
6. Это двухосновная кислота представляет собой бесцветные кристаллы, двухосновная. Ее соединения являются частью биологических мембран. Соли этой кислоты – оксалаты. Напишите название и формулу этой кислоты. В каких растениях содержатся ее калийные соли?
7. Бесцветная жидкость с неприятным запахом. Имеет 4 изомера (только разветвление углеродного скелета!). Также была найдена в корне одного из растений (многолетнее травянистое лекарственное). Напишите формулу, название и изомеры этой кислоты. В корне какого растения она была найдена?

Задача 10-2



Газ *A*, который используют при сварке и резке металлов, смешали с горючим взрывоопасным газом *B* в молярном соотношении 1:1 и пропустили при нагревании над платиновым катализатором. Образовался газ *C*, который используют для ускорения созревания плодов и фруктов. Газ *C* пропустили через раствор *D* желтого цвета, который в

процессе взаимодействия с газом *C* обесцветился. Затем газ *C* пропустили через водный раствор вещества *E*, окрашенный в розовый цвет. Раствор также обесцветился. Образовавшееся органическое вещество *F* вступает в реакцию с серебристо-белым легким металлом *H*, хранящимся в лаборатории под слоем керосина. Процесс сопровождается выделением газа.

Определите упомянутые неизвестные вещества. Напишите уравнения проведенных реакций. Приведите уравнение реакции, позволяющей использовать газ *A* для сварки и резки металлов.

Задача 10-3

Неизвестный углеводород *A* взаимодействует с хлорэтаном и металлическим натрием в инертной среде (по реакции Вюрца), при этом образуется новое вещество *B*. Хлорирование на свету последнего дает вещество *C*, которое вступает в реакцию Савича (взаимодействие со спиртовым раствором гидроксида натрия) с образованием непредельного соединения *D*. Конечное вещество 2,2,7,7-тетраметилоктан можно синтезировать по реакции Вюрца из продукта, полученного обработкой вещества *D* бромоводородом в присутствии пероксидов.



Составьте уравнения всех химических реакций. Установите исходное вещество *A*. Составьте и назовите все возможные изомеры вещества *D*, если известно, что оно содержит 85,714% по массе углерода, а относительная плотность паров вещества по угарному газу равна 3.

Задача 10-4



Пропускание смеси этена, этана и пропилена через 400 г 10% раствора брома уменьшает исходный объем на 5,6 л (н.у.). При этом образуется 49,1 г осадка. При сжигании такого же объема смеси образуется 23,52 л углекислого газа, а на гидрирование смеси затрачивается 5,6 л (н.у.) водорода (конечный объем этана составляет 6,72 л).

Установите объемную долю каждого компонента смеси.

Задача 10-5

В 1752 г. в актах Стокгольмской академии наук появилось сообщение «О Седьмом металле *X*, называемом в Испании «серебришко из Пинто». Автор этого сообщения, директор Шведского монетного двора Шеффер, утверждал: «Это отнюдь не курьез, не сплав и не полуметалл, а новый полноправный элемент. Он относительно мягок и очень тягуч. Весьма пассивен по отношению к кислотам и щелочам, не реагирует с водой. При нагревании до 500°C окисляется кислородом воздуха. Один из возможных продуктов окисления – коричневое вещество *Y*. Причем если взять 5 унций чистого вещества *X*, то получится 5,82 унции *Y*. *X* способен



окисляться галогенами и серой с образованием различных продуктов в зависимости от условий. Так при $t \approx 600^\circ\text{C}$ X окисляется фтором с образованием темно-красных кристаллов XF_6 , а с серой при $t \approx 200^\circ\text{C}$ образует серовато-черное вещество XS .

Со многими известными металлами элемент X образует сплавы, которые могут быть использованы для чеканки монет».

Металл X на сегодняшний день – один из самых дорогостоящих металлов. С металлом Z он образует сплав, который служит материалом для изготовления ювелирных изделий. Если взять 3 г такого сплава, содержащего 5% Z , и растворить его в слегка подогретой концентрированной азотной кислоте, то выделится 0,175 л (н.у.) оксида азота(IV).

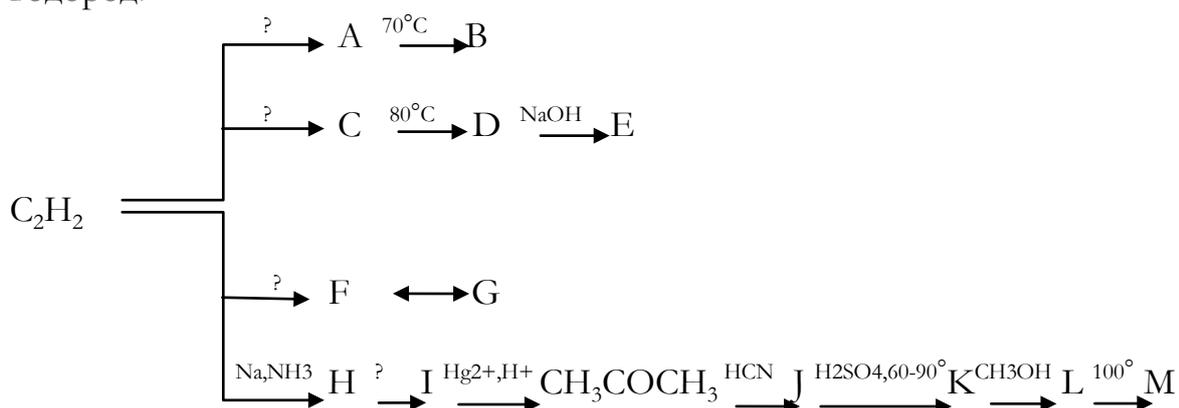
О каком металле X идет речь в задаче? Аргументируйте свой ответ. Какой состав имеет вещество Y ? Напишите уравнения всех реакций, упомянутых в задаче. Какие еще продукты могут образовываться в этих реакциях? Почему испанский король впоследствии мог запретить ввоз металла X ? Определите второй компонент Z в сплаве. Где еще может использоваться металл X ? Какова его роль в органической химии?

Задача 10-6



Веком атомной энергии, веком электроники и космоса образно называют XXI век. Однако столь же справедливо наше время можно назвать эпохой синтетических полимерных материалов. Одним из самых популярных синтетических полимеров является B . Из него производят буквально все: различные упаковки, бутылки, игрушки, кредитные карты и т.д.

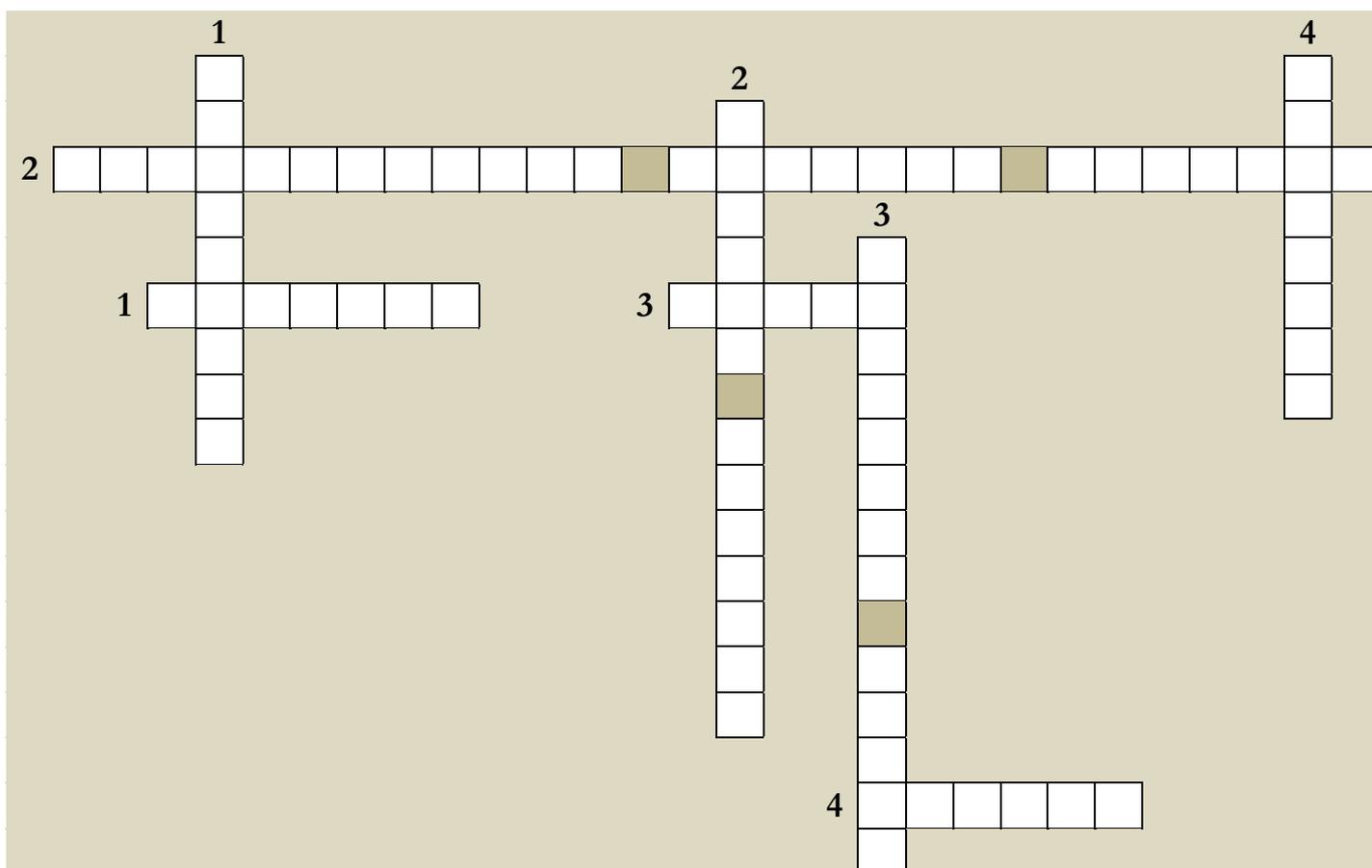
Другой не менее важный синтетический материал D . Этот полимер представляет собой аморфное, прозрачное вещество без вкуса и запаха. D широко применяется в лакокрасочной промышленности. Полимер E нельзя получить из соответствующего мономера F , однако его легко синтезировать из D путем щелочного гидролиза. E хорошо растворим в воде и высших спиртах, а с иодом образует комплексы синего цвета. Полимер M является прозрачным пластиком и используется в качестве небьющегося заменителя стекла. Исходным сырьем для получения M служат ацетон и цианистый водород.



О каких синтетических полимерах идет речь в задаче, если известно, что мономеры трех из них содержат радикал винил? Определите все зашифрованные в цепочке вещества и назовите их. Напишите все уравнения реакций и, где это необходимо, восстановите условия превращений. Почему полимер *E* не может быть получен из соответствующего мономера? Напишите уравнение реакции сополимеризации веществ *A* и *L*. Какие вещества также могут вступать в реакцию сополимеризации? Напишите уравнения. Рассчитайте степень полимеризации вещества *B*, если средняя молекулярная масса полимера составляет 500000 г/моль, а выход реакции равен 80%.

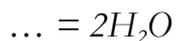
Задача 10-7

Предлагаем составить «левые» части предложенных уравнений реакций, определить названия веществ, о которых говорится. Ответ можно оформить в виде мини-крестворда «Опасные в обращении вещества».

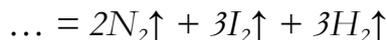


По горизонтали:

1. Это газообразное вещество французский химик XVIII века Пилатр де Розье выдохнул... на свечу. Газ был смешан с воздухом, поэтому произошел взрыв. Розье впоследствии писал: Я думал, что у меня вылетят зубы вместе с корнями...»:



2. Это вещество открыл Куртуа (первооткрыватель иода), которого спас от гибели шмель, залетевший в помещение и севший на высушенный осадок нового неизвестного вещества:



3. Смесь, состоящую из триоксохлорита калия KClO_3 и этого вещества, называли «смесь Кибальчица» (использовали в качестве запала к кустарно изготовленным бомбам; Кибальчич Н.П. (1854-1881) – русский инженер, участник покушения на Александра II, создатель проекта реактивного летящего аппарата). Образующийся кислород при разложении соли вызывает горение вещества по схеме реакции:

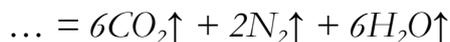


4. Это соединение представляет собой одно из наиболее распространенных бризантных взрывчатых веществ. Это желтоватое кристаллическое вещество с температурой плавления $80,35^\circ\text{C}$ (плавится в очень горячей воде). Применяется в промышленности и военном деле как самостоятельно в гранулированном, прессованном или литом виде, так и в составе многих взрывчатых смесей:



По вертикали:

1. Это вещество называют «сухим спиртом», гексамином, уризолом или метенамином. Легко воспламеняется, легко гаснет, применяют в турпоходах, в лабораториях:



2. Это вещество при нагревании выше 260°C разлагается с выделением большого количества газов. В 1917 (Канада) и 1921 (Германия) годах на промышленных заводах по его производству произошли страшные взрывы, унесшие жизни более 3500 человек:



3. Разложение вещества со взрывом происходит даже при случайном касании этого вещества (во влажном состоянии взрывобезопасен):



4. Благодаря огромному тепловыделению в ходе реакции горения этого вещества и большому объему газообразных продуктов его использовали как компонент ракетного топлива:



Задача 10-8



При окислении неизвестного органического вещества А перманганатом калия в кислой среде получена смесь следующих веществ: пропионовая кислота, ацетон, изомасляная и масляная кислоты. Установите формулу и название возможного исходного вещества. Напишите уравнение этой окислительно-восстановительной реакции.

Известно, что восстановление вещества А водородом приводит к образованию вторичного спирта.

Задача 10-9

Вещество *A* может иметь желтую окраску, не реагирует с водой. *Me* – мягкий, ковкий металл, не реагирует с водой, водородом, этанолом, щелочами и разбавленной хлороводородной кислотой. Химические превращения какого металла представлены в схеме? Установите формулы веществ *A*, *B* и *C*. Составьте уравнения всех реакций.



ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Задача 11-1

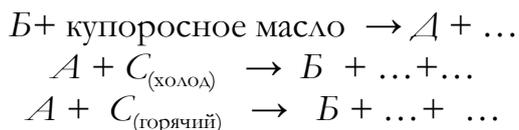
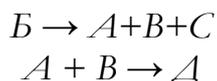


Содержание элемента *X* в земной коре – 0,2% (масс.), в свободном виде в природе не встречается. Образует простое вещество *A* – газообразное при обычных условиях. Природным соединением *X* является вещество *B*. Залежи *B* образовались в результате высыхания морей и озер. Из соединения *B* в промышленности получают вещество *A*.

Одновременно, при получении вещества *A* получают вещества *B* и *C*. *A* может реагировать с *B*, при этом образуется соединение *D*. Вещество *D* при комнатных условиях является газом. При охлаждении до $-84^{\circ}C$ превращается в бесцветную легкоподвижную жидкость, а ниже $-113,3^{\circ}C$ становится бесцветным кристаллическим веществом. Жидкость *D* не проводит электрический ток. Если смешать *D* с водой, картина резко меняется, водный раствор *D* является сильным электролитом.

Действуя на *B* купоросным маслом можно получить вещество *D*. Вещество *A* вступает в реакцию с раствором вещества *C*. Состав продуктов реакции зависит от температуры раствора *C*. Но одним из продуктов реакции обязательно будет вещество *B*.

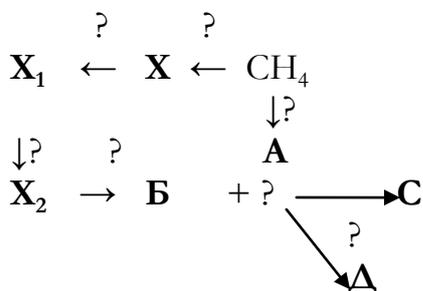
О каком химическом элементе *X* идет речь? Назовите его. Назовите вещества *A*, *B*, *C*, *D*. Напишите их формулы. Запишите уравнения химических реакций, отражающих следующие превращения:



Рассчитайте массовую долю вещества B , полученного при взаимодействии A с горячим раствором вещества C , если при взаимодействии того же количества вещества A с той же массой холодного раствора C массовая доля вещества B составила 3%.

Задача 11-2

Напишите уравнения химических реакций получения веществ A и B , если известно, что в результате поликонденсации вещества A с веществом B могут получены смолы двух типов: термопластичные и термореактивные. Укажите условия проведения реакций и название веществ X, X_1, X_2, A, B .



Как называются продукты поликонденсации C и D . При каких условиях они получаются? Запишите схему реакции полимеризации вещества A с веществом B .

Задача 11-3



Для определения концентрации раствора медного купороса пытливым химиком предложен оригинальный способ. В 500 г раствора медного купороса он поместил железную пластинку массой 20,0 г. После окончания реакции масса пластинки стала равной 24,0 г. Помогите юному химику с расчетами: определите массовую долю медного купороса в исходном растворе.

Почему при длительном хранении раствора на дне склянки можно обнаружить осадок? Ответ подтвердите уравнением реакции. Предложите юному химику, каким образом можно избежать «порчи» раствора медного купороса при хранении. Для чего используют раствор данной соли?

Задача 11-4

Лаборант кабинета химии приготовил для демонстрации образцы оксидов, но забыл подписать этикетки. Известно, что в химических стаканах находятся порошки пяти оксидов – стронция, бериллия, кремния, фосфора и магния. Вам предлагается, используя дистиллированную воду, спиртовой раствор фенолфталеина, нагревание Твёрдого вещества и действие на твёрдые оксиды концентрированных растворов хлороводорода и гидроксида натрия, определить содержимое каждого из стаканов. Составьте уравнения всех происходящих химических реакций.



Задача 11-5



Лаборант кабинета химии приготовил для демонстрации образцы солей, но забыл подписать этикетки. Известно, что в химических стаканах находятся порошки пяти неорганических солей зеленого цвета – нитрат хрома(III), бромид меди(II), нитрат железа(II), сульфид марганца(II) и нитрат никеля(II).

Вам предлагается, используя разбавленный и концентрированный растворы гидроксида натрия и раствор фторида серебра, определить содержимое каждого из стаканов. Составьте уравнения всех происходящих химических реакций.

Задача 11-6

Два юных химика Саша и Денис нашли среди старых реактивов неподписанную банку с белой кристаллической солью X , хорошо растворимой в воде. Соль окрашивала пламя спиртовки в розово-фиолетовый цвет, легко плавилась при нагревании без разложения. Для установления состава соли Александр приготовил 5% раствор соли X и добавил к нему подкисленный раствор перманганата калия, при этом розовый раствор обесцветился (1). Затем Саша прибавил к раствору соли X подкисленный раствор иодида калия. При этом раствор приобрел бурый цвет и наблюдалось выделение бесцветного газа G_1 , который на воздухе становится бурым (2). На основании проделанных опытов Саша сделал вывод о составе соли. Денис для установления состава соли X к ее 5% раствору прибавил бромную воду и пронаблюдал ее обесцвечивание (3). Приготовив насыщенный раствор соли X , нагрев его до кипения и добавив к нему раствор сульфата аммония, Денис наблюдал выделение бесцветного газа G_2 , не имеющего запаха, плотность которого была близка к плотности воздуха (4). После недолгих раздумий Денис так же сделал вывод о составе соли. Установив состав соли, ребята решили провести с остатками реактива несколько реакций. Саша обработал кристаллическую соль X



концентрированной соляной кислотой, при этом выделившийся оранжево-желтый газ G_3 (5) был пропущен через воду (6), и через горячий раствор $NaOH$ (7). Метилоранж, добавленный в пробирку после реакции (6), в первые несколько секунд становился красным, а затем обесцвечивался. В пробирке при реакции (7) выделялся бесцветный газ G_1 , а после добавления раствора нитрата серебра, в ней образовался белый творожистый осадок (8).

Денис добавил к концентрированному раствору KOH цинк и после того, как стали выделяться пузырьки газа G_4 (9), в пробирку была добавлена соль X . Выделяющийся после добавления соли X газ G_5 (10), имеет резкий запах и изменяет цвет влажной лакмусовой бумажки на синий. Раствор, полученный в последней реакции, дает белый осадок при пропускании через него углекислого газа (11).

Истратив остатки соли X на перечисленные опыты, юные химики стали думать – из чего можно было бы получить эту соль для продолжения своих экспериментов. Денис предложил воспользоваться разложением при нагревании комплексного удобрения Z (12), которое продавалось в соседнем магазине для садоводов и огородников. А Саша решил пропустить через горячий раствор щелочи газ, который выделится при растворении меди в 30% азотной кислоте (13).

Каков состав неизвестной соли? Напишите уравнения реакций, проведенных юными химиками для установления состава соли (реакции 1-4). Опишите уравнениями реакций эксперименты, проведенные Сашей (реакции 5-8). Объясните изменения, происходящие с метилоранжем после реакции (6). Напишите уравнения реакций, проведенных Денисом (реакции 9-11). Объясните изменения, происходящие с влажной лакмусовой бумажкой после реакции (10). Смогут ли получить юные химики соль X самостоятельно (реакции 12, 13)? Приведите по два способа получения газов G_2 и G_3 в лаборатории.

Задача 11-7



Кристаллическое вещество белого цвета A , массой 28,4 г, нагревали в присутствии оксида фосфора(V), при этом получили 4,48 л бесцветного ядовитого газа G_1 . Газ G_1 горюч, причем, если его сжигать в кислороде, то можно получить пламя с температурой 4500°C. Продуктами горения являются два газа, входящие в состав воздуха G_2 и G_3 , в соотношении 2:1.

1. Установите состав A , G_1 , G_2 и G_3 . Напишите уравнения упомянутых реакций. Дайте названия всем веществам. Для каждого вещества приведите структурные формулы и укажите углы между связями.
2. Напишите уравнение реакции разложения вещества A в отсутствие оксида фосфора(V), если известно, что A разлагается без образования твердого остатка.

3. Газ G_1 объемом 4,48 л пропустили через нагретый 20% раствор серной кислоты, при этом выделяющиеся газы G_2 и G_4 были пропущены через серию колонок с пероксидом натрия, на выходе из колонок было собрано 2,24 л газа G_5 . Объясните происходящие опыты уравнениями реакций и количественными расчетами.

4. Если 4,48 л газа G_1 пропустить через раствор гидроксида натрия, то в растворе получится две соли C_1 и C_2 в равных количествах. Если полученный раствор нагреть до кипения, то из него выделится 4,48 л газа G_6 , а в растворе снова будут присутствовать две соли C_3 и C_4 , причем одна из них реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а вторая способна разлагаться при нагревании с выделением газа G_2 . Напишите уравнения происходящих реакций.

5. Газ G_1 при нагревании способен полимеризоваться с образованием плоской структуры. Изобразите формулу полимера.

6. Газ G_1 легко реагирует с водородом и галогенами с образованием ядовитых веществ, весьма летучих. Напишите уравнения упомянутых реакций и изобразите структурные формулы продуктов реакции.

Задача 11-8

Для сжигания 0,02 моль сложного эфира α -аминокислоты, содержащей 15,73% азота, понадобился кислород, выделенные при термоллизе 12,99 г смеси нитратов калия и магния. Установите формулу неизвестного эфира и количественный состав смеси нитратов.



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (9 КЛАСС)

Решение задачи 9-1 (автор Апасова В.А.)

Пусть требуется приготовить 100г. 10% раствора.

$$m \text{ в-ва} = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ (г) безводного } CoCl_2$$

$$M(CoCl_2) = 130 \text{ г/моль}$$

$$M(CoCl_2 \cdot H_2O) = 148 \text{ г/моль}$$

$$M(CoCl_2 \cdot 2H_2O) = 166 \text{ г/моль}$$

$$M(CoCl_2 \cdot 4H_2O) = 202 \text{ г/моль}$$

$$n(CoCl_2) = 10 : 130 = 0,077 \text{ моль}$$

$$n(CoCl_2) = n(CoCl_2 \cdot 2H_2O) = n(CoCl_2 \cdot 4H_2O)$$

$$m(CoCl_2 \cdot H_2O) = 0,077 \cdot 148 = 11,40 \text{ г}$$

$$m(CoCl_2 \cdot 2H_2O) = 0,077 \cdot 166 = 12,78 \text{ г}$$

$$m(CoCl_2 \cdot 4H_2O) = 0,077 \cdot 202 = 15,55 \text{ г}$$

Соотношение масс моногидрата, дигидрата и тетрагидрата хлорида кобальта(II): 11,40:12,78:15,55

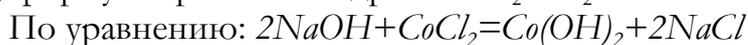
Хлорид кобальта(II) используется метеорологами для пропитки индикаторной бумаги. С ее помощью определяется влажность воздуха.

Решение задачи 9-2 (автор Апасова В.А.)

$$M(\text{CoCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 59 + 35,5 \cdot 2 + 18n = 130 + 18n \text{ (г/моль)}$$

$$W(\text{H}_2\text{O}) = 18n : (130 + 18n) = 0,3564$$

$$n = 4, \text{ формула кристаллогидрата } \text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$$



$$n(\text{CoCl}_2) = n(\text{Co(OH)}_2)$$

$$M(\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 202 \text{ г./моль}$$

$$n(\text{CoCl}_2) = 202 : 202 = 1 \text{ моль}$$

$$M(\text{Co(OH)}_2) = 93 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Co(OH)}_2) = 93 \text{ г}$$

Решение задачи 9-3 (автор Дежина Л.В.)

Этот металл – медь. За определение металла. В настоящее время известно более 170 медьсодержащих минералов, только 10-15 из них имеют практическое значение. К важнейшим минералам относятся:

- халькопирит CuFeS_2 ,
- халькозин – «медный блеск» Cu_2S ,
- ковелин CuS ,
- малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$,
- азурит $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$,
- куприт Cu_2O

$$\text{Расчеты по формуле } w(\%) = \frac{n \cdot A_r(\text{Э})}{M_r}$$

- | | |
|--|-------------------------------------|
| • халькопирит CuFeS_2 | $64 : 184 = 0,3478$ (34,78% меди), |
| • халькозин – «медный блеск» Cu_2S | $128 : 160 = 0,8$ (80% меди), |
| • ковелин CuS | $64 : 96 = 0,6667$ (66,67% меди), |
| • малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ | $128 : 222 = 0,5766$ (57,66% меди), |
| • азурит $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ | $192 : 346 = 0,5549$ (55,49% меди) |
| • куприт Cu_2O | $128 : 144 = 0,8889$ (88,89% меди) |

Вывод: содержание меди больше в куприте.

Решение задачи 9-4 (автор Маханькова Н.)

Химик – лаборант берет Ba(OH)_2 и перевозит пробирку на другой берег. Потом возвращается и берет ZnI_2 , перевозит его, оставляет его на этом втором берегу, но зато берет и везет назад Ba(OH)_2 . Затем он забирает Mn(NO)_3 и перевозит его. Потом возвращается на первый берег и перевозит Ba(OH)_2 . Переправа закончилась благополучно.

Решение задачи 9-5 (автор Маханькова Н.)

	Дмитрий	Иван	Алексей	Игорь	Александр	Михаил	Роман
Na_2SO_4	-	-	-	+	-	-	-
K_2CO_3	-	-	-	-	+	-	-
H_2S	-	+	-	-	-	-	-
$Ba(OH)_2$	+	-	-	-	-	-	-
$Cu(NO_3)_2$	-	-	+	-	-	-	-
ZnI_2	-	-	-	-	-	+	-
$AgNO_3$	-	-	-	-	-	-	+

1. У Игоря – Na_2SO_4
2. K_2CO_3 не у Ивана
3. $Cu(NO_3)_2$ не у Дмитрия
4. K_2CO_3 взаимодействует с H_2S и образуется углекислый газ, а значит пробирка Ивана – H_2S
5. Na_2SO_4 взаимодействует с $Ba(OH)_2$ и выпадает белый осадок, а значит пробирка Дмитрия – $Ba(OH)_2$
6. Если при взаимодействии пробирок Михаила и Романа выпадет осадок желтого цвета, а это AgI , значит их пробирки ZnI_2 , $AgNO_3$.
7. $Cu(NO_3)_2$ взаимодействует с $Ba(OH)_2$ и образуется голубой осадок, а значит пробирка Алексея – $Cu(NO_3)_2$
8. Пробирка Александра – K_2CO_3
9. ZnI_2 взаимодействует с $Ba(OH)_2$ и белый осадок, и при избытке щелочи он растворится, а значит пробирка Михаила – ZnI_2
10. Пробирка Романа – $AgNO_3$

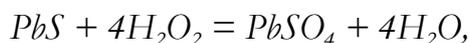
Комментарий экспертов: Раствор сероводородной кислоты не может вытеснить угольную, так как сероводород – очень слабая кислота (слабее угольной, см. константы диссоциации кислот). Раствор сероводорода можно определить по характерному запаху.

Решение задачи 9-6 (автор Потокина Н.Н.)

Сероводород: H_2S . Свинцовые белила – это пигмент, представляющий собой карбонат свинца(II). Он реагирует с сероводородом, содержащимся в загрязненной атмосфере, образуя сульфид свинца (II) – соединение черного цвета:



При обработке сульфида свинца(II) пероксидом водорода происходит реакция:



при этом образуется сульфат свинца (II), соединение белого цвета.

Таким образом реставрируют почерневшие масляные картины.

Решение задачи 9-7 (автор Потокина Н.Н.)

Малахит или основной карбонат меди(II): $(CuOH)_2CO_3$

Разложение малахита: $(CuOH)_2CO_3 = 2CuO + H_2O + CO_2$

Получение меди из малахита: $(CuOH)_2CO_3 + 2CO = 2Cu + H_2O + 3CO_2$

Решение задачи 9-8 (автор Котова А.)

По описанным свойствам, можно догадаться, что в баночке №1 была аммиачная селитра, в баночке №2 была натриевая селитра, в баночке №3 был сульфат аммония, в баночке №4 была калийная соль, а вот в баночке №5 находился силвинит.

Решение задачи 9-9 (автор Исаев Д.С.)

Воздух – это смесь газов (газовый раствор), составляющая атмосферу Земли. Сравнить массы шариков одинакового объема можно по молярным массам газовой смеси. Рассчитаем среднюю молярную массу воздуха (шарик накачан компрессором) с учетом данных таблицы (определяется молярными массами компонентов, с учетом их объемной (φ) доли):

$$\overline{M}_{\text{(возд.)}} = \frac{M(N_2) \cdot \varphi(N_2) + M(O_2) \cdot \varphi(O_2) + M(H_2O) \cdot \varphi(H_2O) + M(CO_2) \cdot \varphi(CO_2)}{100}$$

$$\overline{M}_{\text{(вдох)}} = (79\% \cdot 28 \text{ г/моль} + 20,94\% \cdot 32 \text{ г/моль} + 0,03\% \cdot 18 \text{ г/моль} + 0,03\% \cdot 44 \text{ г/моль}) : 100\% = 28,8 \text{ г/моль.}$$

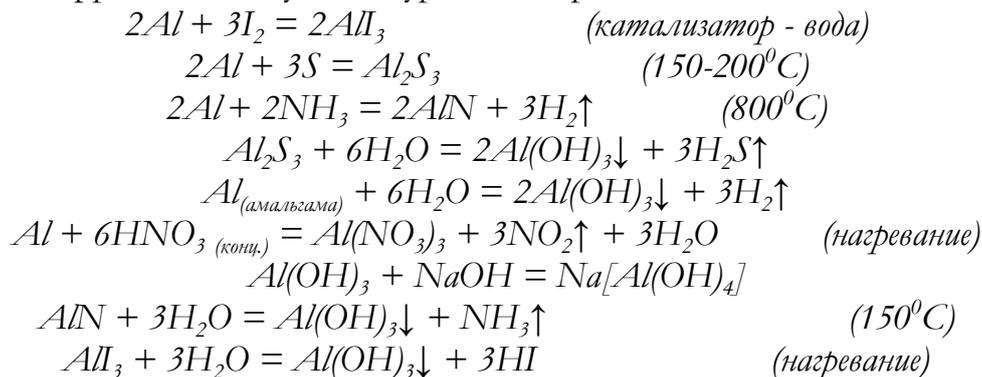
Теперь рассчитаем среднюю молярную массу выдыхаемого воздуха.

$$\overline{M}_{\text{(выдох)}} = (79\% \cdot 28 \text{ г/моль} + 16,3\% \cdot 32 \text{ г/моль} + 0,7\% \cdot 18 \text{ г/моль} + 4\% \cdot 44 \text{ г/моль}) : 100\% = 29,2 \text{ г/моль.}$$

Соответственно $\overline{M}_{\text{(выдох)}}$ в шарике, надутым человеком $> \overline{M}_{\text{(вдох)}}$ в шарике, надутым компрессором. Таким образом, шарик, надутый человеком, более тяжелый (при одинаковом объеме) и упадет на пол быстрее.

Решение задачи 9-10 (автор Исаев Д.С.)

Металл $Me - Al$; вещество $X - H_2O$; вещество $Y - NH_3$. В схеме зашифрованы следующие уравнения реакций:



В доказательство амфотерных свойств металла, его оксида и гидроксида учащиеся могут привести реакции взаимодействия указанных веществ с раствором хлороводорода и гидроксида натрия (конц., гор.), кислотными и основными оксидами и т.п.

Решение задачи 9-11 (автор Тихонова В.Г.)

1. S – сера

H_2S – сероводород, сульфид водорода, дигидросульфид

CuS – сульфид меди(II)

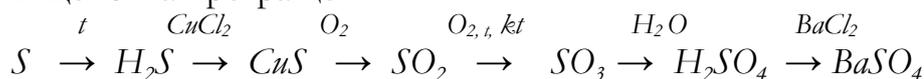
SO_2 – оксид серы(IV), диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид

SO_3 – оксид серы(VI), серный ангидрид, серный газ

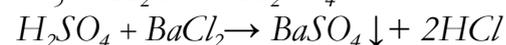
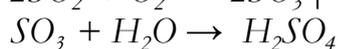
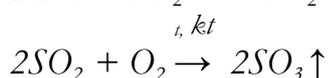
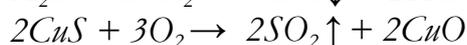
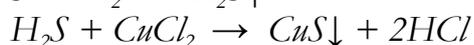
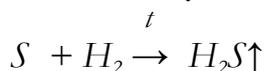
H_2SO_4 – серная кислота, купоросное масло

$BaSO_4$ – сульфат бария

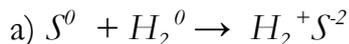
2. Цепочка превращений:



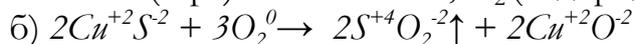
3. Осуществление превращений:



4. Окислительно-восстановительные реакции:



Ответ: S (сера) – окислитель, H_2 (водород) – восстановитель

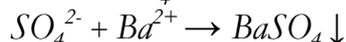
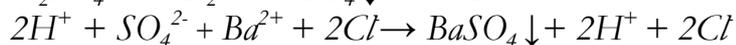
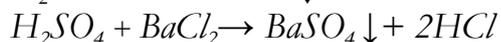
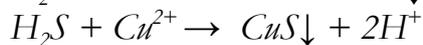
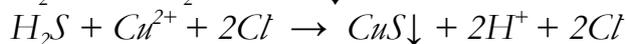
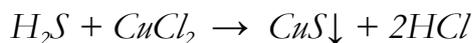


Ответ: O_2 (кислород) – окислитель, CuS (сульфид меди(II)) – восстановитель



Ответ: O_2 (кислород) – окислитель, SO_2 (оксид серы(IV)) – восстановитель

5. Реакции ионного обмена.

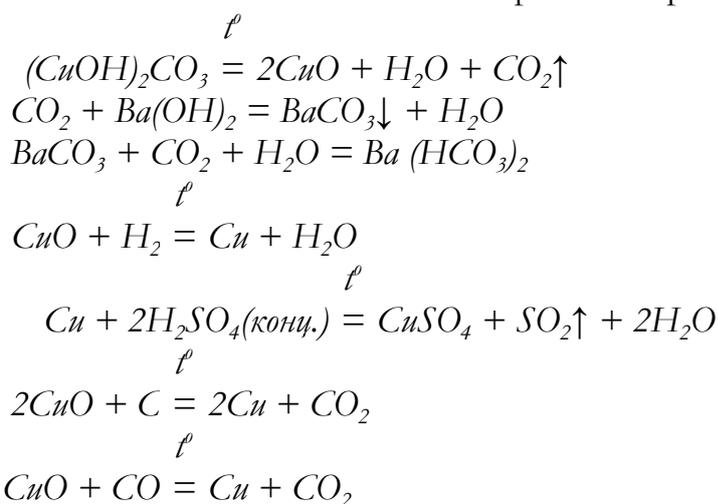


Решение задачи 9-12 (автор Соковицина Н.В.)

Неизвестные вещества:

Обозначение	Вещество
A	$(CuOH)_2CO_3$
B	CuO
C	CO_2
D	H_2
E	Cu
F	H_2SO_4 (конц.)
H	$CuSO_4$ (р-р)
Z	SO_2
X	H_2O

Уравнения реакций:

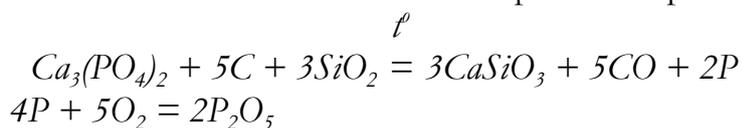


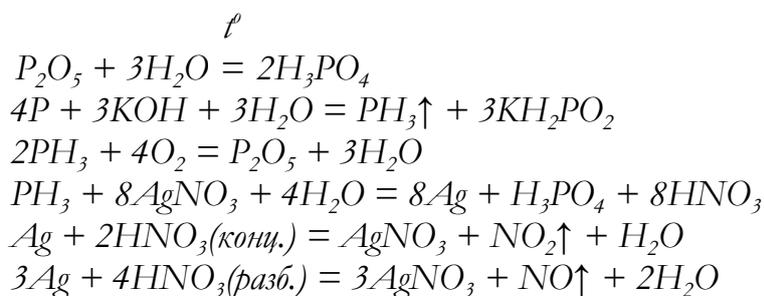
Решение задачи 9-13 (автор Соковицина Н.В.)

Неизвестные вещества:

Обозначение	Вещество
A	P (белый)
B	P_2O_5
C	H_2O
D	H_3PO_4
E	PH_3
F	Ag
H	HNO_3

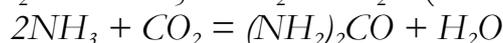
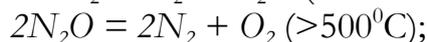
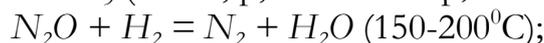
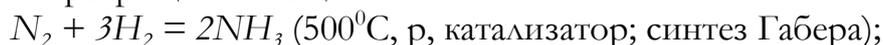
Уравнения реакций:





Решение задачи 9-14 (автор Исаев Д.С.)

Схемы превращений веществ:



(180⁰C, катализатор – пары воды; синтез Базарова).

Вещество $(NH_2)_2CO$ – органическое вещество, входит в состав многих жевательных резинок (мочевина, карбамид). Определите вещества $A=N_2$, $B=N_2O$, $C=H_2O$, $D=NH_3$, $E=(NH_2)_2CO$, $F=H_2$. Взрослый человек выделяет за сутки около 20 г мочевины с мочой.

Решение задачи 9-15 (автор Исаев Д.С.)

Информацию о результатах мысленного эксперимента можно свести в таблицу:

Вещества	<i>Mg</i>	<i>Sn</i>	<i>Ga</i>	<i>Cd</i>
Реагенты				
<i>горячая H₂O</i>	растворение + выделение газа + белый осадок	–	растворение + выделение газа + белый осадок	–
<i>HCl</i> (разб.)	выделение газа	–	выделение газа	выделение газа
<i>NaOH</i> (конц.)	–	выделение газа	выделение газа	–
<i>горячий раствор этанола</i>	выделение газа	–	–	–

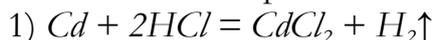
1 растворение, сопровождающееся выделением газа и образованием белого осадка + 2 выделения газа (при взаимодействии с кислотой и этанолом)

1 выделение газа при взаимодействии со щелочью

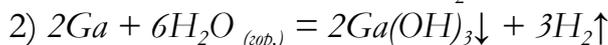
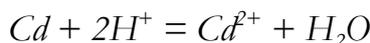
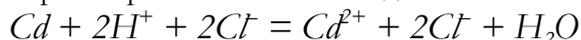
1 растворение, сопровождающееся выделением газа и образованием белого осадка + 2 выделения газа (при взаимодействии с кислотой и щелочью)

1 выделение газа при взаимодействии с кислотой

Уравнения возможных химических реакций:



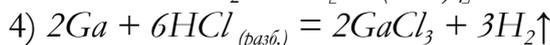
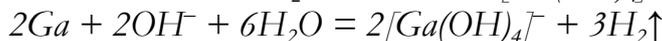
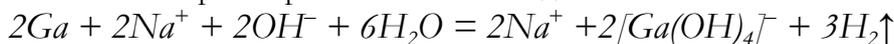
растворение металла и выделение газа



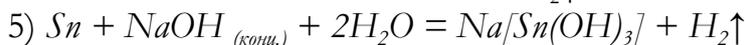
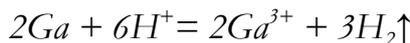
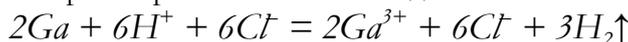
растворение металла, образование белого осадка и выделение газа



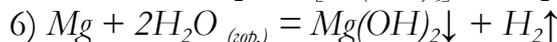
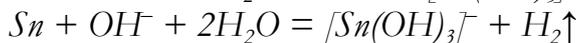
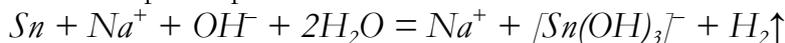
растворение металла и выделение газа



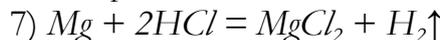
растворение металла и выделение газа



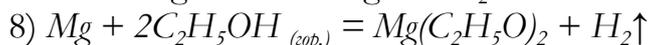
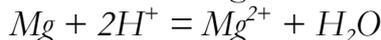
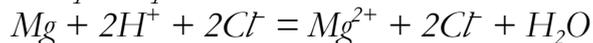
растворение металла и выделение газа



растворение металла, образование белого осадка и выделение газа



растворение металла и выделение газа



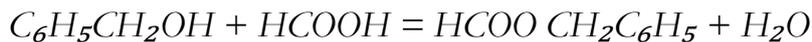
растворение металла и выделение газа

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (10 КЛАСС)

Решение задачи 10-1 (автор Андреева Ю.)

Решение.

1. Муравьиная кислота, HCOOH. Бензиловый спирт C₆H₅CH₂OH, цветок – жасмин.



HCOOCH₂C₆H₅ – вещество, с запахом жасмина.

2. Стеариновая кислота – C₁₇H₃₅COOH

C₁₇H₃₅COOK – жидкое мыло

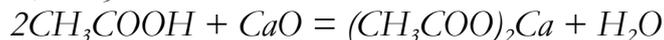
C₁₇H₃₅COONa – твердое мыло



3. Молочная кислота, 2-гидроксипропановая кислота.



4. Уксусная кислота, CH₃COOH.



$$n(\text{CaO}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,6 * 60 = 36 \text{ г}$$

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ – ацетат кальция

5. Бутановая кислота, $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$.

$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$ – этиловый эфир масляной кислоты



6. Щавелевая кислота, $\text{HOOC}-\text{COOH}$. Щавель и кислица.

7. Валериановая кислота $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

n-пентановая кислота $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

3-метилбутановая кислота $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{COOH}$

2-метилбутановая кислота $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$

2,2-диметилпропановая кислота $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{COOH}$

Валериана аптечная.

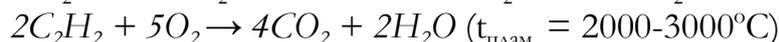
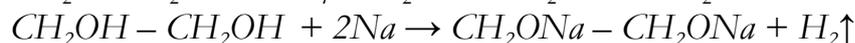
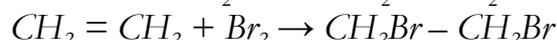
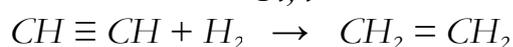
Решение задачи 10-2 (автор Соковицина Н.В.)

Неизвестные вещества:

Обозначение	Вещество
A	C_2H_2
B	H_2
C	C_2H_4
D	$\text{Br}_2(\text{aq})$
E	KMnO_4
F	$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
H	Na

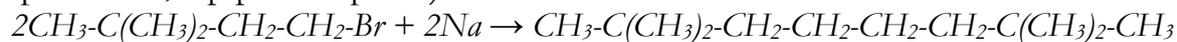
Уравнения реакций:

Pt, ℓ



Решение задачи 10-3 (автор Исаев Д.С.)

Исходя из строения 2,2,7,7-тетраметилоктана можно предположить, что исходным веществом в синтезе Вюрца было вещество 1-бром-3,3-диметилбутан (продукт гидробромирования 3,3-диметилбутена в присутствии пероксидов; эффект Караша):

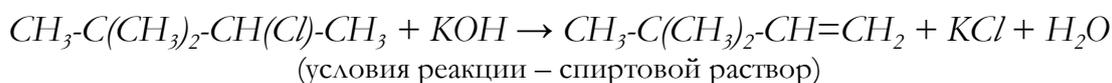
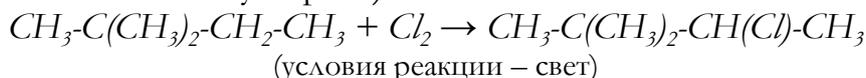


(условия реакции – инертный растворитель или сплавление)

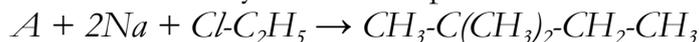


(условия реакции – присутствие пероксидов; реакция идет против правила Марковникова)

Реакция Савича предполагает дегидрогалогенирование (значит, по месту двойной связи ранее располагались атомные частицы водорода и хлора; причем атом хлора был размещен у вторичного атома углерода, т.к. до этого проводили хлорирование на свету – оно идет активнее при наличии в молекуле третичных (таких в молекуле вещества В нет), вторичных и затем только первичных атомов углерода):



Первую реакцию восстановить удастся по предполагаемой схеме реакции:



(условия реакции – инертный растворитель или сплавление)

Вещество А – 2-хлор-2-метилпропан.

Подсказкой для установления формулы вещества D служит и информация о его качественном составе (непредельное соединение, которое содержит 85,714% по массе углерода):

Пусть масса вещества D составляет 100 г. Тогда в его составе 85,714 г углерода и 14,286 г водорода. Отсюда следует, что

$$n(C):n(H) = 85,714/12:14,286/1 = 7,1428:14,286 = 1:2.$$

По значению относительной плотности паров вещества по угарному газу определяем истинную молярную массу непредельного соединения:

$$M_{\text{ист.}}(C_nH_{2n}) = D_{CO}(C_nH_{2n}) \cdot M(CO) = 3 \cdot 28 \text{ г/моль} = 84 \text{ г/моль}.$$

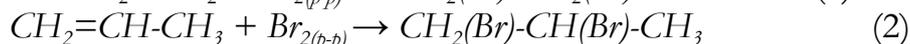
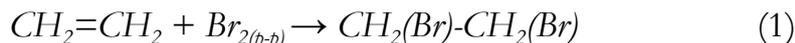
$$14n = 84$$

$$n = 6 \text{ (искомая формула – } C_6H_{12}\text{)}.$$

Далее участники могут составлять формулы изомеров гексена C_6H_{12} (изомеры цепи; положения двойной связи; циклоалканы; цис- и транс-изомеры).

Решение задачи 10-4 (автор Исаев Д.С.)

В задаче имеется избыточная информация, поэтому способов решения может быть несколько. Запишем УХР взаимодействия компонентов смеси с бромной водой:



Произведем расчет количества брома:

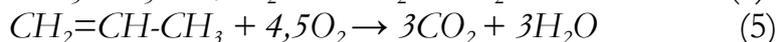
$$m(Br_2) = 400 \text{ г} \cdot 0,1 = 40 \text{ г};$$

$$n(Br_2) = 40 \text{ г} : 160 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}.$$

Пусть количество этена равно x моль, количество этана y моль, а количество пропена – z моль. Тогда исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (1) и (2) можно составить математическое уравнение:

$$x + z = 0,25.$$

Составим уравнения горения компонентов смеси:



Произведем расчет количества углекислого газа:

$$n(CO_2) = 23,52 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 1,05 \text{ моль.}$$

Исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (3), (4) и (5) можно составить второе уравнение:

$$2x + 2y + 3z = 1,05.$$

Составим уравнения восстановления компонентов смеси:



Произведем расчет общего количества этана:

$$n(C_2H_6) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль.}$$

Исходя из стехиометрических коэффициентов в уравнениях (6) и (7) можно составить еще одно математическое уравнение:

$$x + y = 0,3.$$

Решаем систему уравнений:

$$x + z = 0,25$$

$$2x + 2y + 3z = 1,05$$

$$x + y = 0,3$$

$$z = 0,15 \text{ моль} = n(C_3H_6); y = 0,2 \text{ моль} = n(C_2H_6); x = 0,1 \text{ моль} = n(C_2H_4).$$

Рассчитаем объем смеси:

$$V(\text{смеси}) = n(\text{смеси}) \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,45 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 10,08 \text{ л}$$

Рассчитаем объемные доли компонентов газовой смеси:

$$\varphi(C_3H_6) = 33,3\%; \varphi(C_2H_6) = 44,4\% \text{ и } \varphi(C_2H_4) = 22,2\%.$$

Решение задачи 10-5 (автор Селина Т.Ю.)

1. Металл X вполне может оказаться одним из благородных металлов, т.к. все они достаточно пассивны, устойчивы к действию кислот и щелочей. Чтобы определить молекулярную массу X, необходимо воспользоваться информацией о веществе Y, которое является продуктом окисления кислородом, т.е. представляет собой оксид.

Пусть этот оксид имеет формулу Y_2O_n , где n – степень окисления неизвестного элемента. По условию задачи из 5 унций металла образуется 5,82 унции оксида, а иначе из 5x г металла образуется 5,82x г оксида. Из 2M(X) г металла получается (2M(X) + 16n) г оксида.

Отсюда можно составить пропорцию:

$$5x/5,82x = 2M(X)/(2M(X) + 16n)$$

Откуда $M(X) = 48,78n$.

Если n=1, $M(X) = 48,78 \text{ г/моль}$

Если n=2, $M(X) = 97,56 \text{ г/моль}$

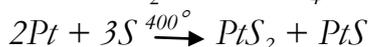
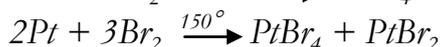
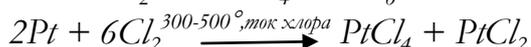
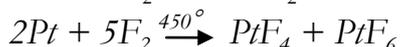
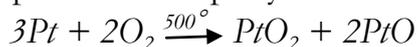
Если n=3, $M(X) = 146,3 \text{ г/моль}$

Если $n=4$, $M(X)=195,1$ г/моль – похоже на платину.

Таким образом, подставляя целочисленные значения n , можно прийти к выводу, что неизвестный металл X – это платина. К тому же платина, как известно, обладает большим разнообразием степеней окисления. По условию же при действии окислителей образуется именно смесь различных продуктов. Следовательно, металл X – платина.

2. Так как степень окисления платины в соединении Y равна 4, то оксид имеет состав PtO_2 .

При окислении платины, как уже упоминалось, возможно образование смеси различных продуктов. Например:



3. Платина образует сплавы со многими металлами, в т.ч. и с золотом, и по плотности от него почти не отличается. Этим свойством и пользовались мошенники для изготовления фальшивых монет.

4. Если сплав ртути с металлом Z обработать концентрированной азотной кислотой, то при этом растворится только неизвестный металл, поскольку платина очень инертна и способна растворяться только в царской водке.

Дана массовая доля Z . Тогда масса этого компонента в сплаве составит $m(Z) = \omega(Z) \cdot m(\text{сплава}) = 0,05 \cdot 3 = 0,25$ г.

При этом выделяется NO_2 $n(NO_2) = V/V_m = 0,175/22,4 = 0,0078$ моль.

Пусть n – валентность неизвестного металла, тогда по закону эквивалентов:

$$m(Z) \cdot n / M(Z) = 0,0078$$

$$\text{Отсюда } M(Z) = 32n$$

При $n=2$ металл $M(Z)=64$. Следовательно, Z – медь.

Платина может применяться в качестве легирующей добавки для производства высокопрочной стали, используется в ювелирном и зубоврачебном деле, в медицине. Из платины изготавливают стойкую к нагреванию химическую посуду.

Платина является очень активным катализатором многих химических реакций, например процесса присоединения водорода к ненасыщенным соединениям. В качестве катализатора платина широко используется в промышленности: в нефтеперерабатывающей отрасли с помощью платиновых катализаторов получают высокооктановый бензин, в автомобильной – ее используют для обезвреживания выхлопных газов.

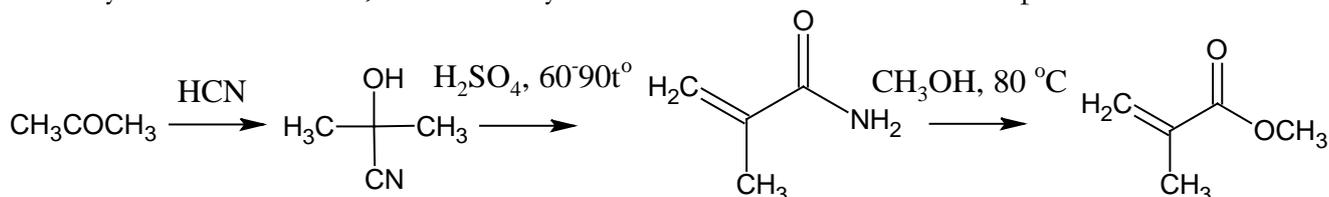
Решение задачи 10-6 (автор Селина Т.Ю.)

1. Учитывая что мономер *A* содержит радикал винил, то *B* вполне может оказать поливинилхлоридом. К тому же ПВХ действительно находит свое применение практически во всех отраслях производства.

Известно, что полимер *E* хорошо растворим в воде, следовательно он содержит полярные группы. С иодом образуются комплексы по аналогии с крахмалом, значит в полимере присутствует большое число гидроксильных групп. Вещество *E* – не что иное, как поливиниловый спирт.

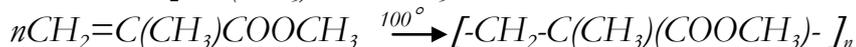
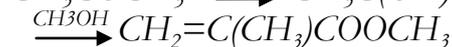
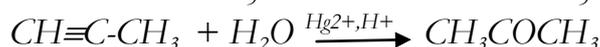
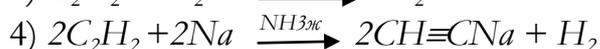
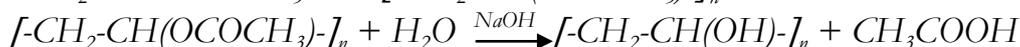
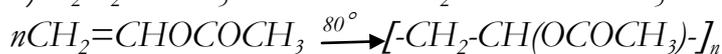
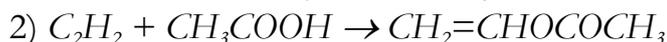
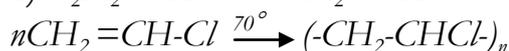
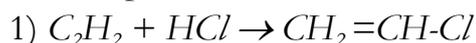
Полимер *E* получают из *D* путем щелочного гидролиза, поэтому *D* может содержать сложноэфирные группы. Логично предположить, что это, скорее всего, поливинилацетат.

Для определения *M* необходимо рассмотреть цепочку превращений. По условию сказано, что *M* получают из ацетона и циановодорода:



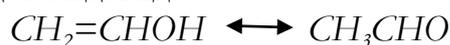
При этом образуется метилметакрилат, из которого далее получают полимер *M* – полиметилметакрилат (ПММА).

2. Уравнения реакций:

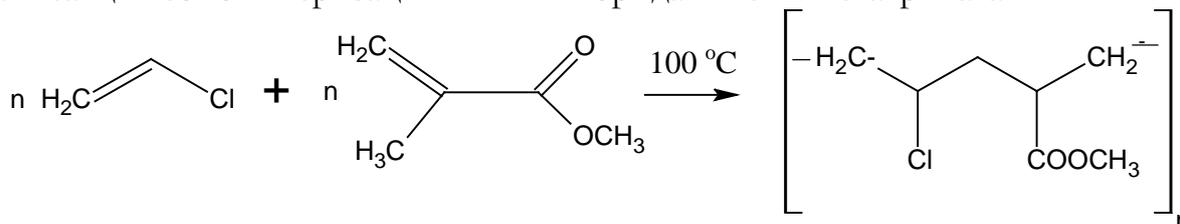


Таким образом: вещество *A* – винилхлорид; *B* – поливинилхлорид; *C* – винилацетат; *D* – поливинилацетат; *E* – поливиниловый спирт; *F* – виниловый спирт; *G* – ацетальдегид; *H* – ацетиленид натрия; *I* – метилацетилен; *J* – 2-цианопропанол-2; *K* – амид метакриловой кислоты; *L* – метилметакрилат; *M* – полиметилметакрилат.

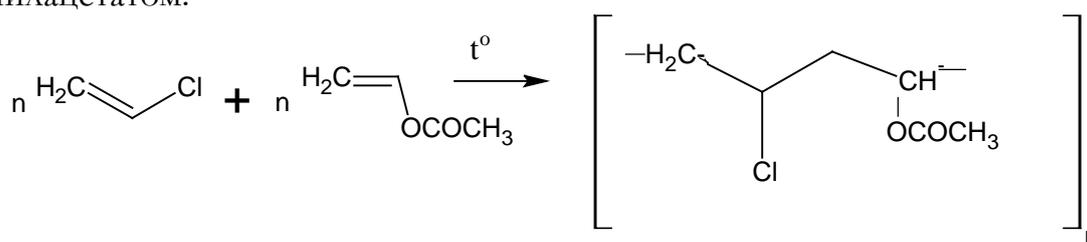
3. Мономер поливинилового спирта не существует в свободном состоянии. Он сразу превращается в ацетальдегид:



4. Реакция сополимеризации винил хлорида и метилметакрилата



Образующийся сополимер известен под названием винипроз. Виниловые мономеры также легко вступают в реакцию сополимеризации. В данном случае возможна реакция между мономерами винилхлоридом и винилацетатом:



5. Степень полимеризации n – число мономерных звеньев в молекуле полимера

$$n = M_{\text{cp}} / M_{\text{зв}}$$

$$M_{\text{зв}} = 62,5 \text{ г/моль}$$

$$\text{С учетом выхода } n = (0,8 \cdot 500000) / 62,5 = 6400$$

Решение задачи 10-7 (автор Исаев Д.С.)

Ответы мини-кроссворда «Опасные в обращении вещества»:

по горизонтали:

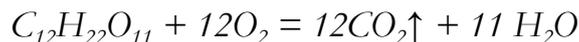
1. водород



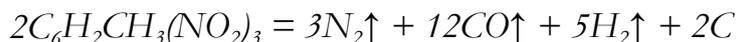
2. моноаммиакат нитрида трииода:



3. сахар:



4. тротил:



по вертикали:

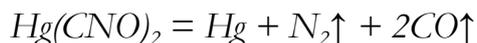
1. уротропин:



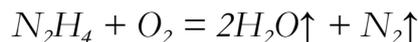
2. нитрат аммония:



3. «гремучая ртуть»:

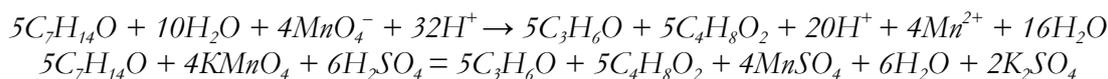
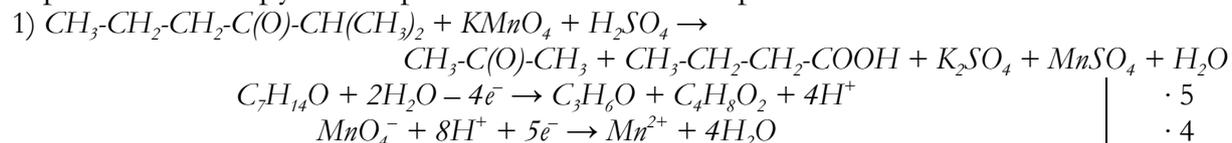


4. гидразин:

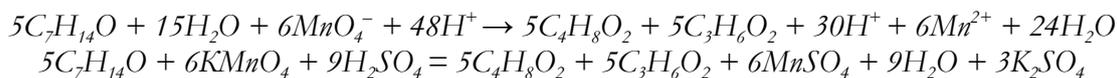
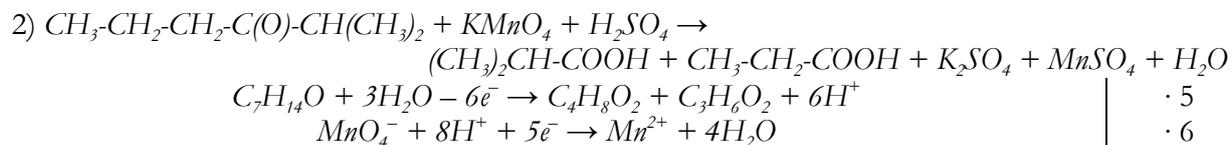


Решение задачи 10-8 (автор Исаев Д.С.)

Исходя из продуктов реакции и возможности образовать при восстановлении вещества А вторичный спирт, можно предположить, что исходное вещество относится к кетонам. Тогда возможно протекание реакций, сопровождающихся разрывом С-С связей по обе стороны от карбонильной группы. Уравнения возможных реакций:



ИЛИ

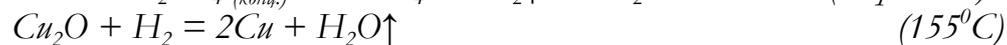
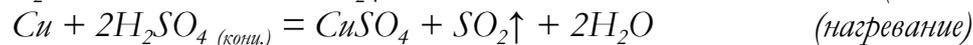
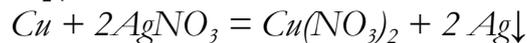
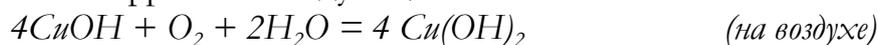


Исходное вещество – 2-метилгексанон-3.

Решение задачи 10-9 (автор Исаев Д.С.)

Вещество А – Cu_2O ; вещество В – $CuOH$; вещество С – $Cu(OH)_2$; металл Ме – Cu .

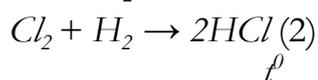
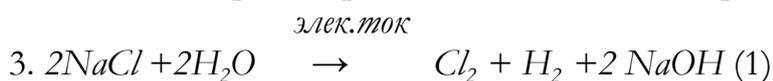
В схеме зашифрованы следующие УХР:



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (11 КЛАСС)

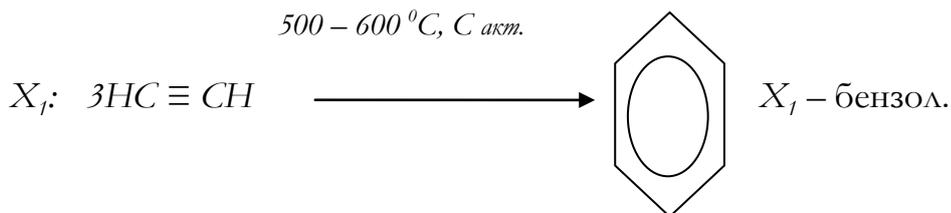
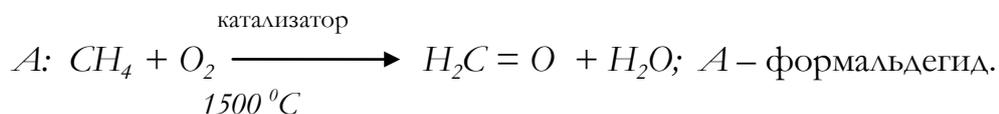
Решение задачи 11-1 (автор Козлова И.Р.)

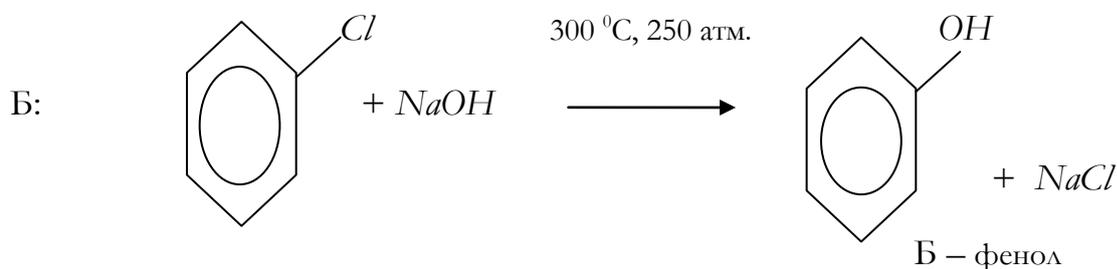
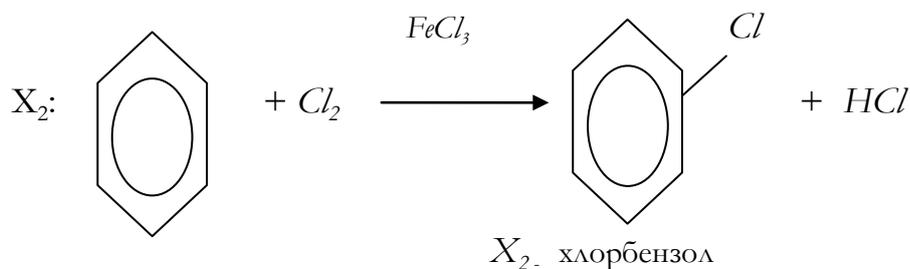
1. X – химический элемент хлор Cl .
2. A – простое вещество хлор Cl_2 ;
 Б – хлорид натрия (поваренная соль) $NaCl$;
 В – водород H_2 ;
 С – гидроксид натрия $NaOH$;
 Д – хлороводород HCl и соляная (хлороводородная) кислота HCl .



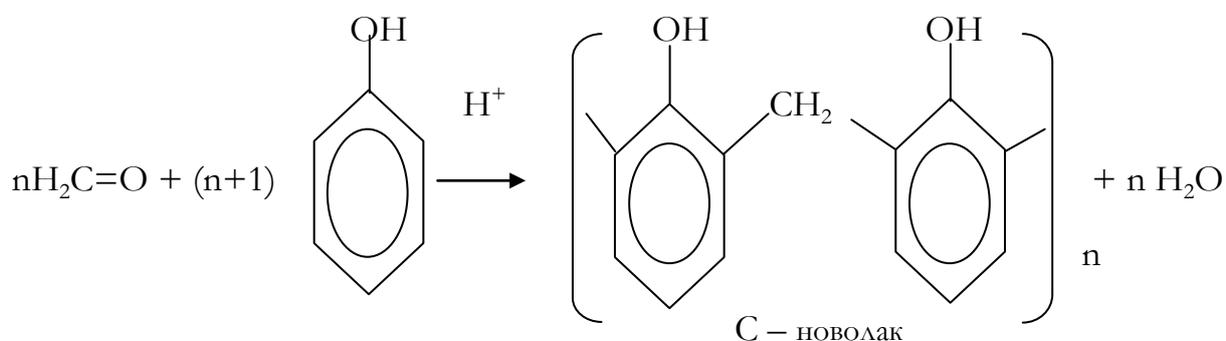
4. Исходя из закона сохранения массы веществ, массы растворов для реакции (4) и (5) равны. Количества $NaCl$ в случаях (4) и (5) относятся как $1:1\frac{2}{3}$. Следовательно, массы $NaCl$ и их массовые доли находятся в таких же отношениях. Найдем массовую долю хлорида натрия в реакции (5) $3\% \cdot 1\frac{2}{3} = 5\%$.

Решение задачи 11-2 (автор Козлова И.Р.)





С: Термопластичные смолы, известные под названием **новолачных**, образуются при избытке фенола в исходной смеси и применения кислых катализаторов (например, соляной кислоты).

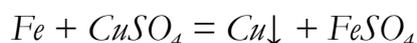


Д: Термореактивные феноло-формальдегидные смолы, называемые резольными, получают при избытке формальдегида и обычно в присутствии щелочного катализатора. Резольные смолы при нагревании переходят в неплавкое и нерастворимое состояние.

При избытке формальдегида и при нагревании до $130 - 150^\circ\text{C}$ происходит сшивка фенолформальдегидных цепей с образованием полимера с сетчатой структурой – **резита**.

Решение задачи 11-3 (автор Исаев Д.С.)

Составим уравнения реакций взаимодействия медного купороса с железной пластинкой:



Конечная масса пластинки будет определяться начальной массой, массой перешедшего в раствор железа и осевшей в ходе реакции меди:

$$m(\text{пласт.}) = m(\text{Fe}) - m(\text{Fe})_{\text{р-р}} + m(\text{Cu})$$

$$24,0 = 20 - m(\text{Fe})_{\text{р-р}} + m(\text{Cu})$$

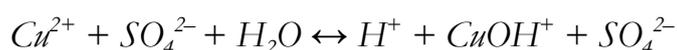
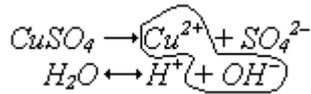
Пусть количество железа вступившего в химическую реакцию будет – x моль, тогда $n(\text{Fe})_{\text{р-р}} = x$ моль = $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu})$. Тогда

$$24,0 = 20 - 56x + 64x, \text{ откуда } x = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 80 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 80 \text{ г}/500 \text{ г} = 16\%$$

При длительном хранении раствора сульфат меди подвергается гидролизу (соль образована слабым основанием и сильной кислотой), и на дне склянки можно будет обнаружить осадок основной соли:



(среда раствора – кислая, гидролиз по катиону, $\text{pH} < 7$)



Для того чтобы избежать «порчи» раствора медного купороса при хранении, можно в готовый раствор добавить небольшое количество серной кислоты (равновесие сместится в левую сторону в соответствии с принципом Ле-Шателье).

Раствор медного купороса можно использовать как рвотное, вяжущее и антисептическое средство в медицине, для борьбы с вредителями на садовом участке.

Решение задачи 11-4 (автор Исаев Д.С.)

Информацию о результатах мысленного эксперимента можно свести в таблицу:

Вещества Реагенты	MgO основный	P_4O_{10} кислотный	SiO_2 кислотный	BeO амфотерный	SrO основный
H_2O	–	растворение	–	–	растворение
последующее добавление фенолфталеина	слабое малиновое окрашивание	–	–	–	малиновое окрашивание
HCl (конц.)	растворение	–	–	растворение	растворение
NaOH (конц.)	–	растворение	–	растворение	–
нагревание	–	возгонка (белый дым)	–	–	–

1 растворение
+ слабое
малиновое
окрашивание

2 растворения
(в воде и
щелочи) +
возгонка

без изменений
(кристаллический
оксид кремния не
вступает в
реакцию с конц.
щелочью)

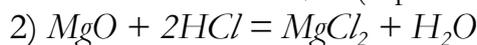
2 растворения
(в кислоте и
щелочи)

2 растворения
(в воде и
кислоте) +
малиновое
окрашивание

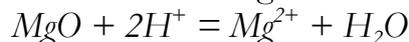
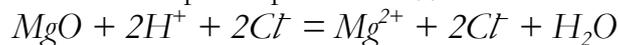
Уравнения возможных химических реакций:



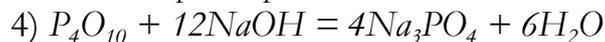
видимых изменений нет, однако добавление раствора фенолфталеина окрашивается в малиновый цвет (окраска слабая)



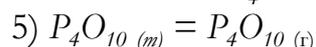
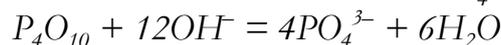
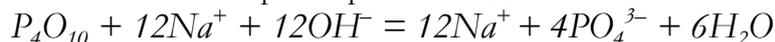
растворение оксида



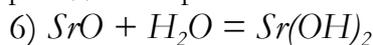
растворение оксида



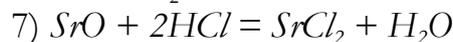
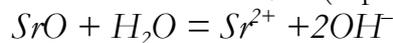
растворение оксида



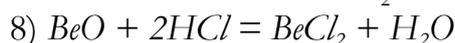
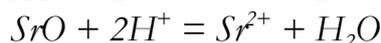
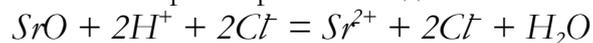
нагревание оксида приводит к образованию белого дыма (возгонке)



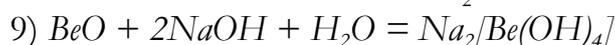
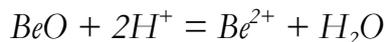
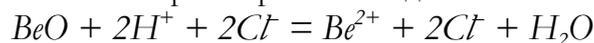
растворение оксида, добавление раствора фенолфталеина окрашивается в малиновый цвет (окраска яркая)



растворение оксида



растворение оксида



растворение оксида



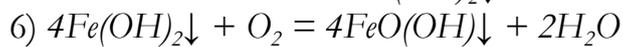
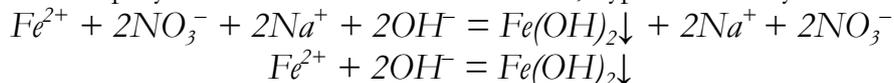
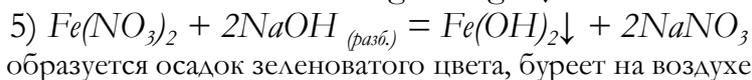
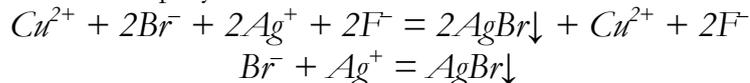
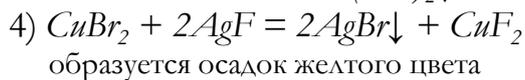
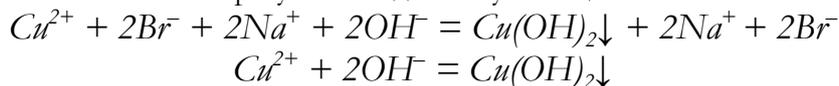
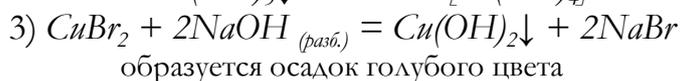
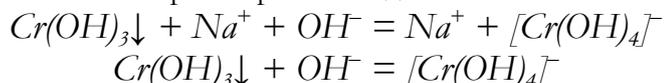
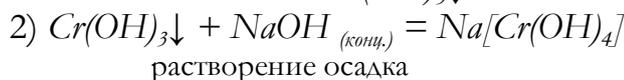
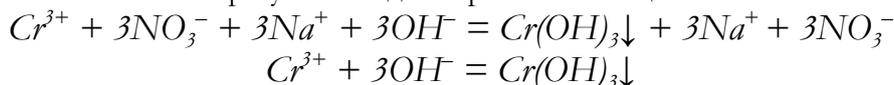
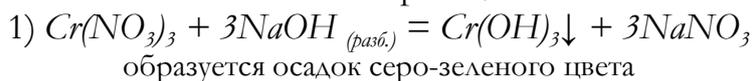
Решение задачи 11-5 (автор Исаев Д.С.)

Информацию о результатах мысленного эксперимента можно свести в таблицу:

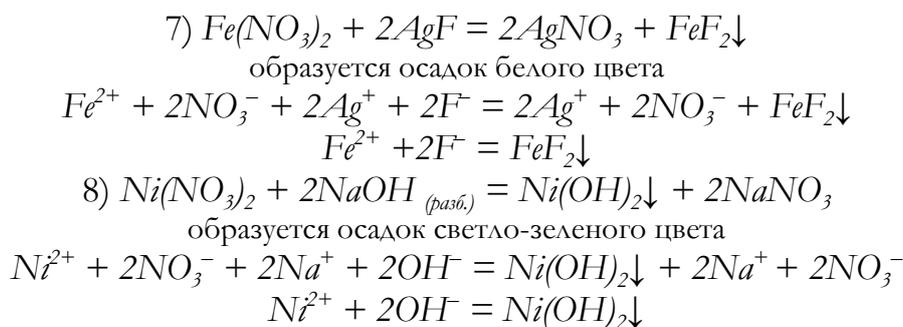
Вещества Реагенты	$Cr(NO_3)_3$	$CuBr_2$	$Fe(NO_3)_2$	MnS	$Ni(NO_3)_2$
<i>растворимость в воде</i>	Р	Р	Р	Н	Р
$NaOH$ (разб.)	осадок серо-зеленого цвета	осадок голубого цвета	осадок зеленоватого цвета, буреет на воздухе	—	осадок светло-зеленого цвета
$NaOH$ (конц.)	растворение	—	—	—	—
AgF	—	осадок желтого цвета	осадок белого цвета	—	—

	1 растворение + осадок серо-зеленого цвета	2 осадка голубого и желтого цвета	2 осадка белого и зеленоватого цвета, последний буреет на воздухе	без изменений	осадок светло-зеленого цвета
--	---	-----------------------------------	---	---------------	------------------------------

Уравнения возможных химических реакций:



зеленоватый осадок бурый осадок

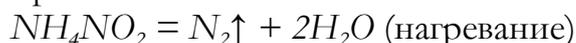


Решение задачи 11-6 (автор Горбунова Т.А.)

соль $X - KNO_2$, газ $\Gamma_1 - NO$, газ $\Gamma_2 - N_2$, газ $\Gamma_3 - NOCl$, газ $\Gamma_4 - H_2$, $\Gamma_5 - NH_3$

1. $5KNO_2 + 3H_2SO_4 + 2KMnO_4 = 5KNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
2. $2KNO_2 + 2H_2SO_4 + 2KI = I_2 + 2NO \uparrow + 2K_2SO_4 + 2H_2O$
3. $KNO_2 + H_2O + Br_2 = KNO_3 + 2HBr$
4. $2KNO_2_{(насыщ.)} + (NH_4)_2SO_4 = 2N_2 \uparrow + K_2SO_4 + 4H_2O$ (нагревание)
5. $KNO_2 + 2HCl_{(к)} = NOCl \uparrow + KCl + H_2O$
6. $NOCl + H_2O = HNO_2 + HCl$
7. $3NOCl + 4NaOH_{(гор)} = NaNO_3 + 2NO \uparrow + 3NaCl + 2H_2O$
8. $NaCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NaNO_3$
9. $Zn + 2KOH + 2H_2O = K_2[Zn(OH)_4] + H_2 \uparrow$
10. $3Zn + 5KOH + KNO_2 + 5H_2O = 3K_2[Zn(OH)_4] + NH_3 \uparrow$
11. $K_2[Zn(OH)_4] + CO_2 = Zn(OH)_2 \downarrow + K_2CO_3 + H_2O$
12. $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2 \uparrow$ (нагревание)
13. $4KOH + 6NO = 4KNO_2 + N_2 \uparrow + 2H_2O$

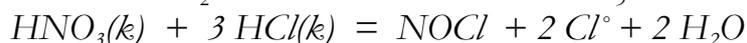
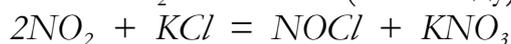
Газ N_2 в лаборатории можно получить разложением нитрита аммония при нагревании:



Или разложением бихромата аммония при нагревании:



Газ $NOCl$ (хлористый нитрозил) можно получить при взаимодействии:

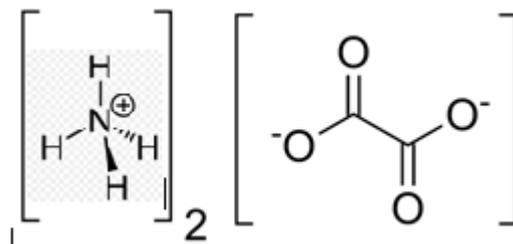


Решение задачи 11-7 (автор Горбунова Т.А.)

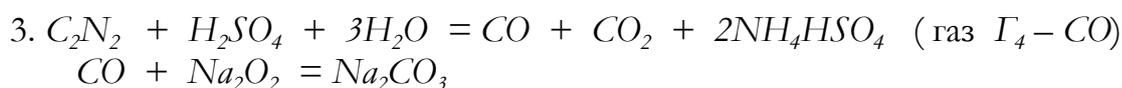
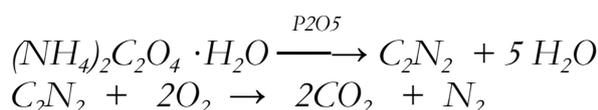
1. Так как продуктами сгорания газа Γ_1 являются два газа, входящие в состав воздуха – CO_2 и N_2 (Γ_2 и Γ_3) в соотношении 2:1 $\rightarrow C_2N_2$, или $(CN)_2$ – газ дициан – Γ_1 .

$$n(C_2N_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль, } m(C_2N_2) = 0,2 \cdot 52 = 10,4 \text{ г} \rightarrow$$

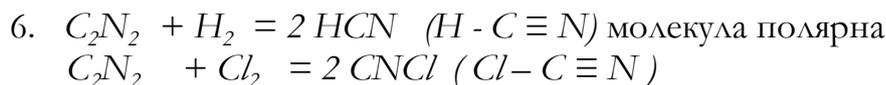
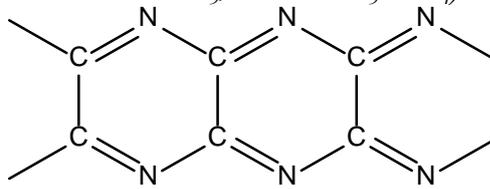
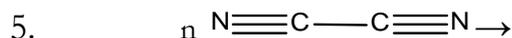
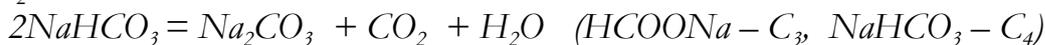
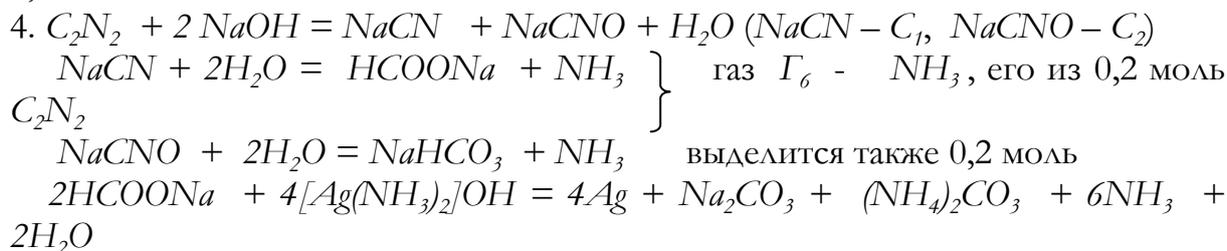
$m(H_2O) = 28,4 - 10,4 = 18$ г, тогда можем найти формулу вещества A :
 $C_xH_yN_zO_k$ $x : y : z : k = 0,4 : 2 : 0,4 : 1 = 2 : 10 : 2 : 5 \rightarrow C_2H_{10}N_2O_5 \rightarrow$



$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ оксалат аммония моногидрат (аммоний щавелевокислый)
 $N \equiv C - C \equiv N, O = C = O, N \equiv N$



$CO_2 + Na_2O_2 = Na_2CO_3 + 1/2O_2$ (Из 0,2 моль C_2N_2 образуется 0,2 моль CO_2 , из которого после пропускания через Na_2O_2 останется 0,1 моль O_2 , т.е. 2,24 л.)



Решение задачи 11-8 (автор Исаев Д.С.)

По массовой доле азота в составе эфира можно установить формулу органического соединения. Так как сложные эфиры изомерны карбоновым кислотам, то общая формула нашего эфира может быть $C_nH_{2n+1}COONH_2$. Тогда общая формула молярной массы соединения – $14n+61$.

$$\omega(N) = A(N)/(14n + 61) = 0,1573$$

Из Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева

определяем $A(N) = 14$ г/моль, тогда

$$(14n + 61) \cdot 0,1573 = 14$$

$$2,2n + 9,5953 = 14$$

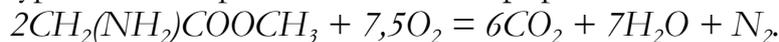
$$2,2n = 4,4$$

$$n = 2$$

возможная формула – $C_2H_5COONH_2$,

или $CH_2(NH_2)COOCH_3$ (метилловый эфир аминокислоты)

Составим уравнение горения сложного эфира:



Из уравнения реакции видно, что на 0,02 моль эфира требуется 0,075 моль кислорода.

Составляем уравнения реакций термического разложения нитратов:



Пусть $n(KNO_3) = x$ моль, тогда $n(Mg(NO_3)_2) = y$ моль.

Количество кислорода: $n(O_2) = x/2 + y = 0,075$

Масса смеси: $m(\text{смеси}) = 101x + 148y = 12,99$

Решая систему уравнений, получаем $y = 0,04$ моль; $x = 0,07$ моль.

Рассчитываем массы солей:

$$m(KNO_3) = 7,07 \text{ г}; m(Mg(NO_3)_2) = 5,92 \text{ г};$$

$$\omega(KNO_3) = 54,4\%; \omega(Mg(NO_3)_2) = 45,6\%.$$

ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2012-2013 УЧЕБНОГО ГОДА

В соответствии с «Положением о Всероссийской олимпиаде школьников» (утверждено приказом Минобрнауки России от 22 октября 2007 г. № 286) и рекомендациями Центральной методической комиссии по химии предметно-методическая комиссия ГОУ ТОИУУ разработала олимпиадные задания муниципального этапа олимпиады по четырем возрастным параллелям (8-11 классы). В муниципальном этапе принимают участие обучающиеся образовательных учреждений – победители и призеры школьного этапа текущего года.

Муниципальный этап Олимпиады проводится в один тур. В комплект входят пять задач, одна из которых требует мысленного эксперимента.

Рассадка участников по аудиториям должна осуществляться организаторами таким образом, чтобы рядом не оказались школьники из одного класса одного и того же образовательного учреждения. Не разрешается присутствие учителей в тех аудиториях, в которых их ученики решают олимпиадные задачи.

На выполнение заданий отводится не более 4-х астрономических часов.

После окончания тура работы собираются, проводится их шифрование, затем жюри проводит их проверку. Очень важно иметь единые подходы к проверке заданий (один член жюри проверяет одну задачу во всех работах).

Результаты проверки сводятся в итоговые рейтинговые таблицы (по каждой параллели участников), ранжированные в порядке убывания баллов. После составления итоговой таблицы жюри определяет победителей и призеров олимпиады, формирует списки школьников, отобранных на региональный этап согласно установленной квоте.

Большое воспитательное значение имеет подведение итогов олимпиады в торжественной обстановке.

Система оценивания

1. В каждом задании баллы выставляются за каждый элемент (шаг) решения.
2. Шаги, требующие формальных знаний, тривиальных расчетов, оцениваются ниже, чем те, в которых показано умение логически рассуждать, творчески мыслить, проявлять интуицию.
3. Баллы за правильно выполненные элементы решения суммируются.
4. Сумма баллов, выставленная школьнику за решение каждой из задач, должна быть целым числом.
5. Оценивается правильный результат решения при любом разумном пути к ответу.
6. Конкретные рекомендации по оцениванию задач представлены в решениях.

*Автор-составитель
комплекта задач муниципального этапа,
председатель жюри регионального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по химии
Соболев А.Е.*

ВОСЬМОЙ КЛАСС

8-1. Вещество состава A_xB_y состоит из следующих частиц: A^{y+} (образовано 56 протонами, 81 нейтроном и 54 электронами) и B^{x-} (17 протонов, 18 нейтронов и 18 электронов).

- а) Определите заряд указанных частиц. Установите формулу неизвестного вещества и приведите его название.
- б) Рассчитайте массовую долю каждого элемента в этом соединении.
- в) Укажите вид связи между частицами A^{y+} и B^{x-} и тип кристаллической решетки в соединении A_xB_y .

8-2. Восстановите пропуски в уравнениях реакций:

- а) $4 \dots + 5 O_2 = 2 P_2O_5$;
- б) $2 H_2S + 3 \dots = 2 H_2O + 2 SO_2$;
- в) $2 C_2H_2 + 5 O_2 = 4 \dots + 2 H_2O$;

- г) $2 \text{Al} + 6 \text{HCl} = 2 \text{AlCl}_3 + 3 \dots$;
- д) $\dots + 3 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{SO}_2$;
- е) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \dots$;
- ж) $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \dots$;
- з) $4 \dots + 7 \text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4 \text{SO}_2$;
- и) $2 \text{NaOH} + \dots = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
- к) $2 \text{H}_2\text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + \dots$.

8-3. Воздушная оболочка нашей планеты – атмосфера – состоит из смеси газов, основными из которых являются азот и кислород. В небольших количествах в атмосфере присутствуют углекислый газ, аргон, пары воды и другие вещества. Для простоты можно считать, что воздух состоит только из азота и кислорода, объемные доли которых равны 79% и 21% соответственно.

- а) Какой объем кислорода и какой объем азота содержатся в 10 л воздуха указанного состава?
- б) Какая масса кислорода содержится в воздухе указанного состава объемом 10 л (н.у.)?
- в) Рассчитайте среднюю молярную массу воздуха указанного состава.
- г) Какое число молекул содержится в таком воздухе массой 1,00 г?
- д) Для полного сгорания какой массы углерода хватит кислорода, содержащегося в 100 л (н.у.) воздуха?

8-4. Для приготовления растворов в химической лаборатории часто используют как безводные вещества, например, хлорид натрия NaCl или гидроксид калия KOH , так и их кристаллогидраты, например, пентагидрат сульфата меди (II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ или декагидрат карбоната натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

- а) Какие тривиальные названия имеют указанные кристаллогидраты?
- б) Какое количество воды (в молях) содержится в 400 г раствора сульфата меди(II) с массовой долей CuSO_4 1,0%?
- в) Сколько граммов хлорида натрия необходимо растворить в 540 мл воды, чтобы получить 10%-ный (по массе) раствор NaCl ?
- г) Чему равна массовая доля гидроксида калия в растворе, полученном смешиванием 200 г 30%-ного (по массе) раствора и 300 г 20 %-ного (по массе) раствора KOH ?
- д) Какую массу 20%-ного (по массе) раствора гидроксида калия необходимо прибавить к 1 кг 50%-ного (по массе) раствора KOH , чтобы получить 25%-ный (по массе) раствор?
- е) Раствор с какой массовой долей получится, если в 200 г раствора карбоната натрия с массовой долей 4,0% растворить декагидрат карбоната натрия массой 12 г?

ж) Рассчитайте, какую массу пентагидрата сульфата меди (II) необходимо растворить в 240 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей CuSO_4 4,0%.

8-5. Предложите способ определения массовых долей компонентов в смеси, состоящей из железа, сахара, серы и речного песка. Опишите предлагаемую последовательность действий. Приведите расчетные формулы.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

9-1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: калий \rightarrow гидроксид калия \rightarrow карбонат калия \rightarrow гидрокарбонат калия \rightarrow иодид калия \rightarrow бромид калия \rightarrow нитрат калия \rightarrow нитрит калия \rightarrow сульфат калия \rightarrow хлорид калия \rightarrow гидроксид калия \rightarrow хлорат калия \rightarrow хлорид калия \rightarrow калий.

Для реакций ионного обмена приведите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения, для окислительно-восстановительных реакций – уравнения электронного баланса.

9-2. Простое вещество желтого цвета **A** легко сгорает в чистом кислороде с образованием газообразного при нормальных условиях продукта **B**, причем для полного сгорания 1,2 г вещества **A** необходимо 840 мл (н.у.) кислорода. Такую же массу вещества **A** растворили при нагревании в инертной атмосфере в 100 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 18,0% и плотностью 1,20 г/мл. При этом образовались два новых вещества **B** и **Г**, массовые доли натрия в которых составляют соответственно 59,0% и 36,5%.

- Установите, о каком простом веществе **A** идет речь в задаче. Свой вывод подтвердите расчетом.
- Определите вещества **B**, **B** и **Г**. Напишите уравнения описанных в задаче превращений.
- Рассчитайте массовую долю вещества **Г** в полученном растворе.
- Что образуется при кипячении вещества **A** с раствором вещества **Г**? Приведите соответствующее уравнение реакции.
- Что образуется при сплавлении вещества **A** с веществом **B**? Напишите уравнение этой реакции.

9-3. Легкий серебристый металл **X** широко используется в промышленности и в быту. На холоде это вещество не растворяется в концентрированной серной кислоте, однако легко растворяется в разбавленной серной кислоте, а также в растворе гидроксида натрия. В мелкораздробленном виде металл **X** энергично сгорает на воздухе с образованием белого оксида **Y**, являющегося основным веществом природного минерала глинозёма, из которого металл **X** получают в промышленных условиях.

- Определите, о каком металле идет речь в задаче.

- б) Что представляет собой глинозём? Приведите химическое название вещества **Y**, напишите его формулу.
- в) Напишите уравнения реакций, о которых идет речь в задаче.
- г) Как получают металл **X** в промышленных условиях? Напишите уравнение реакции.
- д) Какую массу металла **X** можно получить из 12,0 т глинозёма, содержащего 15% (по массе) пустой породы, если практический выход этого процесса равен 80%?
- е) Металл **X** используется для получения других металлов из их оксидов, например, марганца. Для этого природный минерал пиролюзит, основным веществом в котором является оксид марганца (IV), прокаливают. При этом образуется оксид марганца (III), из которого затем с помощью металла **X** получают марганец. Приведите уравнения химических реакций, которые протекают при получении марганца описанным способом. Как называется такой процесс?

9-4. Пластинку массой 1,03 г, изготовленную из сплава, в котором на каждые 11 атомов меди приходится 5 атомов цинка, поместили в водный раствор нитрата серебра массой 120 г с массовой долей соли 3,40%. По окончании реакции пластинку вынули из раствора, промыли, высушили и взвесили.

- а) Рассчитайте массовую долю цинка в исходном сплаве.
- б) Приведите уравнения реакций, которые могут протекать в описанном опыте.
- в) Как можно определить, закончилась ли реакция в данном опыте?
- г) Какой станет масса пластинки после окончания опыта?
- д) Назовите три сплава, содержащих медь и цинк. Для чего применяются эти сплавы?

9-5. Чтобы сэкономить на огородных удобрениях, юный химик Денис решил получить некоторые из них самостоятельно. Вот список удобрений, необходимых для огорода нашего героя: калийная селитра, аммиачная селитра, двойной суперфосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, сульфат аммония, хлористый калий, аммофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Денис не привык искать легких путей, поэтому синтезировать удобрения он собрался из простых веществ.

- а) Напишите химические формулы калийной селитры, аммиачной селитры, сульфата аммония и хлористого калия.
- б) Какие простые вещества потребуются юному химику Денису для получения удобрений?
- в) Напишите уравнения реакций, с помощью которых Денис может синтезировать эти удобрения. Разрешается использовать любые условия (давление, температура) и любые вещества в качестве катализаторов.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

10-1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: а) метан \rightarrow бромметан \rightarrow этан \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол; б) пропен \rightarrow 1,2-дихлорпропан \rightarrow пропин \rightarrow 1,3,5-триметилбензол; в) циклобутан \rightarrow 1,4-дибромбутан \rightarrow бутадиен-1,3 \rightarrow циклогексен \rightarrow циклогексан \rightarrow бензол. Укажите условия проведения реакций.

10-2. Этилен играет важную роль в процессе созревания многих плодов и фруктов. Это его свойство нашло практическое применение. Например, если в атмосферу хранилища, в которые помещены зеленые томаты, ввести небольшое количество этилена, то за короткое время томаты приобретают красную окраску зрелых плодов. В лабораторных условиях небольшие количества этилена можно получить путем дегидратации соответствующего спирта **X**.

- Какой спирт следует использовать для получения этилена? Приведите его структурную формулу и название.
- Напишите уравнение реакции, с помощью которой в лаборатории из спирта **X** можно получить небольшое количество этилена. Укажите условия, при которых следует проводить этот процесс.
- Какое еще вещество образуется в ходе этой реакции и от чего зависит его практический выход?
- Какую массу спирта **X** следует взять для получения 560 мл (н.у.) этилена?

Из этого же спирта **X** под действием катализаторов Al_2O_3 и ZnO при температуре 450°C можно получить вещество **Y**, которое в зависимости от условий проведения процесса может полимеризоваться с образованием двух разных высокомолекулярных соединений – **Z**₁ и **Z**₂. Полимер **Z**₁ (марка СКБ) в промышленном масштабе впервые получен С.В. Лебедевым (1932 г.) на натриевом катализаторе. Это синтетический каучук, не имеющий стереорегулярного строения. Полимер **Z**₂ (марка СКД) получают из **Y** на катализаторах Циглера-Натты ($\text{TiCl}_4 + \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$). Он является *цис*-изомером стереорегулярного строения и по свойствам превосходит натуральный каучук.

- Установите формулу и название вещества **Y**.
- Напишите схему реакции получения полимеров **Z**₁ и **Z**₂ из **Y**. Приведите пространственную формулу структурного звена полимера **Z**₂. Что означают буквы «Б» и «Д» в обозначении марок синтетических каучуков?
- Как можно определить наличие этилена в воздухе овощехранилища? Напишите уравнения предлагаемых реакций.

10-3. Смесь 2-метил-3,3-диэтилгептана и 2,2-диметил-3-этилгексана общей массой 15,32 г сожгли на воздухе. Газообразные при комнатной температуре продукты сгорания пропустили через избыток раствора гидроксида кальция. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 108 г.

- Приведите структурные формулы веществ, содержащихся в исходной смеси.

- б) В молекуле каждого из этих соединений укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.
- в) В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в молекулах этих соединений?
- г) По результатам проведенного эксперимента рассчитайте массовые доли компонентов в исходной смеси.
- д) Какой объем (н.у.) воздуха, содержащего 21 % кислорода по объему, необходим для сжигания 100 г исходной смеси?

10-4. Халькопирит представляет собой природный минерал, в состав которого входят медь, железо и сера. Массовые доли названных элементов равны соответственно 34,63%, 30,42% и 34,95%. Халькопирит используется для получения черновой меди. Для этого его обжигают на воздухе. К твердому продукту, образуемому после обжига, добавляют песок и нагревают. При этом образуется легкоплавкий силикат железа (III), который удаляют. Твердый остаток, содержащий 79,85% меди по массе, обжигают в токе кислорода и получают черновую медь, имеющую степень чистоты около 99%, а также газ, перерабатываемый в серную кислоту. Дальнейшая очистка осуществляется методом электролитического рафинирования в ванне с подкисленным раствором сульфата меди (II). При этом получается медь с чистотой 99,999%, пригодная для использования в электротехнической промышленности.

- а) Установите формулу халькопирита.
- б) Напишите уравнения химических реакций, протекающих в процессе получения черновой меди.
- в) Приведите уравнения реакций, с помощью которых газ, выделяющийся при обжиге твердого остатка, можно переработать в серную кислоту.
- г) Какие процессы протекают на электродах при электролитическом рафинировании меди? В качестве какого электрода используется черновая медь?
- д) Зачем необходимо подкислять раствор сульфата меди(II) в электролитической ванне? Напишите молекулярное и ионно-молекулярное уравнения реакции.
- е) Какая масса меди получится из 10,0 т руды, содержащей 78% (масс.) халькопирита, если практический выход всего процесса составляет 90%?
- ж) Как влияет концентрация H_2SO_4 на характер взаимодействия серной кислоты с медью? Дайте обоснованный ответ.

10-5. В одном растворе содержатся катионы Na^+ , Ag^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} и Al^{3+} . Предложите метод разделения этой смеси, т.е. перевода этих катионов в пять разных растворов (разрешается использовать любые реагенты). Напишите молекулярные (где это возможно) и ионно-молекулярные уравнения предлагаемых реакций.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

11-1. Хлор широко используется в лабораторной практике для синтеза многих органических и неорганических соединений.

- а) Предложите три способа получения газообразного хлора в лаборатории. Приведите уравнения соответствующих реакций. От каких примесей и как можно очистить газообразный хлор, полученный указанными способами?
- б) Напишите уравнения реакций хлора со следующими неорганическими веществами: с металлом, с неметаллом, с водой, с кислотой, с основанием, с солью.
- в) Напишите уравнения пяти реакций хлора с веществами, принадлежащими разным классам органических соединений. К какому типу реакций относится каждая из них? По какому механизму протекает взаимодействие в каждом случае?
- г) Какой объем хлора (н.у.) потребуется для получения хлороводорода, содержащегося в 100 мл 36,5%-ной (масс.) соляной кислоты плотностью 1,18 г/мл?
- д) Какую массу газообразного хлора необходимо пропустить через водный раствор, содержащий 8,3 г иодида калия, чтобы появившаяся сначала коричнево-бурая окраска раствора полностью исчезла? Напишите уравнения реакций.
- е) Сколько электронов содержится в образце хлора, способном прореагировать с 2,3 г предельной одноосновной карбоновой кислоты, проявляющей свойства и кислоты, и альдегида? Приведите уравнение протекающей реакции.

11-2. Под действием ферментов, вырабатываемых различными микроорганизмами, глюкоза может превращаться в разные продукты. В одном из процессов образуется кислота **Х**, на нейтрализацию образца которой массой 3,24 г требуется 72,0 мл раствора гидроксида бария с молярной концентрацией 0,250 моль/л. Массовая доля кислорода в кислоте **Х** составляет 53,3%.

- а) Приведите структурную формулу глюкозы и кратко поясните свой ответ.
- б) Установите состав кислоты **Х** и приведите ее структурную формулу. Свой ответ подтвердите расчетами.
- в) Напишите уравнение реакции превращения глюкозы в соединение **Х**. Как называется этот процесс?
- г) Под влиянием ферментов глюкоза может превращаться в еще один важный продукт **У**, массовая доля кислорода в котором составляет 34,8%. Установите формулу соединения **У**. Напишите уравнение указанной реакции.
- д) В какие еще вещества может превращаться глюкоза под действием ферментов? Как называются такие процессы? Напишите уравнения реакций.

11-3. При сильном нагревании метана без доступа воздуха он разлагается на водород и углерод. Метан объемом 112 л (н.у.) нагрели кратковременно до 1500 °С, в результате чего некоторая его часть разложилась. При полном сжигании половины образовавшейся газовой смеси в кислороде выделилось 1663 кДж теплоты.

- а) В каких аллотропных модификациях может находиться углерод в кристаллическом состоянии? Что образуется при термическом разложении метана?
- б) Составьте термохимические уравнения сгорания метана и водорода, если при сжигании каждого из них объемом 1,00 л (н.у.) выделяется соответственно 35,8 и 12,8 кДж тепловой энергии.
- в) Рассчитайте объемную долю водорода в газовой смеси, образовавшейся в результате нагревания метана.

11-4. Вещество **А** очень широко распространено на Земле и в огромных количествах используется в производстве строительных материалов. Оно растворяется в водном растворе гидроксида калия и в одной из галогеноводородных кислот **Б**. В промышленных условиях из **А** получают простое вещество **В**, которое является основным материалом для производства интегральных микросхем и полупроводниковых приборов. Простое вещество **В** так же, как и вещество **А**, растворяется в растворе гидроксида калия и кислоте **Б**.

- а) Определите вещества **А**, **Б** и **В**.
- б) Напишите уравнения химических реакций растворения **А** и **В** в растворах гидроксида калия и галогеноводородной кислоты **Б**.
- в) Какое строение в твердом состоянии имеет вещество **А**? Укажите тип кристаллической решетки. Какими физическими свойствами обладает это вещество?
- г) Как получают простое вещество **В** в промышленности? Напишите уравнение реакции.
- д) Какие продукты могут образоваться при взаимодействии вещества **А** с магнием? Напишите уравнения соответствующих реакций и назовите образующиеся продукты.
- е) Бесцветный газ с неприятным запахом **Г** массой 3,1 г очень легко взаимодействует с кислородом. При этом получается 6,0 г вещества **А** и 2,7 г воды. Установите формулу вещества **Г**. Составьте уравнение проведенной реакции. Как соединение **Г** реагирует с раствором гидроксида натрия?

11-5. Фенацетин (1-этоксип-4-ацетиламинобензол, или 4-ацетиламинофенетол $C_2H_5O-C_6H_4-NHCOCH_3$) используется в медицине в качестве анальгетика (вещества, снижающего болевые ощущения) и жаропонижающего средства.

- а) Приведите структурную формулу фенацетина.

б) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить фенацетин из бензола, этилового спирта и любых неорганических веществ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (8 КЛАСС)

8-1. а) Заряд частицы A^{y+} : $56 \cdot (+1) + 54 \cdot (-1) = +2$.

Заряд частицы B^{x-} : $17 \cdot (+1) + 18 \cdot (-1) = -1$.

В атоме элемента А содержится 56 протонов, следовательно, это барий Ва.

В атоме элемента В содержится 17 протонов, следовательно, это хлор Cl.

Таким образом, частица $A^{y+} - Ba^{2+}$, а $B^{x-} - Cl^-$.

Формула неизвестного вещества – **$BaCl_2$ (хлорид бария)**.

5 баллов

б) Массовые доли элементов в этом соединении:

$\omega(Ba) = Ar(Ba) / Mr(BaCl_2)$; $\omega(Ba) = 137 / (137 + 2 \cdot 35,5) = 0,659$ (или **65,9%**);

$\omega(Cl) = 2Ar(Cl) / Mr(BaCl_2)$; $\omega(Cl) = 2 \cdot 35,5 / (137 + 2 \cdot 35,5) = 0,341$ (или **34,1%**).

3 балла

в) Частицы Ba^{2+} и Cl^- представляют собой ионы, поэтому **связь** между ними – **ионная**. Соединение $BaCl_2$ имеет **ионную кристаллическую решетку**.

2 балла

Всего – 10 баллов.

8-2. Уравнения реакций:

а) $4 P + 5 O_2 = 2 P_2O_5$;

б) $2 H_2S + 3 O_2 = 2 H_2O + 2 SO_2$;

в) $2 C_2H_2 + 5 O_2 = 4 CO_2 + 2 H_2O$;

г) $2 Al + 6 HCl = 2 AlCl_3 + 3 H_2$;

д) $CS_2 + 3 O_2 = CO_2 + 2 SO_2$;

е) $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$;

ж) $2 SO_2 + O_2 = 2 SO_3$;

з) $4 FeS + 7 O_2 = 2 Fe_2O_3 + 4 SO_2$;

и) $2 NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$;

к) $2 H_2O_2 = 2 H_2O + O_2$.

По одному баллу за каждое правильно определенное вещество.

Всего – 10 баллов.

8-3. а) $V(N_2) = V(\text{воздуха}) \cdot \varphi(N_2)$; $V(N_2) = 10 \text{ л} \cdot 0,79 = 7,9 \text{ л}$;

$V(O_2) = V(\text{воздуха}) \cdot \varphi(O_2)$; $V(O_2) = 10 \text{ л} \cdot 0,21 = 2,1 \text{ л}$. *2 балла*

б) $n(O_2) = V(O_2) / V_m$; $n(O_2) = 2,1 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,09375 \text{ моль}$.

$m(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2)$; $m(O_2) = 0,09375 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 3,0 \text{ г}$

2 балла

в) Средняя молярная масса смеси газов:

$$M_{\text{cp}} = (m(\text{N}_2) + m(\text{O}_2)) / (n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2))$$
$$n(\text{N}_2) = V(\text{N}_2) / V_m; \quad n(\text{N}_2) = 7,9 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,3527 \text{ моль.}$$
$$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2); \quad m(\text{N}_2) = 0,3527 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 9,875 \text{ г.}$$
$$M_{\text{cp}} = (9,875 \text{ г} + 3,0 \text{ г}) / (0,3527 \text{ моль} + 0,09375 \text{ моль}) = \mathbf{28,8 \text{ г/моль.}}$$

3 балла

Возможен и другой вариант решения.

$$M_{\text{cp}} = M(\text{N}_2) \cdot \chi(\text{N}_2) + M(\text{O}_2) \cdot \chi(\text{O}_2).$$

Поскольку объемные доли газов в смеси равны их молярным долям, то

$$M_{\text{cp}} = 28 \text{ г/моль} \cdot 0,79 + 32 \text{ г/моль} \cdot 0,21 = \mathbf{28,8 \text{ г/моль.}}$$

$$\text{г) } n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) = m(\text{воздуха}) / M_{\text{cp}};$$

$$n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) = 1,00 \text{ г} / 28,8 \text{ г/моль} = 0,0347 \text{ моль.}$$

$$N(\text{N}_2) + N(\text{O}_2) = (n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2)) \cdot N_A;$$

$$\mathbf{N(\text{N}_2) + N(\text{O}_2) = 0,0347 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = \mathbf{2,1 \cdot 10^{22}.}} \quad 2 \text{ балла}$$

д) В 100 л воздуха содержится $100 \cdot 0,21 = 21 \text{ л}$ (н.у.) кислорода.

В соответствии с уравнением реакции $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$

с 22,4 л (н.у.) кислорода прореагирует 12 г углерода.

Тогда с 21 л (н.у.) кислорода прореагирует $(12 \cdot 21) / 22,4 = \mathbf{11,25 \text{ г}}$ углерода.

3 балла

Возможен иной вариант решения – с использованием понятия «количество вещества».

Всего – 12 баллов.

8-4. а) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – медный купорос, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – кристаллическая сода.

0,5балла \times 2 названия = 1 балл

$$\text{б) } m(\text{CuSO}_4) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{CuSO}_4); \quad m(\text{CuSO}_4) = 400 \text{ г} \cdot 0,01 = 4 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{CuSO}_4); \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ г} - 4 \text{ г} = 396 \text{ г.}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}); \quad \mathbf{n(\text{H}_2\text{O}) = 396 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = \mathbf{22 \text{ моль.}}$$

3 балла

$$\text{в) } m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}); \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \cdot 540 \text{ мл} = 540 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = (m(\text{NaCl}) / m(\text{р-ра})) \cdot 100\% = (m(\text{NaCl}) / (m(\text{NaCl}) + m(\text{р-ра}))) \cdot 100\%$$

Если $m(\text{NaCl}) = x \text{ г}$, то $(x / (x + 540)) \cdot 100 = 10$, откуда $x = \mathbf{m(\text{NaCl}) = 60 \text{ г.}}$

3 балла

Возможны и другие подходы к решению, в том числе без составления алгебраического уравнения.

$$\text{г) } m_1(\text{KOH}) = m_1(\text{р-ра}) \cdot \omega_1(\text{KOH}); \quad m_1(\text{KOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,3 = 60 \text{ г.}$$

$$m_2(\text{KOH}) = m_2(\text{р-ра}) \cdot \omega_2(\text{KOH}); \quad m_2(\text{KOH}) = 300 \text{ г} \cdot 0,2 = 60 \text{ г.}$$

$$m(\text{KOH}) = m_1(\text{KOH}) + m_2(\text{KOH}); \quad m(\text{KOH}) = 60 \text{ г} + 60 \text{ г} = 120 \text{ г.}$$

$$m(\text{р-ра}) = m_1(\text{р-ра}) + m_2(\text{р-ра}); \quad m(\text{р-ра}) = 200 \text{ г} + 300 \text{ г} = 500 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{KOH}) = m(\text{KOH}) / m(\text{р-ра}); \quad \omega(\text{KOH}) = 120 \text{ г} / 500 \text{ г} = \mathbf{0,24} \text{ (или } \mathbf{24\%}).$$

4 балла

Δ) Пусть $m(20\% \text{-ного р-ра}) = y$ кг. Тогда $m(\text{KOH в нем}) = 0,2y$ кг.

$$m(\text{KOH в } 50\% \text{-ном растворе}) = 1 \text{ кг} \cdot 0,5 = 0,5 \text{ кг.}$$

$m(25\% \text{-ного раствора}) = m(20\% \text{-ного раствора}) + m(50\% \text{-ного раствора})$, т.е.

$$m(25\% \text{-ного раствора}) = (y + 1) \text{ кг.}$$

$m(\text{KOH в } 25\% \text{-ном растворе}) = m(\text{KOH в } 20\% \text{-ном растворе}) + m(\text{KOH в } 50\% \text{-ном растворе})$, т.е. $m(\text{KOH в } 25\% \text{-ном растворе}) = (0,2y + 0,5)$ кг.

Из условия следует, что $((0,2y + 0,5) / (y + 1)) \cdot 100\% = 25\%$, откуда $y = 5$.

$$\text{Значит, } m(20\% \text{-ного р-ра}) = \mathbf{5 \text{ кг}}$$

4 балла

Эту задачу можно решить и другим способом – с использованием правила креста.

$$\text{е) } n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O});$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 12 \text{ г} / (106 + 10 \cdot 18) \text{ г/моль} = 0,042 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,042 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,042 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 4,45 \text{ г.}$$

Масса полученного раствора составит $200 \text{ г} + 12 \text{ г} = 212 \text{ г}$.

Исходный раствор содержал $200 \cdot 0,04 = 8 \text{ г Na}_2\text{CO}_3$, тогда в полученном растворе будет содержаться $8 + 4,45 = 12,45 \text{ г Na}_2\text{CO}_3$.

Значит, массовая доля карбоната натрия в полученном растворе будет равна:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 12,45 \text{ г} / 212 \text{ г} = \mathbf{0,059} \text{ (или } \mathbf{5,9\%}).$$

4

балла

ж) Пусть $n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4) = z$ моль. Тогда:

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4); \quad m(\text{CuSO}_4) = z \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = \text{г};$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O});$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = z \text{ моль} \cdot 250 \text{ г/моль} = 250z \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}); \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \cdot 240 \text{ мл} = 240 \text{ г.}$$

Масса полученного раствора: $m(\text{р-ра}) = (240 + 250z) \text{ г}$.

Массовая доля CuSO_4 в нем: $\omega(\text{CuSO}_4) = (m(\text{CuSO}_4) / m(\text{р-ра})) \cdot 100\%$.

Таким образом, $(160z / (240 + 250z)) \cdot 100 = 4$, откуда $z = 0,064$ (моль).

$$\text{Тогда } m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,064 \text{ моль} \cdot 250 \text{ г/моль} = \mathbf{16 \text{ г.}}$$

4

балла

Всего – 23 балла.

8-5. Предлагаемая последовательность действий:

1. Взвешиваем исходную смесь.

2. Магнитом выделяем железо и еще раз взвешиваем (можно смесь без железа, а можно железные опилки, предварительно стряхнув их с магнита).

$$\omega(\text{Fe}) = [m(\text{Fe}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%, \text{ или}$$

$$\omega(\text{Fe}) = [(m(\text{исх. смеси}) - m(\text{смеси без Fe})) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%.$$

3. Оставшуюся смесь сахара, серы и речного песка помещаем в воду.
4. Серу отделяем флотацией (собираем с поверхности воды), осторожно подсушиваем на воздухе и взвешиваем: $\omega(\text{серы}) = [m(\text{серы}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%$.
5. Речной песок отделяем фильтрованием (или декантацией) и после высушивания взвешиваем: $\omega(\text{песка}) = [m(\text{песка}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%$.
6. Оставшийся раствор осторожно выпариваем. Полученное твердое вещество (сахар) взвешиваем: $\omega(\text{сахара}) = [m(\text{сахара}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%$.
7. Проводим проверку:

$$\omega(\text{Fe}) + \omega(\text{серы}) + \omega(\text{песка}) + \omega(\text{сахара}) = 100\%.$$

Описание последовательности действий – 7 баллов.

Расчетные формулы – 3 балла.

Всего – 10 баллов.

Итого за комплект заданий 8 класса – 65 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (9 КЛАСС)

9-1. Уравнения реакций:

1. $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$ (+ уравнения электронного баланса)
2. $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KHCO}_3$; $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^-$
4. $\text{KHCO}_3 + \text{HI} = \text{KI} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$; $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
5. $2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$ (+ уравнения электронного баланса)
6. $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr}\downarrow + \text{KNO}_3$; $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgBr}\downarrow$
7. $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$ (при t°) (+ уравнения электронного баланса)
8. $2\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{NO}\uparrow + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (+ уравнения \bar{e} -го баланса)
9. $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KCl}$; $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$
10. $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ (электролиз раствора)
(+ уравнения электродных процессов)
11. $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (при нагревании)
(+ уравнения электронного баланса)
12. $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$ (при нагревании с катализатором MnO_2)
(+ уравнения электронного баланса)
13. $2\text{KCl} = 2\text{K} + \text{Cl}_2\uparrow$ (электролиз расплава) (+ уравнения электродных процессов)

За каждое правильно составленное уравнение реакции (вне зависимости от того, представлено ли оно выше, или ученик предложил свое решение) – по одному баллу.

Всего – 13 баллов.

9-2. а) Простое вещество желтого цвета **A** – это **сера S** (или S_8).

Она сгорает в кислороде с образованием **оксида серы (IV) SO_2** (вещество **Б**).

Уравнение реакции: $S + O_2 = SO_2$. Подтвердим свой вывод расчетом.

$n(S) = m(S) / M(S)$; $n(S) = 1,2 \text{ г} / 32 \text{ г/моль} = 0,0375 \text{ моль}$.

Из уравнения реакции следует, что $n(O_2) = n(S) = 0,0375 \text{ моль}$.

$V(O_2) = n(O_2) \cdot V_m$; $V(O_2) = 0,0375 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,84 \text{ л} = \mathbf{840 \text{ мл}}$,

что подтверждается данными условия задачи.

Определить вещество **A** можно было иначе, решая задачу в общем виде.

При сгорании **A** образуется оксид A_2O_x : $2A + (x/2) O_2 = A_2O_x$

где x – степень окисления элемента в оксиде.

Для сгорания было израсходовано $n(O_2) = 0,84 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0375 \text{ моль}$.

В соответствии с уравнением реакции: $n(A) = (n(O_2) / (x/2)) \cdot 2$;

$n(A) = (0,0375 / (x/2)) \cdot 2 = 0,15/x \text{ (моль)}$.

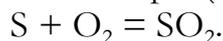
Молярная масса вещества **A**: $M(A) = m(A) / n(A)$;

$M(A) = 1,2 \text{ г} / (0,15/x) = 8 \cdot x \text{ (г/моль)}$.

Единственно разумное решение соответствует степени окисления +4.

Тогда молярная масса элемента **A** равна 32 г/моль. Это **серы S**. *4 балла*

б) При горении серы образуется оксид серы (IV) (сернистый газ):



Вещество **Б** – **оксид серы (IV) SO_2** .

При растворении серы в растворе гидроксида натрия протекает окислительно-восстановительная реакция, в результате которой сера подвергается диспропорционированию: $3S + 6NaOH = 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$.

Соотнести вещества **В** и **Г** можно на основании массовых долей натрия в них.

$\omega(\text{Na в } Na_2S) = 2M(\text{Na}) / M(Na_2S)$; $\omega(\text{Na в } Na_2S) = 2 \cdot 23 / 78 = \mathbf{0,590}$ (или **59,0%**).

$\omega(\text{Na в } Na_2SO_3) = 2M(\text{Na}) / M(Na_2SO_3)$;

$\omega(\text{Na в } Na_2SO_3) = 2 \cdot 23 / 126 = \mathbf{0,365}$ (или **36,5%**).

Таким образом, вещество **В** – **сульфид натрия Na_2S** .

Вещество **Г** – **сульфит натрия Na_2SO_3** .

4 балла

в) Вычислим массовую долю Na_2SO_3 в полученном растворе.

$m(\text{р-ра NaOH}) = 100 \text{ мл} \cdot 1,20 \text{ г/мл} = 120 \text{ г}$;

$m(\text{NaOH}) = 120 \text{ г} \cdot 0,18 = 21,6 \text{ г}$; $n(\text{NaOH}) = 21,6 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,54 \text{ моль}$.

Количество вещества серы (см. пункт а): $n(S) = 0,0375 \text{ моль}$.

Из уравнения реакции диспропорционирования следует, что NaOH взят в избытке. Расчет ведем по количеству серы. По уравнению реакции:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = (1/3) \cdot n(\text{S}); \quad n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = (1/3) \cdot 0,0375 \text{ моль} = 0,0125 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = n(\text{Na}_2\text{SO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_3);$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,0125 \text{ моль} \cdot 126 \text{ г/моль} = 1,575 \text{ г.}$$

После растворения серы $m(\text{р-ра}) = 120 \text{ г} + 1,2 \text{ г} = 121,2 \text{ г}$.

Массовая доля сульфита натрия в полученном растворе:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = (m(\text{Na}_2\text{SO}_3) / m(\text{р-ра})) \cdot 100\%;$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = (1,575 \text{ г} / 121,2 \text{ г}) \cdot 100\% = \mathbf{1,3\%}. \quad 4 \text{ балла}$$

г) При кипячении серы в растворе сульфита натрия образуется тиосульфат натрия. Эта реакция является одним из лабораторных способов получения $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:



д) При сплавлении серы с сульфидом натрия образуется полисульфид натрия Na_2S_n :



Всего – 15 баллов.

9-3. а) Совокупность описанных свойств, а также факт промышленного получения из глинозёма указывают на то, что элемент **X** – **алюминий Al**.

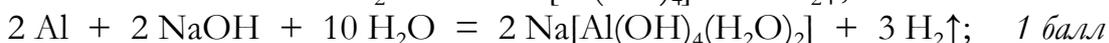
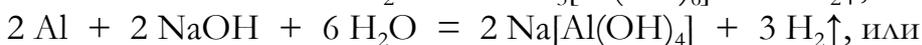
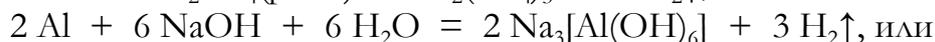
1 балл

б) Глинозём – бесцветные нерастворимые в воде кристаллы, представляющие собой природную нестехиометрическую смесь оксидов алюминия, кальция, магния, натрия и др. Основной компонент глинозёма – оксид алюминия. Следовательно, белый оксид **Y** – **оксид алюминия Al_2O_3** .

2 балла

в) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \neq$ **пассивация** на холоде;

1 балл



г) В промышленности алюминий получают электролизом расплава Al_2O_3 , растворенного в расплавленном криолите $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ (температура 960-970 °С). Уравнение реакции: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2 \text{Al} + 3 \text{O}_2$ (электролиз расплава). *2 балла*

д) $m(\text{пустой породы}) = 12,0 \text{ т} \cdot 0,15 = 1,8 \text{ т}$;

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 12,0 \text{ т} - 1,8 \text{ т} = 10,2 \text{ т} = 10\,200\,000 \text{ г.}$$

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 10\,200\,000 \text{ г} / 102 \text{ г/моль} = 100\,000 \text{ моль.}$$

В соответствии с уравнением реакции из этого количества Al_2O_3 можно теоретически получить $n(\text{Al}) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 100\,000 \text{ моль} = 200\,000 \text{ моль}$.

$$m_{\text{теор}}(\text{Al}) = 200\,000 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 5\,400\,000 \text{ г} = 5,4 \text{ т.}$$

С учетом практического выхода будет получено:

$$m_{\text{факт}}(\text{Al}) = 5,4 \text{ т} \cdot 0,8 = \mathbf{4,32 \text{ т.}}$$

4 балла

е) При получении марганца описанным способом протекают реакции:



Процесс получения металлов путем восстановления их алюминием называется **алюмотермией (алюминотермией)**. Он широко используется в металлургии. 3 балла

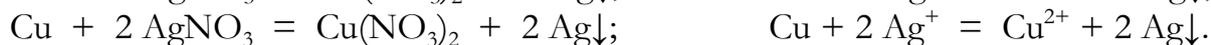
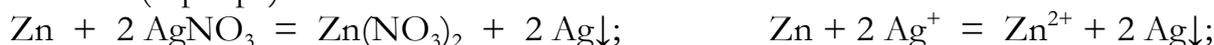
Всего – 16 баллов.

9-4. а) Сплав, в котором на каждые 11 атомов меди приходится 5 атомов цинка, формально можно рассматривать как соединение состава $\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5$.

Массовая доля цинка в таком сплаве: $\omega(\text{Zn}) = 5M(\text{Zn}) / M(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5)$;

$$\omega(\text{Zn}) = 5 \cdot 65 / (11 \cdot 64 + 5 \cdot 65) = \mathbf{0,316} \text{ (или } \mathbf{31,6\%}). \quad 2 \text{ балла}$$

б) В описанном опыте протекают реакции вытеснения менее активного металла (серебра) более активными:



2 балла

в) Реакция может считаться завершённой в случае исчерпания одного из реагентов. Если в недостатке находится *соль серебра*, то проверить ее отсутствие в растворе можно по отрицательной пробе с хлорид-ионами: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$.

Если в недостатке *компоненты сплава*, то при их расходовании твердая фаза будет представлять собой чистое серебро, а значит, ее масса при прокаливании на воздухе изменяться не будет. 2 балла

г) Вычислим массу пластинки после окончания опыта.

$$m(\text{AgNO}_3) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega(\text{AgNO}_3); \quad m(\text{AgNO}_3) = 120 \text{ г} \cdot 0,034 = 4,08 \text{ г}.$$

$$n(\text{AgNO}_3) = m(\text{AgNO}_3) / M(\text{AgNO}_3);$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 4,08 / 170 \text{ г/моль} = 0,024 \text{ моль}.$$

$$M(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5) = 11 \cdot M(\text{Cu}) + 5 \cdot M(\text{Zn});$$

$$M(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5) = 11 \cdot 64 + 5 \cdot 65 = 1029 \text{ г/моль}.$$

$$n(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5) = m(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5) / M(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5);$$

$$n(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5) = 1,03 \text{ г} / 1029 \text{ г/моль} = 0,001 \text{ моль}.$$

Исходя из состава сплава, получаем:

$$n(\text{Cu}) = 11 \cdot n(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5); \quad n(\text{Cu}) = 11 \cdot 0,001 \text{ моль} = 0,011 \text{ моль};$$

$$n(\text{Zn}) = 5 \cdot n(\text{Cu}_{11}\text{Zn}_5); \quad n(\text{Zn}) = 5 \cdot 0,001 \text{ моль} = 0,005 \text{ моль}.$$

Из уравнений реакций следует, что такого количества металлов вполне достаточно для полного восстановления серебра. При этом сначала израсходуется цинк как более активный металл, восстановив $0,005 \cdot 2 = 0,010$ моль ионов Ag^+ . На восстановление оставшихся $0,024 - 0,010 = 0,014$ моль ионов Ag^+ потребуется $\frac{1}{2} \cdot 0,014 = 0,007$ моль меди. Соответственно останется $0,011 - 0,007 = 0,004$ моль меди. Таким образом, конечная масса пластинки из меди и серебра составит:

$$m(\text{пластинки}) = m(\text{Cu}) + m(\text{Ag});$$

$$m(\text{пластинки}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) + n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag});$$

$$m(\text{пластинки}) = 0,004 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} + 0,024 \text{ моль} \cdot 108 \text{ г/моль} = 2,85 \text{ г.}$$

6 баллов

д) Совместно указанные металлы содержатся в **латуни** (Cu + Zn), **нейзильбере** (Cu + Zn + Ni), **томпаках** (Cu + Zn + третий компонент). Данные сплавы применяются для изготовления изделий, устойчивых к коррозии. 2

балла

Всего – 14 баллов.

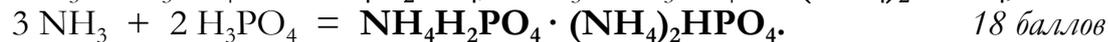
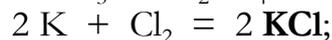
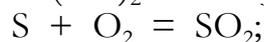
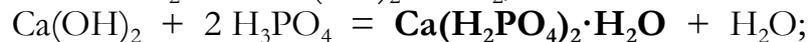
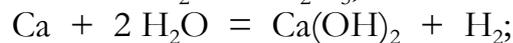
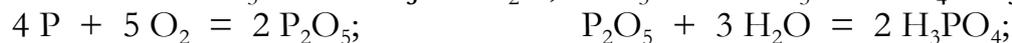
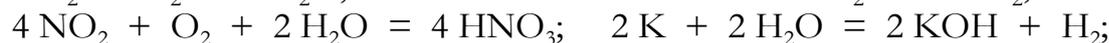
9-5. а) Химические формулы веществ: калийная селитра – **KNO₃** (нитрат калия); аммиачная селитра – **NH₄NO₃** (нитрат аммония); сульфат аммония – **(NH₄)₂SO₄**; хлористый калий – **KCl** (хлорид калия).

0,5 балла × 4 формулы = 2 балла

б) По условию, в качестве исходных необходимо использовать только простые вещества. Юному химику Денису потребуются: калий K, азот N₂, кислород O₂, водород H₂, кальций Ca, фосфор P, сера S, хлор Cl₂.

0,25 балла × 8 веществ = 2 балла

в) Один из вариантов реализации синтеза (*засчитываются любые другие варианты решения, если они не содержат химических ошибок*).



Всего – 22 балла.

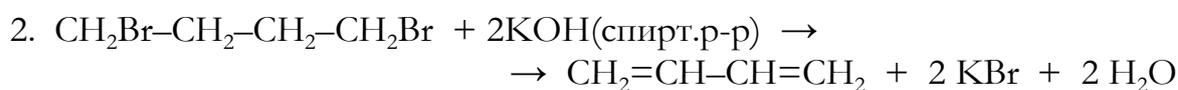
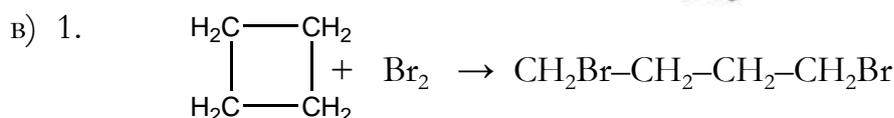
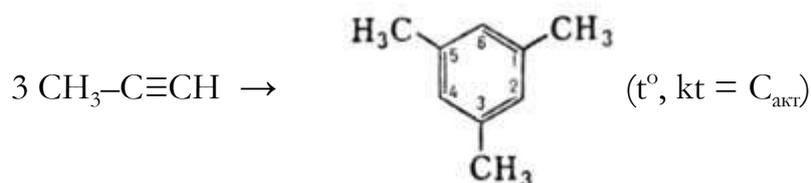
Итого за комплект заданий 9 класса – 80 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (10 КЛАСС)

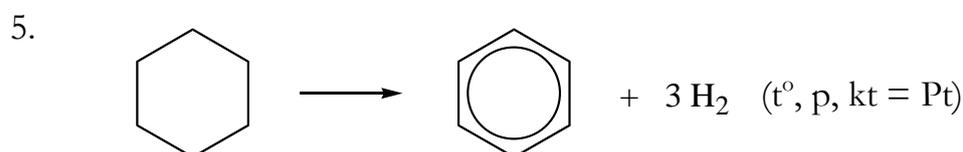
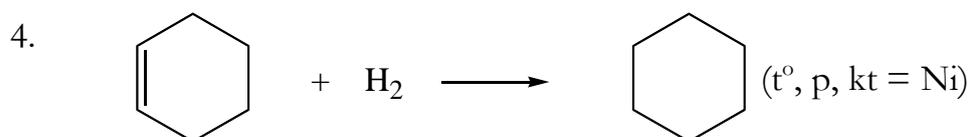
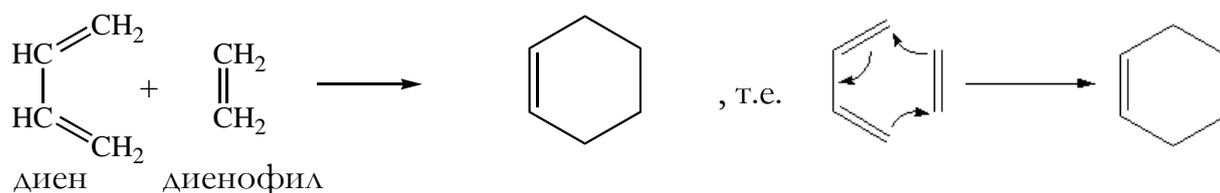
10-1. Уравнения реакций:

- а) 1. $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$ ($h\nu, t^\circ$)
 2. $2 \text{CH}_3\text{Br} + 2 \text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_3 + 2 \text{NaBr}$ (реакция Вюрца)
 3. $\text{CH}_3\text{—CH}_3 \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}_2$ ($t^\circ, \text{kt} = \text{Pt}$)
 4. $3 \text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ ($t^\circ, \text{kt} = \text{C}_{\text{акт}}$)

- б) 1. $\text{CH}_3\text{—CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{Cl}$
 2. $\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}$ (спирт. р-р) $\rightarrow \text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH} + 2 \text{KCl} + 2 \text{H}_2\text{O}$
 3.



3. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера)



За каждое правильно написанное уравнение реакции – по 1 баллу.

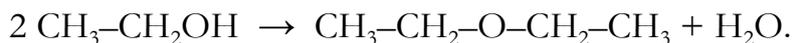
Всего – 12 баллов.

10-2. а) Для получения этанола используют **этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (этанол)**. 1 балл

б) Этилен можно получить в лаборатории *внутримолекулярной* дегидратацией этилового спирта: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Реакцию следует проводить при нагревании в присутствии каталитических количеств концентрированной серной кислоты. 1,5 балла

в) Реакцию внутримолекулярной дегидратации зачастую сопровождает дегидратация *межмолекулярная*. При этом образуется **диэтиловый эфир** $C_2H_5OC_2H_5$:



Его количество зависит от температуры проведения реакции. При температуре ниже 140 °С преимущественно образуется простой эфир, а при температуре более 180 °С – этилен. 2 балла

г) $n(C_2H_4) = V(C_2H_4) / V_m$; $n(C_2H_4) = 0,56 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,025 \text{ моль}$.

По уравнению реакции: $n(C_2H_5OH) = n(C_2H_4) = 0,025 \text{ моль}$.

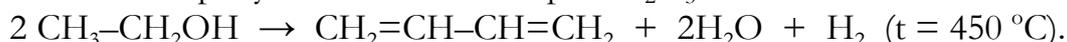
$m(C_2H_5OH) = n(C_2H_5OH) \cdot M(C_2H_5OH)$;

$m(C_2H_5OH) = 0,025 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 1,15 \text{ г}$.

2 балла

д) Совокупность описанных свойств, а также область промышленного применения позволяют определить, что вещество **Y** – **бутадиен-1,3** $CH_2=CH-CH=CH_2$.

Действительно, бутадиен-1,3 (дивинил) получают из этилена по реакции С.В. Лебедева в присутствии катализаторов Al_2O_3 и ZnO :



2 балла

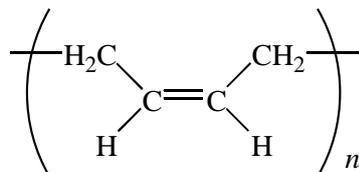
е) Схема реакции получения каучуков **Z₁** и **Z₂** из бутадиена-1,3:



Реакция протекает преимущественно по механизму 1,4-присоединения.

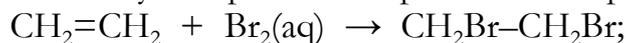
(Составление схемы реакции по механизму 1,2-присоединения также засчитывается.)

Пространственная формула структурного звена полимера **Z₂** (*цис*-изомер стереорегулярного строения):



Нетрудно догадаться, что в марках синтетических каучуков буквы «Б» и «Д» обозначают соответственно **«бутадиеновый»** и **«дивиниловый»**. 2,5 балла

ж) Чтобы определить наличие этилена, пробу воздуха из овощехранилища можно пропустить через склянку с бромной водой или раствором перманганата калия. Исчезновение желтой окраски бромной воды или фиолетовой окраски раствора перманганата калия будет свидетельствовать о присутствии этилена в воздухе. Уравнения протекающих реакций:



$3 CH_2=CH_2 + 2 KMnO_4 + 4 H_2O \rightarrow 3 CH_2OH-CH_2OH + 2 KOH + 2 MnO_2 \downarrow$. 2 балла

Всего – 13 баллов.

10-3. а) Структурные формулы исходных углеводородов:



$\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
этилгексан.

2,2-диметил-3-

2 формулы \times 1 балл = 2 балла

б) *Первичные* атомы в молекуле 2-метил-3,3-диэтилгептана (выделены жирным шрифтом и подчеркнуты): $\underline{\text{C}}\text{H}_3\text{-CH}(\underline{\text{C}}\text{H}_3)\text{-C}(\text{CH}_2\underline{\text{C}}\text{H}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_3$.

Вторичные атомы в молекуле 2-метил-3,3-диэтилгептана (выделены жирным шрифтом и подчеркнуты): $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-C}(\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{CH}_3)_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{-CH}_3$.

Третичный атом в молекуле 2-метил-3,3-диэтилгептана (выделен жирным шрифтом и подчеркнут): $\text{CH}_3\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}(\text{CH}_3)\text{-C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

Четвертичный атом в молекуле 2-метил-3,3-диэтилгептана (выделен жирным шрифтом и подчеркнут): $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-}\underline{\text{C}}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

Первичные атомы в молекуле 2,2-диметил-3-этилгексана (выделены жирным шрифтом и подчеркнуты): $\underline{\text{C}}\text{H}_3\text{-C}(\underline{\text{C}}\text{H}_3)_2\text{-CH}(\text{CH}_2\underline{\text{C}}\text{H}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_3$.

Вторичные атомы в молекуле 2,2-диметил-3-этилгексана (выделены жирным шрифтом и подчеркнуты): $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}(\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{CH}_3)\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}_2\text{-CH}_3$.

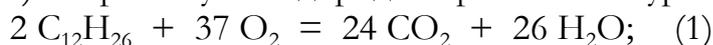
Третичный атом в молекуле 2,2-диметил-3-этилгексана (выделен жирным шрифтом и подчеркнут): $\text{CH}_3\text{-C}(\text{CH}_3)_2\text{-}\underline{\text{C}}\text{H}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

Четвертичный атом в молекуле 2,2-диметил-3-этилгексана (выделен жирным шрифтом и подчеркнут): $\text{CH}_3\text{-}\underline{\text{C}}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

0,25 балла \times 8 = 2 балла

в) Поскольку 2-метил-3,3-диэтилгептан и 2,2-диметил-3-этилгексан относятся к классу алканов, то **все атомы углерода** в молекулах этих соединений находятся в состоянии **sp^3 -гибридизации**. 1 балл

г) Сгорание углеводородов протекает по уравнениям:



При пропускании продуктов реакции через избыток раствора гидроксида кальция протекает реакция: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$. (3)

Следовательно, образовалось 108 г CaCO_3 .

Пусть в исходной смеси было x моль $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ и y моль $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$. Тогда:
 $m(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = n(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) \cdot M(\text{C}_{12}\text{H}_{26})$; $m(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = x \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 170x$
г.

$m(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = n(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) \cdot M(\text{C}_{10}\text{H}_{22})$; $m(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = y \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 142y$
г.

$$\text{По условию задачи,} \quad m(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) + m(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = m(\text{смеси});$$
$$170x + 142y = 15,32 \text{ (г)}. \quad (4)$$

В соответствии с уравнением реакции (1) при сгорании x моль $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ образуется $12x$ моль CO_2 , а в соответствии с уравнением реакции (2) при сгорании y моль $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ образуется $10y$ моль CO_2 . Таким образом, общее количество углекислого газа составит $(12x + 10y)$ моль. Это количество CO_2 в

реакции (3) даст такое же количество карбоната кальция: $n(\text{CaCO}_3) = (12x + 10y)$ моль.

$$\begin{aligned} \text{Из условия: } n(\text{CaCO}_3) &= m(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaCO}_3); \\ n(\text{CaCO}_3) &= 108 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 1,08 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Таким образом, $12x + 10y = 1,08$. (5)

Решая совместно уравнения (4) и (5), получаем: $x = 0,04$; $y = 0,06$.

Следовательно, исходная смесь содержала 0,04 моль $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ и 0,06 моль $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$.
 $m(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 170x = 170 \cdot 0,04 = 6,8 \text{ г}$; $m(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = 142y = 142 \cdot 0,06 = 8,52 \text{ г}$.

Массовые доли компонентов в исходной смеси:

$$\omega(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = m(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) / m(\text{смеси}); \quad \omega(\text{C}_{12}\text{H}_{26}) = 6,8 \text{ г} / 15,32 \text{ г} = \mathbf{0,444} \text{ (или } \mathbf{44,4\%});$$

$$\omega(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = m(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) / m(\text{смеси}); \quad \omega(\text{C}_{10}\text{H}_{22}) = 8,52 \text{ г} / 15,32 \text{ г} = \mathbf{0,556} \text{ (или } \mathbf{55,6\%}).$$

7 баллов

Δ) В смеси массой 15,32 г содержится 0,04 моль $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ и 0,06 моль $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$.
В соответствии с уравнением реакции (1) на сгорание 0,04 моль $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ требуется $0,04 \cdot (37/2) = 0,74$ моль кислорода.

В соответствии с уравнением реакции (2) на сгорание 0,06 моль $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ требуется $0,06 \cdot (31/2) = 0,93$ моль кислорода.

Всего для сжигания 15,32 г исходной смеси углеводородов потребуется $(0,74 + 0,93) = 1,67$ моль кислорода. Это составит:

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m; \quad V(\text{O}_2) = 1,67 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 37,4 \text{ л}.$$

Следовательно, необходим воздух объемом:

$$V(\text{воздух}) = V(\text{O}_2) / \varphi(\text{O}_2); \quad V(\text{воздух}) = 37,4 \text{ л} / 0,21 = 178 \text{ л}.$$

Тогда для сжигания 100 г исходной смеси потребуется воздух объемом:

$$178 \text{ л} \cdot (100 \text{ г} / 15,32 \text{ г}) = \mathbf{1162 \text{ л (н.у.)}}. \quad \mathbf{4 балла}$$

Всего – 16 баллов.

10-4. а) Установим формулу халькопирита $\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z$. Пусть $m(\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z) = 100 \text{ г}$, тогда:

$$m(\text{Cu}) = m(\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z) \cdot \omega(\text{Cu}); \quad m(\text{Cu}) = 100 \text{ г} \cdot 0,3463 = 34,63 \text{ г};$$

$$m(\text{Fe}) = m(\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z) \cdot \omega(\text{Fe}); \quad m(\text{Fe}) = 100 \text{ г} \cdot 0,3042 = 30,42 \text{ г};$$

$$m(\text{S}) = m(\text{Cu}_x\text{Fe}_y\text{S}_z) \cdot \omega(\text{S}); \quad m(\text{S}) = 100 \text{ г} \cdot 0,3495 = 34,95 \text{ г}.$$

Количества вещества элементов:

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}); \quad n(\text{Cu}) = 34,63 \text{ г} / 63,55 \text{ г/моль} = 0,5449 \text{ моль};$$

$$n(\text{Fe}) = m(\text{Fe}) / M(\text{Fe}); \quad n(\text{Fe}) = 30,42 \text{ г} / 55,85 \text{ г/моль} = 0,5447 \text{ моль};$$

$$n(\text{S}) = m(\text{S}) / M(\text{S}); \quad n(\text{S}) = 34,95 \text{ г} / 32,07 \text{ г/моль} = 1,090 \text{ моль}.$$

$$x : y : z = n(\text{Cu}) : n(\text{Fe}) : n(\text{S}) = 0,5449 : 0,5447 : 1,090 = 1 : 1 : 2.$$

Таким образом, простейшая формула халькопирита – **CuFeS_2** . *3 балла*

б) Газ, перерабатываемый впоследствии в серную кислоту, – оксид серы (IV) SO_2 . Следовательно, твердый остаток после начальных стадий переработки халькопирита представляет собой один из сульфидов меди Cu_aS_b .

Пусть $m(\text{Cu}_a\text{S}_b) = 100$ г, тогда:

$$m(\text{Cu}) = m(\text{Cu}_a\text{S}_b) \cdot \omega(\text{Cu}); \quad m(\text{Cu}) = 100 \text{ г} \cdot 0,7985 = 79,85 \text{ г};$$

$$m(\text{S}) = m(\text{Cu}_a\text{S}_b) \cdot \omega(\text{S}); \quad m(\text{S}) = 100 \text{ г} \cdot (1 - 0,7985) = 20,15 \text{ г}.$$

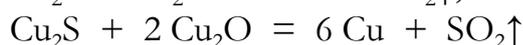
Количества вещества элементов:

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}); \quad n(\text{Cu}) = 79,85 \text{ г} / 63,55 \text{ г/моль} = 1,256 \text{ моль};$$

$$n(\text{S}) = m(\text{S}) / M(\text{S}); \quad n(\text{S}) = 20,15 \text{ г} / 32,07 \text{ г/моль} = 0,628 \text{ моль}.$$

$a : b = n(\text{Cu}) : n(\text{S}) = 1,256 : 0,628 = 1 : 2$. Значит, твердый остаток – Cu_2S .

При его обжиге протекают реакции:

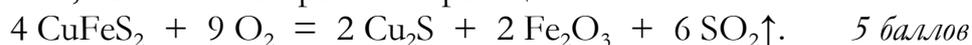


(при высокой температуре медь как малоактивный металл имеет небольшое сродство к окислителю, и для нее энергетически более выгодным оказывается свободное состояние).

Песок используется для связывания оксида железа (III) в силикат, удаляемый в виде шлаков:



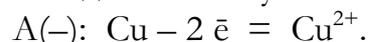
Значит, изначально протекала реакция:



в) Уравнения реакций превращения оксида серы (IV) в серную кислоту:



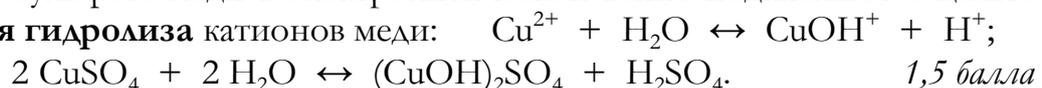
г) При электролитическом рафинировании черновая медь используется в качестве **растворимого анода**:



На катоде выделяется высокочистый металл: $\text{K}(+): \text{Cu}^{2+} + 2 \bar{e} = \text{Cu}$.

Суммарно процесс сводится к переносу меди с анода на катод. 2 балла

д) Раствор сульфата меди в электролитической ванне подкисляют с целью **подавления гидролиза** катионов меди:



е) В перерабатываемой руде содержится: $m(\text{CuFeS}_2) = m(\text{руды}) \cdot \omega(\text{CuFeS}_2)$;

$$m(\text{CuFeS}_2) = 10,0 \text{ т} \cdot 0,78 = 7,8 \text{ т} = 7,8 \cdot 10^6 \text{ кг}.$$

В этой части задачи величина массы руды приведена с точностью до трех значащих цифр, поэтому в решении можно использовать значение молярной массы халькопирита, вычисленной с такой же точностью:

$$M(\text{CuFeS}_2) = 184 \text{ г/моль}.$$

$$n(\text{CuFeS}_2) = m(\text{CuFeS}_2) / M(\text{CuFeS}_2);$$

$$n(\text{CuFeS}_2) = 7,8 \cdot 10^6 \text{ г} / 184 \text{ г/моль} = 42,4 \cdot 10^3 \text{ моль}.$$

Согласно стехиометрической схеме процесса $\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ теоретически может быть получено равное количество металла:

$$n(\text{Cu}) = n(\text{CuFeS}_2) = 42,4 \cdot 10^3 \text{ моль}.$$

$$m_{\text{теор}}(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu});$$

$$m_{\text{теор}}(\text{Cu}) = 42,4 \cdot 10^3 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 2,71 \cdot 10^6 \text{ г} = 2,71 \text{ т.}$$

С учетом реального выхода получится:

$$m_{\text{факт}}(\text{Cu}) = m_{\text{теор}}(\text{Cu}) \cdot \eta; \quad m_{\text{факт}}(\text{Cu}) = 2,71 \text{ т} \cdot 0,90 = \mathbf{2,44 \text{ т.}} \quad 4 \text{ балла}$$

ж) В ряду активности металлов медь находится после водорода, поэтому она не реагирует с *разбавленной* серной кислотой (силы ее как восстановителя недостаточно для восстановления ионов H^+ кислоты): $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб}) \neq$. *Концентрированная* серная кислота является сильным окислителем за счет серы в степени окисления +6 (сульфат-иона); она способна окислить медь в соответствии с уравнением реакции:



1,5 балла

Всего – 19 баллов.

10-5. Возможны различные способы разделения такой смеси.

Приведем *один из возможных вариантов*.

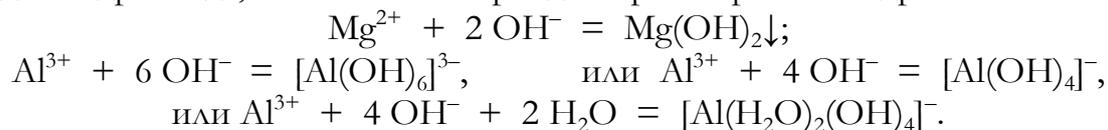


Выпавший осадок отфильтровываем.

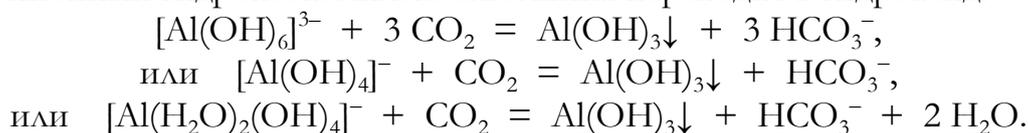
2. К оставшемуся раствору добавляем серную кислоту:



3. Чтобы отделить магний от алюминия и натрия, добавляем в полученный раствор избыток водного раствора щелочи (например, гидроксида натрия, чтобы не загрязнять раствор другими катионами). Катионы магния образуют осадок гидроксида, а алюминий перейдет в растворимый гидроксокомплекс:



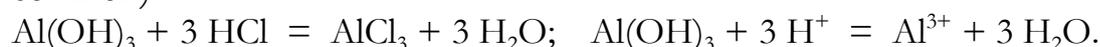
4. Осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$ отделяем, а на фильтрат действуем углекислым газом. При этом анионный гидроксокомплекс алюминия переходит в гидроксид:



5. Осадок гидроксида алюминия отфильтровываем. В растворе **остаются катионы натрия Na^+** .

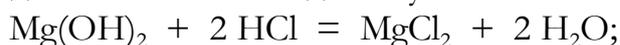
Возможные способы перевода катионов из осадков в раствор

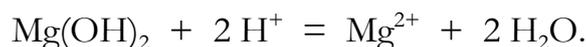
1. На осадок гидроксида алюминия подействуем кислотой (например, соляной):



Получен раствор, содержащий **катионы алюминия Al^{3+}** .

2. На осадок гидроксида магния также подействуем кислотой (например, тоже соляной):





Получен раствор, содержащий **катионы магния Mg^{2+}** .

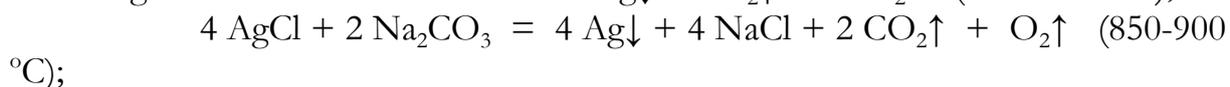
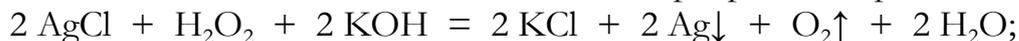
3. Сульфат бария BaSO_4 можно перевести в раствор, например, проведя спекание его с углем:



с последующим растворением образующегося сульфида бария в соляной кислоте: $\text{BaS} + 2 \text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$; $\text{S}^{2-} + 2 \text{H}^+ = \text{H}_2\text{S}\uparrow$.

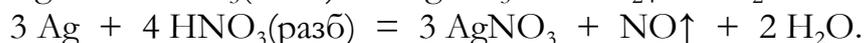
Получен раствор, содержащий **катионы бария Ba^{2+}** .

3. Существуют различные способы перевода AgCl в раствор. Например, можно *тем или иным* способом восстановить серебро из хлорида:



и др.,

а затем растворить выделившийся металл в азотной кислоте:



Получен раствор, содержащий **катионы серебра Ag^+** .

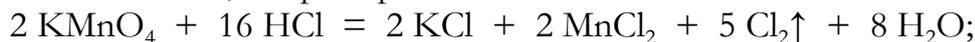
Оценивается любой разумный вариант решения (даже если он не совпадает с приведенными выше) и любые правильно составленные уравнения реакций, приводящие к решению задачи.

Всего – 15 баллов.

Итого за комплект заданий 10 класса – 75 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (11 КЛАСС)

11-1. а) В небольших количествах хлор в лабораторных условиях можно получать путем окисления концентрированной соляной кислоты сильными окислителями, например:

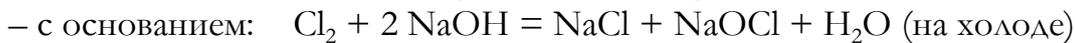
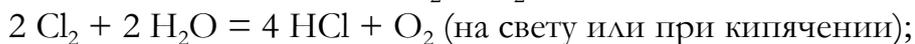
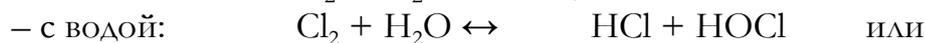


Возможны и другие реакции.

Получающийся хлор очищают, как правило, от паров воды и следов HCl . Для этого его пропускают сначала через воду (для поглощения HCl), а затем через концентрированную серную кислоту (для удаления паров воды).

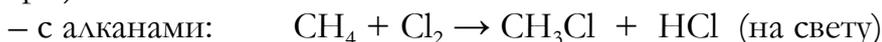
Учащиеся могут предложить другие загрязняющие вещества и/или другие способы очистки хлора. 3 реакции \times 1 балл + 1 балл за способы очистки = 4 балла

б) Уравнения реакций хлора с неорганическими веществами (примеры):



6 реакций × 1 балл = 6 баллов

в) Уравнения реакций хлора с органическими соединениями (примеры):

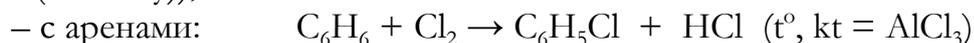


(тип реакции – замещение, механизм радикальный);

– с алкенами: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ (тип реакции – присоединение; механизм – чаще ионный, но бывает и радикальный (в присутствии пероксидов));



(тип реакции – присоединение, механизм – чаще ионный, но бывает и радикальный (на свету));



(тип реакции – замещение, механизм ионный)

или

$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ (гексахлорциклогексан) (УФ) (тип реакции – присоединение, механизм радикальный);

– с циклоалканами: *цикло- C_3H_6* + $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ (тип реакции – присоединение, механизм радикальный) или *цикло- C_5H_{10}* + $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_5\text{H}_9\text{Cl} + \text{HCl}$

(тип реакции – замещение, механизм радикальный).

Оцениваются любые правильные варианты решения задачи, даже если они отличаются от приведенных выше.

5 классов соединений × (1 балл за уравнение реакции + 0,25 балла за указание ее типа + 0,25 балла за указание ее механизма) = 7,5 баллов

г) $m(\text{р-ра HCl}) = \rho(\text{р-ра HCl}) \cdot V(\text{р-ра HCl})$;

$m(\text{р-ра HCl}) = 1,18 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 118 \text{ г.}$

$m(\text{HCl}) = m(\text{р-ра HCl}) \cdot \omega(\text{HCl})$;

$m(\text{HCl}) = 118 \text{ г} \cdot 0,365 = 43,07 \text{ г.}$

$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl})$;

$n(\text{HCl}) = 43,07 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 1,18 \text{ моль.}$

В соответствии с уравнение реакции $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2 \text{HCl}$

$n(\text{Cl}_2) = 1/2 \cdot n(\text{HCl})$; $n(\text{Cl}_2) = 1/2 \cdot 1,18 \text{ моль} = 0,59 \text{ моль.}$

$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_m$;

$V(\text{Cl}_2) = 0,59 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 13,216 \text{ л} \approx 13,2 \text{ л.}$ *3,5 балла*

д) Уравнения реакций: $2 \text{KI} + \text{Cl}_2 = 2 \text{KCl} + \text{I}_2$ (1);

$\text{I}_2 + 5 \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HIO}_3 + 10 \text{HCl}$ (2).

$n(\text{KI}) = m(\text{KI}) / M(\text{KI});$ $n(\text{KI}) = 8,3 \text{ г} / 166 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}.$

В соответствии с уравнением реакции (1):

$n_1(\text{Cl}_2) = n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{KI});$ $n_1(\text{Cl}_2) = n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}.$

В соответствии с уравнением реакции (2):

$n_2(\text{Cl}_2) = 5 \cdot n(\text{I}_2);$ $n_2(\text{Cl}_2) = 5 \cdot 0,025 \text{ моль} = 0,125 \text{ моль}.$

Общее количество вещества хлора:

$n(\text{Cl}_2) = n_1(\text{Cl}_2) + n_2(\text{Cl}_2);$ $n(\text{Cl}_2) = 0,025 \text{ моль} + 0,125 \text{ моль} = 0,15 \text{ моль}.$

Масса хлора:

$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2);$ $m(\text{Cl}_2) = 0,15 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} =$

10,65 г.

5 баллов

е) Предельная одноосновная карбоновая кислота, проявляющая свойства и кислоты, и альдегида, – это муравьиная (метановая) кислота HCOOH .

Уравнение ее реакции с хлором: $\text{HCOOH} + \text{Cl}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{HCl}.$

$n(\text{HCOOH}) = m(\text{HCOOH}) / M(\text{HCOOH});$

$n(\text{HCOOH}) = 2,3 \text{ г} / 46 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}.$

В соответствии с уравнением реакции $n(\text{Cl}_2) = n(\text{HCOOH}) = 0,05 \text{ моль}.$

Поскольку $n(\text{Cl}) = 2n(\text{Cl}_2)$, то $n(\text{Cl}) = 2 \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}.$

В одном атоме хлора содержится 17 электронов (порядковый номер хлора равен 17), поэтому в одном моле атомов хлора содержится 17 моль электронов.

Таким образом, $n(\bar{e}) = 17 \cdot n(\text{Cl})$, т.е. $n(\bar{e}) = 17 \cdot 0,1 \text{ моль} = 1,7 \text{ моль}.$

Количество электронов: $N(\bar{e}) = n(\bar{e}) \cdot N_A$, где N_A – число Авогадро.

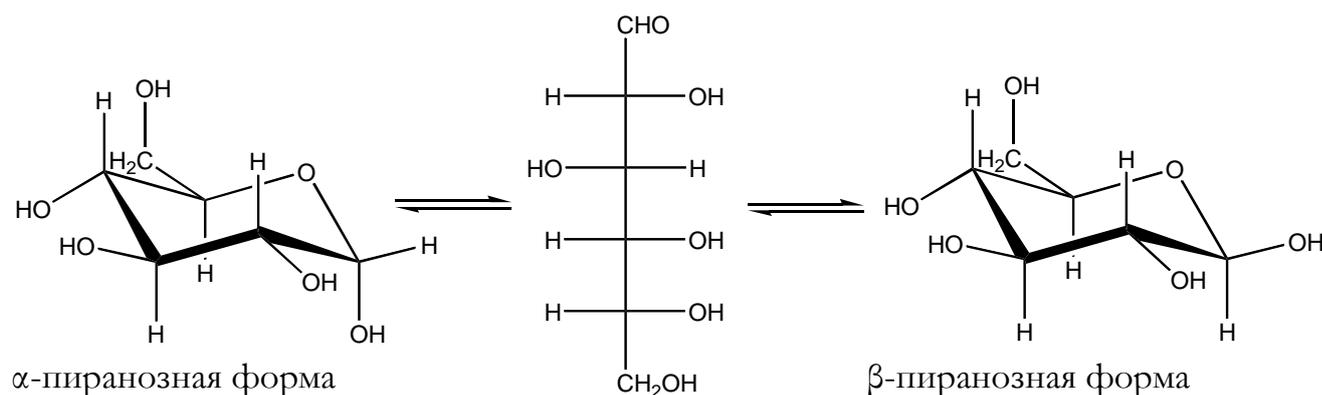
$N(\bar{e}) = 1,7 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 10,234 \cdot 10^{23} \approx 1,02 \cdot 10^{24}.$

4 балла

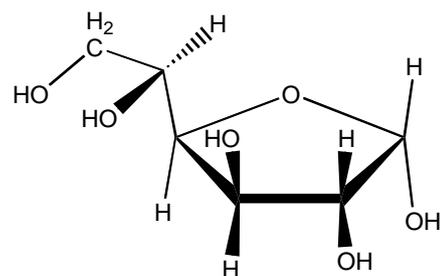
Всего – 30 баллов.

11-2. а) Молекула глюкозы может иметь цепное и циклическое строение. Причем в циклической форме возможны две конфигурации аномерного центра (гликозидного гидроксила):

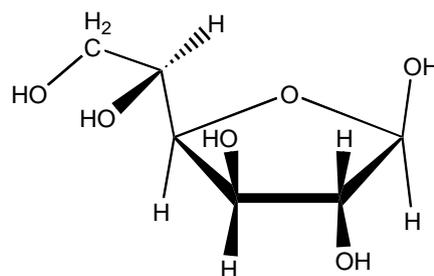
D-глюкоза



Кроме того, глюкоза может существовать также в α - и β -фуранозных формах (обычно в водных растворах):



α - фуранозная форма



β -фуранозная форма

Самый устойчивый таутомер – β -D-глюкопираноза.

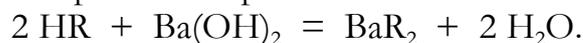
2 балла

б) На нейтрализацию кислоты **X** расходуется:

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = C_M(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{р-ра Ba}(\text{OH})_2);$$

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,250 \text{ моль/л} \cdot 0,072 \text{ л} = 0,018 \text{ моль}.$$

Если предположить, что образующаяся кислота **X** является одноосновной, то ее формулу можно представить как HR. Тогда уравнение нейтрализации кислоты **X** раствором гидроксида бария имеет вид:



В соответствии с уравнением этой реакции $n(\text{HR}) = 2 \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2)$, т.е.

$$n(\text{HR}) = 2 \cdot 0,018 \text{ моль} = 0,036 \text{ моль}.$$

Следовательно, молярная масса кислоты **X** составит:

$$M(\text{X}) = m(\text{X}) / n(\text{X}); \quad M(\text{X}) = 3,24 \text{ г} / 0,036 \text{ моль} = 90 \text{ г/моль}.$$

Это ровно половина молярной массы глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (180 г/моль). Значит, кислота **X** может иметь состав $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

Среди продуктов ферментативного превращения глюкозы такую молекулярную формулу имеет молочная кислота $\text{CH}_3\text{--CH}(\text{OH})\text{--COOH}$.

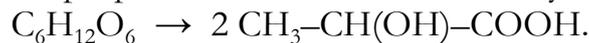
Для проверки этого утверждения вычислим массовую долю кислорода в молекуле молочной кислоты: $\omega(\text{O}) = (3 \cdot M(\text{O})) / M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) \cdot 100\%$;

$$\omega(\text{O}) = (3 \cdot 16 / 90) \cdot 100\% = 53,3\%, \text{ что соответствует условию задачи.}$$

Таким образом, **X** – это **молочная кислота $\text{CH}_3\text{--CH}(\text{OH})\text{--COOH}$** .

5 баллов

в) Уравнение реакции превращения глюкозы в молочную кислоту:



Этот процесс называется *молочнокислым брожением* глюкозы. 1,5 балла

г) Если молекула продукта **Y** содержит a атомов кислорода, то

$$\omega(\text{O}) = (a \cdot M(\text{O})) / M(\text{Y}) \cdot 100\%; \quad (a \cdot 16 / M(\text{Y})) \cdot 100\% = 34,8\%,$$

$$\text{откуда} \quad M(\text{Y}) = (46 \cdot a) \text{ г/моль}.$$

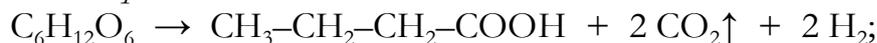
Простейшему случаю $a = 1$ отвечает $M(\text{Y}) = 46 \text{ г/моль}$. Такую молярную массу имеет этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Поскольку еще одним видом ферментативного превращения глюкозы действительно является *спиртовое брожение*, то продуктом **Y** вполне может быть **этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$** .

Уравнение реакции спиртового брожения глюкозы:

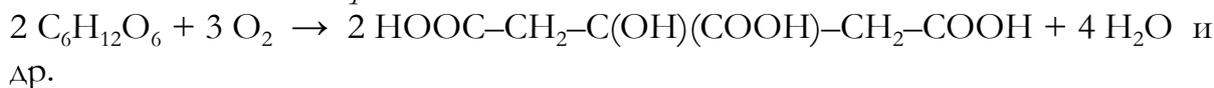


Δ) Известны также следующие процессы ферментативного превращения глюкозы:

– маслянокислое брожение:



– лимоннокислое брожение:



По 1 баллу за уравнение реакции и по 0,5 балла за название процесса и/или продукта реакции. Итого – 3 балла

Всего – 14 баллов.

11-3. а) В кристаллическом состоянии углерод может находиться в следующих аллотропных модификациях: алмаз, графит, карбин $(-C\equiv C-)_n$, поликумулен $(=C=)_n$, фуллерены (0D продукт), нанотрубки (1D продукт), графен (2D продукт). Известны также гексагональный алмаз (лонсдейлит), астралены, нанопены углерода и др.

При термическом разложении углеводородов образуется сажа – продукт, содержащий высокодисперсный углеводород, в котором элементы кристаллической фазы являются очень мелкими.

$$0,5 \text{ балла} \times (7 \text{ модификаций} + \text{сажа}) = 4 \text{ балла}$$

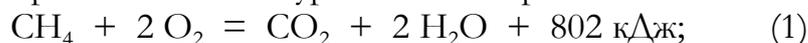
$$\text{б) } n(\text{газа}) = V(\text{газа}) / V_m; \quad n(\text{газа}) = 1,00 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0446 \text{ моль.}$$

Значит, при сгорании 1 моля метана выделится $35,8 / 0,0446 = 802$ кДж теплоты.

В случае такого же количества водорода выделяется

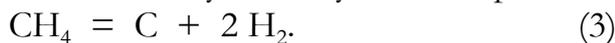
$$12,8 / 0,0446 = 287 \text{ кДж тепловой энергии.}$$

Таким образом, термохимические уравнения сгорания метана и водорода имеют вид:



3 балла

в) При сильном нагревании без доступа воздуха метан разлагается на углерод и водород:



Исходное количество метана:

$$n_{\text{исх}}(CH_4) = V(CH_4) / V_m; \quad n_{\text{исх}}(CH_4) = 112 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 5 \text{ моль.}$$

Пусть разложилось x моль CH_4 .

Тогда в соответствии с уравнением реакции (3) образовалось $2 \cdot x$ моль водорода и при этом осталось $(5 - x)$ моль CH_4 .

Углерод в виде сажи осядет на стенки сосуда, а в газовой фазе останутся лишь водород и метан.

По условию задачи, сжиганию подвергают только половину образовавшейся газовой смеси, т.е. $\frac{1}{2} \cdot (2 \cdot x) = x$ моль H_2 и $\frac{1}{2} \cdot (5 - x) = (2,5 - 0,5x)$ моль CH_4 .

В соответствии с уравнением реакции (1) при сгорании x моль водорода выделится $287x$ кДж теплоты.

В соответствии с уравнением реакции (2) при сгорании $(2,5 - 0,5x)$ моль метана выделится $802 \cdot (2,5 - 0,5x) = (2005 - 401x)$ кДж теплоты.

Общее количество выделившейся тепловой энергии составит:

$287x + (2005 - 401x) = (2005 - 114x)$ кДж, или, по условию, 1663 кДж.

Следовательно, $2005 - 114x = 1663$, откуда $x = (2005 - 1663) / 114 = 3$ (моль).

Таким образом, в образовавшейся смеси содержится:

$2 \cdot x = 2 \cdot 3$ моль = 6 моль водорода и $(5 - x) = (5 - 3)$ моль = 2 моль метана.

Согласно следствию закона Авогадро, 1 моль любого газа при одинаковых физических условиях занимает равный объем, именуемый молярным объемом газа. Поскольку условия, при которых проводят измерение объема полученной газовой смеси, неизвестны, обозначим молярный объем газа как V_m л/моль. Тогда: $V(\text{H}_2) = 6 \text{ моль} \cdot V_m \text{ л/моль} = 6V_m \text{ л}$; $V(\text{CH}_4) = 2 \text{ моль} \cdot V_m \text{ л/моль} = 2V_m \text{ л}$.

Общий объем смеси газов:

$V(\text{смеси}) = V(\text{H}_2) + V(\text{CH}_4)$; $V(\text{смеси}) = 6V_m + 2V_m = 8V_m$ (л).

Объемная доля водорода в образовавшейся газовой смеси:

$\varphi(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V(\text{смеси})$; $\varphi(\text{H}_2) = 6V_m / 8V_m = 0,75$ (или 75%).

7 баллов

Всего – 14 баллов.

11-4. а) Интегральные микросхемы и полупроводниковые приборы изготавливают из кремния. Следовательно, простое вещество **В** – **кремний Si**. Тогда веществом **А** является **оксид кремния (IV) SiO₂** – основа многих строительных силикатных материалов.

С упомянутым высокотехнологичным применением кремния тесно связано укоренившееся выражение «Силиконовая долина» (от английского silicon – кремний).

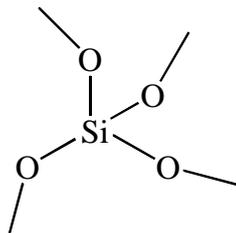
Единственной галогеноводородной кислотой, растворяющей кремний и его оксид, является **фтороводородная (плавиковая) кислота HF**. Значит, это вещество **Б**.

3 балла

б) Уравнения упомянутых реакций:



в) В твердом состоянии оксид кремния (IV) имеет **атомную кристаллическую решетку**, в которой атомы кремния имеют координационное число 4 и тетраэдрическое окружение, а у каждого из атомов кислорода – по 2 соседних атома кремния. В результате получается структура с повторяющимися звеньями типа:

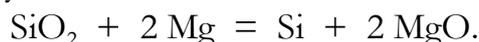


Регулярное взаимное пространственное расположение таких тетраэдров обуславливает существование кристаллов кварца. При отсутствии дальнего порядка образуется аморфное стеклоподобное тело.

Будучи соединением с атомной кристаллической решеткой, оксид кремния (IV) обладает типичным набором физических свойств для таких веществ: тугоплавкость (высокая температура плавления), нелетучесть (высокая температура кипения), нерастворимость в воде, твердость. *3 балла*

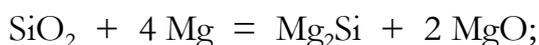
г) Основным *промышленным* способом получения кремния является его восстановление из диоксида углем: $\text{SiO}_2 + 2 \text{C} = \text{Si} + 2 \text{CO}\uparrow$. *1 балл*

д) В *лаборатории* в качестве восстановителя диоксида кремния используют магний, при этом образуется оксид магния:

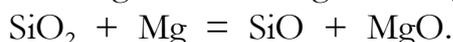


При отклонении от точного соотношения реагентов образуются побочные продукты:

– при избытке металла – силицид магния:



– при избытке оксида – силикат магния и монооксид кремния:



4 реакции × (1 балл за уравнение + 0,25 балла за название продукта) = 5 баллов

е) $n(\text{SiO}_2) = m(\text{SiO}_2) / M(\text{SiO}_2); n(\text{SiO}_2) = 6,0 \text{ г} / 60 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$.

$n(\text{Si}) = n(\text{SiO}_2) = 0,1 \text{ моль}$.

$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}); m(\text{Si}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 2,8 \text{ г}$.

$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}); n(\text{H}_2\text{O}) = 2,7 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$.

$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}); n(\text{H}) = 2 \cdot 0,15 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль}$.

$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}); m(\text{H}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ г}$.

Бесцветный газ **Г** однозначно содержит кремний, водород и может содержать кислород. Проверим наличие атомов кислорода в молекуле **Г**:

$m(\text{O}) = m(\text{Г}) - m(\text{Si}) - m(\text{H}); m(\text{O}) = 3,1 \text{ г} - 2,8 \text{ г} - 0,3 \text{ г} = 0 \text{ г}$.

Значит, в молекуле **Г** атомов кислорода нет.

Молекулярная формула **Г** в общем виде – Si_aH_b .

$a : b = n(\text{Si}) : n(\text{O}) = 0,1 \text{ моль} : 0,3 \text{ моль} = 1 : 3$, т.е. простейшая формула соединения **Г** – SiH_3 .

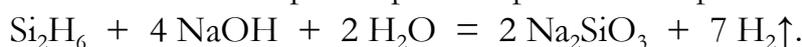
Поскольку кремний является аналогом углерода (оба находятся в главной подгруппе IV группы периодической системы), он образует соединения с водородом (кремневодороды, или силаны), аналогичные предельным углеводородам (алканам). Значит, общая формула кремневодородов – $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$. На основании полученной простейшей формулы вещества **Г** и общей формулы силанов можно записать: $n : (2n + 2) = 1 : 3$.

Решая это уравнение, получаем: $n = 2$.

Следовательно, бесцветный газ **Г** с неприятным запахом – это **дисилан Si_2H_6** .

Уравнение реакции его сгорания: $2 \text{Si}_2\text{H}_6 + 7 \text{O}_2 = 4 \text{SiO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.

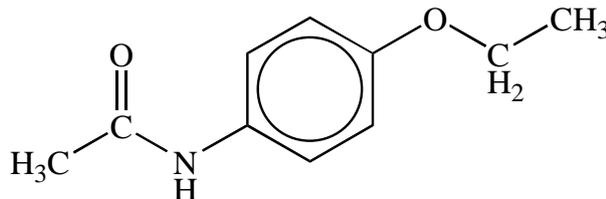
Уравнение реакции дисилана с раствором гидроксида натрия:



6 баллов

Всего – 22 балла.

- 11-5. а) Из систематического названия соединения следует, что заместители в нем расположены в *пара*-положении по отношению друг к другу. Структурная формула фенацетина:

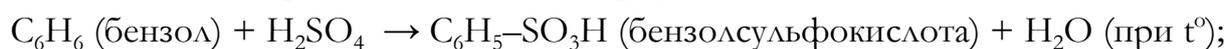
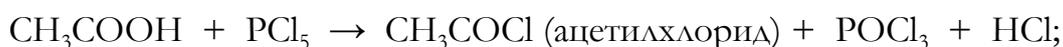
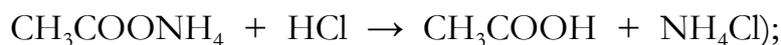
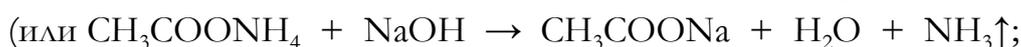
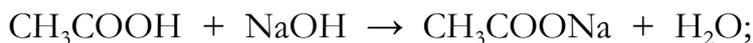


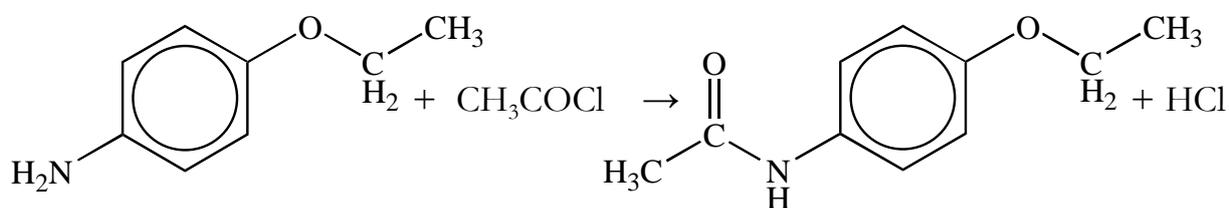
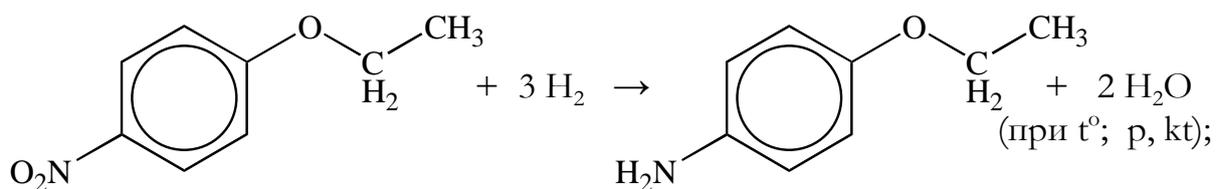
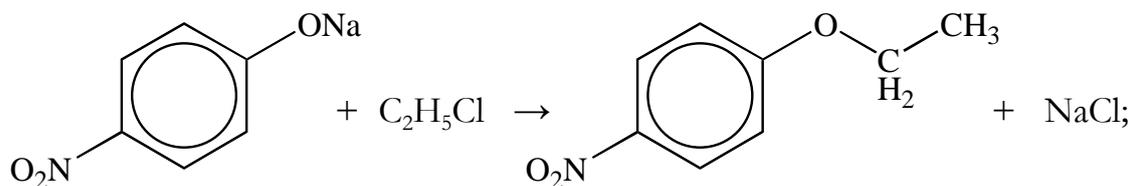
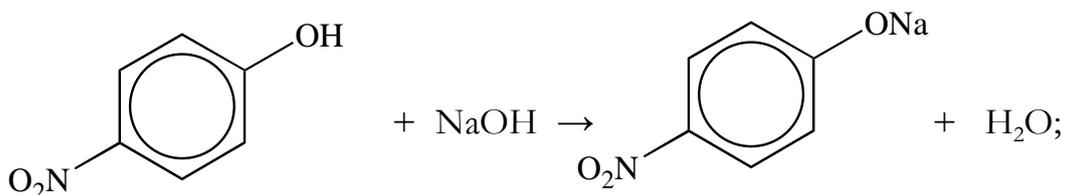
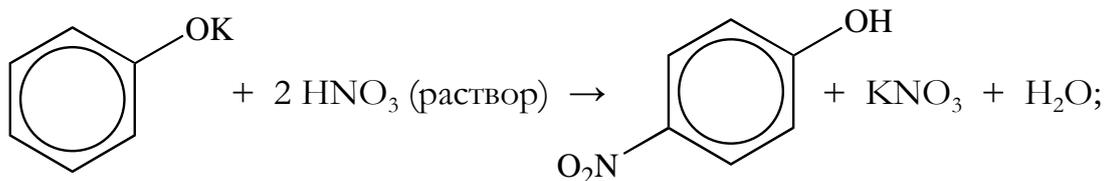
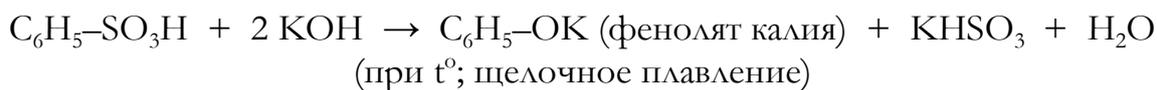
1 балл

б) Возможная схема синтеза:

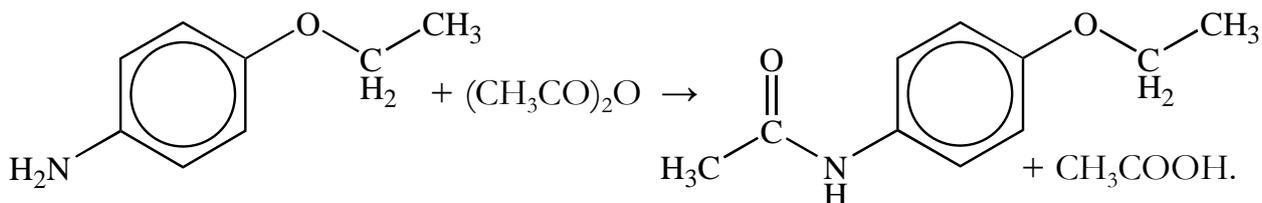


или





ИЛИ



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу. Оценивается любой разумный вариант решения и любое правильно составленное уравнение реакции, приводящее к решению задачи. Итого за пункт б – 14 баллов

Всего – 15 баллов.

Итого за комплект заданий 11 класса – 95 баллов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Андреева Юлия – ученица МОУ СОШ №9 им. В.Т. Степанченко, г. Ржев

Апасова Валентина Антониновна – учитель химии МОУ Андреапольская ОШ №1, г. Андреаполь

Горбунова Татьяна Анатольевна – учитель химии МОУ СОШ №45, г. Тверь

Дежина Лариса Витальевна – учитель химии МОУ СОШ №1, г. Тверь

Исаев Денис Сергеевич – учитель химии МОУ СОШ №43, г. Тверь

Козлова Ирина Растямовна – учитель химии МБОУ СОШ №19, г. Вышний Волочек

Котова Анна – ученица МОУ СОШ №9 им. В.Т. Степанченко, г. Ржев

Маханькова Наталья – ученица МОУ СОШ №9 им. В.Т. Степанченко, г. Ржев

Потокина Нина Николаевна – учитель химии МОУ СОШ №47, г. Тверь

Селина Татьяна Юрьевна – студентка 3 курса химико-технологического факультета ТвГГ

Соболев Александр Евгеньевич – кандидат химических наук, доцент кафедры химии ТвГТУ, председатель жюри регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии

Соковишина Наталья Викторовна – учитель химии МОУ СОШ №16, г. Кимры

Тихонова Васса Гермогеновна – учитель химии МБОУ СОШ №64, г. Чебоксары

Коллектив авторов:

*Соболев Александр Евгеньевич
Исаев Денис Сергеевич
Горбунова Татьяна Анатольевна
Селина Татьяна Юрьевна
Соковишина Наталья Викторовна
Козлова Ирина Растямовна
Дежина Лариса Витальевна
Маханькова Наталья
Апасова Валентина Антониновна
Потокина Нина Николаевна
Андреева Юлия
Котова Анна
Тихонова Васса Гермогеновна*

ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА
Сборник олимпиадных задач по химии

Учебное издание

Оригинал-макет – *Исаев Д.С.*

Издательство ООО «СФК-офис»
170100, г. Тверь, ул. Вольного Новгорода, д.5
Подписано в печать 22.03.2013 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Объем 4,75 п.л.
Гарнитура Garamond. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета на ризографе
в ООО «Быстрая копия»
170037, Тверь, пр-т Победы, 27
тел. (4822) 432-777