



Сборник олимпиадных задач по химии



Оригинальная задача

ТВЕРЬ

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА

сборник олимпиадных задач по химии

*Рекомендовано Экспертным советом
Тверского отделения межрегиональной общественной организации
«Ассоциация учителей и преподавателей химии»
в качестве пособия для подготовки обучающихся
общеобразовательных учреждений
к муниципальному и региональному этапам
Всероссийской олимпиады школьников по химии*

Тверь
ООО «СФК-офис»
2014

УДК 373.5.016 : 54

ББК 74.262.4

О-65

Коллектив авторов:

Соболев А.Е. (задачи муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии и Региональной олимпиады «Химоня-2013»), *Исаев Д.С.* (задачи №1, 5-6, 14-17), *Нифаева Е.В.* (№3, 20-21), *Богатырёва А.А.* (№9-10), *Воронцова О.Е.* (№4, 11), *Дежина А.В.* (№12-13), *Капустина Т.А.* (№7), *Киперман С.Н.* (№18), *Кузнецова Э.* (№2), *Костина А.* (№2), *Лебедев Ю.В.* (№19), *Топоева Н.Н.* (№8), *Шахрай Г.В.* (№22), *Якимова А.В.* (№23)

Рецензенты (эксперты):

Соболев Александр Евгеньевич, кандидат химических наук, доцент ТвГТУ, председатель жюри регионального этапа

Всероссийской олимпиады школьников по химии

Лагунова Людмила Ивановна, кандидат педагогических наук (США, Бостон)

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

Евстигнеева Наталья Анатольевна, учитель химии высшей категории

МОУ «Тверская гимназия №8»

Ракитин Михаил Юрьевич, аспирант кафедры биотехнологии и химии ТвГТУ

Романюк Андрей Владимирович, аспирант химического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

Селина Татьяна Юрьевна, студентка химико-технологического факультета ТвГТУ

Румянцев Сергей Андреевич, студент химического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

О-65 Оригинальная задача: Сборник олимпиадных задач по химии – Тверь: Издательство «СФК-офис», 2014. – Вып.2. – 68 с.

ISBN 978-5-91504-026-6

Сборник включает задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2013-2014 учебного года, задания Региональной олимпиады школьников «Химоня-2013» и авторские олимпиадные задачи, представленные в рамках второго Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача - 2014» (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, 2014

ISBN 978-5-91504-026-6

© Издательство «СФК-офис», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Итоги второго Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача – 2014».....	4
Авторские задачи (номинация «Самая оригинальная задача»).....	6
Авторские задачи (номинация «Лучшая качественная (экспериментальная) задача»).....	7
Авторские задачи (номинация «Лучшая расчетная (теоретическая) задача»).....	9
Решения задач (номинация «Самая оригинальная задача»).....	13
Решения задач (номинация «Лучшая качественная (экспериментальная) задача»).....	15
Решения задач (номинация «Лучшая расчетная (теоретическая) задача»).....	17
Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2013-2014 учебного года.....	26
Восьмой класс.....	26
Девятый класс.....	30
Десятый класс.....	34
Одиннадцатый класс.....	37
Решение задач (8 класс).....	42
Решение задач (9 класс).....	45
Решение задач (10 класс).....	49
Решение задач (11 класс).....	53
Задания Региональной олимпиады «Химоня-2013».....	58
Восьмой класс.....	58
Девятый класс.....	59
Десятый класс.....	61
Решение задач (8 класс).....	63
Решение задач (9 класс).....	64
Решение задач (10 класс).....	65
Информация об авторах.....	67

ИТОГИ ВТОРОГО РЕГИОНАЛЬНОГО КОНКУРСА МЕТОДИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК «ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА – 2014»

В рамках реализации плана работы Тверского отделения межрегиональной общественной организации «Ассоциация учителей и преподавателей химии» в 2013-2014 учебном году во второй раз был объявлен Региональный конкурс методических разработок «Оригинальная задача – 2014».

На конкурс было заявлено 30 олимпиадных задач по химии от 13 авторов (учителей химии 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».

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.

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. Семь задач из тридцати не прошли конкурсный отбор.

Ниже представлены итоговые протоколы (по номинациям) II Регионального конкурса методических разработок «Оригинальная задача - 2014».

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
12	1	Исаев Д.С.	4,25	24,48	1 место
17	2	Кузнецова Э.В. Костина А.В.	4,13	23,33	2 место
22	3	Нифаева Е.В.	4,25	22,28	3 место

Номинация «Лучшая качественная (экспериментальная) задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
15	7	Капустина Т.А.	22,34	1 место
4	4	Воронцова О.Е.	21,76	2 место
24	8	Топоева Н.Н.	20,89	3 место
9	5	Исаев Д.С.	22,56	–
13	6	Исаев Д.С.	22,04	–

Номинация «Лучшая расчетная (теоретическая) задача»

Шифр	№ задачи в данном сборнике	Автор	Сумма баллов (средняя оценка экспертов)	Результат участия в конкурсе
7	13	Дежина Л.В.	24,07	1 место
16	18	Киперман С.Н.	22,76	2 место
2	10	Богатырёва А.А.	22,20	3 место
20	20	Нифаева Е.В.	22,18	–
1	9	Богатырёва А.А.	21,75	–
11	16	Исаев Д.С.	21,53	–
30	23	Якимова Л.В.	21,49	–
21	21	Нифаева Е.В.	21,45	–
26	22	Шахрай Г.В.	21,42	–
5	11	Воронцова О.Е.	21,14	–
18	19	Лебедев Ю.В.	20,73	–
10	15	Исаев Д.С.	24,20	–
14	17	Исаев Д.С.	23,31	–
8	14	Исаев Д.С.	22,85	–
6	12	Дежина Л.В.	22,92	–

Отв. за организацию конкурса,
секретарь Тверского регионального отделения
МОО «Ассоциация учителей и преподавателей химии»
Исаев Д.С.

АВТОРСКИЕ ЗАДАЧИ (НОМИНАЦИЯ «САМАЯ ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА»)

Задача №1

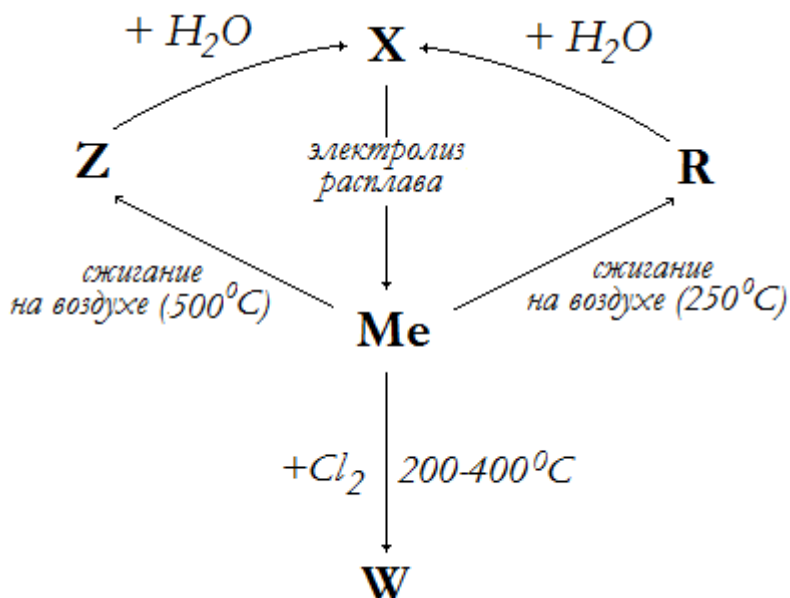
Вещество **X** представляет собой жидкость с гвоздичным запахом (содержится в масле гвоздики). Благодаря единственному атому кислорода вещество **X** может быть перенесен через слизистый слой обонятельного эпителия (форма его молекулы хорошо соответствует рецептору, реагирующему на древесно-фруктовые запахи). Веществом **X** обусловлен запах многих плодов и молочных продуктов (например, аромат сыра «Рокфор»).

Составьте все возможные структурные формулы изомеров вещества **X**, укажите их названия, если известно, что при окислении вещества **X** перманганатом калия в растворе серной кислоты при нагревании может образоваться четыре продукта реакции (углекислый газ, уксусная, пентановая и гексановая кислоты).

Составьте возможное уравнение химической реакции окисления вещества **X**.

Задача №2

Известно, что вещества **W** и **R** могут вступать в химические реакции с алюминием, образуя двухвалентный металл **Me**.



Металл **Me**, ионы которого окрашивают пламя газовой горелки в ярко-красный цвет, может быть получен из технеция путем последовательных одного β^- - и одного α -распадов, двух электронных захватов (e^- -захватов) и еще одного α -распада.

Известно, что в результате этих реакций будет получен изотоп металла **Me**, который в результате ядерной реакции превращается в изотоп иттрия-90.

Составьте уравнения происходящих химических реакций, представленных на схеме и упомянутых в условии задачи. Определите неизвестный металл **Me**, вещества **W**, **Z**, **R** и **X**. Приведите уравнения упомянутых ядерных реакций.

Задача №3

Однажды девятикласснику Пете представилась возможность побывать в будущем. Узнав все необходимое о себе, он захотел вернуться домой. Оказалось, что для этого надо осуществить химические превращения: пластичный металл → поваренная соль → отбеливающий газ → морская кислота → розовые кристаллы → коричневые водоросли. Помогите Пете вернуться в настоящее. Запишите цепочку превращений с помощью химических формул и составьте уравнения реакций.

АВТОРСКИЕ ЗАДАЧИ (НОМИНАЦИЯ «ЛУЧШАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ) ЗАДАЧА»)

Задача №4

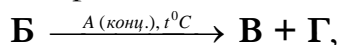
Юный химик взял проволоку из некоторого блестящего металла **A** и раскалил её в пламени спиртовки. Проволока почернела (образовалось вещество **B**). Юный химик опустил проволоку в раствор газа **C**, который имеет резкий запах. Проволока снова стала блестящей. Результат понравился исследователю, и он проделал опыт несколько раз. В результате раствор газа **C** приобрёл ярко-синюю окраску (в нем образовалось вещество **D**).

Определите вещества **A**, **B**, **C**, **D** и напишите уравнения реакций, описанных в задаче.

Задача №5

Немецкий алхимик, врач и изобретатель-фантазер Иоганн-Иоахим Бехер (1635-1682) в 1666 году проводил опыты с тяжелой маслянистой жидкостью **A**. В одном из опытов он, вместо добавления к нагретому концентрированному веществу **A** еще одной его порции, в рассеянности прилил подвижную жидкость **B**. (Про жидкость **B** известно, что она растворима в воде, используется в пищевой промышленности, а также в качестве топлива). Бехер увидел сильное вспенивание раствора с выделением неизвестного газа **B**, похожего на метан. В отличие от метана новый газ горел коптящим пламенем и обладал слабосочным запахом. Алхимик

установил, что его «воздух» более химически активен, чем метан. Так был открыт газ **В**, образующийся по реакции

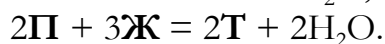
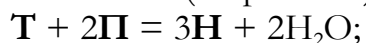
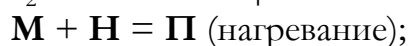
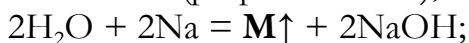
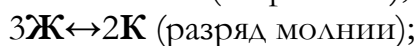
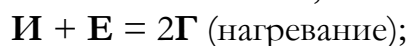
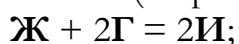
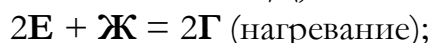


где вещество **Г** – подвижная, химически активная, бесцветная жидкость (при нормальных условиях).

Установите вещества **А**, **Б**, **В** и **Г**. Составьте уравнение химической реакции. Опишите основные химические свойства вещества **А** и вещества **В** (составьте уравнения химических реакций).

Задача №6

Даны схемы превращений веществ:



Ниже приведена характеристика некоторых веществ: **В** – ядовитый газ желто-зеленого цвета; **Г** – ядовитый газ, сгорающий голубым пламенем; **Д** – ядовитый газ с запахом прелого сена; **Ж** – бесцветный газ, поддерживающий процессы гниения и горения.

Определите вещества **А**, **В**, **Г**, **Д**, **Е**, **Ж**, **И**, **К**, **М**, **Н**, **П** и **Т**. Составьте все уравнения химических реакций.

Задача №7

Шарль Адольф Вюрц – французский химик, основные исследования которого посвящены органической и неорганической химии. Вюрц разработал универсальный метод синтеза парафиновых углеводородов действием металлического натрия на алкилгалогениды. Реакция Вюрца легко протекает, если алкилгалогенид имеет большую молекулярную массу, а галоген связан с первичным атомом углерода.

1. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь хлорэтана и 2-хлорбутана? Запишите формулы возможных углеводородов – продуктов реакции. Назовите их.

2. Составьте уравнение получения 3-метилгексана по реакции Вюрца. Возможно ли при этом получить 3-метилгексан в чистом виде?

3. Составьте уравнение получения 2,3-диметилбутана по реакции Вюрца.

4. Возможно ли протекание реакции Вюрца для галогеналканов с галогеном у третичного атома углерода?

Задача №8

В пронумерованных пробирках находятся твердые соли: сульфат меди (II), нитрат серебра, хлорид свинца (II), нитрат натрия, карбонат натрия, хлорид бария и силикат натрия. Определите содержимое каждой пробирки, если для их определения можно использовать только дистиллированную воду.

Оборудование: пробирки, водяная баня.

АВТОРСКИЕ ЗАДАЧИ (НОМИНАЦИЯ «ЛУЧШАЯ РАСЧЕТНАЯ (ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ) ЗАДАЧА»)

Задача №9

В некоторых европейских странах в качестве противогололедного реагента используют частично обезвоженный минерал бишофит (кристаллогидрат соли металла IIIA группы).

1. Определите формулу безводной соли, содержащей 74,74 масс. % хлора.

2. Определите формулу кристаллогидрата, если массовая доля кристаллизационной воды в нем составляет 33%.

3. Какую массу кристаллогидрата и какой объем воды надо взять для получения 1 кг 8% (по массе) раствора?

4. На чем основано действие бишофита как противогололедного реагента?

Задача №10

Элементы X и Y образуют соединения с кислородом состава $X_2Y_2O_7$ (соединение **A**) и X_2YO_4 (соединение **B**), массовая доля кислорода в которых равна 38,1% и 33,0% соответственно.

1. Определите формулы соединений **A** и **B**.

2. Используя метод электронного баланса, составьте уравнения реакций: а) $A + K_2SO_3 + \dots \rightarrow \dots + K_2SO_4 + \dots$;

б) $KCrO_2 + \dots + \dots \rightarrow KBr + B + \dots$.

Укажите окислитель и восстановитель.

3. Запишите уравнения взаимопревращений соединений **A** и **B**. Отметьте цвет растворов.

Задача №11

Некоторые элементы А и В образуют вместе с кислородом соединения состава AVO_4 и A_2BO_4 , массовая доля кислорода в которых соответственно равна 40,5% и 32,5%. Определите элементы А и В. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить: а) AVO_4 из A_2BO_4 ; б) A_2BO_4 из AVO_4 .

Задача №12

Масса золотой олимпийской медали на Олимпиаде в Сочи – 531 г, массовая доля серебра в ней составляет 98,87%, золота – 1,13%. Вычислите массы серебра и золота, содержащихся в одной золотой олимпийской медали.

Золото добывают из золотых и золотосодержащих руд. Какие минералы золота вам известны? Какая масса калаверита (теллурида золота) потребуется для изготовления одной золотой олимпийской медали (выход будем считать количественным)?

Цианидный способ извлечения золота из руд заключается в обработке измельченной руды слабым (0,03-0,2%) раствором цианида натрия. Золото переходит в раствор, из которого его выделяют металлическим цинком. В чем преимущество этого способа? Составьте уравнения протекающих реакций. Какая масса 0,2% раствора цианида натрия потребовалась бы для получения золота, необходимого для изготовления одной олимпийской медали?

Задача №13

На церемонии открытия олимпиады в Сочи девочка Люба во сне отпустила красный шарик. Шарик улетел. Каким газом мог быть заполнен шарик? Ответ подтвердите расчетами. Как вы думаете, изменится ли объем этого шарика на разных высотах? Предположим, начальный объем шарика был равен 3 л, атмосферное давление составляло 760 мм.рт.ст., температура воздуха на стадионе Фишт была $+10^0$ С. Каким станет объем шарика, когда он достигнет высоты, где давление составляет 0,25 атм, а температура равна -10^0 С?

Теперь представьте, что шарик улетел не на Земле, а на Марсе. Какими газами может быть заполнен шарик, чтобы он был в состоянии оторваться от поверхности и подняться вверх? Справочные данные для Марса: $M(\text{газа атмосферы}) = M(\text{CO}_2) = 44$ г/моль). Ответ подтвердите расчетами.

Задача №14

Вещества типа гидридов дают возможность при наличии воды получить водород в полевых условиях. К таким веществам относятся, например, гидрид лития и тетрагидроборат лития. Определите, каким из этих двух веществ выгоднее заполнять походные «патроны» (по объему водорода, который можно получить из 1 кг исходного соединения). Рассчитайте массовую долю каждого из указанных гидридов в смеси, если известно, что при растворении 10 г ее в воде образуется 30,545 л газа (н.у.).

Задача №15

В 1939 году швейцарский химик Пауль Герман Мюллер (1899-1965) ввел в употребление ДДТ для борьбы с вредными насекомыми, за что ему в 1948 году была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине. ДДТ – органическое вещество токсичное для всех без исключения насекомых – саранчи, вшей, мух, тараканов, комаров и др. Этот препарат спас миллионы жизней: только в Индии число заболевших малярией превышало 8 млн. человек. Запах ДДТ не отпугивает насекомых, и они спокойно садятся на обработанные поверхности, где и погибают. В 60-х годах прошлого века было обнаружено, что ДДТ накапливается в тканях и органах животных, рыб, птиц и человека: одновременно был зафиксирован рост заболеваемости людей гепатитом, пневмонией.

В 1970 году применение ДДТ повсюду было запрещено. В конце XX века выяснилось, что в техническом продукте, применяемом с маркой «ДДТ», присутствует до 30% примеси различных полихлордифенилов, абсолютно безвредных для насекомых, но очень опасных для человека. Эти примеси и были причиной серьезных заболеваний. А чистый ДДТ безвреден для человека и недолговечен, быстро разрушается.

Установите химическую формулу ДДТ, если известно, что при сжигании образца ДДТ массой 35,45 г образовалось 11,2 л (н.у.) хлороводорода, 31,36 л оксида углерода(IV) и 3,6 г воды. Составьте возможную структурную формулу ДДТ, приведите название этого вещества.

Задача №16

В пробирку с некоторым алканом массой 28,2 г поместили простое вещество **A** желтого цвета и без доступа воздуха нагревали до завершения реакции. При этом выделился газ с резким запахом тухлых яиц **B** объемом 47,04 л (н.у.), а на дне пробирки обнаружили 24 г углерода. Установите вещества **A** и **B**, а также химическую формулу неизвестного алкана. Составьте уравнение происходящей реакции.

Задача №17

Железо – один из самых распространённых элементов в Солнечной системе, особенно на планетах земной группы (содержание железа в земной коре составляет от 4 до 5%). Объясните, почему на Луне (спутник Земли) железо часто встречается в самородном виде, в то время как на планете Земля встретить самородное железо достаточно сложно? Приведите примеры руд и минералов, содержащих железо и встречающихся на нашей планете.

Задача №18

Чтобы законсервировать овощи, обычно применяются поваренная соль и уксусная кислота. Для консервирования помидоров необходимо приготовить маринад, который содержал бы (по массе) 7% поваренной соли и 0,4% уксусной кислоты.

1. Рассчитайте, какую массу соли и какой объем 70 % (масс.) уксусной эссенции (плотностью 1,07 г/мл) необходимо добавить к 3 л воды для получения маринада.

2. Приняв степень диссоциации уксусной кислоты в полученном маринаде равной 0,56% и сделав необходимые допущения, рассчитайте в нем концентрацию ионов водорода (в моль/л).

Задача №19

Газ, полученный при взаимодействии разбавленной азотной кислоты с металлическим серебром, смешали с кислородом. Из полученного газа, воды, в присутствии кислорода получили азотную кислоту, которую нейтрализовали гидроксидом натрия. При разложении полученной соли при нагревании выделилось 2,24 л кислорода (н.у.). Определить массу серебра, которая вступила в химическую реакцию.

Задача №20

Двухосновная кислота и двухкислотное основание имеют одинаковую молярную массу. При взаимодействии этих веществ образуется купорос. Определите формулы неизвестных веществ, если массовая доля металла в основании в два раза больше массовой доли неметалла в кислоте, а массовая доля кислорода в кислоте в два раза больше массовой доли кислорода в основании.

Задача №21

Гидроксид двухвалентного металла массой 22,5 г прореагировал в растворе с 18,25 г хлороводорода. Установите формулу основания.

Задача №22

В Российской Федерации с 1997 г. до 2009 г. десяти- и пятидесятикопеечные монеты чеканили из латуни (сплава меди с цинком). Определите число атомов цинка и число атомов меди в одной пятидесятикопеечной монете, если масса монеты равна 2,9 г, а содержание цинка в латуни составляет 40% по массе.

Задача №23

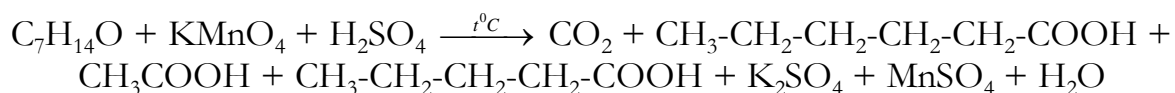
При пропускании 1,12 л (н.у.) желто-зеленого газа через 40 мл горячего раствора гидроксида калия с массовой долей растворенного вещества 15% (плотностью 1,25 г/мл) образуются соли, одна из которых названа в честь ученого. Определить массовые доли солей в образовавшемся растворе, а также объем и массу смеси, состоящей из метана, этена и этина (в мольном соотношении 2:3:5 соответственно), которую можно сжечь в кислороде, полученном при разложении одной из солей.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ (НОМИНАЦИЯ «САМАЯ ОРИГИНАЛЬНАЯ ЗАДАЧА»)

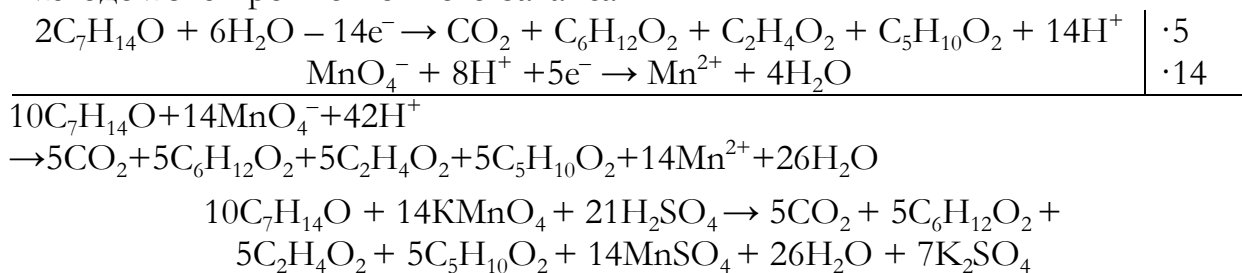
Решение задачи №1

Наличие одного атома кислорода и окисление вещества **X** перманганатом калия дает возможность утверждать, что неизвестное вещество может быть спиртом, альдегидом, кетоном или простым эфиром. Разнообразие продуктов окисления (три кислоты и углекислый газ) показывает, что неизвестное вещество **X** – кетон (именно при окислении кетонов в жестких условиях, как правило, образуются четыре продукта).

Так как продукты окисления состоят из 1, 2, 5 и 6 атомов углерода, то можно предположить, что неизвестный кетон – гептанон-2 ($C_7H_{14}O$):

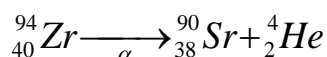
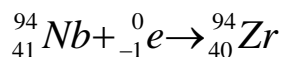
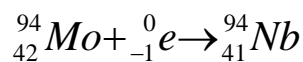
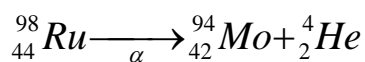
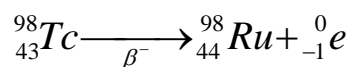


Для составления уравнения этой химической реакции воспользуемся методом электронно-ионного баланса:

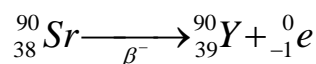


Решение задачи №2

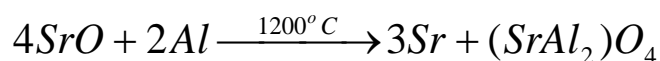
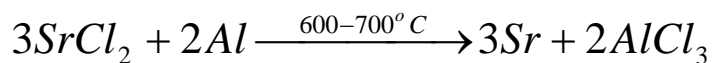
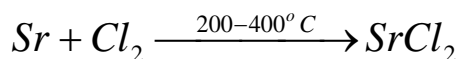
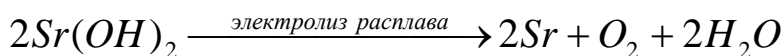
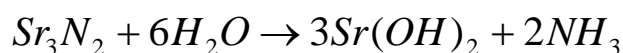
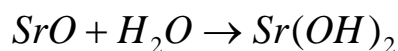
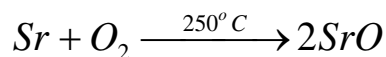
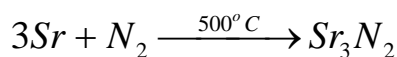
Ярко-красное (так называемое «карминово-красное») окрашивание пламени дают ионы лития и стронция. Поскольку, по условию, металл двухвалентный, то **Me** – это стронций *Sr*. К этому же выводу нас приводят ядерные реакции:



Именно радиоактивный изотоп стронций-90 превращается в изотоп иттрий-90 в процессе электронного распада (т.н. β^- -распад); при этом выделяется электрон:

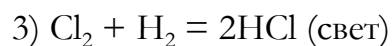
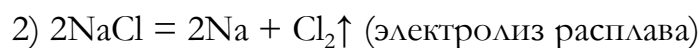
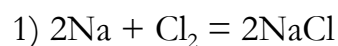


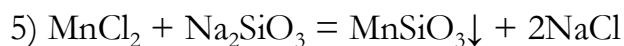
Составим уравнения реакций из схемы:



Вещества: **W** – SrCl_2 (хлорид стронция); **Z** – Sr_3N_2 (нитрид стронция); **R** – SrO (оксид стронция); **X** – $\text{Sr}(\text{OH})_2$ (гидроксид стронция).

Решение задачи №3





**РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
(НОМИНАЦИЯ «ЛУЧШАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ) ЗАДАЧА»)**

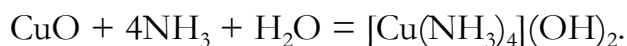
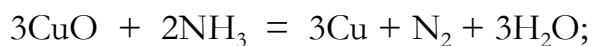
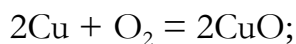
Решение задачи №4

Вещества:

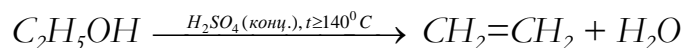
A – Cu, **B** – CuO, **C** – NH₃,

D – [Cu(NH₃)₄](OH)₂ гидроксид тетраамминмеди(II).

Уравнения реакций:



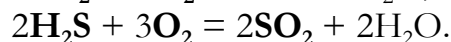
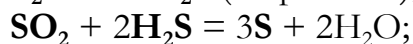
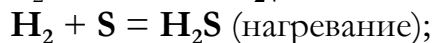
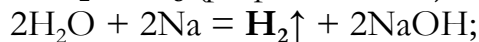
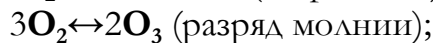
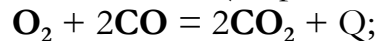
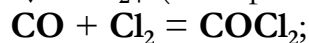
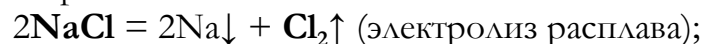
Решение задачи №5



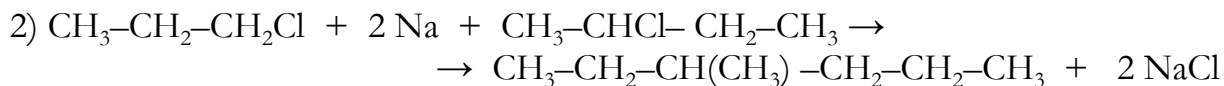
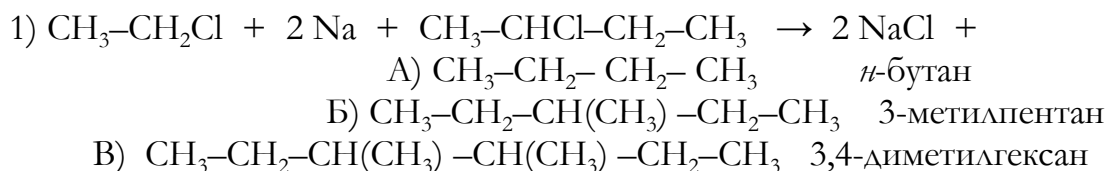
A – серная кислота, **B** – этанол, **B** – этилен, **Г** – вода; уравнения реакций серной кислоты и этилена (характерные химические свойства).

Решение задачи №6

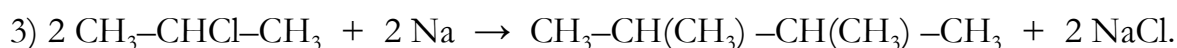
A – хлорид натрия, **B** – хлор, **Г** – угарный газ, **Д** – фосген, **Е** – углерод, **Ж** – кислород, **И** – углекислый газ, **К** – озон, **М** – водород, **Н** – сера, **П** – сероводород, **Т** – сернистый газ.



Решение задачи №7



Получить это вещество в чистом виде по реакции Вюрца невозможно, поскольку в реакцию вступают два разных галогеналкана. При этом получаются еще *n*-гексан и 3,4-диметилгексан.



4) Алкилгалогениды с галогеном у третичного атома углерода в реакцию Вюрца не вступают. Они превращаются в олефины или алканы.

Решение задачи №8

Растворяем твердые соли в холодной дистиллированной воде. В одной из пробирок раствор стал голубого цвета, значит, в ней находился сульфат меди(II). В другой – получили белый осадок. Полученный осадок в пробирке ставим на водяную баню. Он растворяется, но при охлаждении появляется вновь. Значит, в данной пробирке содержится малорастворимый хлорид свинца (II).

Растворы оставшихся пяти солей испытываем на попарное взаимодействие. Результаты испытаний представим в виде таблицы (сетка Плетнера).

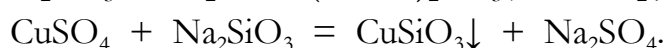
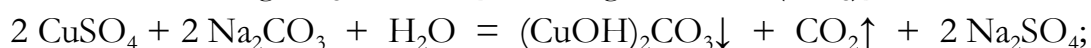
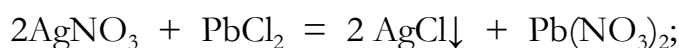
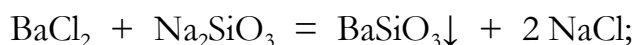
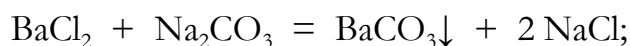
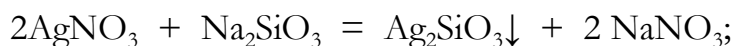
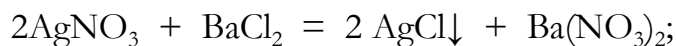
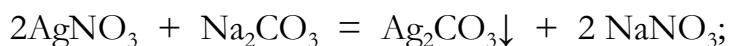
Анализ полученной таблицы показывает, что вещество в пробирке, которое не дает ни с кем осадка, – это нитрат натрия. Два вещества (нитрат серебра и хлорид бария) дают по три осадка с остальными солями. Другие два вещества (карбонат натрия и силикат натрия) образуют по два осадка.

	AgNO_3	NaNO_3	Na_2CO_3	BaCl_2	Na_2SiO_3	
AgNO_3		–	↓	↓	↓	3↓
NaNO_3	–		–	–	–	–
Na_2CO_3	↓	–		↓	–	2↓
BaCl_2	↓	–	↓		↓	3↓
Na_2SiO_3	↓	–	–	↓		2↓

Чтобы отличить нитрат серебра от хлорида бария, можно использовать идентифицированный ранее хлорид свинца: с нитратом серебра PbCl_2 даст белый творожистый осадок, тогда как с хлоридом бария реакция не протекает, соответственно, никаких признаков реакции не увидим.

Чтобы отличить карбонат натрия от силиката натрия, можно воспользоваться идентифицированным ранее сульфатом меди (II). В пробирке с карбонатом натрия, кроме осадка, будет выделяться газ, тогда как в пробирке с силикатом натрия, образуется только осадок.

Уравнения использованных реакций:



РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ (НОМИНАЦИЯ «ЛУЧШАЯ РАСЧЕТНАЯ (ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ) ЗАДАЧА»)

Решение задачи №9

1. Поскольку металл находится во IIА группе, то формула безводной соли – MeCl_2 .

$$\omega(\text{Cl}) = A(\text{Cl}) \cdot 2 / [A(\text{Me}) + A(\text{Cl}) \cdot 2]$$

$$0,7474 = 71 / (A(\text{Me}) + 71),$$

отсюда $A(\text{Me}) = 24$. Металл – магний.

2. Формула кристаллогидрата – $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / m(\text{кристаллогидрата})$$

$$0,33 = 18x / (24 + 71 + 18x),$$

отсюда $x = 2,6$. Формула кристаллогидрата – $\text{MgCl}_2 \cdot 2,6 \text{H}_2\text{O}$.

$$3. m(\text{MgCl}_2) = 1000 \cdot 0,08 = 80 \text{ г}$$

$$n(\text{MgCl}_2) = 80 / 95 = 0,84 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgCl}_2 \cdot 2,6 \text{H}_2\text{O}) = 0,84 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgCl}_2 \cdot 2,6 \text{H}_2\text{O}) = 0,84 \cdot 141,8 = 119 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 - 119 = 881 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 881 \text{ мл}$$

4. Кристаллы частично обезвоженного бишофита поглощают влагу из окружающей среды. При переходе из твердого состояния в жидкое реагент выделяет теплоту, которая растапливает снег и лед.

Решение задачи №10

1. Определим молярные массы соединений **A** и **B**:

$$M(\mathbf{A}) = 7 \cdot 16 / 0,381 = 294 \text{ г/моль};$$

$$M(\mathbf{B}) = 4 \cdot 16 / 0,33 = 194 \text{ г/моль}.$$

Пусть $M(\mathbf{X}) = x \text{ г/моль}$, а $M(\mathbf{Y}) = y \text{ г/моль}$.

Составим систему уравнений:

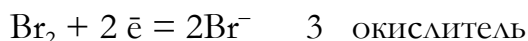
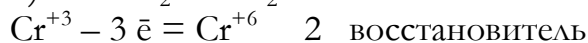
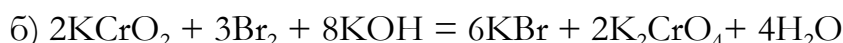
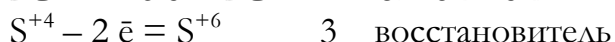
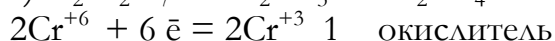
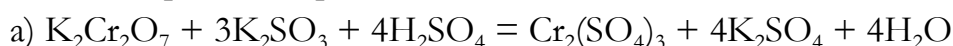
$$2x + 2y + 112 = 294;$$

$$2x + y + 64 = 194,$$

решая которую получаем: $M(\mathbf{X}) = 39 \text{ г/моль}$, а $M(\mathbf{Y}) = 52 \text{ г/моль}$.

Таким образом, **X** – калий, **Y** – хром.

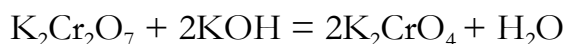
2. Уравнения реакций:



3. Уравнения взаимопревращений соединений **A** и **B**:



желтый оранжевый



оранжевый желтый

Решение задачи №11

Определим молярную массу вещества ABO_4 .

Пусть масса образца этого вещества равна 100 г.

$$\text{Тогда } m_1(\text{O}) = m(\text{ABO}_4) \cdot \omega_1(\text{O}); \quad m_1(\text{O}) = 100 \cdot 0,405 = 40,5(\text{г})$$

$$n_1(\text{O}) = m_1(\text{O}) : M(\text{O}); \quad n_1(\text{O}) = 40,5 : 16 = 2,53 \text{ (МОЛЬ)}$$

$$n(\text{ABO}_4) = n_1(\text{O}) : 4; \quad n(\text{ABO}_4) = 2,53 : 4 = 0,633 \text{ (МОЛЬ)}$$

$$M(\text{ABO}_4) = m(\text{ABO}_4) : n(\text{ABO}_4); \quad M(\text{ABO}_4) = 100 : 0,633 = 158 \text{ (Г/МОЛЬ)}$$

$$M(\text{ABO}_4) = M(\mathbf{A}) + M(\mathbf{B}) + 4M(\text{O})$$

$$M(\mathbf{A}) + M(\mathbf{B}) + 4 \cdot 16 = 158$$

$$M(\mathbf{A}) + M(\mathbf{B}) = 94 \quad (1)$$

Определим массу вещества A_2BO_4 . Пусть масса образца этого вещества равна 100 г.

$$\text{Тогда } m_2(\text{O}) = m(\text{A}_2\text{BO}_4) \cdot \omega_2(\text{O}); \quad m_2(\text{O}) = 100 \cdot 0,325 = 32,5(\text{г})$$

$$n_2(\text{O}) = m_2(\text{O}) : M(\text{O}); \quad n_2(\text{O}) = 32,5 : 16 = 2,03 \text{ (МОЛЬ)}$$

$$n(\text{A}_2\text{BO}_4) = n_2(\text{O}) : 4; \quad n(\text{A}_2\text{BO}_4) = 2,03 : 4 = 0,508 \text{ (МОЛЬ)}$$

$$M(\text{A}_2\text{BO}_4) = m(\text{A}_2\text{BO}_4) : n(\text{A}_2\text{BO}_4); \quad M(\text{A}_2\text{BO}_4) = 100 : 0,508 = 197 \text{ (Г/МОЛЬ)}$$

$$M(\text{A}_2\text{BO}_4) = 2M(\mathbf{A}) + M(\mathbf{B}) + 4M(\text{O})$$

$$2M(A) + M(B) + 4 \cdot 16 = 197$$

$$2M(A) + M(B) = 133 \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1) и (2)

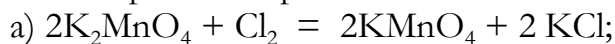
$$M(A) + M(B) = 94;$$

$$2M(A) + M(B) = 133,$$

получаем $M(A) = 39$ г/моль (калий), $M(B) = 55$ г/моль (марганец).

Формулы соединений – KMnO_4 и K_2MnO_4 .

Уравнения реакций:



Решение задачи №12

1. Массы серебра и золота в золотой олимпийской медали:
 $m(\text{Ag}) = 531 \cdot 0,9887 = 525$ (г); $m(\text{Au}) = 531 \cdot 0,0113 = 6$ (г).

Золотая олимпийская медаль на Олимпиаде в Сочи содержит 525 г серебра и 6 г золота. Она состоит из чистого серебра 960-й пробы и сверху покрыта золотом 999-й пробы.

2. Золото добывают из золотых и золотосодержащих руд. Золотые руды содержат золото в количествах, при которых экономически целесообразно его извлечение современными методами производства. Золотосодержащие руды меди, никеля, свинца, цинка, серебра, железа, марганца содержат золото в качестве попутного компонента.

Известно более 30 минералов золота. Основное промышленное значение имеет золото самородное. Также следует отметить кюстелит (содержит от 10 до 20 % золота), калаверит AuTe_2 (40-43% Au), креннерит $(\text{Au,Ag})\text{Te}_2$ (около 40% Au), сильванит $(\text{Au,Ag})\text{Te}_4$ (25-27% Au), петцит Ag_3AuTe_2 (25% Au). Очень редки купроаурид AuCu_2 , родит Au,Rh , порпецит Au,Pd , аурустибит AuSb_2 , мальдонит Au_2Bi , сульфид золота ютенбогардеит Ag_3AuS_2 и др.

3. Формула калаверита – AuTe_2 .

$$M(\text{AuTe}_2) = 197 + 128 + 128 = 453 \text{ г/моль.}$$

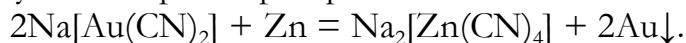
Таким образом: в 453 г AuTe_2 содержится 197 г золота; в x г AuTe_2 содержится 6 г золота.

Найдем массу руды калаверита AuTe_2 , которая потребуется для изготовления одной олимпийской медали при количественном выходе: $x = 453 \times 6 : 197 = 13,8$ (г); $m(\text{AuTe}_2) = 13,8$ г.

4. Преимущество цианидного способа заключается в том, что золото можно извлечь даже из самых бедных золотосодержащих пород. При обработке измельченной золотоносной руды слабым (0,03-0,2%) раствором цианида натрия золото переходит в раствор, так как образуется растворимое в воде комплексное соединение золота (I) – дицианоаурат (I) натрия:



Далее полученный раствор обрабатывают цинковой пылью:



5. Количество вещества золота в одной медали равно $n(\text{Au}) = 6 \text{ г} : 197 \text{ г/моль} = 0,03 \text{ моль}$.

По приведенным уравнениям реакций рассчитаем количество вещества цианида натрия NaCN: если в реакцию вступает 8 моль NaCN, образуется 4 моль Au; если в реакцию вступает y моль NaCN, образуется 0,03 моль Au.

Следовательно, $y = 0,06 \text{ моль}$; $n(\text{NaCN}) = 0,06 \text{ моль}$.

Рассчитаем массу цианида натрия количеством 0,06 моль:

$$m(\text{NaCN}) = 49 \text{ г/моль} \times 0,06 \text{ моль} = 2,94 \text{ г}.$$

Найдем массу 0,2% раствора цианида натрия:

$$m(\text{р-ра NaCN}) = 2,94 \text{ г} : 0,2 = 14,7 \text{ г}.$$

Решение задачи №13

Чтобы узнать, каким газом мог быть заполнен шарик, надо рассчитать плотность газа D , заполняющего шарик, по газу, составляющему атмосферу данной планеты. Формула для расчета:

$$D = M(\text{газа в шарике}) / M(\text{газа атмосферы}).$$

Если $D < 1$, то газ в шарике легче атмосферы, и шарик полетит вверх;

если $D = 1$ или $D > 1$, шарик не взлетит.

Для Земли $M(\text{газа атмосферы}) = M(\text{воздуха}) = 29 \text{ г/моль}$; для Марса и Венеры $M(\text{газа атмосферы}) = M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$. На эти значения надо разделить значения молярных масс газов, заполняющих шарик, для каждой планеты соответственно.

Вычислим молярные массы некоторых газов: $M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль}$; $M(\text{CH}_4) = 16 \text{ г/моль}$; $M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ г/моль}$; $M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$; $M(\text{PH}_3) = 34 \text{ г/моль}$; $M(\text{Ne}) = 20 \text{ г/моль}$; $M(\text{Ar}) = 40 \text{ г/моль}$; $M(\text{NO}) = 30 \text{ г/моль}$.

Таким образом, чтобы улететь на Земле, шарик мог быть заполнен метаном, неоном, водородом, гелием. В этом случае $D < 1$, газ в шарике легче атмосферы, и шарик полетит вверх.

$$D = M(\text{Cl}_2) / M(\text{воздуха}); \quad D = 71 : 29 = 2,45 - \text{шарик не улетит};$$

$$D = M(\text{CH}_4) / M(\text{воздуха}); \quad D = 16 : 29 = 0,55 - \text{шарик улетит};$$

$$D = M(\text{Ne}) / M(\text{воздуха}); \quad D = 20 : 29 = 0,69 - \text{улетит};$$

$$D = M(\text{He}) / M(\text{воздуха}); \quad D = 4 : 29 = 0,14 - \text{улетит};$$

$$D = M(\text{H}_2) / M(\text{воздуха}); \quad D = 2 : 29 = 0,069 - \text{улетит}.$$

В случае заполнения хлором шарик не взлетит, так как $D > 1$.

Теоретически, чтобы улететь на Марсе, шарик мог быть заполнен метаном, этаном, азотом, фосфином, неоном, аргоном, оксидом азота (II), водородом, гелием. В этом случае $D < 1$, газ в шарике легче атмосферы планеты, и шарик полетит вверх/

$$D = M(\text{CH}_4) / M(\text{газа атмосферы}); \quad D = 16 : 44 = 0,36 < 1 - \text{шарик улетит};$$

$$\begin{aligned}
D &= M(\text{C}_2\text{H}_6) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 30 : 44 = 0,68 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{N}_2) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 28 : 44 = 0,64 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{PH}_3) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 34 : 44 = 0,77 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{Ne}) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 20 : 44 = 0,45 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{Ar}) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 40 : 44 = 0,91 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{NO}) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 30 : 44 = 0,68 - \text{улетит}; \\
D &= M(\text{He}) / M(\text{газа атмосферы}); & D &= 4 : 44 = 0,09 - \text{улетит}.
\end{aligned}$$

Согласно условию, начальный объем шарика был равен 3 л, атмосферное давление составляло 760 мм. рт. ст., температура воздуха на стадионе Фишт равнялась +10°C. Рассчитаем, каким станет объем шарика, когда он достигнет высоты, где давление составляет 0,25 атм, а температура равна -10°C. Воспользуемся объединенным газовым законом:

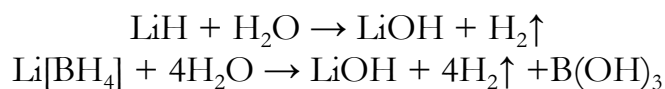
$$p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2, \text{ откуда } V_2 = (p_1 \cdot V_1 \cdot T_2) / (T_1 \cdot p_2).$$

Таким образом:

$$V_2 = (1 \text{ атм} \cdot 3 \text{ л} \cdot 263 \text{ К}) / (273 \text{ К} \cdot 0,25 \text{ атм}) = 11,6 \text{ л}.$$

Следовательно, объем шарика, когда он достигнет высоты с указанными параметрами, увеличится до 11,6 л.

Решение задачи №14



Пусть количество гидрида лития – x моль, а количество комплексного соединения – y моль. Тогда масса гидрида лития – $8x$ г, а тетрагидридобората лития – $22y$ г.

Рассчитаем количество водорода, выделившегося в результате химических реакций гидридов с водой: $n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_M = 1,3636$ моль.

Составим систему уравнений:

$$\begin{aligned}
8x + 22y &= 10 \\
x + 4y + 1,3636 &
\end{aligned}$$

Решая систему, получаем, что $x = 1$ моль, $y = 0,09$ моль. Тогда масса гидрида лития составит – 8 г (80%), а тетрагидридобората лития – 2 г (20%).

Произведем расчет объема водорода, который выделяется при взаимодействии каждого из гидрида массой 1 кг с водой:

➤ гидрид лития: $V(\text{H}_2) = 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 8 \text{ г/моль} = 2800 \text{ л};$

➤ тетрагидридоборат лития:

$$V(\text{H}_2) = 4 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 22 \text{ г/моль} = 4073 \text{ л}.$$

Таким образом, при использовании комплексного соединения водорода выделяется больше.

Решение задачи №15

Рассчитаем количества известных веществ: $n(\text{HCl})=0,5$ моль; $n(\text{CO}_2)=1,4$ моль; $n(\text{H}_2\text{O})=0,2$ моль.

Определим количество элементарного хлора, углерода и водорода:
 $n(\text{Cl})=0,5$ моль; $n(\text{C})=1,4$ моль; $n(\text{H})=(0,5+0,4)$ моль = $0,9$ моль.

Рассчитаем массу элементов:

$$m(\text{Cl}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 35,5 \text{ г/моль} = 17,75 \text{ г};$$

$$m(\text{C}) = 1,4 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 16,8 \text{ г};$$

$$m(\text{H}) = 0,9 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ г}.$$

Так как сумма масс элементов равна $35,45$ г, то можно утверждать, что исходное вещество не содержит кислорода. Значит искомая формула неизвестного вещества – $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$.

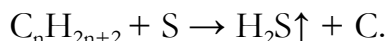
$$x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Cl}) = 1,4 : 0,9 : 0,5 = 14 : 9 : 5$$

Искомая формула – $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$, или $\text{CCl}_3\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl})_2$
(дихлордифенилтрихлорэтан).

Решение задачи №16

А – сера, **Б** – сероводород.

Общая формула парафинов (алканов) – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Запишем схему возможной химической реакции:



Рассчитаем количество углерода и сероводорода:

$$n(\text{C})=2 \text{ моль}; n(\text{H}_2\text{S})=2,1 \text{ моль}.$$

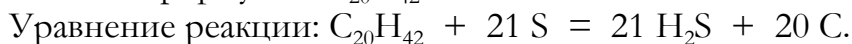
Определим количество элементарного водорода и серы:

$$n(\text{C})=2 \text{ моль}; n(\text{H})=4,2 \text{ моль}.$$

Искомая формула неизвестного вещества – C_xH_y .

$$x:y = n(\text{C}):n(\text{H})=2:4,2$$

Искомая формула – $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$.



Решение задачи №17

Важнейшая геохимическая особенность железа – наличие у него нескольких степеней окисления. На Луне нет атмосферы, содержащей кислород. В условиях «кислородного голодания» все элементы находятся в низших степенях окисления. Глубокий вакуум (10^{-7} - 10^{-9} атм) и высокая температура служат восстановителями железа. Значит, при извержении расплавленных лунных пород всегда самопроизвольно образуется самородное железо. Примеры руд и минералов: красный железняк (гематит, Fe_2O_3); магнитный железняк (магнетит, $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, Fe_3O_4); бурый железняк или лимонит (FeOOH и $\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$); вивианит $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; пирит FeS_2 (серный или железный колчедан); сидерит (FeCO_3); марказит – FeS_2 ; лёллинит (FeAs_2); миспикель (FeAsS); мелантерит ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); ильменит (FeTiO_3) и др.

Решение задачи №18

1. Пусть для получения маринада к 3 л воды необходимо добавить x г NaCl и y мл уксусной эссенции. Масса добавленной эссенции равна $y \cdot 1,07$ г, и она содержит $(y \cdot 1,07 \cdot 0,70)$ г уксусной кислоты.

Масса приготовленного маринада указанного в условии состава будет равна $(3000 + x + y \cdot 1,07)$ г.

Составим систему двух уравнений для массовых долей NaCl и CH₃COOH:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x}{3000+x+y \cdot 1,07} = 0,07; \\ \frac{y \cdot 1,07 \cdot 0,70}{3000+x+y \cdot 1,07} = 0,004. \end{array} \right.$$

Решая ее, получаем: $x = 227,2$; $y = 17,3$. Таким образом, для приготовления маринада на 3 л воды требуется взять 227,2 г соли и 17,3 мл уксусной эссенции.

2. Для расчета молярной концентрации ионов водорода необходимо знать объем раствора. Примем, что плотность полученного раствора равна 1 г/мл. Это не совсем так, поэтому мы получим лишь приблизительную оценку концентрации ионов водорода.

Добавили 17,3 мл, или $17,3 \cdot 1,07 = 18,5$ г уксусной эссенции.
 $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60$ г/моль.

В ней содержится $18,5 \cdot 0,70 = 12,95$ г, или $\frac{12,95}{60} = 0,216$ моль уксусной кислоты.



Поскольку, по условию, степень диссоциации равна 0,56%, или 0,0056, то из добавленного количества кислоты на ионы продиссоциирует $0,0056 \times 0,216 = 0,00121$ моль. При этом образуется 0,00121 моль ионов H⁺. Масса раствора маринада равна $(3000 + 18,5 + 227,2) = 3245,7$ г, а приблизительный объем составит $3245,7$ мл = 3,25 л. Тогда молярная концентрация ионов H⁺ равна $\frac{0,00121}{3,25} = 3,72 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Решение задачи №19

- $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_{3(\text{разб.})} = 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$.
- $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.
- $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$.
- $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.



Количество вещества кислорода: $n(\text{O}_2) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1$
моль.

Из уравнения реакции (5): $n(\text{NaNO}_3) = 2n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,1 = 0,2$ моль.

Из уравнения реакции (4): $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) = 0,2$ моль.

Из уравнения реакции (3): $n(\text{NO}_2) = n(\text{HNO}_3) = 0,2$ моль.

Из уравнения реакции (2): $n(\text{NO}) = n(\text{NO}_2) = 0,2$ моль.

Из уравнения реакции (1): $n(\text{Ag}) = 2n(\text{NO}) = 3 \cdot 0,2 = 0,6$ моль.

Масса этого количества серебра: $m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}); \quad m(\text{Ag}) =$
 $0,6 \text{ моль} \cdot 108 \text{ г/моль} = 64,8 \text{ г}.$

Решение задачи №20

Поскольку двухкислотные основания содержат в своем составе двухвалентный металл и две гидроксильные группы, то общая формула такого основания – $\text{Me}(\text{OH})_2$. Молекула двухосновной кислоты содержит два атома водорода, поэтому формула неизвестной двухосновной кислоты (в общем виде) – $\text{H}_2\text{ЭO}_4$. Кислота содержит 4 атома кислорода, так как, по условию, массовая доля кислорода в кислоте в два раза больше массовой доли кислорода в основании.

Пусть молярная масса элемента (Э) в кислоте равна x г/моль, тогда молярная масса металла в основании будет равна $2x$ г/моль.

$$M(\text{Me}(\text{OH})_2) = 2x + 16 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = 2x + 34,$$

$$M(\text{H}_2\text{ЭO}_4) = 1 \cdot 2 + x + 16 \cdot 4 = x + 66.$$

Приравняем правые части и найдем x :

$$2x + 34 = x + 66, \text{ откуда } x = 32.$$

Химический элемент сера имеет молярную массу атомов 32 г/моль, следовательно, двухосновная кислота – серная H_2SO_4 . Молярная масса атомов металла в два раза больше – 64 г/моль, следовательно, основанием является гидроксид меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Решение задачи №21

Уравнение химической реакции $\text{Э}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{ЭCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
Количество вещества HCl: $n(\text{HCl}) = 18,25 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 0,5$ моль.

По уравнению реакции $n(\text{Э}(\text{OH})_2) = 0,5n(\text{HCl})$. Следовательно,
 $n(\text{Э}(\text{OH})_2) = 0,25$ моль.

Молярная масса гидроксида: $M(\text{Э}(\text{OH})_2) = 22,5 \text{ г} / 0,25 \text{ моль} = 90 \text{ г/моль}$.

$M(\text{Э}(\text{OH})_2) = x + 16 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = x + 34 = 90$, откуда $x = 56$ (железо). Таким образом, гидроксид имеет формулу $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

Решение задачи №22

Масса цинка в пятидесятикопеечной монете: $m(\text{Zn}) = 2,9 \text{ г} \times 0,40 = 1,16 \text{ г}$.

Масса меди в пятидесятикопеечной монете: $m(\text{Cu}) = 2,9 - 1,16 = 1,74 \text{ г}$.

Количество вещества цинка: $n(\text{Zn}) = 1,16 \text{ г} / 65 \text{ г/моль} = 0,018 \text{ моль}$.

Количество атомов цинка: $N(\text{Zn}) = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} \cdot 0,018 \text{ моль} = 1,08 \cdot 10^{22}$.

Количество вещества меди: $n(\text{Cu}) = 1,74 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,027 \text{ моль}$.

Количество атомов меди: $N(\text{Cu}) = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} \cdot 0,027 \text{ моль} = 1,62 \cdot 10^{22}$.

Решение задачи №23

Уравнение реакции: $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

В честь ученого назван хлорат калия KClO_3 – бертолетова соль.

Количество вещества хлора: $n(\text{Cl}_2) = 1,12 \text{ л} / 22,4 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$.

Масса раствора KOH: $m(\text{р-ра KOH}) = 40 \text{ мл} \cdot 1,25 \text{ г/мл} = 50 \text{ г}$.

Масса KOH в растворе: $m(\text{KOH}) = 50 \text{ г} \cdot 0,15 = 7,5 \text{ г}$.

Количество вещества KOH: $n(\text{KOH}) = 7,5 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,133 \text{ моль}$.

Из уравнения реакции следует, что KOH взят в избытке, расчет ведем по хлору.

Из уравнения реакции:

$n(\text{KCl}) = (5/3) \cdot n(\text{Cl}_2)$; $n(\text{KCl}) = (5/3) \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,0833 \text{ моль}$;

$n(\text{KClO}_3) = (1/3) \cdot n(\text{Cl}_2)$; $n(\text{KClO}_3) = (1/3) \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,0167 \text{ моль}$.

Массы полученных солей:

$m(\text{KCl}) = 0,0833 \text{ моль} \cdot 74,5 \text{ г/моль} = 6,2 \text{ г}$;

$m(\text{KClO}_3) = 0,0167 \text{ моль} \cdot 122,5 \text{ г/моль} = 2,0 \text{ г}$.

Масса хлора: $m(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 3,55 \text{ г}$.

Масса раствора: $m(\text{р-ра}) = 3,55 \text{ г} + 50 \text{ г} = 53,55 \text{ г}$.

Массовые доли солей в полученном растворе:

$\omega(\text{KCl}) = 6,2 \text{ г} / 53,55 \text{ г} = 0,116$ (или 11,6%);

$\omega(\text{KClO}_3) = 2,0 \text{ г} / 53,55 \text{ г} = 0,037$ (или 3,7%).

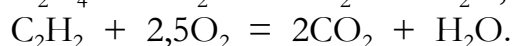
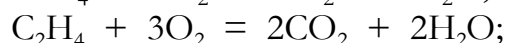
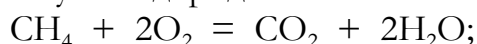
Уравнение термического разложения хлората калия:



Количество вещества кислорода:

$n(\text{O}_2) = (3/2) \cdot n(\text{KClO}_3)$; $n(\text{O}_2) = (3/2) \cdot 0,0167 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}$.

Уравнения сгорания углеводородов:



По условию, метан, этен и этин находятся в молярном соотношении 2:3:5. Пусть в смеси содержатся 2 моль метана, 3 моль этена и 5 моль этина.

Тогда общее количество газов составит:

$n(\text{смеси}) = 2 \text{ моль} + 3 \text{ моль} + 5 \text{ моль} = 10 \text{ моль}$.

Объем этой смеси: $V(\text{смеси}) = 10 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 224 \text{ л}$.

Масса метана в смеси: $m(\text{CH}_4) = 2 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 32 \text{ г}$.

Масса этена в смеси: $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/ моль} = 84 \text{ г}$.

Масса этина в смеси: $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 5 \text{ моль} \cdot 26 \text{ г/ моль} = 130 \text{ г}$.

Общая масса смеси: $m(\text{смеси}) = 32 \text{ г} + 84 \text{ г} + 130 \text{ г} = 246 \text{ г}$.

В соответствии с уравнениями реакций сгорания углеводородов: для окисления 2 моль метана потребуется $2 \cdot 2 = 4$ моль кислорода; для окисления 3 моль этена потребуется $3 \cdot 3 = 9$ моль кислорода; для окисления 5 моль этина потребуется $5 \cdot 2,5 = 12,5$ моль кислорода.

Итого для окисления 10 моль смеси газов (общей массой 246 г и объемом 224 л) потребуется $4 + 9 + 12,5 = 25,5$ моль кислорода.

В то же время при разложении хлората калия получено 0,025 моль O_2 . Этим количеством кислорода можно окислить: $V(\text{смеси}) = (224 \text{ л} / 25,5 \text{ моль}) \cdot 0,025 \text{ моль} = 0,22 \text{ л}$, или $m(\text{смеси}) = (246 \text{ г} / 25,5 \text{ моль}) \cdot 0,025 \text{ моль} = 0,24 \text{ г}$ смеси метана, этена и этина, взятых в соотношении 2:3:5.

ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2013-2014 УЧЕБНОГО ГОДА

ВОСЬМОЙ КЛАСС

8-1. Задания в тестовой форме

К каждому заданию предложены четыре варианта ответа, из которых только один является правильным. Выберите правильный ответ и запишите его номер в тетрадь.

8-1-1 Химия – это наука, изучающая

1. вещества, их свойства, строение и превращения
2. деятельность человека в прошлом
3. оболочку Земли и особенности ее отдельных территорий
4. способы распознавания, лечения и предупреждения болезней

8-1-2 Индивидуальным химическим веществом является

1. воздух
2. почва
3. вода
4. молоко

8-1-3 Химическая реакция протекает при

1. таянии льда
2. сгибании стального стержня
3. кипении воды
4. горении магния

8-1-4 Элементом, в атоме которого содержится семь протонов, является

1. литий
2. азот
3. фтор
4. франций

8-1-5 Элементом, в атоме которого содержатся четыре электрона, является

1. калий
2. гелий
3. углерод
4. бериллий

8-1-6 Химическим элементом, названным в честь России, является

1. рутений
2. родий
3. рубидий
4. радий

8-1-7 Оксиды натрия и калия имеют общую формулу

1. Э₂O
2. ЭO
3. Э₂O₃
4. ЭO₂

8-1-8 Хлорид натрия NaCl имеет кристаллическую решетку

1. атомную
2. молекулярную
3. металлическую
4. ионную

8-1-9 Относительная молекулярная масса воды равна

1. 10
2. 14
3. 18
4. 22

8-1-10 Массовая доля углерода в молекуле метана CH₄ равна

1. 20%
2. 60%
3. 75%
4. 92%

8-2. Ученик получил задание, в котором по названиям веществ необходимо было составить их химические формулы. Выполняя это задание, он не оставляя между формулами пробелы, в результате чего получилась запись:



- а) Выделите из этой записи формулы индивидуальных веществ.
- б) Укажите, какие из этих веществ являются простыми.
- в) Как было сформулировано задание, которое выполнял ученик?

8-3. Атмосфера планеты Уран состоит из трех газообразных веществ **А**, **Б**, **В**. Об этих веществах нам известно следующее:

Вещество	А	Б	В
Масса молекулы вещества легче массы молекулы кислорода	в 2 раза	в 16 раз	в 8 раз
Продукты взаимодействия с кислородом	углекислый газ и вода	вода	не взаимодействует
Объемные доли в атмосфере Урана	2%	83%	15%

- Определите, какие вещества входят в атмосферу планеты Уран.
- Запишите уравнения реакций взаимодействия газов **А** и **Б** с кислородом.
- Содержатся ли вещества **А**, **Б**, **В** в атмосфере Земли?
- Вычислите массовые доли газов **А**, **Б**, **В** в атмосфере Урана.
- Рассчитайте среднюю молярную массу смеси газов, образующих атмосферу планеты Уран.

8-4. Суточная потребность организма человека в кальции составляет 1200 мг. В качестве источника атомов кальция в медицине используют кальциевую соль глюконовой кислоты – глюконат кальция, который вводят в состав многих лекарственных препаратов. Массовая доля кальция в составе этой соли составляет 5,27%.

- Какое число атомов кальция требуется организму человека в неделю?
- Рассчитайте массу кальция, который поступает в организм при приеме двух таблеток массой по 0,100 г каждая, если содержание глюконата кальция в них составляет 70,0%.
- Еще одним источником кальция являются многие продукты питания. Так, основным веществом костей рыб является гидроксофосфат кальция $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Рассчитайте массу рыбных костей, в которых массовая доля основного вещества составляет 80,0%, эквивалентную по содержанию кальция одной таблетке глюконата кальция.
- Содержание кальция в коровьем молоке составляет в среднем 120 мг%, т.е. 120 мг на 100 г продукта. Приняв среднюю плотность молока равной 1,03 г/мл, рассчитайте, в каком объеме молока содержится суточная доля кальция.

8-5. Предложите способ определения массовых долей компонентов в смеси, состоящей из древесных опилок, кристаллов поваренной соли, железных стружек и речного песка. Опишите предлагаемую последовательность действий. Приведите расчетные формулы.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

9-1. Задания в тестовой форме

К каждому заданию предложены четыре варианта ответа, из которых только один является правильным. Выберите правильный ответ и запишите его номер в тетрадь.

9-1-1

Элементом II группы главной подгруппы периодической системы является

1. кальций
2. цинк
3. кислород
4. кремний

9-1-2

Элементом второго периода периодической системы является

1. водород
2. кальций
3. углерод
4. алюминий

9-1-3

Химическому элементу, находящемуся в III периоде и VA группе периодической системы, соответствует распределение электронов по энергетическим уровням

1. 2, 5
2. 2, 8, 5
3. 2, 8, 3
4. 2, 8, 18, 18, 3

9-1-4 Степень окисления азота равна +3 в соединении

1. NH_3
2. HNO_3
3. NH_4Cl
4. HNO_2

9-1-5 В молекуле хлора химическая связь

1. ионная
2. ковалентная полярная
3. ковалентная неполярная
4. металлическая

9-1-6 Вещества, формулы которых – BaO и CuSO_4 , являются соответственно

1. кислотным оксидом и солью
2. основанием и кислотой
3. основным оксидом и солью
4. кислотой и основанием

9-1-7 Для реакции ионного обмена не является характерным

1. изменение степени окисления элементов
2. выпадение осадка
3. выделение газа
4. образование слабого электролита

9-1-8

При комнатной температуре оксид меди (II) вступает в реакцию с

1. кислородом
2. водородом
3. водой
4. соляной кислотой

9-1-9

Гидроксид цинка реагирует с каждым из двух веществ

1. H_2SO_4 и KOH
2. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и Ag
3. NaNO_3 и CaBr_2
4. H_2O и CuS

9-1-10

Газ выделяется при взаимодействии

1. Na_2CO_3 и CaCl_2
2. NaOH и H_2SO_4
3. ZnS и HCl
4. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и CuSO_4

9-2. На раствор, содержащий 5,59 г смеси хлорида калия, нитрата калия и хлорида бария, подействовали избытком раствора серной кислоты. При этом образовался осадок массой 2,33 г. При обработке такого же количества исходного раствора избытком раствора нитрата серебра получено 5,74 г осадка.

- а) Напишите уравнения протекающих реакций.
- б) Вычислите массовые доли компонентов в исходной смеси.
- в) Рассчитайте объем газа (н.у.), который выделится при прокаливании 5,59 г исходной смеси.
- г) Какие две соли и какой массой необходимо взять, чтобы приготовить 5,59 г смеси, содержащей те же количества таких же ионов, что и исходная смесь?

- 9-3.** На уроках химии часто показывают опыт «Вулканчик». Для его проведения вещество с названием дихромат аммония насыпают горкой на металлический лист и подогревают. Внешний эффект от этого опыта очень напоминает извержение вулкана.
- а) Установите формулу исходного вещества (дихромата аммония), если известно, что в результате разложения 0,4 моль этого вещества образуются: азот объемом 8,96 л (н.у.), 0,4 моль оксида хрома, массовая доля кислорода в котором равна 31,58%, и 28,8 г паров воды.
 - б) Составьте уравнение этой реакции. Приведите для нее уравнения электронного баланса. Укажите, какой элемент окисляется, а какой – восстанавливается; какой элемент является окислителем, а какой – восстановителем.
 - в) К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится реакция разложения дихромата аммония? Напишите уравнение еще одной окислительно-восстановительной реакции этого же типа.
 - г) Какие еще типы окислительно-восстановительных реакций вы знаете? Приведите по одному уравнению реакций в качестве примеров.
 - д) По справочным данным, при разложении 1 моль дихромата аммония выделяется 503 кДж теплоты. Сколько энергии выделилось при разложении некоторой порции дихромата аммония, если масса твердого остатка оказалась на 10 г меньше массы исходного вещества?
- 9-4.** На растворение смеси железа и оксида железа (III) потребовалось 132,7 мл раствора соляной кислоты (плотностью 1,1 г/мл) с массовой долей растворенного вещества 20%. При этом выделилось 2,24 л (н.у.) газа.
- а) Напишите уравнения протекающих реакций.
 - б) Вычислите количества вещества (моль) компонентов в исходной смеси. В каком молярном соотношении были взяты железо и оксид железа (III)?
 - в) Какая реакция может протекать при нагревании исходной смеси без доступа воздуха? Приведите уравнение реакции.
 - г) Как протекает взаимодействие смеси железа и оксида железа (III) с иодоводородной кислотой? Напишите уравнения реакций.
 - д) Что будет происходить при спекании исходной смеси с твердым гидроксидом натрия без доступа воздуха? Приведите уравнение реакции.
- 9-5.** В вашем распоряжении имеются следующие химические вещества: натрий, сера, водород, кислород и азот.
- а) Какие новые вещества и как можно получить в условиях химической лаборатории, используя в качестве реагентов только указанные вещества? Приведите уравнения соответствующих химических реакций, укажите условия их проведения.
 - б) Какие процессы протекают при растворении полученных веществ в воде? Приведите уравнения реакций.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

10-1. Задания в тестовой форме

К каждому заданию предложены четыре варианта ответа, из которых только один является правильным. Выберите правильный ответ и запишите его номер в тетрадь.

10-1-1

Нерастворимая соль образуется при сливании водных растворов

- HNO_3 и Na_2SiO_3
- KOH и H_3PO_4
- Na_2CO_3 и H_2SO_4
- AgNO_3 и AlCl_3

10-1-2

Оксид серы (IV) является восстановителем в реакции, уравнение которой

- $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$
- $\text{SO}_2 + \text{Li}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{SO}_3$
- $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

10-1-3

С раствором гидроксида натрия не реагирует

- хлорид аммония
- оксид алюминия
- оксид меди (II)
- хлорид железа (III)

10-1-4 Химическая реакция протекает при взаимодействии

1. KCl и Br₂
2. KBr и I₂
3. KI и Cl₂
4. KF и Br₂

10-1-5 Все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации в молекуле

1. бутина-1
2. 2-метилбутена-2
3. бутадиена-1,3
4. 2,3-диметилбутана

10-1-6 Структурными изомерами являются

1. *цис*-бутен-2 и *транс*-бутен-2
2. пропан и пропен
3. 2-метилбутан и 2-метилпентан
4. бутадиен-1,3 и бутин-2

10-1-7 Только σ -связи присутствуют в молекуле

1. этана
2. этилена
3. ацетилена
4. бензола

10-1-8 Как пропан, так и пропилен реагируют с

1. бромом
2. водородом
3. бромоводородом
4. бромной водой

10-1-9 При взаимодействии пентена-2 с хлором образуется

1. 1,2-дихлорпентан
2. 2,2-дихлорпентан
3. 2,3-дихлорпентан
4. 2-хлорпентан

10-1-10 Для получения ацетилена в лаборатории используют реакцию

1. гидролиза карбида алюминия
2. пиролиза метана
3. гидролиза карбида кальция
4. дегидрирования этилена

10-2. По мнению ученых, на дне океана находятся огромные запасы вещества, которое может представлять интерес для энергетики будущего. По внешнему виду оно напоминает снег или рыхлый лед. Горение этого вещества производит сильное впечатление: кажется, что горит снег.

При сгорании пробы этого вещества массой 1,86 г образуется 336 мл (н.у.) углекислого газа и 2,16 мл воды, а его молярная масса не превышает 200 г/моль.

а) Установите молекулярную формулу описанного вещества.

б) Составьте уравнение реакции его горения.

в) Какое строение имеет это вещество в твердом состоянии? Как называются такие соединения?

10-3. Смесь гидросульфата и сульфата натрия с массовой долей сульфата в ней 60% может вступить в реакцию с 144 мл раствора гидроксида натрия (плотностью 1,11 г/мл) с массовой долей растворенного вещества 10%. На исходную смесь подействовали избытком раствора гидроксида бария.

- а) Напишите уравнения протекающих реакций.
- б) Вычислите массу осадка, образовавшегося при обработке исходной смеси избытком раствора гидроксида бария.
- в) Напишите уравнение реакции, которая будет протекать при прокаливании исходной смеси. Какая масса воды при этом выделится?

10-4. Газ **А** на воздухе горит ярким коптящим пламенем. Смесь **А** с газом **Б** реагирует на свету со взрывом, образуя твердое черное вещество **В** и газ **Г**. При пропускании **А** над нагретым веществом **Д**, имеющим с **В** одинаковый состав, может быть получено твердое при н.у. и жидкое при комнатной температуре вещество **Е**, массовые доли всех элементов в котором такие же, как и в веществе **А**.

- а) Определите вещества **А–Е**.
- б) Назовите известные вам вещества, имеющие такой же состав, как и **В**.
- в) Напишите уравнения упомянутых в задаче реакций.
- г) Приведите уравнения всех реакций, которые могут протекать между веществами **А–Е**, и укажите условия, при которых они возможны.

10-5. При проведении химического анализа часто требуется перевести в раствор то или иное твердое вещество. Использовать для этих целей просто дистиллированную воду в большинстве случаев не представляется возможным. Наиболее целесообразно в качестве растворяющих жидкостей использовать растворы веществ, вступающих в химическую реакцию с образцом.

- а) Как можно перевести в раствор медь, цинк и золото с использованием растворов кислот, щелочей или солей? В тех случаях, когда это возможно, приведите уравнения соответствующих реакций.
- б) Приведите примеры химических реакций, с помощью которых можно перевести в раствор неметаллы IIIA – VIIA групп: а) с использованием кислот (по одному из каждой группы); б) с использованием щелочей (по одному из каждой группы). Укажите условия протекания этих реакций.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

11-1. Задания в тестовой форме

К каждому заданию предложены четыре варианта ответа, из которых только один является правильным. Выберите правильный ответ и запишите его номер в тетрадь.

11-1-1

Два неспаренных электрона на внешнем энергетическом уровне в основном состоянии имеет атом

1. магния
2. углерода
3. хлора
4. алюминия

11-1-2

Оксид серы (IV) является окислителем в реакции, уравнение которой

1. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 = \text{SO}_3 + \text{NO}$
3. $\text{SO}_2 + \text{Li}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{SO}_3$
4. $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

11-1-3

Как с хлором, так и с нитратом серебра может реагировать

1. Na_2SO_4
2. CuS
3. HF
4. KI

11-1-4

Сульфид натрия реагирует с

1. хлоридом меди (II)
2. нитратом калия
3. оксидом цинка
4. карбонатом кальция

11-1-5

Все атомы углерода находятся в состоянии sp^2 -гибридизации в молекуле

1. пропана
2. ацетилена
3. пропена
4. бензола

11-1-6

Этилен из этанола можно получить с помощью реакции

1. гидратации
2. дегидратации
3. гидрирования
4. дегидрирования

11-1-7

С бромной водой реагирует каждое из двух веществ

1. этан и этен
2. этин и пропан
3. фенол и пропен
4. этанол и глицерин

11-1-8

Метановая кислота, в отличие от уксусной, реагирует с

1. $[Ag(NH_3)_2]OH$
2. $NaHCO_3$
3. C_2H_5OH
4. $BaSO_4$

11-1-9 Метилформиат реагирует с

1. CH_4
2. HCOOH
3. C_6H_6
4. $\text{H}_2\text{O}(\text{H}^+)$

11-1-10 И глицин, и метиламин

1. при обычных условиях являются жидкостями
2. взаимодействуют с гидроксидом лития
3. горят с образованием N_2
4. содержат карбоксильную группу

11-2. Из школьного курса химии известно, что при растворении меди в концентрированной азотной кислоте выделяется оксид азота (IV), представляющий собой бурый газ. При комнатных условиях химически чистый NO_2 всегда содержит некоторую часть димера N_2O_4 , представляющего собой бесцветный газ. Процесс образования димера является экзотермическим.

а) Напишите уравнения реакций меди с концентрированной и с разбавленной азотной кислотой.

б) Как еще можно получить NO_2 в лабораторных условиях, кроме реакции меди с концентрированной HNO_3 ? Напишите уравнение соответствующей реакции.

в) Почему NO_2 легко димеризуется при обычных условиях?

г) Как будет изменяться окраска газообразной смеси NO_2 и N_2O_4 , находящейся в закрытом сосуде, при его охлаждении? Ответ поясните.

д) При температуре 35°C и давлении $101,3\text{ кПа}$ степень диссоциации димера составляет 27% . Каковую массу будет иметь в этих условиях газовая смесь NO_2 и N_2O_4 объемом 30 дм^3 ?

е) Напишите уравнение реакции NO_2 с водой. К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится это взаимодействие?

11-3. Фторпроизводные органических соединений находят широкое применение благодаря целому ряду свойств. Одним из путей формирования связи углерод – фтор является процесс обмена хлора на фтор. Например, взаимодействие трихлорметана с HF в присутствии катализатора SbF_3 приводит к соединению **A**, массовая доля фтора в

котором равна 43,94%. Этот процесс осуществляется в промышленных условиях в огромных масштабах, поскольку образующийся продукт является исходным веществом для получения вещества **Б**, массовая доля фтора в котором в 1,73 раза выше, чем в исходном продукте **А**. Вещество **Б** используется для получения продукта **В**, обладающего целым рядом уникальных свойств.

а) Почему большинство фторпроизводных органических соединений не может быть получено непосредственным взаимодействием исходного вещества со фтором?

б) Установите формулу вещества **А**. Какое пространственное строение имеет его молекула?

в) Определите вещество **Б**. Приведите уравнения реакций получения **А** и **Б**. Какое пространственное строение имеет молекула **Б**?

г) Какой продукт и как получают из **Б**? Приведите уравнение этого процесса. Какими ценными свойствами обладает этот продукт?

д) Как в лабораторных условиях из **В** получить исходное вещество **Б**?

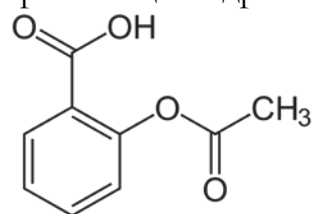
11-4. На нейтрализацию 26,6 г смеси уксусной кислоты, ацетальдегида и этанола потребовалось 44,8 г раствора гидроксида калия с массовой долей растворенного вещества 25%. При взаимодействии такого же количества смеси с избытком натрия выделилось 3,36 л газа (н.у.).

а) Напишите уравнения проведенных реакций.

б) Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.

в) Какие из компонентов исходной смеси будут реагировать: 1) с оксидом меди (II); 2) с гидроксидом меди (II)? Напишите уравнения протекающих реакций, укажите условия их осуществления.

11-5. Ацетилсалициловая кислота (2-ацетилоксибензойная кислота, или салициловый эфир уксусной кислоты) является широко распространенным лекарственным средством, обладающим обезболивающим, жаропонижающим и противовоспалительным действием. Это вещество входит в список важнейших лекарственных препаратов Всемирной организации здравоохранения.



а) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить ацетилсалициловую кислоту из любых неорганических веществ.

б) Приведите уравнения реакций (не более пяти), которые характеризуют химические свойства этого вещества.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (8 КЛАСС)

8-1.

№ тестового задания	№ правильного ответа
8-1-1	1
8-1-2	3
8-1-3	4
8-1-4	2
8-1-5	4
8-1-6	1
8-1-7	1
8-1-8	4
8-1-9	3
8-1-10	3

За каждый правильный ответ – по 1 баллу.

Всего – 10 баллов.

8-2. а) Формулы индивидуальных веществ:

H_2O ; P_2O_5 ; Al; O_2 ; Na; H_2 ; O_3 ; CO_2 ; Na_3N ; C; $FeCl_3$; N_2 ; K_2S ; SiO_2 .

По 0,25 балла за каждую правильную формулу ($0,25 \cdot 14 = 3,5$ балла)

б) Простыми веществами являются:

Al; O_2 ; Na; H_2 ; O_3 ; C; N_2 .

По 0,2 балла за каждое правильно определенное вещество ($0,2 \cdot 7 = 1,4$ балла)

в) Формулировка задания:

«Составьте формулы веществ, имеющих следующие названия: вода (или оксид водорода), оксида фосфора (V), алюминий, кислород, натрий, водород, озон, углекислый газ (или оксид углерода (IV)), нитрид натрия, углерод (*допускается – уголь, алмаз, графит и т.д.*), хлорид железа (III), азот, сульфид калия, оксид кремния (IV) (*допускается – кремнезем*)».

За начало формулировки – 0,2 балла

По 0,35 балла за каждое правильное название ($0,35 \cdot 14 = 4,9$ балла)

Всего – 10 баллов.

8-3. а) $Mr(A) / Mr(O_2) = 1/2$; $Mr(A) = 1/2 Mr(O_2)$; $Mr(A) = 1/2 \cdot 32 = 16$.

Так как при сгорании вещества **A** образуются только углекислый газ и вода, то исходное вещество состоит из атомов углерода и водорода.

Поскольку $Mr(A) = 16$, то **вещество A – метан CH_4** .

б) $Mr(B) / Mr(O_2) = 1/16$; $Mr(B) = (1/16) \cdot Mr(O_2)$; $Mr(B) = (1/16) \cdot 32 = 2$.

Так как при сгорании вещества **B** образуются только вода, то оно состоит из атомов водорода. Поскольку $Mr(B) = 2$, то **вещество B – водород H_2** .

в) $M_r(\mathbf{B}) / M_r(\text{O}_2) = 1/8$; $M_r(\mathbf{B}) = (1/8) \cdot M_r(\text{O}_2)$; $M_r(\mathbf{B}) = (1/8) \cdot 32 = 4$.

Так как вещество **В** не взаимодействует с кислородом и имеет $M_r(\mathbf{B}) = 4$, то **вещество В** – это **гелий He**.

За определение каждого из веществ – по 2 балла ($2 \cdot 3 = 6$ баллов)

б) Уравнения реакций:



За каждое уравнение реакции – по 0,5 балла ($0,5 \cdot 2 = 1$ балл)

в) В атмосфере Земли содержится **только гелий He**.

1 балл

г) Рассмотрим 1 моль газовой смеси. В соответствии с законом Авогадро объемные доли газов в смеси равны их молярным долям, поэтому:

$$n(\text{CH}_4) = 0,02 \text{ моль}; \quad n(\text{H}_2) = 0,83 \text{ моль}; \quad n(\text{He}) = 0,15 \text{ моль}.$$

Массы веществ в смеси: $m(\text{CH}_4) = 0,02 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 0,32 \text{ г}$;

$$m(\text{H}_2) = 0,83 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 1,66 \text{ г};$$

$$m(\text{He}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 4 \text{ г/моль} = 0,6 \text{ г}.$$

Масса смеси:

$$m(\text{смеси}) = m(\text{CH}_4) + m(\text{H}_2) + m(\text{He});$$

$$m(\text{смеси}) = 0,32 \text{ г} + 1,66 \text{ г} + 0,6 \text{ г} = 2,58 \text{ г}.$$

Массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{CH}_4) = (0,32 \text{ г} / 2,58 \text{ г}) \cdot 100\% = \mathbf{12,4\%};$$

$$\omega(\text{H}_2) = (1,66 \text{ г} / 2,58 \text{ г}) \cdot 100\% = \mathbf{64,3\%};$$

$$\omega(\text{He}) = (0,6 \text{ г} / 2,58 \text{ г}) \cdot 100\% = \mathbf{23,3\%}.$$

3 балла

д) Средняя молярная масса смеси газов:

$$M_{\text{ср}} = m(\text{смеси}) / (n(\text{CH}_4) + n(\text{H}_2) + n(\text{He}));$$

$$M_{\text{ср}} = 2,58 \text{ г} / (0,02 \text{ моль} + 0,83 \text{ моль} + 0,15 \text{ моль}) = \mathbf{2,58 \text{ г/моль}}.$$

1 балл

Всего – 12 баллов.

8-4. а) $M(\text{Ca}) = 40 \text{ г/моль}$.

Суточная потребность в кальции составляет 1,2 г (1200 мг), или $1,2 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,03 \text{ моль}$. В неделю человеку необходимо $7 \cdot 0,03 \text{ моль} = 0,21 \text{ моль}$ кальция, или $6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} \cdot 0,21 \text{ моль} = \mathbf{1,3 \cdot 10^{23} \text{ (атомов)}}$.

3 балла

б) Масса глюконата кальция в двух таблетках равна $2 \cdot 0,100 \text{ г} \cdot 0,700 = 0,140 \text{ г}$. В этом количестве содержится $0,140 \text{ г} \cdot 0,0527 = 7,38 \cdot 10^{-3} \text{ г} = \mathbf{7,38 \text{ мг кальция}}$.

3 балла

в) $M(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}) = 502 \text{ г/моль}$. Массовая доля кальция в гидроксофосфате $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ равна $(5 \cdot 40) / 502 = 0,398$.

В одной таблетке глюконата кальция содержится $7,38 / 2 = 3,69 \text{ мг}$ кальция. Такое же его количество содержится в $3,69 \text{ мг} / 0,398 = 9,27 \text{ мг}$ гидроксофосфата кальция или в $9,27 \text{ мг} / 0,800 = \mathbf{11,6 \text{ мг рыбных костей}}$.

4 балла

г) По условию, в 100 г коровьего молока содержится 120 мг кальция. Значит, суточная доза 1200 мг будет содержаться в 1000 г молока. Объем этой массы молока составит $1000 \text{ г} / 1,03 \text{ г/мл} = 971 \text{ мл}$.

2 балла

Всего – 12 баллов.

8-5. Предлагаемая последовательность действий:

1. Взвешиваем исходную смесь.

2. Магнитом выделяем железные стружки и еще раз взвешиваем (можно смесь без железа, а можно железные стружки, 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 соли, древесных опилок и речного песка помещаем в воду.

4. Древесные опилки собираем с поверхности воды, высушиваем на воздухе и взвешиваем: $\omega(\text{древ. опилки}) = [m(\text{древ. опилки}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%$.

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 выпариваем. Полученное твердое вещество (соль) взвешиваем: $\omega(\text{соли}) = [m(\text{соли}) / m(\text{исх. смеси})] \cdot 100\%$.

7. Проводим проверку:

$$\omega(\text{Fe}) + \omega(\text{древ. опилки}) + \omega(\text{песка}) + \omega(\text{соли}) = 100\%.$$

Описание последовательности действий – 7 баллов.

Расчетные формулы – 3 балла.

Всего – 10 баллов.

Итого за комплект заданий 8 класса – 54 балла.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (9 КЛАСС)

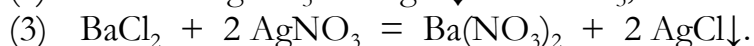
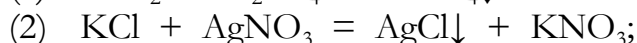
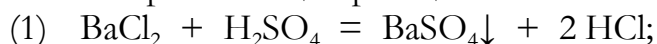
9-1.

№ тестового задания	№ правильного ответа
9-1-1	1
9-1-2	3
9-1-3	2
9-1-4	4
9-1-5	3
9-1-6	3
9-1-7	1
9-1-8	4
9-1-9	1
9-1-10	3

За каждый правильный ответ – по 1 баллу.

Всего – 10 баллов.

9-2. а) Уравнения протекающих реакций:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 3 = 3 балла)

б) Количество вещества BaSO_4 : $n(\text{BaSO}_4) = 2,33 \text{ г} / 233 \text{ г/моль} = 0,01$ моль. В соответствии с уравнением реакции (1): $n(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaSO}_4) = 0,01$ моль. Масса хлорида бария в исходной смеси: $m(\text{BaCl}_2) = 0,01 \text{ моль} \cdot 208 \text{ г/моль} = 2,08 \text{ г}$. Это количество BaCl_2 по уравнению реакции (3) образует $2 \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}$ осадка AgCl . Всего же образовалось $5,74 \text{ г} / 143,5 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$ хлорида серебра. Значит, $0,04 - 0,02 = 0,02 \text{ моль}$ AgCl было получено по уравнению реакции (2).

Из него следует, что $n(\text{KCl}) = n(\text{AgCl}) = 0,02 \text{ моль}$. Масса хлорида калия в исходной смеси: $m(\text{KCl}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 74,5 \text{ г/моль} = 1,49 \text{ г}$. Значит, масса нитрата калия равна $5,59 - 2,08 - 1,49 = 2,02 \text{ г}$, т.е. $2,02 \text{ г} / 101 \text{ г/моль} = 0,02 \text{ моль}$.

Массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{KCl}) = 1,49 \text{ г} / 5,59 \text{ г} = \mathbf{0,267 \text{ (или 26,7\%)}};$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = 2,02 \text{ г} / 5,59 \text{ г} = \mathbf{0,361 \text{ (или 36,1\%)}};$$

$$\omega(\text{BaCl}_2) = 2,08 \text{ г} / 5,59 \text{ г} = \mathbf{0,372 \text{ (или 37,2\%)}}.$$

4,5 балла

в) Единственным компонентом исходной смеси, способным разлагаться при прокаливании, является нитрат калия:



В исходной смеси массой $5,59 \text{ г}$ содержится $0,02 \text{ моль}$ KNO_3 . В соответствии с уравнением реакции (4) при прокаливании этого количества

нитрата калия образуется $0,5 \cdot 0,02$ моль = 0,01 моль кислорода, который при нормальных условиях займет объем $0,01$ моль $\cdot 22,4$ л/моль = **2,24 л**.

2 балла

г) В исходной смеси содержится 0,01 моль BaCl_2 и по 0,02 моль KCl и KNO_3 . Количество ионов в смеси: $n(\text{Ba}^{2+}) = 0,01$ моль; $n(\text{K}^+) = 0,02 + 0,02 = 0,04$ моль;

$$n(\text{Cl}^-) = 0,02 + 2 \cdot 0,01 = 0,04 \text{ моль}; \quad n(\text{NO}_3^-) = 0,02 \text{ моль}.$$

Эти же ионы в таком же количестве могут содержаться в смеси, состоящей из **0,01 моль $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и 0,04 моль KCl** .

Массы этих солей: $m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,01$ моль $\cdot 261$ г/моль = 2,61 г;

$$m(\text{KCl}) = 0,04 \text{ моль} \cdot 74,5 \text{ г/моль} = 2,98 \text{ г}.$$

2,5 балла

Всего за задачу – 12 баллов.

9-3. а) $n(\text{N}_2) = 8,96 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,4$ моль; $n(\text{N}) = 2 \cdot 0,4$ моль = 0,8 моль.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 28,8 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ моль}; \quad n(\text{H}) = 2 \cdot 1,6 \text{ моль} = 3,2 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = 1,6 \text{ моль}.$$

Установим формулу оксида хрома. Выберем для расчета 100 г этого вещества. По условию, в нем содержится:

$$100 \text{ г} \cdot 0,3158 = 31,58 \text{ г кислорода и } 100 \text{ г} - 31,58 \text{ г} = 68,42 \text{ г хрома}.$$

Количество вещества этих элементов:

$$n(\text{Cr}) = 68,42 \text{ г} / 52 \text{ г/моль} = 1,316 \text{ моль}; \quad n(\text{O}) = 31,58 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 1,974 \text{ моль}.$$

Если представить формулу оксида хрома в виде Cr_xO_y , то

$x : y = n(\text{Cr}) : n(\text{O}) = 1,316 \text{ моль} : 1,974 \text{ моль} = 1 : 1,5 = 2 : 3$. Значит, формула оксида хрома – Cr_2O_3 . Это оксид хрома (III). (Возможен и другой вывод формулы этого вещества, например, исходя из общей формулы оксидов Cr_2O_n).

В 0,4 моль Cr_2O_3 содержится:

$$n(\text{Cr}) = 2 \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль и } n(\text{O}) = 3 \cdot 0,4 \text{ моль} = 1,2 \text{ моль}.$$

Общее количество вещества атомов кислорода:

$$n(\text{O}) = 1,6 \text{ моль} + 1,2 \text{ моль} = 2,8 \text{ моль}.$$

Таким образом, 0,4 моль дихромата аммония содержит:

0,8 моль атомов N; 3,2 моль атомов H; 0,8 моль атомов Cr; 2,8 моль атомов O.

Значит, 1 моль дихромата аммония содержит:

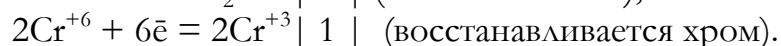
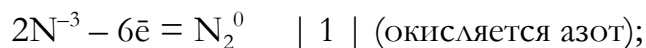
$0,8 / 0,4 = 2$ моль атомов N; $3,2 / 0,4 = 8$ моль атомов H; $0,8 / 0,4 = 2$ моль атомов Cr и $2,8 / 0,4 = 7$ моль атомов O, т.е. формула исходного вещества – $\text{N}_2\text{H}_8\text{Cr}_2\text{O}_7$, или **$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$** .

4 балла

(Если участник олимпиады изначально знает формулу дихромата аммония и приводит ее, а не устанавливает, то 4 балла выставляются только при условии расчетного подтверждения данных, указанных в пункте «а» условия задачи.)

б) Уравнение реакции: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{N}_2\uparrow + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}\uparrow$.

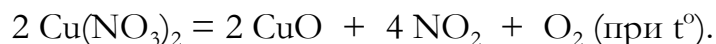
Уравнения электронного баланса:



Окислителем является атом хрома в степени окисления +6, восстановителем – атом азота в степени окисления (-3).

2 балла

в) Реакция разложения дихромата аммония относится к **внутримолекулярным** окислительно-восстановительным реакциям. Пример реакции этого же типа:



1,5 балла

г) Окислительно-восстановительные реакции других типов:

– **межмолекулярные**: например, $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$;

– **диспропорционирования**: например, $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

2 балла

д) При термическом разложении дихромата аммония масса образца уменьшается за счет выделения азота и паров воды. В соответствии с уравнением реакции, при разложении 1 моль $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ выделяется 1 моль N_2 и 4 моль H_2O . Их масса:

$$m(\text{N}_2) = 1 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 28 \text{ г}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 72$$

г.

$$\Delta m(\text{образца}) = m(\text{N}_2) + m(\text{H}_2\text{O}); \quad \Delta m(\text{образца}) = 28 \text{ г} + 72 \text{ г} = 100 \text{ г}.$$

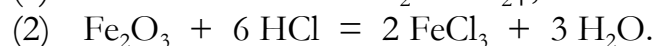
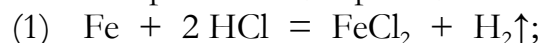
Таким образом, при разложении 1 моль дихромата аммония масса твердого остатка становится меньше массы исходного вещества на 100 г.

Если масса твердого остатка, по условию, оказалась на 10 г меньше массы исходного вещества, значит, в реакцию разложения вступило 0,1 моль дихромата аммония. Следовательно, при этом выделилось $503 \text{ кДж/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = \mathbf{50,3 \text{ кДж}}$ теплоты.

2,5 балла

Всего за задачу – 12 баллов.

9-4. а) Уравнения протекающих реакций:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 2 = 2 балла)

б) Масса раствора HCl: $m(\text{раствора}) = 132,7 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} = 146 \text{ г}.$

Масса HCl в этом растворе: $m(\text{HCl}) = 146 \text{ г} \cdot 0,2 = 29,2 \text{ г}.$

Количество вещества HCl: $n(\text{HCl}) = 29,2 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 0,8 \text{ моль}.$

Количество вещества H_2 : $n(\text{H}_2) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}.$

В соответствии с уравнением реакции (1): $\mathbf{n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 0,1}$

МОЛЬ.

С этим количеством железа в реакции (1) взаимодействует

$$n_1(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}.$$

Следовательно, в реакцию (2) вступило:

$$n_2(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) - n_1(\text{HCl}); \quad n_2(\text{HCl}) = 0,8 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции (2) следует, что $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (1/6) \cdot n(\text{HCl})$.

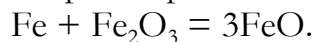
Следовательно, $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (1/6) \cdot 0,6 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$.

Таким образом, $n(\text{Fe}) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ моль} : 0,1 \text{ моль} = 1 : 1$,

т.е. вещества взяты **в эквимольном соотношении**.

4 балла

в) Уравнение реакции, протекающей при нагревании исходной смеси без доступа воздуха:



1 балл

г) Уравнения реакций, протекающих при взаимодействии компонентов исходной смеси с иодоводородной кислотой:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 2 = 2 балла)

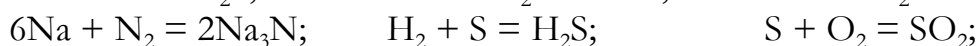
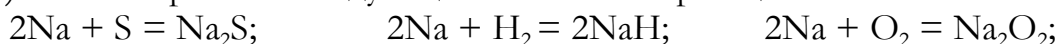
д) Уравнение реакции, протекающей при спекании исходной смеси с твердым гидроксидом натрия без доступа воздуха:



1 балл

Всего – 10 баллов.

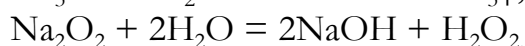
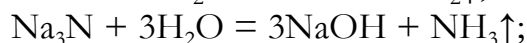
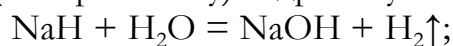
9-5. а) Можно провести следующие химические реакции:



Указанные процессы протекают при нагревании. Реакция азота с кислородом может также протекать под действием электрического разряда. Для взаимодействия азота и водорода требуется катализатор и повышенное давление.

За каждое уравнение реакции (с условиями протекания) – по 1 баллу (1 · 9 = 9 баллов)

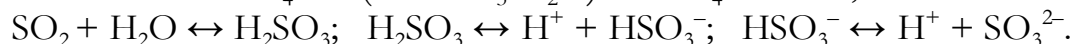
б) При растворении в воде некоторые из полученных веществ подвергаются полному (необратимому) гидролизу:



В случае H_2S протекает диссоциация:



В случае NH_3 и SO_2 протекают реакции гидратации с последующей диссоциацией образующихся продуктов: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ (точнее – $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$);



При растворении Na_2S протекает процесс гидролиза:
 $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaOH} + \text{NaHS}$; $\text{NaHS} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$.
За каждое взаимодействие – по 1 баллу (1 · 7 = 7 баллов)

Всего – 16 баллов.

Итого за комплект заданий 9 класса – 60 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (10 КЛАСС)

10-1.

№ тестового задания	№ правильного ответа
10-1-1	4
10-1-2	2
10-1-3	3
10-1-4	3
10-1-5	4
10-1-6	4
10-1-7	1
10-1-8	1
10-1-9	3
10-1-10	3

За каждый правильный ответ – по 1 баллу.

Всего – 10 баллов.

10-2. а) Анализируемое вещество содержит углерод, водород и, возможно, кислород. Плотность воды $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$ г/мл, поэтому 2,16 мл ее будут иметь массу 2,16 г.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль.}$$

По условию, при сгорании пробы неизвестного вещества массой 1,86 г образуется $0,336 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,015 \text{ моль } \text{CO}_2$ и $2,16 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,120 \text{ моль } \text{H}_2\text{O}$.

$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,015 \text{ моль}$; $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,120 \text{ моль} = 0,240 \text{ моль}$.

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,015 \text{ моль} : 0,240 \text{ моль} = 1 : 16$ – реально существующее соединение не может иметь такой состав.

$m(\text{C}) = 0,015 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 0,18 \text{ г}$; $m(\text{H}) = 0,240 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,24 \text{ г}$. В образце массой 1,86 г на кислород приходится $(1,86 - 0,18 - 0,24) = 1,44 \text{ г}$, или $1,44 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 0,09 \text{ моль}$.

Тогда $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,015 \text{ моль} : 0,240 \text{ моль} : 0,090 \text{ моль} = 1 : 16 : 6$.

Значит, простейшая формула вещества – CH_{16}O_6 .

$M(\text{CH}_{16}\text{O}_6) = 124 \text{ г/моль} < 200 \text{ г/моль}$.

Даже удвоение этой формулы привело бы к значению $M > 200$ г/моль. Таким образом, с учетом молярной массы молекулярная формула неизвестного вещества – CH_{16}O_6 . Это **клатрат метана $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$** .

7 баллов

б) При его горении протекает реакция:



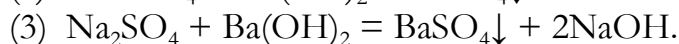
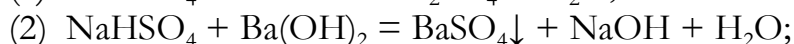
1 балл

в) Рассматриваемое вещество относится к так называемым соединениям включения – клатратам. Молекулы-«гости» (в данном случае – метана) располагаются в пустотах кристаллической решетки вещества-«хозяина» (в данном случае – воды). Никаких *химических* связей между молекулами нет. Между ними имеются только межмолекулярные взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса). Эти вещества легко разлагаются при нагревании, как только начинает разрушаться кристаллическая решетка «хозяина».

2 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

10-3. а) Уравнения протекающих реакций:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 3 = 3 балла)

б) Масса раствора NaOH: $m(\text{раствора}) = 144 \text{ мл} \cdot 1,11 \text{ г/мл} = 159,84 \text{ г}.$

Масса NaOH: $m(\text{NaOH}) = 159,84 \text{ г} \cdot 0,1 = 15,984 \text{ г}.$

Количество вещества NaOH: $n(\text{NaOH}) = 15,984 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}.$

Из уравнения реакции (1): $n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль}.$

Масса NaHSO_4 в смеси: $m(\text{NaHSO}_4) = 0,4 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 48 \text{ г}.$

Масса смеси: $m(\text{смеси}) = 48 \text{ г} / (1 - 0,6) = 120 \text{ г}.$

Масса Na_2SO_4 в смеси: $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 120 \text{ г} - 48 \text{ г} = 72 \text{ г}.$

Количество вещества Na_2SO_4 : $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 72 \text{ г} / 142 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}.$

Из уравнения реакции (2): $n_1(\text{BaSO}_4) = n(\text{NaHSO}_4) = 0,4 \text{ моль}.$

Из уравнения реакции (3): $n_2(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ моль}.$

Общее количество вещества BaSO_4 : $n(\text{BaSO}_4) = 0,4 \text{ моль} + 0,5 \text{ моль} = 0,9 \text{ моль}.$ Масса BaSO_4 : $m(\text{BaSO}_4) = 0,9 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = \mathbf{209,7 \text{ г}}.$

6,5 баллов

в) При прокаливании исходной смеси протекает реакция:



В соответствии с уравнением этой реакции:

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} n(\text{NaHSO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}.$

Масса воды: $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = \mathbf{3,6 \text{ г}}$

2,5 балла

Всего за задачу – 12 баллов.

10-4. а) Обычно коптящим пламенем сгорают вещества с высоким содержанием углерода, что подтверждается образованием твердого вещества **В** (углерод), имеющего аллотропные формы. Образование второго газообразного продукта (не воды) указывает, что сжигание проводилось не в кислороде, а, вероятнее всего, в газообразном галогене. Наконец, олигомеризация газа **А** с образованием твердого при нормальных условиях и жидкого при комнатной температуре продукта **Е** позволяет установить все вещества.

А – ацетилен $\text{HC}\equiv\text{CH}$; **Б** – хлор Cl_2 ; **В** – углерод (сажа); **Г** – хлороводород HCl ; **Д** – углерод (активированный уголь); **Е** – бензол C_6H_6 (по справочным данным, температура плавления – $(+5,5\text{ }^\circ\text{C})$).

Рассуждения – 1 балл

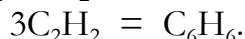
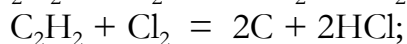
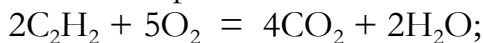
Определение каждого из веществ – по 0,5 балла ($0,5 \cdot 6 = 3$ балла)

б) В кристаллическом состоянии углерод существует в следующих аллотропных модификациях: алмаз, графит, карбин $(-\text{C}\equiv\text{C}-)_n$, поликумулен $(=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{C}-)_n$, 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.

$0,25$ балла \times (7 модификаций + сажа) = 2 балла

в) Уравнения протекающих реакций:



За каждое уравнение – по 1 баллу ($1 \cdot 3 = 3$ балла)

г) В зависимости от условий между зашифрованными веществами могут протекать следующие реакции:

$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CHCl}=\text{CHCl}$ (медленное введение хлора в избыток раствора ацетилена);

$\text{HC}\equiv\text{CH} + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$ (медленное пропускание избытка хлора через раствор ацетилена);

$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$ (нагревание газовой смеси с избытком ацетилена в присутствии катализатора);

$\text{HC}\equiv\text{CH} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHCl}_2$ (нагревание газовой смеси с избытком хлороводорода в присутствии катализатора);

$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ (образование хлорбензола происходит в присутствии кислоты Льюиса – например, AlCl_3 или FeCl_3);

$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ (образование гексахлорциклогексана происходит при освещении реакционной смеси ультрафиолетовым светом);

$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH}_2$ (образование стирола (винилбензола) происходит под давлением в присутствии кислотного катализатора).

*За каждое уравнение реакции (с указанием условий ее протекания) – по 1 баллу
(1 · 7 = 7 баллов)*

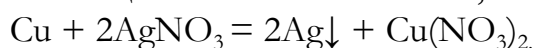
Всего – 16 баллов.

10-5. а) Следует рассмотреть возможность взаимодействия каждого из металлов с каждым типом реагентов.

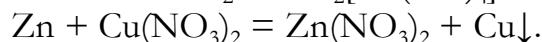
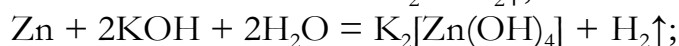
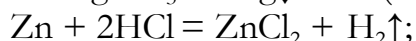
Для меди:



со щелочью – невозможно;



Для цинка:



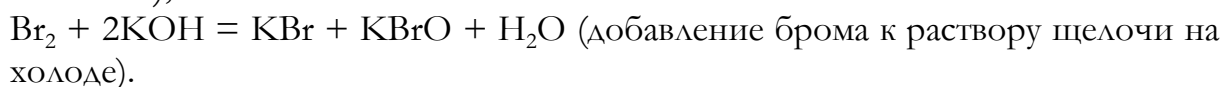
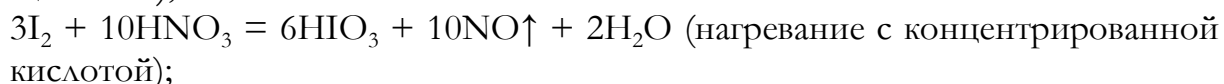
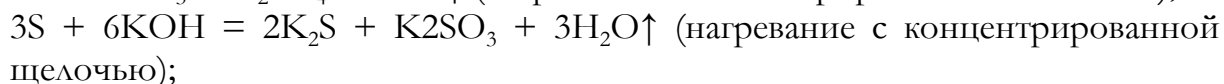
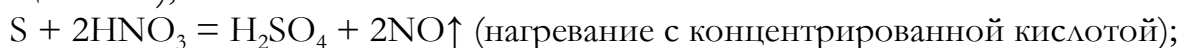
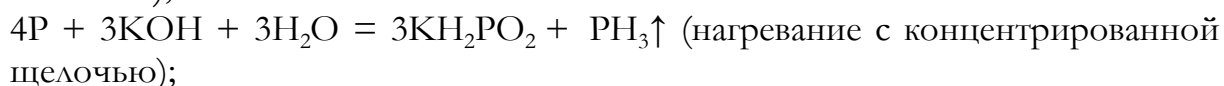
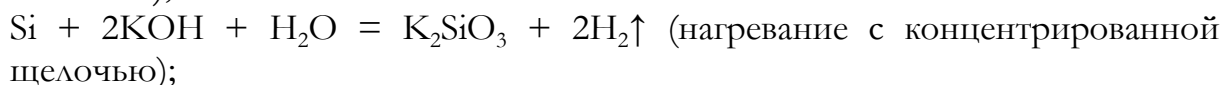
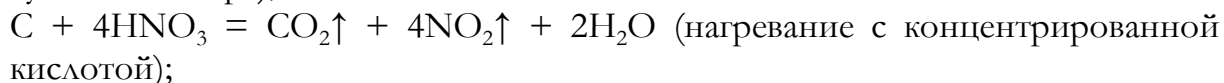
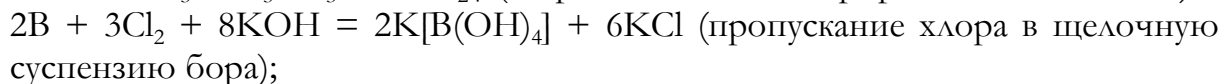
Для золота: $\text{Au} + 4\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O};$

со щелочью – невозможно;



За любое правильное составленное уравнение – по 1 баллу (1 · 7 = 7 баллов)

б) Соответствующий набор реакций:



За любое правильное составленное уравнение – по 1 баллу (1 · 10 = 10 баллов)

Всего – 17 баллов.

Итого за комплект заданий 10 класса – 65 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (11 КЛАСС)

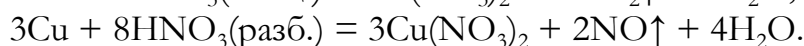
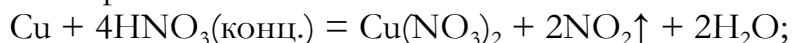
11-1.

№ тестового задания	№ правильного ответа
11-1-1	2
11-1-2	1
11-1-3	4
11-1-4	1
11-1-5	4
11-1-6	2
11-1-7	3
11-1-8	1
11-1-9	4
11-1-10	3

За каждый правильный ответ – по 1 баллу.

Всего – 10 баллов.

11-2. а) Уравнения реакций меди с азотной кислотой:

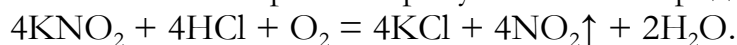


За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 2 = 2 балла)

б) Получить NO₂ в лабораторных условиях можно также разложением некоторых нитратов:



а также действием кислот на нитриты в присутствии кислорода:



За любой разумный вариант реакции – 1 балл

в) Молекула NO₂ содержит нечетное число электронов, а значит, один из них не спарен, что придает частице радикальный характер. Вследствие этого оксид азота (IV) имеет склонность к димеризации.

1 балл

г) В соответствии с принципом Ле Шателье при охлаждении системы равновесие смещается в сторону экзотермической реакции. Для процесса $2\text{NO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$ экзотермической является прямая реакция – образования бесцветного димера. Поэтому при понижении температуры интенсивность окраски газа уменьшится.

1 балл

д) Возьмем для расчета 1 моль димера N₂O₄. Если его степень диссоциации равна 27%, значит, в реакцию $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ вступило 0,27 моль N₂O₄. При этом образовалось 2 · 0,27 моль = 0,54 моль NO₂, осталось 1 моль – 0,27 моль = 0,73 моль N₂O₄. Общее количество веществ в смеси равно 0,54 моль + 0,73 моль = 1,27 моль.

Соответственно, молярная доля N_2O_4 составила $(0,73/1,27) = 0,5748$, а молярная доля NO_2 – $(0,54/1,27) = 0,4252$.

В соответствии с уравнением Клапейрона общее количество веществ, содержащееся в реакционной смеси при заданных условиях, может быть рассчитано так:

$$pV = nRT; \quad n = pV / RT;$$
$$n = (101300 \text{ Па} \cdot 0,030 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot (273+35) \text{ К}) = 1,19 \text{ моль.}$$

Из них на долю N_2O_4 приходится $1,19 \text{ моль} \cdot 0,5748 = 0,684 \text{ моль}$, а на долю NO_2 остается $1,19 \text{ моль} \cdot 0,4252 = 0,506 \text{ моль}$.

Массы компонентов смеси:

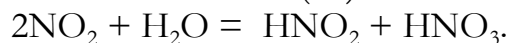
$$m(N_2O_4) = 0,684 \text{ моль} \cdot 92,0 \text{ г/моль} = 62,9 \text{ г};$$

$$m(NO_2) = 0,506 \text{ моль} \cdot 46,0 \text{ г/моль} = 23,3 \text{ г}.$$

Таким образом, масса смеси составит: $m(\text{смеси}) = 62,9 \text{ г} + 23,3 \text{ г} = 86,2 \text{ г}$.

5 баллов

е) Уравнение реакции оксида азота (IV) с водой:



Это окислительно-восстановительное взаимодействие относится к реакциям **диспропорционирования**.

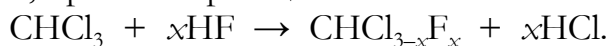
2 балла

Всего за задачу – 12 баллов.

11-3. а) Прямое фторирование органических соединений вследствие очень высокой активности фтора невозможно. При этом развивается цепной процесс с разрывом связей «углерод – углерод», аналогичный горению веществ в кислороде.

1 балл

б) По условию, протекает реакция обмена:



Массовая доля фтора в этом соединении равна:

$$\omega(F) = (xM(F) / M(CHCl_{3-x}F_x)) \cdot 100\% = 43,94\%.$$

$$\text{Тогда: } (19x / (12 + 1 + (3-x) \cdot 35,5 + 19x)) \cdot 100\% = 43,94\%, \text{ откуда}$$

$$(19x / (13 + 106,5 - 35,5x + 19x)) \cdot 100\% = 43,94\%;$$

$$1900x = 43,94 \cdot (119,5 - 16,5x);$$

$$1900x + 725x = 5250;$$

$$x = 5250 / (1900 + 725) = 2.$$

Вещество **А** – **дифторхлорметан $CHClF_2$** .

Молекула имеет форму **искаженного тетраэдра**.

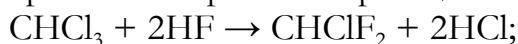
4 балла

в) Вещество **Б** содержит $43,94 \cdot 1,73 = 76,0\%$ фтора (по массе). Столь высокое содержание фтора может свидетельствовать об отсутствии в молекуле тяжелых атомов хлора. Значит, соединение **Б** образовалось в результате дехлорирования или дегидрохлорирования.

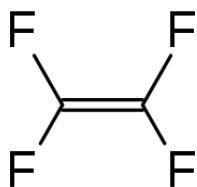
Если молекула продукта **Б** содержит x атомов фтора, то его молярная масса равна $19x / 0,760 = 25x$ г/моль.

Кроме фтора (молярная масса атомов – 19 г/моль), это вещество должно содержать углерод (12 г/моль). Тогда его простейшая формула – CF_2 . Но такая частица является карбеном и неустойчива, поэтому **Б** – **тетрафторэтилен C_2F_4** .

При 600-700 °С дифторхлорметан отщепляет хлороводород с образованием тетрафторэтилена. Уравнения реакций:

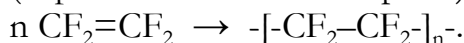


Молекула тетрафторэтилена имеет плоское строение (атомы углерода находятся в sp^2 -гибридном состоянии):



5 баллов

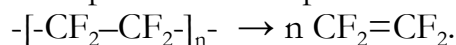
г) Полимеризацией C_2F_4 получают соединение **В** – **политетрафторэтилен** (торговое название – тефлон):



Политетрафторэтилен обладает очень высокой химической стойкостью. Он достаточно термостоек (по сравнению с другими полимерами). Обладает отличными электроизоляционными свойствами и очень низкой адгезией.

2 балла

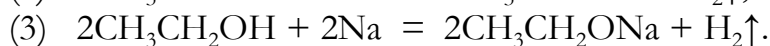
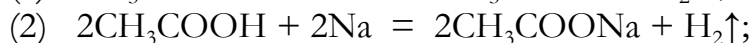
д) При нагревании политетрафторэтилена до 600 °С он деполимеризуется. Поэтому в лабораторных условиях небольшие количества мономера можно получить термической обработкой полимера:



1 балл

Всего за задачу – 13 баллов.

11-4. а) Уравнения проведенных реакций:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу (1 · 3 = 3 балла)

б) Масса KOH в растворе равна $44,8 \text{ г} \cdot 0,25 = 11,2 \text{ г}$, что составляет $11,2 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$.

В реакцию нейтрализации с гидроксидом калия вступает только уксусная кислота. Из уравнения реакции (1) следует, что $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{KOH}) = 0,2 \text{ моль}$. Масса уксусной кислоты в смеси: $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 12,0 \text{ г}$.

Это количество уксусной кислоты по реакции (2) выделяет $0,5 \cdot 0,2$ моль = 0,1 моль водорода. Всего при взаимодействии с натрием было получено 3,36 л водорода, что составляет $3,36 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,15$ моль. Значит, в реакции с этанолом выделилось $(0,15 - 0,1) = 0,05$ моль H_2 .

В соответствии с уравнением реакции (3) количество вещества этанола: $n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 2 \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$. Масса спирта составит: $m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 4,6 \text{ г}$. Тогда масса ацетальдегида будет равна: $m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 26,6 \text{ г} - 12,0 \text{ г} - 4,6 \text{ г} = 10,0 \text{ г}$.

Массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 12,0 \text{ г} / 26,6 \text{ г} = \mathbf{0,451 \text{ (или 45,1\%)}}$$

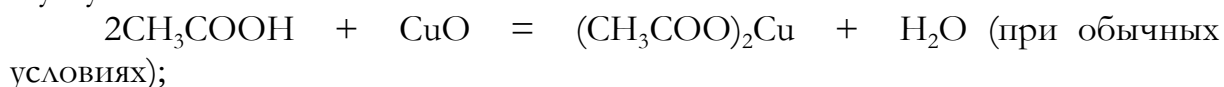
$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 4,6 \text{ г} / 26,6 \text{ г} = \mathbf{0,173 \text{ (или 17,3\%)}}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CHO}) = 10,0 \text{ г} / 26,6 \text{ г} = \mathbf{0,376 \text{ (или 37,6\%)}}$$

5 баллов

в) С оксидом меди реагируют:

– уксусная кислота:

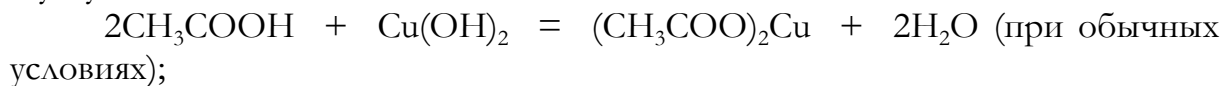


– этанол:

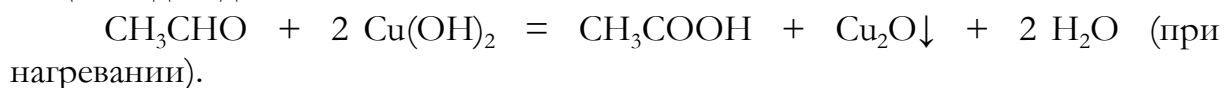


С гидроксидом меди реагируют:

– уксусная кислота:



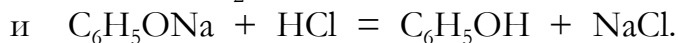
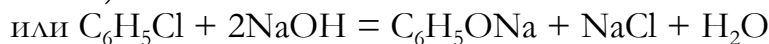
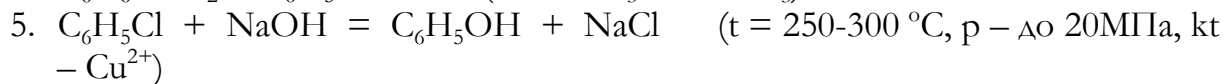
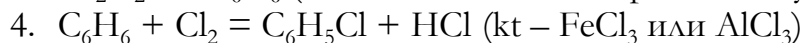
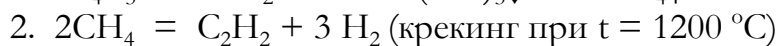
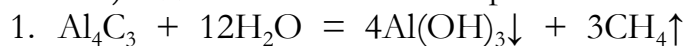
– ацетальдегид:



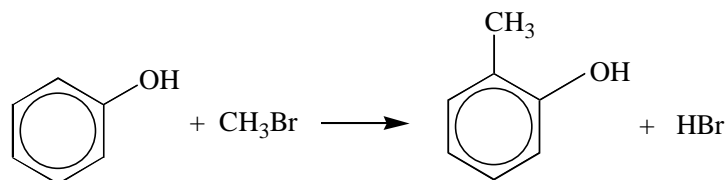
За каждое уравнение реакции – по 1 баллу ($1 \cdot 4 = 4$ балла)

Всего – 12 баллов.

11-5. а) Один из возможных вариантов синтеза:

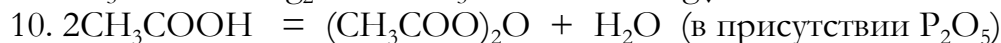
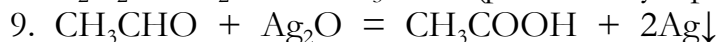
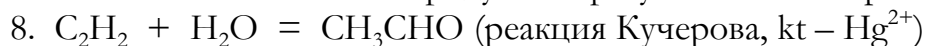


7. Реакция электрофильного алкилирования (метилирования) фенола:

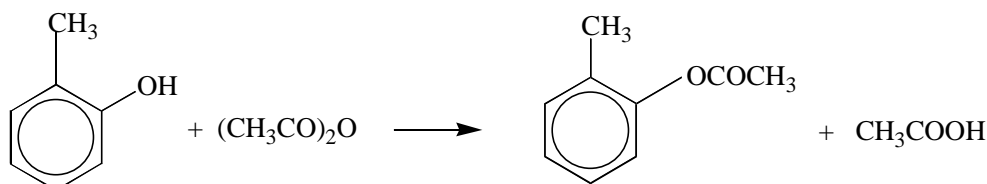


или $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{Br} = \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_3 + \text{HBr}$ (t° ; $kt - \text{AlBr}_3$ или FeBr_3).

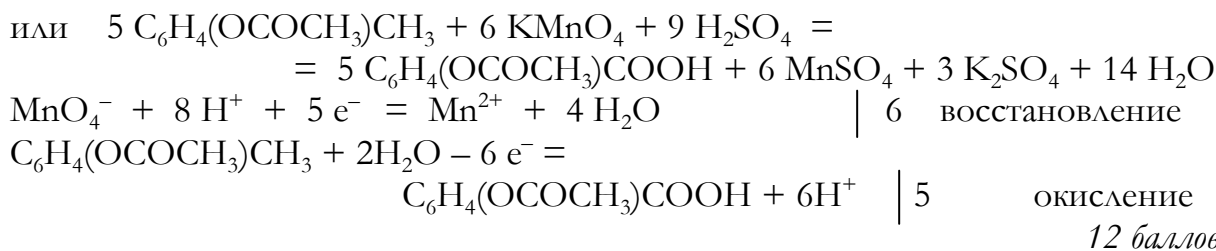
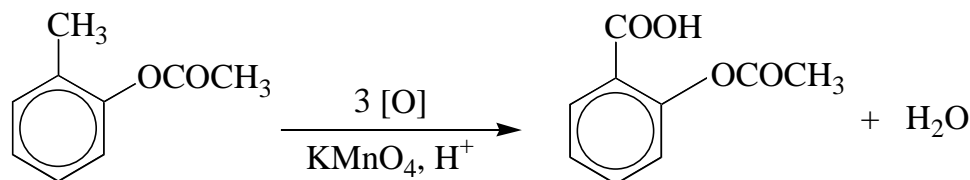
В качестве побочного продукта образуется *n*-метилфенол (*n*-крезол).



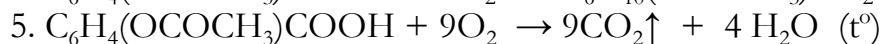
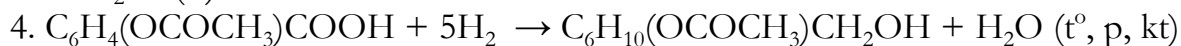
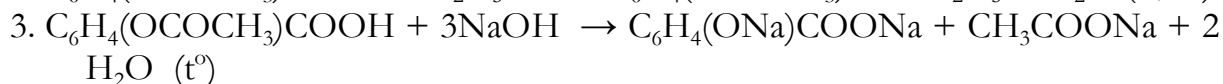
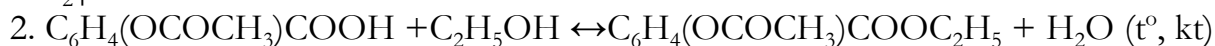
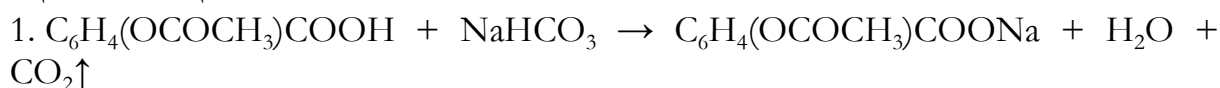
11. Реакция О-ацилирования *o*-метилфенола (*o*-крезола):



12. Окисление *o*-метил-О-ацетилфенола:



б) Примеры реакций, которые характеризуют химические свойства ацетилсалициловой кислоты:



За каждое уравнение реакции – по 1 баллу ($1 \cdot 5 = 5$ баллов).

Всего – 17 баллов.

Итого за комплект заданий 11 класса – 64 балла.

ЗАДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ «ХИМОНЯ-2013»

ВОСЬМОЙ КЛАСС

Тестовые задания

- 1** Индивидуальным химическим веществом является
- почва
 - воздух
 - молоко
 - вода
- 2** Химическая реакция протекает при
- плавлении льда
 - горении магния
 - испарении воды
 - сжатию пружины
- 3** Элементом I группы главной подгруппы периодической системы является
- калий
 - фосфор
 - бор
 - гелий
- 4** Элементом II периода периодической системы является
- водород
 - кальций
 - углерод
 - алюминий
- 5** Химическому элементу, находящемуся в III периоде и VA группе периодической системы, соответствует распределение электронов по энергетическим уровням
- 2, 5
 - 2, 8, 5
 - 2, 8, 3
 - 2, 3
- 6** Химическим элементом, названным в честь России, является
- рутений
 - родий
 - рубидий
 - америций
- 7** Одинаковое число электронов на внешнем энергетическом уровне имеют атомы
- фтора и фосфора
 - натрия и лития
 - калия и кальция
 - алюминия и кремния
- 8** Соединениями с ионной связью являются
- SO_2 и P_2O_5
 - NH_3 и H_2S
 - H_2 и O_2
 - KCl и CaF_2

9 К классу кислот относится соединение с химической формулой

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | KOH | 3. <input type="checkbox"/> | NaCl |
| 2. <input type="checkbox"/> | H ₃ PO ₄ | 4. <input type="checkbox"/> | Li ₂ O |

10 Реакция, протекающая с образованием соли, возможна между

- | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|
| 1. <input type="checkbox"/> | CO ₂ и H ₂ O | 3. <input type="checkbox"/> | BaO и SO ₃ |
| 2. <input type="checkbox"/> | K ₂ O и MgO | 4. <input type="checkbox"/> | P ₂ O ₅ и SiO ₂ |

Задача №1

Условие задачи см. С.29 данного сборника (восьмой класс, №8-4).

Задача №2

Чистая азотная кислота неустойчива и при нагревании или под действием света способна разлагаться. Одним из продуктов ее разложения является газообразный (при н.у.) оксид **А**, который примерно в полтора раза тяжелее воздуха и массовая доля кислорода в котором равна 69,55%.

В отличие от соляной кислоты, даже разбавленная азотная кислота реагирует с медью. Кроме нитрата меди(II) и воды, в этой реакции выделяется оксид **Б**, который незначительно тяжелее воздуха. Массовая доля азота в нем равна 46,68%. При полном растворении в избытке азотной кислоты меди массой 3,84 г выделился этот газ объемом 896 мл (н.у.).

Установите химические формулы оксидов **А** и **Б** и назовите их.

При разложении азотной кислоты, кроме оксида **А**, также образуются вода и кислород. Составьте уравнение реакции разложения азотной кислоты.

Составьте уравнение упомянутой в задаче реакции растворения меди в азотной кислоте и кратко поясните ход своих рассуждений.

Рассчитайте количество (моль) и объем (л) газообразных при н.у. продуктов, которые образуются при разложении 25,2 г азотной кислоты.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Тестовые задания

1 Неметаллические свойства простых веществ усиливаются в ряду

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | фтор → азот → углерод |
| 2. <input type="checkbox"/> | алюминий → фосфор → хлор |
| 3. <input type="checkbox"/> | бериллий → магний → кальций |
| 4. <input type="checkbox"/> | хлор → бром → иод |

2 Степень окисления азота равна +3 в соединении

1. HNO_3
2. NH_4Cl

3. NH_3
4. HNO_2

3 Вещества, формулы которых – Al_2O_3 и CuCl_2 , являются соответственно

1. кислотным оксидом и основанием
2. амфотерным гидроксидом и кислотой
3. основным оксидом и кислотным оксидом
4. амфотерным оксидом и солью

4 Признаком протекания химической реакции между карбонатом кальция и азотной кислотой является

1. выделение газа
2. изменение цвета
3. появление запаха
4. выпадение осадка

5 Наибольшее количество ионов образуется при диссоциации в водном растворе 1 моль

1. NaCl
2. K_3PO_4
3. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
4. CaBr_2

6 Слабым электролитом является

1. кремниевая кислота
2. хлорид магния
3. гидроксид калия
4. нитрат железа (III)

7 Оксид цинка реагирует с каждым из двух веществ:

1. MgO и H_2O
2. NaOH и H_2SO_4
3. SiO_2 и Ag
4. HNO_3 и O_2

8 В реакцию с гидроксидом кальция вступает

1. оксид бария
2. нитрат натрия
3. кислород
4. углекислый газ

9 Не реагируют друг с другом

1. хлор и водород
2. кислород и кальций
3. азот и вода
4. железо и сера

10 В водном растворе не протекает химическая реакция между

1. нитратом калия и сульфатом меди (II)
2. карбонатом натрия и хлоридом кальция
3. гидроксидом лития и соляной кислотой
4. бромидом аммония и гидроксидом натрия

Задача №1

Условие задачи см. С.32 данного сборника (девятый класс, №9-2).

Задача №2

Массовая доля серы в некоторой кислоте **A** равна 56,1%. На полную нейтрализацию 39,9 г раствора этой кислоты с массовой долей растворенного вещества 0,05% требуется 19,6 мг гидроксида калия. Кислота **A** существует только в разбавленном водном растворе. При попытке получить ее концентрированный раствор она самопроизвольно разлагается с образованием твердого простого вещества **B** и новой кислоты **B**, массовая доля серы в которой равна 39,0%.

Определите неизвестные вещества **A**, **B** и **B**. Объясните ход своих рассуждений.

Изобразите структурные формулы кислот **A** и **B**.

Напишите уравнения описанных в задаче превращений.

Приведите уравнения реакций: а) вещества **B** с концентрированной азотной кислотой; б) вещества **B** с бромной водой.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Тестовые задания

- 1** Сокращенное ионное уравнение $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$ соответствует взаимодействию
- BaO и H_2SO_4
 - $BaCO_3$ и H_2SO_4
 - $BaCl_2$ и Na_2SO_4
 - $Ba(OH)_2$ и $MgSO_4$
- 2** Окислительно-восстановительная реакция протекает между
- Cu и HNO_3 (конц.)
 - Cu и HCl (раствор)
 - $CuCl_2$ и H_2S
 - CuO и SO_3
- 3** Все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации в молекуле
- бензола
 - ацетилена
 - этилена
 - этана
- 4** Этилен из этанола можно получить с помощью реакции
- гидратации
 - дегидратации
 - гидрирования
 - дегидрирования

5 Образование бензола происходит в результате тримеризации

- | | | | |
|-----------------------------|-------|-----------------------------|---------|
| 1. <input type="checkbox"/> | этана | 3. <input type="checkbox"/> | этина |
| 2. <input type="checkbox"/> | этена | 4. <input type="checkbox"/> | этанола |

6 В реакцию с бромной водой вступает

- | | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| 1. <input type="checkbox"/> | пропин | 3. <input type="checkbox"/> | метан |
| 2. <input type="checkbox"/> | толуол | 4. <input type="checkbox"/> | бензол |

7 С раствором гидроксида натрия не реагирует

- | | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | фенол | 3. <input type="checkbox"/> | уксусная кислота |
| 2. <input type="checkbox"/> | этанол | 4. <input type="checkbox"/> | этилацетат |

8 Реакция «серебряного зеркала» характерна для

- | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | спиртов | 3. <input type="checkbox"/> | сложных эфиров |
| 2. <input type="checkbox"/> | карбоновых кислот | 4. <input type="checkbox"/> | альдегидов |

9 Вещество, способное проявлять свойства и кислот, и альдегидов, – это...

- | | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | этаналь | 3. <input type="checkbox"/> | муравьиная кислота |
| 2. <input type="checkbox"/> | уксусная кислота | 4. <input type="checkbox"/> | глюкоза |

10 Взаимодействие карбоновой кислоты и спирта относят к реакциям

- | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | нейтрализации | 3. <input type="checkbox"/> | гидратации |
| 2. <input type="checkbox"/> | этерификации | 4. <input type="checkbox"/> | гидролиза |

Задача №1

Условие задачи см. С.41 данного сборника (одиннадцатый класс, №11-4).

Задача №2

В 1828 году студенту Берцелиуса для дальнейших экспериментов понадобилась соль **В**. Он смешал необходимые по уравнению реакции количества растворов хлорида аммония и соли **А**. При этом образовался осадок, который был отфильтрован. При упаривании фильтрата выпали прозрачные игольчатые кристаллы **Х**, масса которых была равна вычисленной по уравнению реакции. К большому удивлению студента, при смешивании **Х** с гашеной известью не обнаруживался характерный запах, который должна была давать получаемая соль **В**. Последующие эксперименты показали, что масса продукта **Х** в 2,50 раза меньше массы навески соли **А**, использованной для синтеза, а массовые доли водорода, углерода и кислорода в нем соответственно равны 6,66%, 20,00% и 26,67%.

Установите формулу соединения **Х**.

Какую соль **В** хотел получить студент Берцелиуса? Приведите ее формулу и название. Какое строение она имеет в твердом состоянии?

Установите состав соли **А**.

Напишите уравнения упомянутых в задаче превращений.

Какое значение сыграл этот эксперимент в химии?

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (8 КЛАСС)

Ответы на тестовые задания

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	4	2	1	3	2

№ задания	6	7	8	9	10
№ ответа	1	2	4	2	3

Решение задачи №1

Решение задачи см. С.43 данного сборника (восьмой класс, №8-4).

Решение задачи №2

1. Оба зашифрованных вещества – оксиды азота.

Для соединения **А**:

$$n(\text{N}) : n(\text{O}) = [(100 - 69,55) / 14] : [69,55 / 16] = 2,175 : 4,347 \approx 1 : 2.$$

Его состав – $(\text{NO}_2)_x$. С учетом того, что пары вещества примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха (т.е. молярная масса близка к $29 \text{ г/моль} \cdot 1,5 = 44 \text{ г/моль}$), то вещество **А** – оксид азота (**IV**) NO_2 .

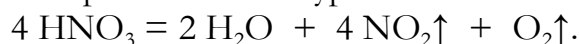
Аналогично для соединения **Б**:

$$n(\text{N}) : n(\text{O}) = [46,68 / 14] : [(100 - 46,68) / 16] = 3,334 : 3,333 \approx 1 : 1.$$

Его состав – $(\text{NO})_x$. С учетом того, что пары вещества незначительно тяжелее воздуха (молярная масса близка к 29 г/моль), то вещество **Б** – оксид азота (**II**) NO .

3 балла

2. Азотная кислота разлагается по уравнению



1 балл

3. Чтобы составить уравнение реакции, необходимо знать всех участников процесса и количественное соотношение между ними.

Растворили $3,84 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,060 \text{ моль Cu}$.

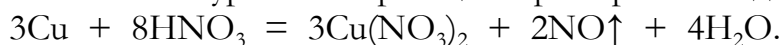
Выделилось $0,896 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,040 \text{ моль NO}$.

Значит, на каждые 3 моль меди выделяется 2 моль NO . Занесем эту информацию в схему реакции: $3\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.

Из 3 моль Cu образуется 3 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (материальный баланс по меди), на что потребуется 6 моль HNO_3 . Но для образования 2 моль NO необходимы еще 2 моль HNO_3 . Значит, всего требуется $(6 + 2) = 8$ моль HNO_3 .

Из 8 моль HNO_3 образуется 4 моль H_2O (баланс по водороду).

С учетом сказанного уравнение реакции приобретает вид:



Можно убедиться, что выполняется баланс и по кислороду ($24 = 3 \cdot 3 \cdot 2 + 2 + 4$). 3 балла

4. Согласно приведенному в пункте 2 уравнению реакции, при разложении 4 моль HNO_3 образуется 5 моль газообразных продуктов (при нормальных условиях вода – жидкость): 4 моль NO_2 и 1 моль O_2 .

Разложилось $25,2 \text{ г} / 63 \text{ г/моль} = 0,4$ моль HNO_3 . Следовательно, образовалось **0,5 моль газообразных продуктов: 0,4 моль NO_2 и 0,1 моль O_2 .**

Их объем (при н.у.) составит: $0,4 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 8,96 \text{ л } \text{NO}_2$ и $0,1 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,24 \text{ л } \text{O}_2$.

Всего: $(8,96 + 2,24) = 11,2 \text{ л газообразных продуктов}$.

3 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (9 КЛАСС)

Ответы на тестовые задания

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	2	4	4	1	3

№ задания	6	7	8	9	10
№ ответа	1	2	4	3	1

Решение задачи №1

Решение задачи см. С.45 данного сборника (девятый класс, №9-2).

Решение задачи №2

1. Кислоты серы содержат, кроме упомянутого элемента, только кислород и водород. Поэтому выпадающее в осадок простое вещество **Б – это сера (S)**.

$M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$.

На нейтрализацию $39,9 \text{ г} \cdot 0,0005 = 0,01995 \text{ г}$ кислоты **А** затрачивается $19,6 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,35 \cdot 10^{-3}$ моль раствора KOH.

Пусть молекула кислоты **A** содержит x атомов водорода (H_xR), тогда $n(H^+ \text{ в кислоте}) = x \cdot n(A)$. Из уравнения реакции нейтрализации $H^+ + OH^- = H_2O$ следует, что $n(H^+ \text{ в кислоте}) = n(KOH) = 0,35 \cdot 10^{-3}$ моль. Следовательно:

$$x \cdot n(A) = n(KOH) = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

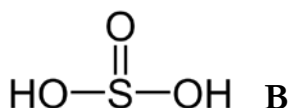
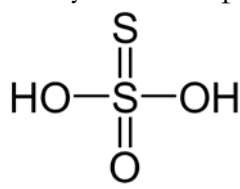
Поскольку $n(A) = m(A) / M(A)$, то $M(A) = x \cdot m(A) / n(KOH)$.
 $M(A) = x \cdot 0,01995 \text{ г} / 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ моль} = 57x \text{ г/моль.}$

По условию, массовая доля серы в кислоте **A** равна 56,1%. Таким образом, молекула кислоты содержит $(57x \cdot 0,561) / 32 = x$ атомов серы. Формула кислоты – $H_xS_xO_y$. Получается: $57x = (1 \cdot x + 32 \cdot x + 16 \cdot y)$, откуда $24x = 16y$, или $3x = 2y$. Следовательно, **A** – тиосерная кислота $H_2S_2O_3$.



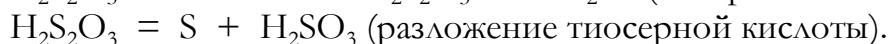
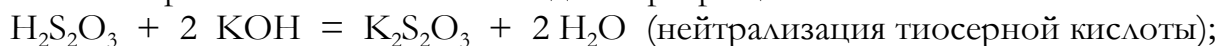
Если предположить, что в молекуле кислоты **B** содержится a атомов серы, то $M(B) = 32a / 0,390 = 82a \text{ г/моль}$. Рассматривая различные варианты значений a , находим единственный разумный вариант: $a = 1$, т.е. **B** – сернистая кислота H_2SO_3 . Это согласуется с известными свойствами тиосерной кислоты. *5 баллов*

2. Учитывая характерные валентности элементов, можно предложить следующие структурные формулы кислот **A** и **B**:



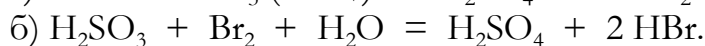
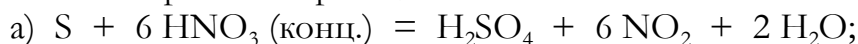
1,5 балла

3. Уравнения описанных в задаче превращений:



1,5 балла

4. Уравнения реакций:



2 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (10 КЛАСС)

Ответы на тестовые задания

№ задания	1	2	3	4	5
№ ответа	3	1	4	2	3

№ задания	6	7	8	9	10
№ ответа	1	2	4	3	2

Решение задачи №1

Решение задачи см. С.55 данного сборника (одиннадцатый класс, №11-4).

Решение задачи №2

1. Можно предположить, что студент Берцелиуса (Ф. Велер) планировал получить какую-то соль аммония. При действии на нее гашеной извести (гидроксида кальция) должен был выделяться аммиак, дающий характерный запах.

Сумма приведенных массовых долей в составе **X** равна: $(6,66 + 20,00 + 26,67) = 53,33\%$. Остаток $(100 - 53,33) = 46,67\%$, по-видимому, приходится на азот.

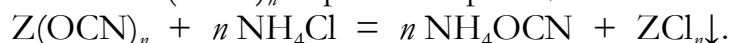
Тогда по массовым долям можем найти эмпирическую формулу **X**:
 $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{N}) = (20,00 / 12) : (6,66 / 1) : (26,67 / 16) : (46,67 / 14) = 1,667 : 6,66 : 1,667 : 3,334 = 1 : 4 : 1 : 2$. Тогда формула **X** – CH_4ON_2 .

Такой состав имеют цианат аммония NH_4OCN и карбамид (мочевина) $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

Известно, что цианат аммония легко превращается в мочевину при нагревании. Таким образом, **X** – мочевина. 3 балла

2. Планировалось получить **цианат аммония NH_4OCN (соль В)**. В твердом состоянии это соединение с **ионной кристаллической решеткой**, в узлах которой находятся ионы аммония NH_4^+ и цианат-ионы OCN^- . 1,5 балла

3. Соль **A**, по-видимому, представляет собой цианат какого-нибудь металла. Пусть ее состав – $\text{Z}(\text{OCN})_n$. Протекала реакция:



Молярные массы цианата аммония NH_4OCN и мочевины $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ одинаковы и равны 60 г/моль. По условию задачи, при образовании 60 г мочевины в реакцию вступило $60 \cdot 2,50 = 150$ г соли **A**.

В соответствии с уравнением реакции на образование 1 моль мочевины требуется $(1 / n)$ моль соли **A**.

Тогда молярная масса **A**: $M(\text{A}) = 150 \text{ г} / (1 / n) \text{ моль} = 150n \text{ г/моль}$.

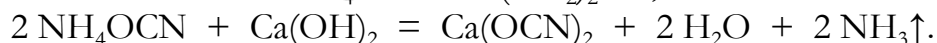
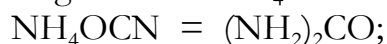
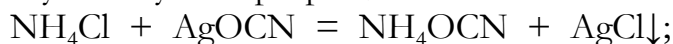
Для простейшего случая $n = 1$ имеем соль ZOCN с молярной массой 150 г/моль. Если вычесть массу кислотного остатка OCN , получаем:

$M(\text{Z}) = 108 \text{ г/моль}$, что совпадает с молярной массой серебра.

Таким образом, **соль A** – **цианат серебра AgOCN** .

3 балла

4. Уравнения упомянутых превращений:



1,5 балла

5. Синтез мочевины Ф. Велером – первый случай получения органического вещества из неорганического в лабораторных условиях.

Лабораторные синтезы органических веществ из неорганических послужили основой для доказательства несостоятельности «теории витализма», явились мощным толчком в развитии синтетической органической химии, а также теории строения органических соединений. 1 балл

Всего за задачу – 10 баллов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Богатырёва Алла Александровна – кандидат технических наук, преподаватель химии ФГКОУ «Ставропольское президентское кадетское училище», г. Ставрополь

Воронцова Ольга Евгеньевна – учитель химии, заместитель директора по воспитательной работе МОУ Мошковская СОШ, Торжокский район Тверской области

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

Исаев Денис Сергеевич – учитель химии, заместитель директора по учебно-воспитательной работе МОУ СОШ №43, г. Тверь

Капустина Татьяна Анатольевна – учитель химии МОУ СОШ №17 с углубленным изучением математики, г. Тверь

Киперман Светлана Николаевна – учитель химии и биологии МОУ СОШ №43, г. Тверь

Костина Анастасия – учащаяся 11 класса МОУ СОШ №43, г. Тверь

Кузнецова Эллина – призер муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии (2013), учащаяся 11 класса МОУ СОШ №43, г. Тверь

Лебедев Юрий Витальевич – учитель химии МОУ Итомлинская СОШ, Ржевский район Тверской области

Нифаева Екатерина Владимировна – учитель МБОУ СОШ № 3, г. Брянск

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

Топоева Нонна Николаевна – учитель химии МОУ школа-интернат «Аскизский лицей-интернат им. М.И. Чебодаева», Аскизский район, Республика Хакасия

Шахрай Галина Викторовна – учитель химии МОУ «Средняя общеобразовательная школа п. Соцземледельский Балашовского района Саратовской области», Саратовская область

Якимова Любовь Васильевна – учитель химии МОУ СОШ №5, г. Ржев

Коллектив авторов:

*Соболев Александр Евгеньевич
Исаев Денис Сергеевич
Нифаева Екатерина Владимировна
Богатырёва Алла Александровна
Воронцова Ольга Евгеньевна
Дежина Лариса Витальевна
Капустина Татьяна Анатольевна
Киперман Светлана Николаевна
Кузнецова Элина
Костина Анастасия
Лебедев Юрий Витальевич
Топоева Нонна Николаевна
Шахрай Галина Викторовна
Якимова Любовь Васильевна*

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 4,25 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