

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ ПО ХИМИИ.

ЗАДАНИЯ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА

8 класс

Задача 1, 25 баллов



35.5



45.2



19.3

В приведенном ребусе зашифрован химический состав некоторого минерала. Цифрами указано содержание соответствующих элементов в массовых долях. Определите химическую формулу вещества.

Решение

Вне всякого сомнения последний элемент – сера.

Пусть в состав соединения входит 1 атом серы. Тогда 1 моль этого соединения содержит 32 г серы. На первый из приведенных в ребусе элементов приходится 59 г, что соответствует, скорее всего, кобальту или никелю. Изображенный в ребусе мифический персонаж позволяет сделать выбор в пользу кобальта («кобольд»).

На второй элемент приходится 75 г, что может соответствовать мышьяку. Приведенная картинка подтверждает высказанное предположение.

Минерал – CoAsS (кобальтин или кобальтит).

Оценивание

Определение элементов – по 6 баллов за элемент

Определение формулы вещества – 7 баллов

Задача 2 (25 баллов)

Плотность газовой смеси определяется молярными массами компонентов ее компонентов и их соотношением. При добавлении более тяжелого газа к смеси плотность смеси растет, и наоборот, при добавлении более легкого уменьшается. Однако иногда происходит иначе. К 10 л газовой смеси с плотностью по водороду 4,95 добавляли аммиак. Сначала плотность газовой смеси уменьшалась, но потом снова начала расти. Минимальное значение плотности наблюдалось при добавлении 1 л аммиака, а при добавлении 11,25 литров плотность смеси оказалась равной первоначальной. Определите качественный и количественный (в литрах) состав исходной смеси.

Известно, что при пропускании исходной смеси через воду образуется кислый раствор, но смесь при этом не поглощается полностью.

Ответ 1 л HBr + 9 л H₂

Решение.

Молярная масса исходной газовой смеси равна $M=4,95 \cdot 2=9,9$ г/моль. **(3 балла)**

Один из газов должен иметь молярную массу меньше, таким образом это может быть либо гелий, либо водород.

Такое изменение плотности газовой смеси может происходить только из-за реакции аммиака со вторым компонентом смеси. Можно предположить, что таким газом скорее всего является галогеноводород. Поскольку минимальное значение плотности достигается при добавлении 1 л аммиака, то и галогеноводорода в этой смеси тоже 1 л. Тогда второго газа 9 л **(6 баллов)**

При добавлении к этому газу 10,25 л аммиака **(4 балла)** (1 л аммиака прореагировал с галогеноводородом) плотность газовой смеси становится равной первоначальной, то есть ее молярная масса равна 9,9 г/моль. Можем определить формулу второго газа.

$$M(\text{смеси}) = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2}$$
$$9,9 = \frac{9x + 10,25 \cdot 17}{19,25}$$

Откуда $x=2$ г/моль, то есть одним из газов был водород л **(6 баллов)**.

Аналогично по плотности исходной смеси можно определить формулу второго газа – это бромоводород. **(6 баллов)**.

Задача 3, 25 баллов

Приведите формулы 4 реально существующих газообразных при обычных условиях веществ, молекула которых имеет массу $4,81 \cdot 10^{-26}$ кг

Решение

Определим массу молекулы в а.е.м. Она составит $4,81 \cdot 10^{-26} / 1.66 \cdot 10^{-27} = 29$ а.е.м.

Такую массу имеет $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$, $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$, $^{12}\text{C}^{17}\text{O}$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{D}$, ряд других веществ

Оценивание:

Перевод массы в а.е.м – 5 баллов

Предложенные формулы веществ – по 5 баллов (Если предложен несуществующий изотоп – 2 балла)

Задача № 4. 25 баллов

Элемент **X** при определенных условиях образует с иодом и кислородом соединения **A** и **Б**, соответственно. Массовая доля **X** в этих соединениях составляет 7,52% и 43,67%. Определите вещества **A** и **Б**.

Решение

Выразим массовую долю элемента **X** в иодиде. Справедливо соотношение:

$M/(M + 127x) = 0,0752$, где M – молярная масса искомого элемента, x – его валентность

При $x = 3$ $M = 31$ г/моль, что соответствует фосфору.

Тогда оксид **Б** – либо P_4O_6 , либо P_4O_{10} . Массовая доля фосфора указывает на P_4O_{10}

Оценивание:

Определение элемента **X** – 9 баллов

Определение соединений **A** и **Б** – по 8 баллов

9 класс

Задача 1. 20 баллов



35.5



45.2



19.3

В приведенном ребусе зашифрован химический состав некоторого минерала. Цифрами указано содержание соответствующих элементов в массовых долях. Определите химическую формулу вещества и напишите уравнение реакции его взаимодействия с концентрированной азотной кислотой.

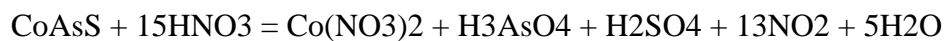
Решение

Вне всякого сомнения последний элемент – сера.

Пусть в состав соединения входит 1 атом серы. Тогда 1 моль этого соединения содержит 32 г серы. На первый из приведенных в ребусе элементов приходится 59 г, что соответствует, скорее всего, кобальту или никелю. Изображенный в ребусе мифический персонаж позволяет сделать выбор в пользу кобальта («кобольд»).

На второй элемент приходится 75 г, что может соответствовать мышьяку. Приведенная картинка подтверждает высказанное предположение.

Минерал – CoAsS (кобальтин или кобальтит). Уравнение реакции:



Оценивание

Определение элементов – по 4 балла за элемент

Определение формулы вещества – 4 баллов

Уравнение реакции – 4 баллов

Задача 2. 20 баллов

Элемент **X** при определенных условиях образует с иодом и кислородом соединения **A** и **Б**, соответственно. Массовая доля **X** в этих соединениях составляет 7,52% и 43,67%. Определите вещества **A** и **Б**. Напишите уравнение взаимодействия вещества **A** с водным раствором едкого кали. (**A** – PI_3)

Решение

Выразим массовую долю элемента **X** в иодиде. Справедливо соотношение:

$M/(M + 127x) = 0,0752$, где M – молярная масса искомого элемента, x – его валентность

При $x = 3$ $M = 31$ г/моль, что соответствует фосфору.

Тогда оксид **Б** – либо P_4O_6 , либо P_4O_{10} . Массовая доля фосфора указывает на P_4O_{10}

Уравнение реакции:



Оценивание:

Определение элемента **X** – 5 баллов

Определение соединений **A** и **Б** – по 5 баллов

Уравнение реакции – 5 баллов

Задача №3. 20 баллов

Плотность по водороду эквимольной смеси газов при 100 °С равна 44.5, а при охлаждении до 100 К плотность газовой фазы по водороду составила 16. Определите молярную массу каждого газа, приведите их названия и химические формулы. Какую среду будет иметь вода после пропускания через неё смеси газов?

Напишите уравнения реакций каждого газа с металлическим калием.

Решения с разбалловкой.

SF_6 и O_2 (20 баллов)

Плотность смеси по водороду: $D(\text{H}_2) = M(\text{смеси})/M(\text{H}_2)$ (1 балл).

Тогда средняя молекулярная масса смеси при 100 °С равна $44.5 \cdot 2 \text{ г/моль} = 89 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Средняя молекулярная масса при 100 К равна $16 \cdot 2 \text{ г/моль} = 32 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Изменение плотности смеси по водороду при охлаждении до 100 К связано с конденсацией одного из газов (3 балла).

Тогда несконденсировавшийся при 100 К газ имеет $M = 32 \text{ г/моль}$ (1 балл), этот газ – молекулярный кислород (1 балл) O_2 (1 балл).

Поскольку смесь эквимолярная, количества газов в смеси равны (1 балл), тогда молекулярная масса второго газа M_2 может быть найдена из уравнения: $0.5M_2 + 0.5 \cdot 32 = 89$ (1 балл), откуда $M_2 = 146$ (1 балл). Этот газ – гексафторид серы (1 балл) SF_6 (1 балл).

При пропускании смеси газов через водный раствор среда останется нейтральной, так как SF_6 и кислород не реагируют с водой (2 балла).

$\text{SF}_6 + 8 \text{ K} = 6\text{KF} + \text{K}_2\text{S}$ (2 балла)

$\text{O}_2 + \text{K} = \text{KO}_2$ (2 балла)

Задача №4. 20 баллов

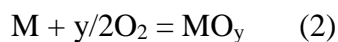
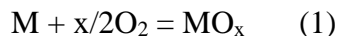
Навеску неизвестного г металла массой 9,6г нагрели в атмосфере кислорода. В результате масса твердого остатка увеличилась в 1,167 раза. Остаток обработали 200 г раствора, содержащего стехиометрическое количество серной кислоты. В результате выпало 3,2 г осадка, нерастворимого в щелочах и кислотах, не являющихся окислителями, а массовая доля соли в полученном растворе составила 7,7%. Установить металл, определить концентрацию раствора серной кислоты и написать уравнения проведенных реакций.

Решение

При взаимодействии металла с кислородом образуется оксид или другое бинарное соединение (например, пероксид). При обработке полученного вещества раствором серной

кислоты должна получиться соль. Однако в условии задачи кроме соли образуется еще и осадок. Таким образом, во-первых, можно предположить, что при взаимодействии металла с кислородом образуется смесь соединений, то есть металл способен проявлять разные степени окисления.

Запишем в общем виде уравнения реакций:



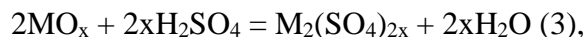
Из условий задачи можно найти количество кислорода, вступившего в реакцию и массу соли, образовавшейся в растворе.

$$n(O_2) = \frac{m(M) \cdot 1,167 - m(M)}{32} = 0,05 \text{ моль,}$$

поскольку увеличение массы происходит за счет кислорода, вступающего в реакцию.

$$m(\text{соли}) = m(\text{кон. ра} - \text{ра}) \cdot \omega = (200 + 9,6 + 1,6 - 3,2) \cdot 0,077 = 16 \text{ г}$$

Можно предположить, что эта соль получается при взаимодействии одного из образующихся оксидов с серной кислотой:



при этом второй оксид не растворяется. Однако в этом случае решения нет.

Следовательно, оба оксида при взаимодействии с серной кислотой образуют одну и ту же соль, но при этом при взаимодействии одного из оксидов образуется еще и осадок. Этим осадком может быть только металл, образующийся при диспропорционировании неустойчивой степени окисления в растворе.

Тогда можно записать реакцию второго оксида с серной кислотой:



Уравнять эту реакции. Не представляя степени окисления металла крайне сложно, поэтому можно установить металл, опираясь на реакции 1 и 2.

Пусть, a моль металла вступают в первую реакцию, а b моль во вторую, тогда можно составить систему уравнений:

$$a + b = \frac{9,6}{M}$$

– общее количество металла в смеси, M – его молярная масса.

$$a \cdot \frac{x}{2} + b \cdot \frac{y}{2} = 0,05$$

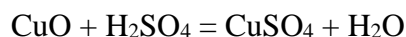
– общее количество кислорода, вступившего в реакцию

$$\frac{3,2}{M} + \frac{16}{2M + 96 \cdot 2 \cdot x} = a + b$$

– материальный баланс по металлу, часть из которого выпала в осадок, а часть находится в растворе в виде соли. Таким образом, мы имеем систему трех уравнений с пятью неизвестными. Честно эту систему решить невозможно, но среди этих неизвестных x и y связаны со степенями окисления металла (например, если степень окисления металла +1, то $x=0,5$, а если +2, то 1 и т.д.; тоже самое касается и y)

Перебирая возможные варианты пар степеней окисления металла (а их не так много, +1, +2 или +3), можно найти решение. Для +1 и +2 $M = 64$ г/моль – это медь, $a = b = 0,05$ моль.

Уравнения реакций:



Массовая доля серной кислоты в растворе:

$$\omega(\text{кислоты}) = \frac{(0,05 + 0,05) \cdot 96}{200} \cdot 100\% = 4,8\%$$

Разбалловка

Определение количества кислорода – 2 балла

Определение массы образовавшейся соли – 2 балла

Установление металла – 6 баллов

Уравнения реакции – по 2 балла за реакцию, всего 8 баллов

Определение массовой доли серной кислоты в растворе – 2 балла

Задача №5, 20 баллов

При пропускании смеси газов одинаковой молекулярной массы через раствор щелочи получили смесь трех солей с одинаковой молярной концентрацией. Если к исходной смеси добавить кислород, таким образом, чтобы молекулярная масса смеси стала равной 42,5, а затем снова пропустить через щелочь, то образуется смесь двух солей причем молярная концентрация одной соли вдвое больше другой. Определить качественный и

количественный состав смеси. Известно, что при пропускании исходной газовой смеси через известковую воду, образуется осадок.

Решение:

Поскольку при пропускании исходной смеси газов через известковую воду образуется осадок, то смесь содержит углекислый газ (2 балла). Такую же молекулярную массу имеет оксид азота (I), но он не реагирует со щелочью. Если допустить, что второй газ в смеси NO_2 (2 балла), то первая часть задачи также становится легко решаемой. В самом деле, при пропускании смеси NO_2 и CO_2 через щелочь образуется смесь трех солей (нитрата, нитрита и карбоната) в равных концентрациях, при условии, что объемное соотношение газов в исходной смеси 2:1 в пользу оксида азота (2 балла). При добавлении к смеси кислорода при реакции с щелочью образуется только нитрат и карбонат в мольном соотношении 2:1 (2 балла). Если взять мольное соотношение $\text{NO}_2:\text{CO}_2$ как 2:1 и учесть, что кислорода добавлено стехиометрическое количество для реакции:



т.е. в два раза меньше, чем исходное число моль NO_2 получаем для средней молекулярной массы смеси:

$M = 44 \cdot 0,5 + 44 \cdot 0,25 + 32 \cdot 0,25 = 41$ г/моль если оба газа имеют молекулярную массу 44 г/моль (не подходит по условию)

$M = 46 \cdot 0,5 + 46 \cdot 0,25 + 32 \cdot 0,25 = 42,5$ г/моль если оба газа имеют молекулярную массу 46 г/моль (подходит под условие) (6 баллов)

Таким образом молекулярная масса и NO_2 и CO_2 должна быть равна 46, что достигается использованием более тяжелого изотопа углерода (^{14}C) или кислорода (^{18}O) (6 баллов)

Ответ 33.3% $^{14}\text{C}^{16}\text{O}_2$ 66.6% NO_2 или 33.3% $\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$ 66.6% NO_2 или 33.3% $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$ 66.6% NO_2 по объему.

10 класс

Задача 1. 20 баллов

Элемент **X** при определенных условиях образует с иодом и кислородом соединения **A** и **Б**, соответственно. Массовая доля **X** в этих соединениях составляет 7,52% и 43,67%. Определите вещества **A** и **Б**. Напишите уравнение взаимодействия вещества **A** с водным раствором едкого кали. (**A** – PI_3)

Решение

Выразим массовую долю элемента **X** в иодиде. Справедливо соотношение:

$M/(M + 127x) = 0,0752$, где M – молярная масса искомого элемента, x – его валентность

При $x = 3$ $M = 31$ г/моль, что соответствует фосфору.

Тогда оксид **Б** – либо P_4O_6 , либо P_4O_{10} . Массовая доля фосфора указывает на P_4O_{10}

Уравнение реакции:



Оценивание:

Определение элемента **X** – 5 баллов

Определение соединений **A** и **Б** – по 5 баллов

Уравнение реакции – 5 баллов

Задача №2. 20 баллов

Плотность по водороду эквимолярной смеси газов при 100 °С равна 13, а при охлаждении до 100 К плотность газовой фазы по водороду составила 16. Определите молярную массу каждого газа, приведите их названия и химические формулы. Какую среду будет иметь вода после пропускания через неё смеси газов?

Напишите уравнения реакций каждого газа с металлическим натрием.

Решения с разбалловкой.

HF и O₂ (20 баллов).

Плотность смеси по водороду: $D(H_2) = M(\text{смеси})/M(H_2)$ (1 балл).

Тогда средняя молекулярная масса смеси при 100 °С равна $13 \cdot 2 \text{ г/моль} = 26 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Средняя молекулярная масса при 100 К равна $16 \cdot 2 \text{ г/моль} = 32 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Изменение плотности смеси по водороду при охлаждении до 100 К связано с конденсацией одного из газов (3 балла).

Тогда несконденсировавшийся при 100 К газ имеет $M = 32 \text{ г/моль}$ (1 балл), этот газ – молекулярный кислород (1 балл) O₂ (1 балл).

Поскольку смесь эквимольная, количества газов в смеси равны (1 балл), тогда молекулярная масса второго газа M_2 может быть найдена из уравнения: $0.5M_2 + 0.5 \cdot 32 = 26$ (1 балл), откуда $M_2 = 20$ (1 балл). Этот газ – фтороводород (1 балл) HF (1 балл).

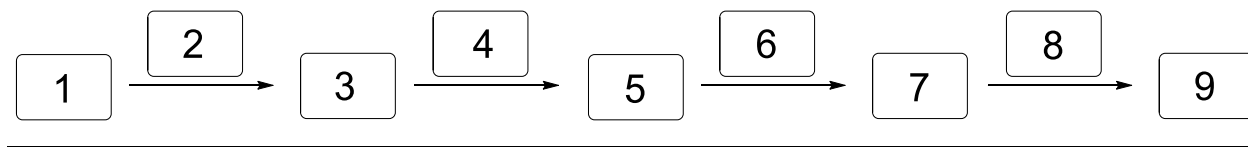
При пропускании смеси газов через водный раствор среда станет слабокислой, так как фтороводород – слабая кислота (2 балла).

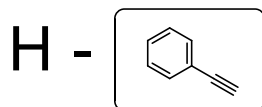
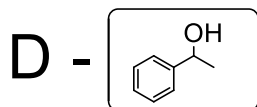
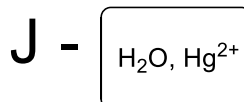
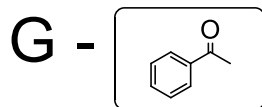
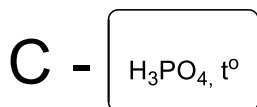
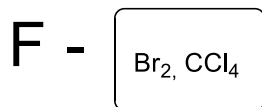
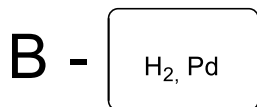
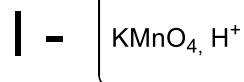
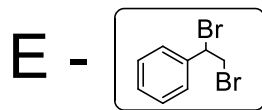
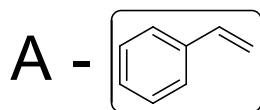


Задача 3, 20 баллов

Из предложенного перечня реагентов и катализаторов составьте синтетическую 4-х стадийную схему превращений, обратите внимание, что один из реагентов или катализаторов является лишним. Ответ представьте в виде буквенной последовательности.

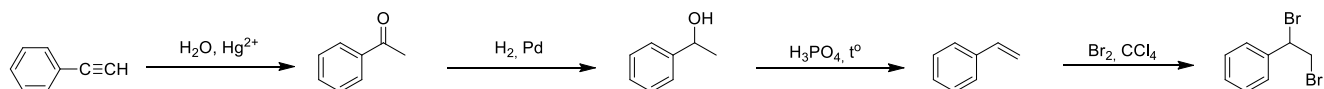
ВНИМАНИЕ! Ответ ввести в виде последовательности букв в отведенном поле.





ВАРИАНТ 1

РЕШЕНИЕ:



ОТВЕТ: **HJGBDCAFE** – 100%

За наличие в последовательности 3-х последовательно угаданных символа по 25% от максимального балла:

- HJG – 25%
- GBD – 25%
- DCA – 25%
- AFE – 25%

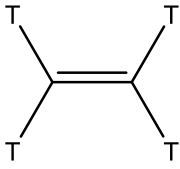
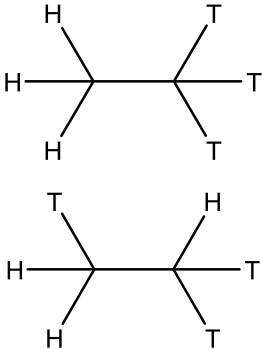
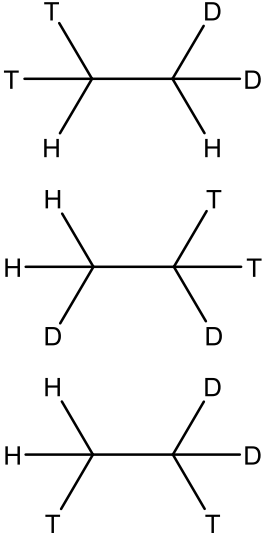
Задача 4. 20 баллов

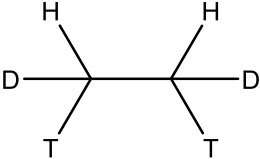
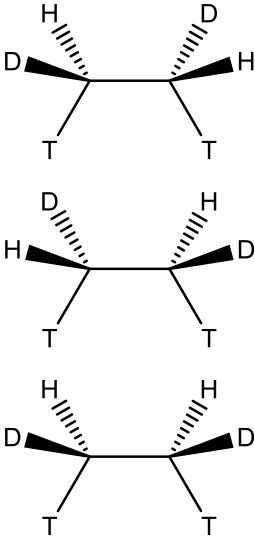
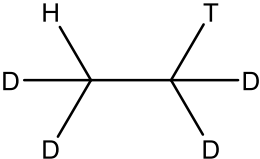
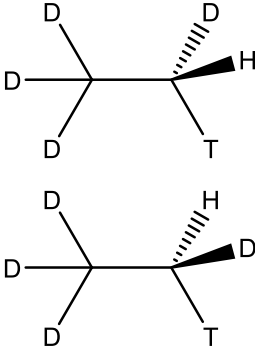
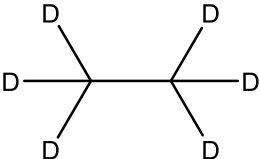
Молекула углеводорода содержит ровно два атома углерода, каждый из которых имеет массу 12 а.е.м. Массовая доля углерода в молекуле составляет 66,67%. Запишите

молекулярные и структурные формулы всех возможных веществ, подходящих под данное описание и устойчивых при нормальных условиях.

Решение:

Указанное массовое соотношение реализуемо только в том случае, когда в молекуле присутствуют тяжёлые изотопы водорода – дейтерий (D) и/или тритий (T). Всего, с учётом структурной и оптической изомерии, возможно 13 изомеров:

Молекулярная формула, число изомеров	Структурные изомеры	Оптические изомеры
C_2T_4 (1)		нет
$C_2T_3H_3$ (2 структурных)		нет
$C_2T_2D_2H_2$ (4 структурных, 3 оптических)		

		
C_2TD_4H (2 структурных, 2 оптических)		
C_2D_6 (1)		

Критерии оценки (всего 20 баллов):

1 балл – за каждую из 5 правильно записанных молекулярных формул.

2 балла – за полный набор структурных изомеров, правильно изображённых для каждой брутто-формулы (без учёта оптической изомерии).

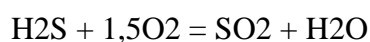
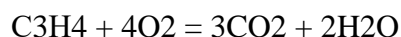
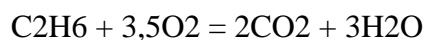
1 балл – за каждый правильно изображённый оптический изомер.

Задача 5, 20 баллов

Смесь этана, пропина и сероводорода объемом 5,0 л смешали с избытком кислорода и подожгли. При этом получили 22,0 л газообразных продуктов. Определите объемную долю сероводорода в исходной смеси. Объемы газов приведены к одинаковым условиям.

Решение

Уравнения горения указанных веществ:



Пусть исходные объемы газов составляют x , y и z литров, соответственно. Тогда получаем систему уравнений:

$$x + y + z = 5$$

$$5x + 5y + 2z = 22$$

$$\text{Отсюда } z = 1$$

Объемная доля сероводорода составляет 20%

Оценивание:

- знание формул газов – 5 баллов

- проведен анализ, какие объемы газообразных продуктов получаются при горении каждого из газов – 5 баллов

Определен объем сероводорода, взятого для приготовления исходной смеси – 5 баллов

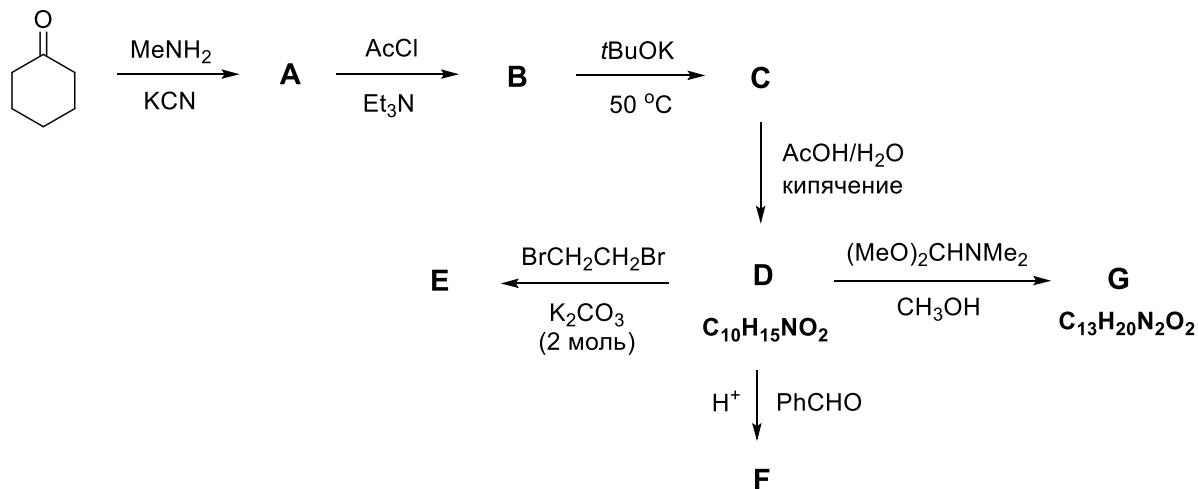
Определена объемная доля сероводорода – 5 баллов

!!! Произвольное использование мольного объема газа при н.у. является довольно грубой ошибкой!

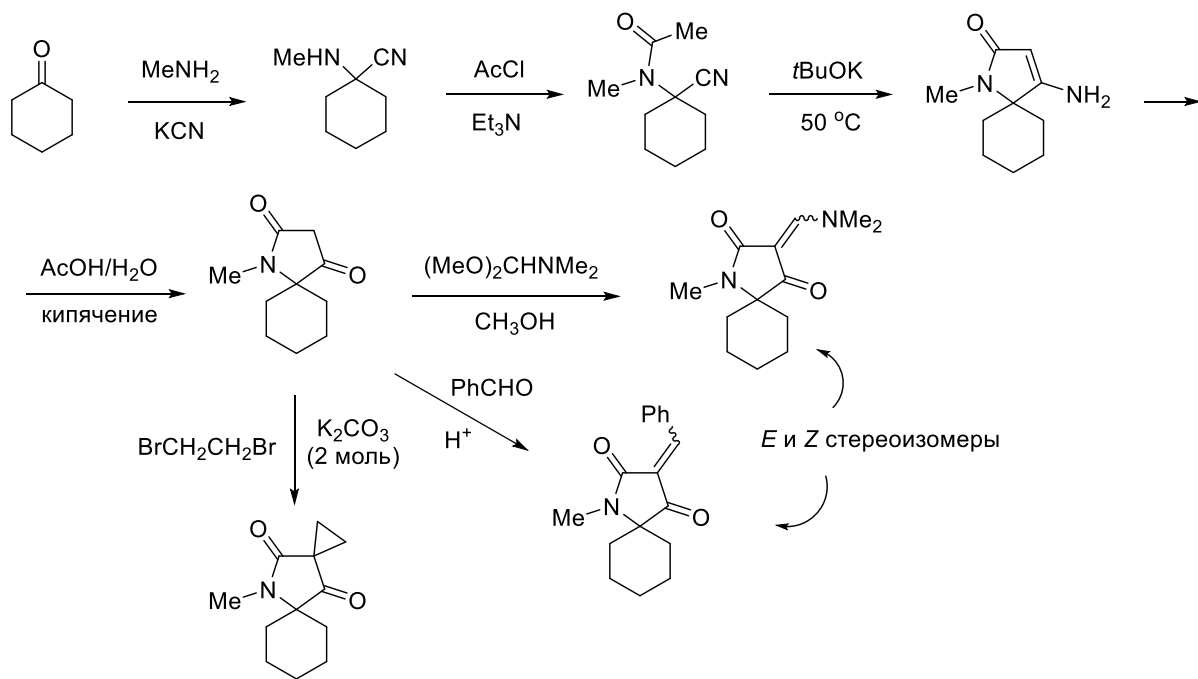
11 класс

Задача 1, 20 баллов

Расшифруйте структуры **A-G**. В виде каких изомеров могут получаться **F** и **G**?



Решение:

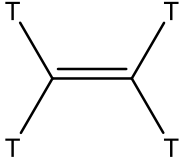
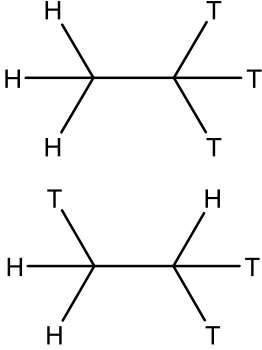
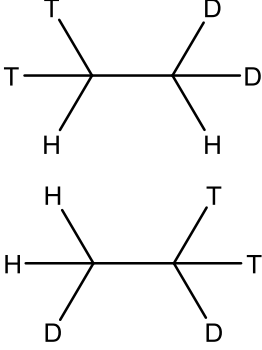


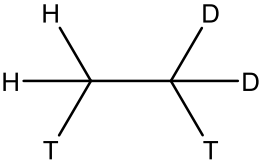
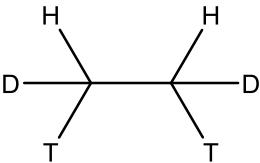
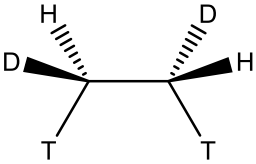
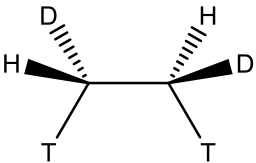
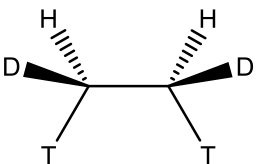
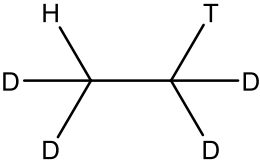
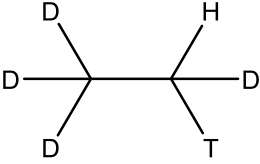
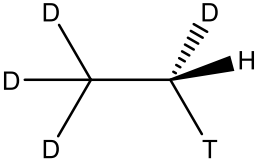
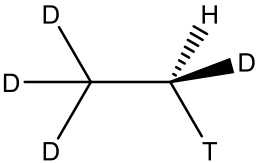
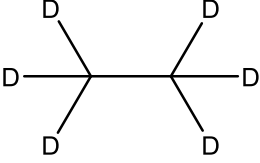
Задача 2, 20 баллов

Молекула углеводорода содержит ровно два атома углерода, каждый из которых имеет массу 12 а.е.м. Массовая доля углерода в молекуле составляет 66,67%. Запишите молекулярные и структурные формулы всех возможных веществ, подходящих под данное описание и устойчивых при нормальных условиях.

Решение:

Указанное массовое соотношение реализуемо только в том случае, когда в молекуле присутствуют тяжёлые изотопы водорода – дейтерий (D) и/или тритий (T). Всего, с учётом структурной и оптической изомерии, возможно 13 изомеров:

Молекулярная формула, число изомеров	Структурные изомеры	Оптические изомеры
C_2T_4 (1)		нет
$C_2T_3H_3$ (2 структурных)		нет
$C_2T_2D_2H_2$ (4 структурных, 3 оптических)		

	 	  
C_2D_4H (2 структурных, 2 оптических)	 	 
C_2D_6 (1)		

Критерии оценки (всего 20 баллов):

1 балл – за каждую из 5 правильно записанных молекулярных формул.

2 балла – за полный набор структурных изомеров, правильно изображённых для каждой брутто-формулы (без учёта оптической изомерии).

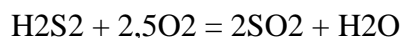
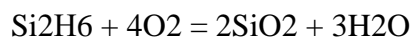
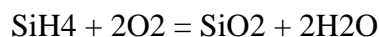
1 балл – за каждый правильно изображённый оптический изомер.

Задача 3, 20 баллов

Смесь силана, дисилана («неорганического этилена») и дисульфана объемом 4,0 л смешали с избытком кислорода и подожгли. При этом получили 10,0 л газообразных продуктов (объемы измерены при одинаковых условиях). Определите объемную долю силана в исходной смеси.

Решение

Уравнения горения указанных веществ:



Пусть исходные объемы газов составляют x , y и z литров, соответственно. Тогда получаем систему уравнений:

$$x + y + z = 4$$

$$2x + 3y + 3z = 10$$

$$\text{Отсюда } z = 2$$

Объемная доля сероводорода составляет 50%

Оценивание:

- знание формул газов – 5 баллов

- проведен анализ, какие объемы газообразных продуктов получаются при горении каждого из газов – 5 баллов

Определен объем силана, взятого для приготовления исходной смеси – 5 баллов

Определена объемная доля силана - 5 баллов

!!! Произвольное использование мольного объема газа при н.у. является довольно грубой ошибкой!

Задача 4, 20 баллов

Плотность по водороду эквимолярной смеси газов при 100 °С равна 45.5, а при охлаждении до 100 К плотность газовой фазы по водороду составила 14. Определите молярную массу каждого газа, приведите их названия и химические формулы. Какую среду будет иметь вода после пропускания через неё смеси газов?

Напишите уравнения реакций каждого газа с металлическим магнием.

Решения с разбалловкой.

CCl_4 и N_2 (или CO).

Плотность смеси по водороду: $D(\text{H}_2) = M(\text{смеси})/M(\text{H}_2)$ (1 балл).

Тогда средняя молекулярная масса смеси при 100 °С равна $45.5 \cdot 2 \text{ г/моль} = 90 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Средняя молекулярная масса при 100 К равна $14 \cdot 2 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}$ (1 балл).

Изменение плотности смеси по водороду при охлаждении до 100 К связано с конденсацией одного из газов (3 балла).

Тогда несконденсировавшийся при 100 К газ имеет $M = 28 \text{ г/моль}$ (1 балл), этот газ – молекулярный азот (1 балл) N_2 (1 балл)

– монооксид углерода (1 балл) CO (1 балл)

Комментарий: принимать либо N_2 , либо CO как правильный ответ.

Поскольку смесь эквимолярная, количества газов в смеси равны (1 балл), тогда молекулярная масса второго газа M_2 может быть найдена из уравнения: $0.5M_2 + 0.5 \cdot 28 = 90$ (1 балл), откуда $M_2 = 152$ (1 балл). Этот газ – четыреххлористый углерод (1 балл) CCl_4 (1 балл).

При пропускании смеси газов через водный раствор среда останется нейтральной, так как CCl_4 и азот (или CO) не реагируют с водой (2 балла).



Задача 5, 20 баллов

Юный химик решил применить полученные на уроке знания по электролизу на практике. Он взял старый, потерявший вид серебряный медальон, поместил его в раствор нитрата серебра и подключил медальон к одному полюсу имевшегося дома источника постоянного тока, а графитовый стержень – к другому. После этого он подключил источник к сети, выставил напряжение 12 В и начал процесс. Определите, какое количество электроэнергии (в кВт*ч) он затратил для осаждения на медальоне слоя серебра толщиной 0,5 мм. К какому полюсу источника тока был подключен кулон?

Медальон имел идеальную круглую форму, радиус 1,5 см, толщина 5 мм. Плотность металлического серебра – 10,5 г/мл. Выход по току в ходе эксперимента составлял 70%.

Решение.

Определим массу осевшего на медальоне серебра.

$S(\text{кулона}) = 2\pi r^2 + 2\pi rh$, где r – радиус кулона, h – толщина кулона, d – толщина слоя серебра

Подставив значения, получаем

$$S(\text{кулона}) = 2\pi \cdot 1,5^2 + 2\pi \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 18,85 \text{ см}^2$$

$$V(\text{Ag}) = S \cdot d = 0,94 \text{ см}^3$$

$$m(\text{Ag}) = V(\text{Ag}) \cdot \rho = 9,9 \text{ г}$$

Масса осевшего серебра связано с количеством прошедшего электричества следующим соотношением:

$$m/\eta = M \cdot Q/F, \text{ где } \eta \text{ – выход металла по току}$$

$$\text{Тогда } Q = mF/\eta M = 12\,635 \text{ Кл}$$

$$E = Q \cdot U = 12\,635 \cdot 12 = 151\,620 \text{ Дж} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Кулон должен быть подключен к катоду

Оценивание:

Определение площади изделия – 5 баллов

Определение массы металла – 2 балла

Вычисление количества прошедшего электричества – 5 баллов

Вычисление количества электроэнергии в Дж – 5 баллов

Перевод в кВт*ч – 2 балла

Указание на катод – 1 балл