

**Решения заключительного этапа
университетской олимпиады школьников «Бельчонок»**

Химия. 10 класс

Вариант 1

Задача 1.

Поскольку в темноте реакция исходного соединения с хлором не протекала, можно сделать вывод, что вещество является алканом.

$(13,78 - 10) / 18 \cdot 2 = 0,42$ моль – количество водорода в сожженной навеске.

$(28,58 - 20) / 44 = 0,195$ моль – количество углерода в сожженной навеске.

C_nH_{2n+2} – общая формула. Следовательно:

$0,42 / 0,195 = 2,1538$ – отношение количества атомов H/C.

$2,1538 = (2n + 2) / n$

$2,1538n - 2n = 2$

$n = 13$ Следовательно, формула соединения – $C_{13}H_{28}$.

Количество вещества $C_{13}H_{28}$ в хлорированной навеске составляет:

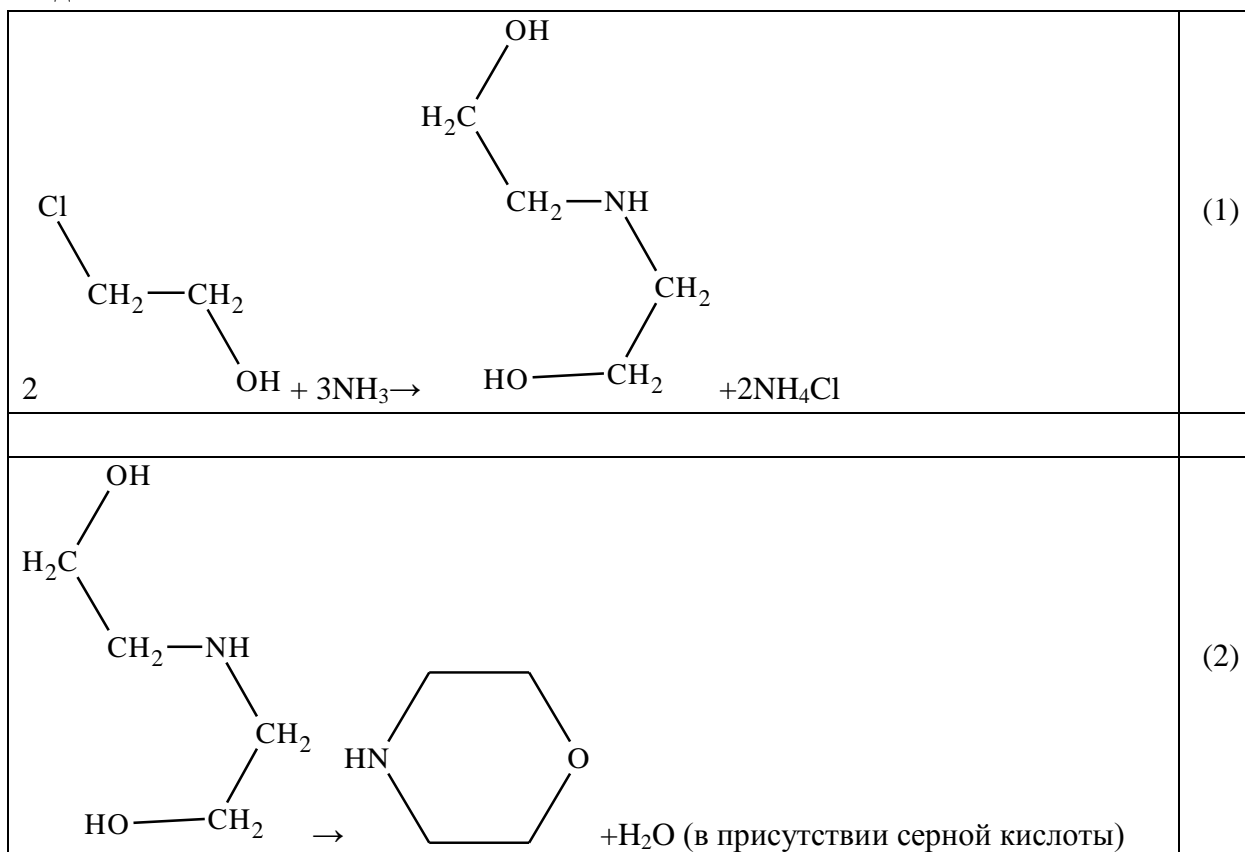
$5,52 / 2 / 184 = 0,015$ моль

Количество хлора находим из уравнения Клапейрона-Менделеева (переводим m^3 , температуру – в градусы Кельвина):

$0,0002 \cdot 185728 / (8,31 \cdot 298) = 0,015$ моль.

Следовательно, хлор взят в эквимолярном количестве, образуется только монохлорпроизводное. Поэтому единственный изомерный углеводород, образующий только одно монохлорпроизводное – 2,2,4,4-тетраметил-3,3-третбутилпентан.

Задача 2.



<p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad \qquad \text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \diagup \\ \qquad \text{HO} \end{array} + \text{SOCl}_2 \rightarrow$ </p> <p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad \qquad \text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \diagup \\ \qquad \text{Cl} \end{array} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$ </p> <p>→</p>	(3)
<p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad \qquad \text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \diagup \\ \qquad \text{Cl} \end{array} + \text{HN} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} \text{O} \rightarrow$ </p> <p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH}_2 \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \qquad \text{CH}_2-\text{C} \\ \qquad \qquad \diagup \quad \diagdown \\ \qquad \qquad \text{N}-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{O} \end{array} + \text{HCl}$ </p> <p>→</p>	(4)

Из уравнений реакций следует, что пеларгоновой кислоты потребуется в 2 раза меньше, чем 2-хлорэтанола. Рассчитаем массу пеларгоновой кислоты:

$$m(\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}) = 6,680 \cdot 1,205 \cdot 158 / 80,5 / 2 = 7,899 \text{ г.}$$

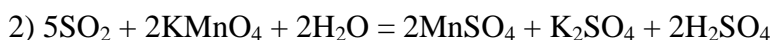
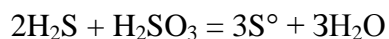
Задача 3.

а. Желтоватый осадок В — это сера. Действительно, сера образует газообразные соединения: сероводород (А) и сернистый ангидрид (Б). Последний обладает широко известными обеззараживающими свойствами. Оба они растворяются в воде и взаимодействуют между собой.

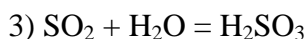
б. Сера при нагревании без доступа воздуха сначала расплавится, закипит, а затем возгонится (перейдет в газообразное состояние) и осядет на стенках воронки. Т.е. будет наблюдаться желтоватый налет на воронке. При добавлении раствора перманганата калия наблюдается его обесцвечивание.

в. 1) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S}^\circ + 2\text{H}_2\text{O}$ — это процесс конпропорционирования (конмутации), обратный диспропорционированию

Так как при растворении сернистый ангидрид реагирует с водой, то уравнение 1 можно записать иначе:



Принимается ответ и с H_2SO_3 :



Задача 4.

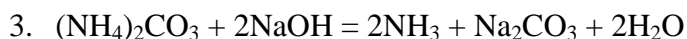
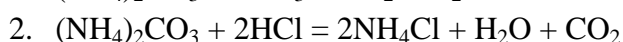
Прежде всего следует массовые доли элементов превратить в отношение числа их атомов в молекуле искомой соли. Для этого их нужно разделить на атомные веса соответствующих элементов: для водорода — на 1, для азота — на 14, для кислорода — на 16. Полученные при делении частные называют атомными факторами. Отношение атомных факторов известных элементов: $\text{H}:\text{N}:\text{O} = 8,33:2,08:3,125$. Далее делим на меньшее значение, получаем $\text{H}:\text{N}:\text{O} = 4:1:1,5$. Поскольку получен дробный атомный фактор, все факторы удваиваем: $8:2:3$. Как же найти атомный фактор неизвестного элемента, если его атомный вес неизвестен? Предположим, что его атомный фактор равен единице. Тогда из массовой доли X ($100 - 50 -$

$-29,17 - 86,33 = 12,5$), учитывая удвоение атомных факторов, получим его атомный вес: $(12,5/2,08) \cdot 2 = 12 \text{ г/моль}$. И, следовательно, элемент «X» — предположительно — углерод.

Если отношение атомных факторов таково:

$\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = 1 : 8 : 2 : 3$, то простейшая формула вещества: $\text{CH}_8\text{N}_2\text{O}_3$ или $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — карбонат аммония. Это и есть искомая соль.

Реакции:



Задача 5.

Найдем число моль-эквивалентов серной кислоты: $1 \cdot 0,025 = 0,025$ моль-экв. Определим молярную массу эквивалента неизвестного основания: $0,8/0,025 = 32$ г/моль-экв, молярная масса эквивалента металла равна: $32-17=15$ г/моль-экв. Подбором устанавливаем, что фактор эквивалентности металла $1/3$, а сам металл – скандий. Тогда формула основания – $\text{Sc}(\text{OH})_3$.

