

Задание 1.

В кружке Юный Химик изучали производство серной кислоты. Руководитель кружка показал ребятам макет контактного аппарата для получения оксида серы (VI) и предложил школьникам решить следующую задачу.

Оксид серы (IV) смешивают с кислородом в молярном отношении 1 : 1 при давлении 304 кПа и температуре 427 °С, и полученную смесь пропускают через представленный контактный аппарат. При этом, объем газов, вышедших из аппарата при 427 °С и 266 кПа, оказывается равным исходному объему газов, измеренному до реакции.

Помогите школьникам определить:

- 1) объемную долю паров оксида серы (VI) в реакционной смеси;
- 2) процент превращения оксида серы (IV) в оксид серы (VI).

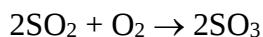
Решение

У данной задачи несколько путей решения, самый простой – через уравнение Менделеева-Клапейрона.

- 1) Пусть взяли 1 моль SO_2 и 1 моль O_2 , общее количество смеси – 2 моль. Найдем объем смеси из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$V = \nu RT / p = 2 \cdot 8,31 \cdot (427 + 273) / 304 = 38,27 \text{ л}$$

- 2) В контактном аппарате произошла реакция:



- 3) Поскольку объем смеси остался неизменным после окончания процесса, найдем количество образовавшейся смеси:

$$\nu = pV / RT = 266 \cdot 38,27 / 8,31 \cdot (427 + 273) = 1,75 \text{ моль}$$

Количество смеси уменьшилось на 0,25 моль. По уравнению реакции сколько было SO_2 столько получается SO_3 , т.е. количество смеси уменьшается за расходования O_2 , $\Rightarrow$ в реакции израсходовалось 0,25 моль O_2 , 0,5 моль SO_2 и получилось 0,5 моль SO_3 . При этом в реакционной смеси осталось $1 - 0,5 = 0,5$ моль SO_2 и $1 - 0,25 = 0,75$ моль O_2 .

- 4) $\varphi(\text{SO}_3) = 0,5 / 1,75 = 0,2857$ (28,57%)

Процент превращения SO_2 в SO_3

$$\eta = 0,5 / 1 = 0,5 \text{ (50\%)}$$

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1) объем начальной и конечной смеси - | по 1 баллу, всего 2 балла |
| 2) уравнение реакции - | 1 балл |
| 3) количественный расчет конечной смеси - | 5 баллов |
| 4) объемная доля SO_3 и процент превращения SO_2 в SO_3 - | по 1 баллу, всего 2 балла |

ИТОГО:

10 баллов

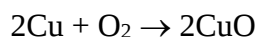
Задание 2.

В кружке Юный Химик руководитель решил удивить юных исследователей и предложил школьникам прокалить заранее приготовленную им смесь меди и безводного нитрата меди (II) на воздухе. Определив массу выданной смеси, ребята аккуратно провели эксперимент. Охладив смесь, они к своему удивлению обнаружили, что ее масса не изменилась.

Помогите юным исследователям решить задачу, рассчитайте массовую долю меди в исходной смеси.

Решение

1. Уравнения реакций:



2. Рассчитаем массу конечной смеси:

Пусть дан 1 моль начальной смеси, тогда $\nu(\text{Cu}) = x$ моль, $\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = y$ моль и $x + y = 0,1$,

$m(\text{Cu}) = 64x$, $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188y$, масса исходной смеси – $64x + 188y$

$\nu(\text{CuO})$ по уравнению (1) – x моль, $m(\text{CuO}) = 80x$,

$\nu(\text{CuO})$ (по уравнению (2)) = $\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = y$ моль, $m(\text{CuO}) = 80y$,

Масса конечной смеси: $80x + 80y$

3. Поскольку масса смеси не изменилась при прокаливании, то

$$64x + 188y = 80x + 80y$$

$$x + y = 1$$

$$x = 0,871$$

$$y = 0,129$$

$$4. m(\text{Cu}) = 0,871 \cdot 64 = 55,744 \text{ г}$$

$$5. m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,129 \cdot 188 = 24,252 \text{ г}$$

$$6. m(\text{смеси}) = 55,744 + 24,252 = 79,996 \text{ г}$$

$$7. \omega(\text{Cu}) = 55,744 / 79,996 = 0,6968 \text{ (69,68\%)}$$

Критерии оценивания:

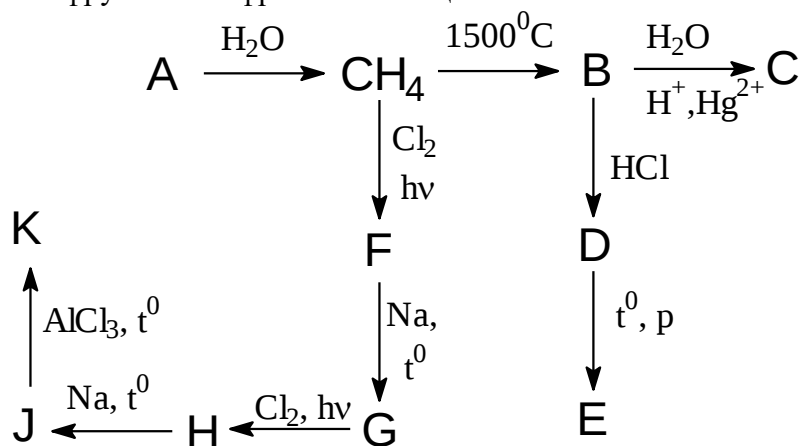
1) за уравнения реакций -	по 1 баллу, всего 2 балла
2) за расчет массы конечной смеси -	2,5 балла
3) за составление системы уравнений и ее решение -	2,5 балла
4) найдена масса меди в исходной смеси -	1 балл
5) рассчитана масса смеси -	1 балл
6) рассчитана массовая доля меди в смеси -	1 балл

ИТОГО:

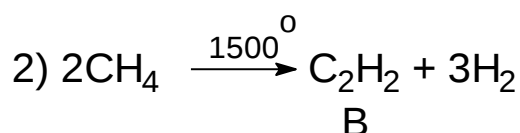
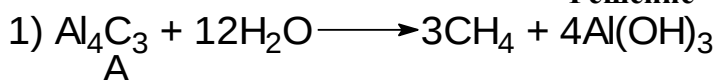
10 баллов

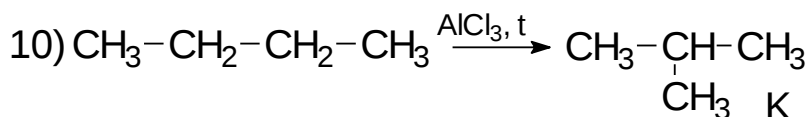
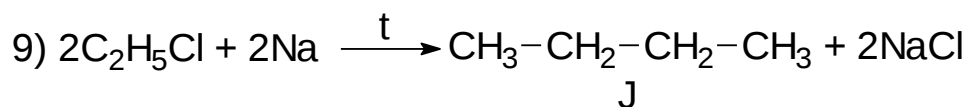
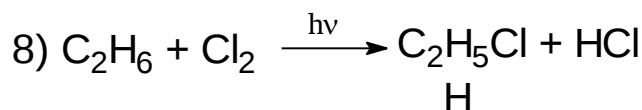
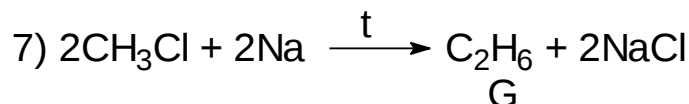
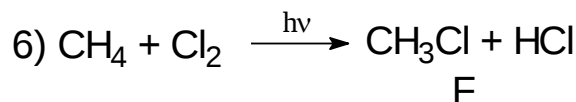
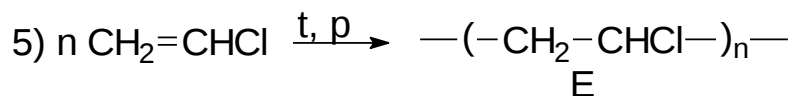
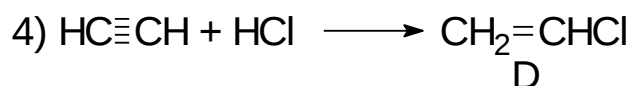
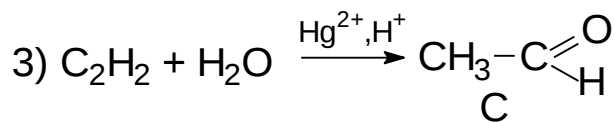
Задание 3.

Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, расшифруйте зашифрованные вещества.



Решение





Критерии оценивания:

- 1) за каждое правильное уравнение с расшифровкой продукта - 1 балл, всего 10 баллов
Если уравнение правильное, но буква не указана в продукте - 0,8 балла

ИТОГО:

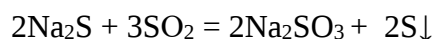
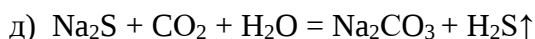
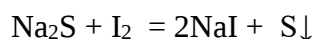
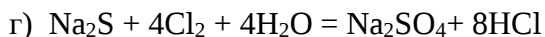
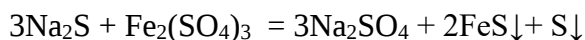
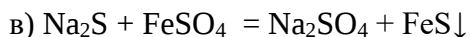
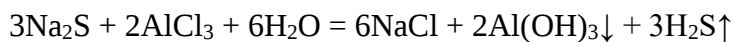
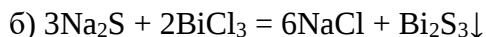
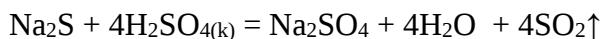
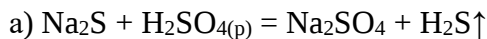
10 баллов

Задание 4.

Сравните попарно взаимодействие водного раствора сульфида натрия с растворами следующих веществ: а) концентрированная и разбавленная серная кислота; б) хлориды висмута и алюминия; в) сульфата железа (II) и (III); г) элементарные хлор и йод; д) углекислый и сернистый газы.

Все реагенты в избытке по отношению к исходному. Реакции проводят с каждым реагентом отдельно. Напишите все указанные уравнения реакций.

Решение



Критерии оценивания:

1) За каждое правильно написанное уравнение

с коэффициентами - по 1 баллу, всего 10 баллов

без коэффициентов - по 0,5 баллов

ИТОГО: 10 баллов

Задание 5.

Некоторый углеводород А получается в результате сплавления калиевой соли одноосновной карбоновой кислоты с гидроксидом калия. Относительная плотность по аргону вещества А равна 1,8. Известно, что данное вещество вступает в реакцию галогенирования с преимущественным образованием третичного галогенпроизводного. Из вещества А путем некоторых превращений можно получить вещество В - летучую жидкость с низкой температурой кипения (34,1 °С), нерастворимую в воде, основное применение которой – получение полимеров.

1) Напишите молекулярную и структурную формулы вещества А, назовите его.

2) Напишите реакцию получения вещества А из калиевой соли карбоновой кислоты.

3) Напишите реакцию хлорирования вещества А.

4) Напишите структурную формулу вещества В, назовите его.

5) Напишите реакцию полимеризации вещества В с образованием цис-изомера.

Дайте название полученного полимера. Как называется транс-изомер? Почему он гораздо реже используется в промышленности?

Решение

1. Плотность по аргону равна 1,8, $\Rightarrow M(A) = 1,8 \cdot 40 = 72$ г/моль

2. Выведем формулу А: $M(C_xH_y) = 72$. Предположим, что это алкан, тогда

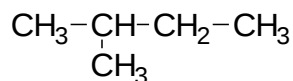
$$12n + 2n + 2 = 72$$

$$14n = 70$$

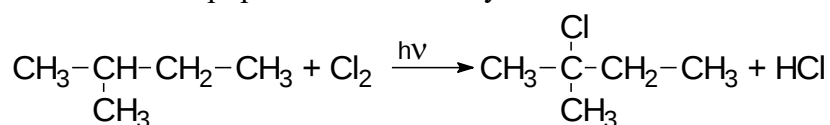
$$n = 5, \Rightarrow C_5H_{12}.$$

Если предположить, что это алкен, алкин или диен, то количество атомов углерода получается дробным.

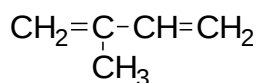
3. В условии сказано, что при галогенировании получается преимущественно третичный продукт, $\Rightarrow$ в составе молекулы должен быть третичный атом углерода, тогда вещество А – это 2-метилбутан:



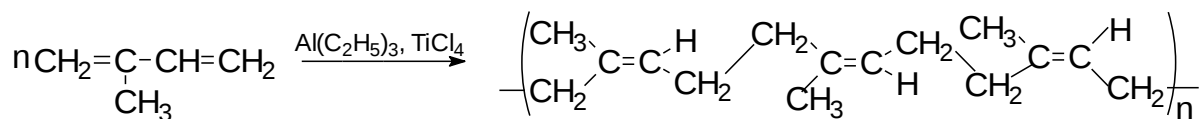
4. Реакция хлорирования 2-метилбутана:



5. Вещество В – летучая жидкость, применяемая в синтезе полимеров – это изопрен (2-метилбутадиен-1,3):



6. Из 2-метилбутадиена-1,3 в реакции полимеризации получают: с использованием катализатора Циглера-Натта каучук, подобный натуральному, имеет цис-строение (цис-1,4-полиизопрен или стереорегулярный синтетический полиизопреновый каучук):



7. Транс-1,4-полиизопрен известен под названием «гуттаперча». В отличие от цис-изомера (натурального каучука) он не обладает эластичными свойствами.

Критерии оценивания:

1. Молекулярная формула вещества А -	1 балл
2. Структурная формула вещества А -	2 балла
3. Название А -	0,5 балла
4. Реакция хлорирования А -	1 балл
5. Структурная формула вещества В -	1 балл
6. Название В -	0,5 балла
7. Реакция полимеризации В с образованием <i>цис</i> -изомера -	2 балла
Если написано обычное уравнение полимеризации -	0,5 балла
8. Название <i>цис</i> - и <i>транс</i> -продуктов полимеризации -	по 0,5 балла, всего 1 балл
9. Объяснение редкого использования транс-изомера в промышленности -	1 балл
ИТОГО:	10 баллов