

10 класс

Задача 10-1. Судя по продуктам, вещество содержит С, Н, N и, возможно, О, который сжиганием не определяется.

Составляем уравнение реакции сжигания в общем виде:



Определяем количество вещества образовавшихся продуктов и массы входящих в состав вещества элементов:

$$n(CO_2) = \frac{0,616}{44} = 0,014 \text{ моль} \Rightarrow n(C) = 0,014 \text{ моль} \Rightarrow m(C) = 0,168 \text{ г};$$

$$n(H_2O) = \frac{0,162}{18} = 0,009 \text{ моль} \Rightarrow n(H) = 0,018 \text{ моль} \Rightarrow m(H) = 0,018 \text{ г};$$

$$n(N_2) = \frac{0,028}{28} = 0,001 \text{ моль} \Rightarrow n(N) = 0,002 \text{ моль} \Rightarrow m(N) = 0,028 \text{ г};$$

$m(C) + m(H) + m(N) = 0,168 + 0,018 + 0,028 = 0,214 \text{ г}$, т.е. кислорода в составе вещества нет.

Находим простейшую формулу $C_xH_yN_z$:

$$n(C) : n(H) : n(N) = 0,014 : 0,018 : 0,002 = 7 : 9 : 1. C_7H_9N - \text{простейшая формула}$$

Находим молярную массу $(C_7H_9N)_n$ по формуле Клайперона-Менделеева:

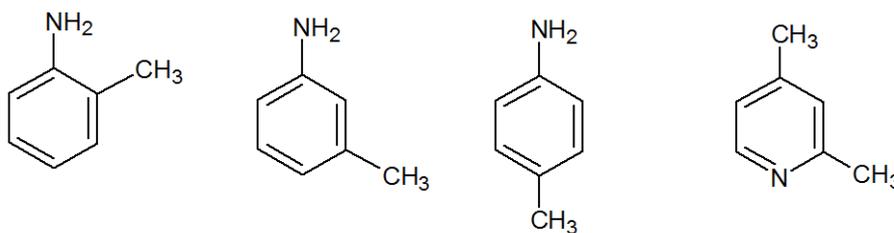
$$pV = \frac{mRT}{M} \quad M = \frac{mRT}{pV} = \frac{3 \cdot 8,31 \cdot 523}{100,7 \cdot 1,21} = 107 \text{ г/моль.}$$

$M(C_7H_9N) = 107 \text{ г/моль}$, истинная формула - C_7H_9N . (3 балла)

Находим количество вещества H_2 , ушедшего на гидрирование:

$$n(H_2) = \frac{0,672}{22,4} = 0,03 \text{ моль. } n(C_7H_9N) = 0,01 \text{ моль, т.е. на 1 моль } C_7H_9N \text{ расходуется}$$

3 моля H_2 . Значит, вещество содержит 3 кратные связи. Это может быть или производное бензола или пиридина.



и т.д. (4 балла)

Всего – 10 баллов.

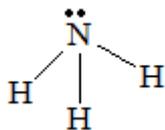
Задача 10-2.

1. $CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CHO + H_2$ (1 балл)
2. $CH_3-CHO + CH_3-CHO \rightarrow CH_3-CH=CH-CHO + H_2O$ (2 балла)
3. $CH_3-CH=CH-CHO + 2H_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (1 балл)
4. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O$ (1 балл)
5. $CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (1 балл)
6. **X1** - CH_3-CHO (1 балл)
7. **X2** - $CH_3-CH=CH-CHO$ (1 балл)
8. **X3** - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (1 балл)

9. X4 - CH₃-CH₂-CH=CH₂(1балл)

Итого 10 баллов.

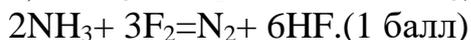
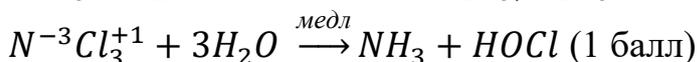
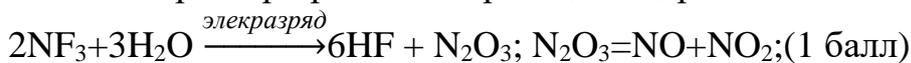
Задача 10-3. 1) Структура молекул NF₃ и NH₃ одинаковая — пирамида с одной неподделенной электронной парой:



Валентный угол в NH₃ больше, чем в NF₃ (107° и 102°). Взаимное отталкивание электронных пар связей N—F меньше, чем N—H. Это связано с уменьшением объема связывающей электронной пары в случае N—F (больше электроотрицательность фтора). (1 балл)

2) Полярность молекулы аммиака больше, так как направление дипольного момента всех N—H связей совпадает с направлением дипольного момента несвязывающей электронной пары. В случае NF₃ ситуация иная — моменты связей N—F и электронной пары направлены в противоположные стороны и при сложении они значительно компенсируют друг друга. При более низкой температуре кипит малополярный фторид азота (T_{кип}(NH₃) = -33°C, T_{кип}(NF₃) = -129°C). (1 балл)

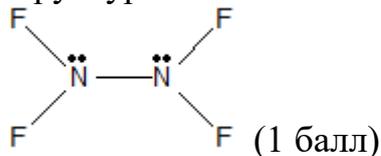
3) Различная степень окисления азота в этих соединениях обуславливает разный характер протекания реакции гидролиза:



5) Запишем выражение:

$\omega(\text{N}) = M(\text{N})/M(\text{NF}_x)$, $0,269 = 14/(14 + 19x)$, тогда $x = 2$. Получаем NF₂, а димер N₂F₄ (диамагнитность). (1 балл)

Структура Льюиса:

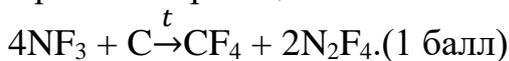


$$5) \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

$$570 \text{ ммрт. ст.} = 75,975 \text{ кПа};$$

$$\rho = \frac{75,975 \text{ кПа} \cdot 104 \text{ г/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (127 + 273) \text{ К}} = 2,38 \text{ г/л} (1 \text{ балл})$$

Уравнение реакции синтеза



Всего 10 баллов.

Задача 10-4.

1) Вещество X имеет $M_r(\text{X}) = 2,07 \cdot 29 = 60$. (1 балл) Продукт термического разложения X – газ с $M = 2,07 \cdot 29/2,14 = 28$ (г/моль) – N₂, CO, C₂H₄. (1 балл)

Учитывая, что второй продукт термического разложения – простое вещество с $M_r = 60 - 28 = 32$, сделаем предположения: (1 балл)

$O_2 - CO_3$ – нет,

$S - COS$ – да (см. пункт 2),

$B - COB_3$ – нет. (1 балл)

2) $NH_4CNS + H_2SO_4 + H_2O = (NH_4)_2SO_4 + COS \uparrow$; (1 балл)

$COS + H_2O = CO_2 + H_2S$;

$(44 + 34)/2 = 39$, $60/39 = 1,54$. (2 балла)

3) Взрывоопасная смесь содержит 11,9 — 22 % COS , т.е. примерное соотношение объемов COS и воздуха равно 1:3, а значит, соотношение объемов COS и O_2 равно $1:(1/5 \cdot 3) = 2:1$ (с учетом того, что в воздухе 20 % O_2) · $2COS + O_2 = 2CO_2 + 2S$. (1 балл)

4) Примеси CO_2 , H_2S . Очистка концентрированным раствором щелочи, осушка над P_2O_5 :

$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$, (1 балл)

$2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$. (1 балл)

Итого 10 баллов.

Задача 10-5.

1) Вычислим отношение $Ag: N$:

$$\frac{80,6}{108} : \frac{10,4}{14} = 0,74 : 0,74 = 1 : 1. (1 балл)$$

$80,6\% + 10,4\% < 100\%$, следовательно, соединение содержит еще как минимум один элемент. Запишем формулу как $AgNX$.

$$\frac{100 - 80,6 - 10,4}{A_r(X)} = 0,74; A_r(X) = 12;$$

X — углерод.

Таким образом, формула соли $AgCN$ (остальные варианты не подходят). (1 балл)

2) В условии задачи описаны следующие химические превращения:

$2AgCN + Br_2 = 2AgBr + (CN)_2$; (1 балл)

$(CN)_2 + 4H_2O + H_2SO_4 = H_2C_2O_4 + (NH_4)_2SO_4$; (1 балл)

$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 10CO_2 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$. (1 балл)

3) Выпавшая щавелевая кислота может содержать кристаллизационную воду.

$$n(H_2C_2O_4) = (5/2) \cdot 0,01154 \text{ л} \cdot 0,0055 \text{ моль/л} = 1,587 \cdot 10^{-4} \text{ моль.}$$

$$M(H_2C_2O_4 \cdot xH_2O) = 0,02 \text{ г} / (1,587 \cdot 10^{-4} \text{ моль}) = 126 \text{ г/моль.}$$

$$M(H_2C_2O_4) = 90 \text{ г/моль.}$$

$M_r(xH_2O) = 36$, т.е. $x = 2$, а формула $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. (2 балла)

4) $C_2N_2 + 2NaOH = NaCN + NaOCN + H_2O$; (1 балл)

$C_2N_2 + H_2 = 2HCN$; (1 балл)

$C_2N_2 + Br_2 = 2BrCN$. (1 балл)

Итого 10 баллов.