

Задания 11 класса

Представлен один из возможных вариантов решения

Задача №11-1

Очевидно, что металл **М** – это медь, что следует из окраски кристаллогидрата, названия памятника «Медный всадник» и алхимического названия элемента. Тогда кристаллогидрат **А** имеет формулу $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Формулу кристаллогидрата **А** выведем из реакции осаждения:



$$m(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot w(\text{NaOH}) = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} \cdot w(\text{NaOH}) = 250 \cdot 1,153 \cdot 0,14 = 40,36 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH}) = 40,36 / 40,0 = 1,01 \text{ моль}$$

Вычислим количество гидроксида натрия, оставшегося после осаждения:

$$C(\text{NaOH}) = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-0,0225} = 0,95 \text{ моль/л}$$

$$= C(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{р-ра}} = 0,95 \cdot 0,3165 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = [n(\text{NaOH}) - n_{\text{изб}}(\text{NaOH})] / 2 = (1,0 - 0,3) / 2 = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = m(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) / [M(\text{CuSO}_4) + nM(\text{H}_2\text{O})]$$

$$0,35 = 74,90 / (160 + 18n)$$

$$n = 3$$

Кристаллогидрат **А** имеет формулу $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – тригидрат сульфата меди (II).

Так как **А** получается при нагревании **В**, то очевидно, что **В** тоже является кристаллогидратом – $\text{CuSO}_4 \cdot m\text{H}_2\text{O}$

$$w(\text{Cu}) = \frac{A(\text{Cu})}{M(\text{CuSO}_4) + mM(\text{H}_2\text{O})} = \frac{64}{160 + 18m} = 0,256$$

$$m = 5$$

Кристаллогидрат **В** $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – пентагидрат сульфата меди (II).

Очевидно, что вещество **С** образуется при дальнейшей дегидратации **А**. Пусть **С** также является кристаллогидратом и имеет формулу $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$:

$$w(\text{Cu}) = \frac{A(\text{Cu})}{M(\text{CuSO}_4) + xM(\text{H}_2\text{O})} = \frac{64}{160 + 18x} = 0,3596, \quad x = 1$$

Кристаллогидрат **В** $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – моногидрат сульфата меди (II).



Разбалловка

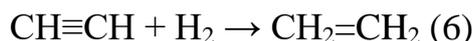
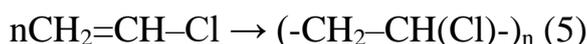
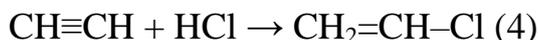
Определен металл М	0,5 б.
Определение формулы А	3 б.
Определение формулы В и С (подтвержденные расчетом)	2x1 б. = 2 б.
Написаны уравнения реакций (1)–(3)	3x1 б. = 3 б.
Название веществ А–С в соответствии с номенклатурой	3x0,5 б. = 1,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-2

Запишем реакции получения X_1 – ацетилен:



Запишем реакции получения X_5 :



X_1 – ацетилен: $\text{CH}\equiv\text{CH}$

X_4 – 1-хлорэтен (винилхлорид): $\text{CH}_2=\text{CHCl}$

X_2 – этилен: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

X_5 – поливинилхлорид: $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-)_n$

X_3 – 1,2-дихлорэтан: $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

Применяется для электроизоляции проводов и кабелей, производства листов, труб, плёнок, плёнок для натяжных потолков, искусственных кож, линолеума, обувных пластикатов, для производства «виниловых» грампластинок.

Разбалловка

Структурные формулы веществ X_1 – X_5	5x1 б. = 5 б.
Примеры использования поливинилхлорида	1 б.
Написание уравнений (1)–(8)	8x0,5 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-3

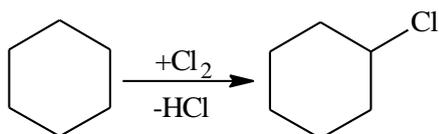
Определим формулу циклоалкана X:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{85,71}{12} : \frac{14,29}{1} = 7,14 : 14,29 = 1 : 2,$$

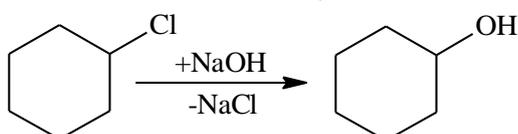
Простейшая формула X – CH_2 , $M = 14$ г/моль

$$M = 2,90 \cdot 29 = 84 \text{ г/моль}$$

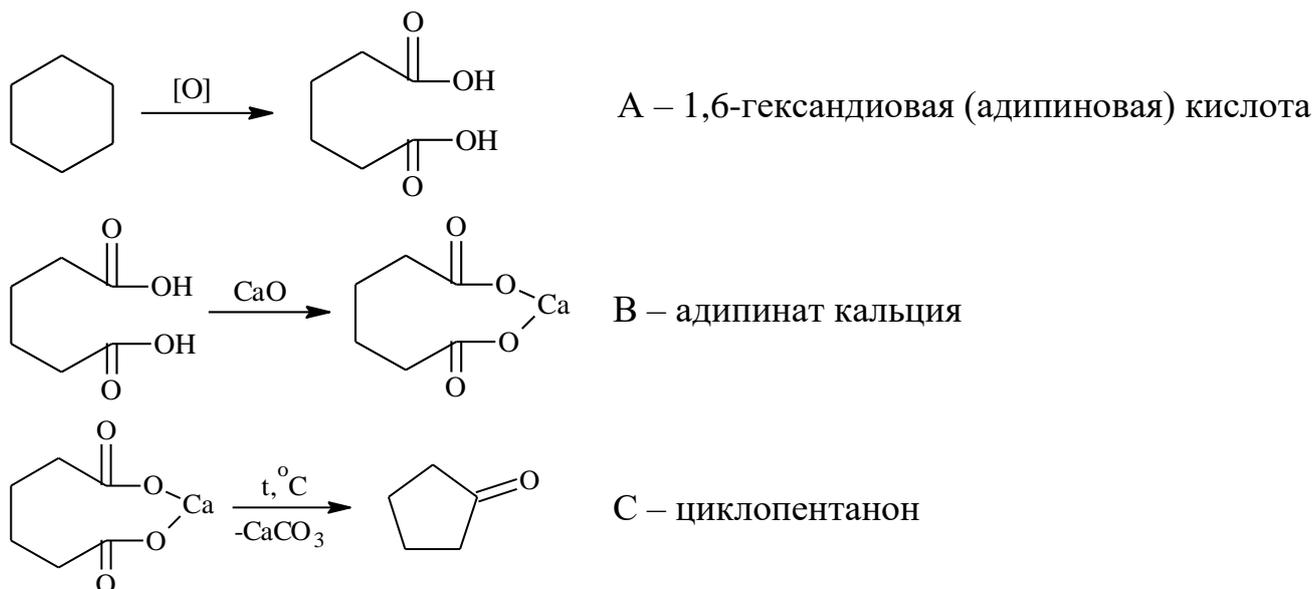
Сравнивая молярную массу истинной формулы и простейшей, получим, что истинная формула – C_6H_{12} . Так как это циклоалкан не содержащий заместитель, то это – циклогексан (X).



X_1 – хлорциклогексан



X_2 – циклогексанол



Адипиновая кислота используется для полимера – нейлона путем поликонденсации адипиновой кислоты и гексаметилендиамина.

Разбалловка

Вывод структурной формулы X (с расчетом)	1,5 б.
Написание структурных формул X ₁ –X ₂ , А–С	5x0,5 б. = 2,5 б.
Применение адипиновой кислоты	1 б.
Написание уравнений (1)–(5)	5x1 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-4

Предположим, что X – это сера, исходя из того что кислота В – серная кислота является одной из самых востребованных кислот в промышленности. Тогда минерал А можно представить в виде формулы MeS_x

$$S : \text{Me} = 0,533 : 0,467$$

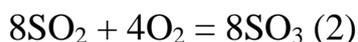
$$\text{или } \frac{32x}{0,533} = \frac{\text{Me}}{0,467}$$

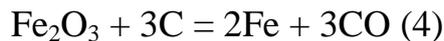
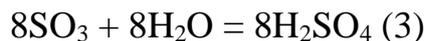
Предположим, что металл одновалентный (x = 0,5), тогда атомная масса металла = 14; металла, подходящего под описание, нет.

Предположим, что металл двухвалентный (x = 1), тогда атомная масса металла = 28; металла, подходящего под описание, нет.

Путем подбора остановимся на 4 валентном металле, тогда Me=56, что соответствует железу. Тогда можно предположить, что в задаче не сульфид, а дисульфид железа (II).

Во времена золотых лихорадок часто путали минерал пирит с золотом. Также при обжиге пирита образуется оксид, который имеет красный цвет – Fe₂O₃.





Лабораторный способ получения пирита:



Разбалловка

Определение минерала А (подтвержденное расчетом)	2 б.
Определение веществ Х и В	2x2 б. = 2 б.
Написание уравнений (1)–(6)	6x1 б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.

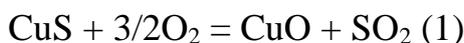
Задача № 11-5

Определим число электронов в элементах Х и Y. Пусть x – число электронов в элементе Х, y – число электронов в Y. Тогда,

$$\begin{cases} x + y = 45 \text{ (для XY)} \\ 2x + y = 74 \text{ (для X}_2\text{Y)}. \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим: x = 29 (Х – это медь), y = 16 (Y – это сера). Очевидно, что XY – сульфид меди (II), X₂Y – сульфид меди (I).

Напишем уравнения сгорания сульфидов меди:



Вычислим тепловой эффект реакции (1):

$$n(\text{CuS}) = 32 / 96 = 1/3 \text{ моль}$$

при сгорании 1/3 моль CuS выделяется 135,25 кДж теплоты

при сгорании 1 моль CuS выделяется n кДж теплоты

$$n = 135,25 \cdot 3 = 405,75 \text{ кДж}$$

Аналогично для реакции (2):

$$n(\text{Cu}_2\text{S}) = 32 / 160 = 0,2 \text{ моль}$$

при сгорании 0,2 моль CuS выделяется 108,28 кДж теплоты

при сгорании 1 моль CuS выделяется n кДж теплоты

$$n = 135,25 / 0,2 = 541,4 \text{ кДж}$$

Запишем уравнения для вычисления теплового эффекта реакций (1) и (2) обозначив Q_{обр}(CuO) = a, Q_{обр}(SO₂) = b:

$$Q(1) = Q_{\text{обр}}(\text{CuO}) + Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CuS}) = a + b - 53,14 = 405,75$$

$$Q(2) = 2Q_{\text{обр}}(\text{CuO}) + Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{Cu}_2\text{S}) = 2a + b - 79,50 = 541,40$$

$$\begin{cases} a + b = 458,89 \\ 2a + b = 620,90 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим: a = 162,0 кДж/моль, b = 296,9 кДж/моль

Разбалловка

Определены формулы XY и X_2Y	2×1 б.=2 б.
Написаны уравнения (1) и (2).	2×1 б.=2 б.
Вычислены стандартные теплоты реакций (1) и (2)	2×1 б.=2 б.
Получены значения стандартных теплот образования XY и X_2Y .	2×2 б.=4 б.
ИТОГО	10 б.