

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

2.1. Критерии оценивания заданий Отборочного теоретического тура

2.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = \frac{z \cdot M}{N_a \cdot V},$$

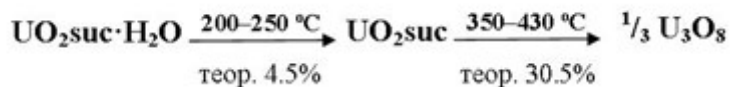
где ρ – плотность кристаллического вещества, г/см³; M – молярная масса вещества, г/моль; Z – число формульных единиц, содержащихся в одной элементарной ячейке; V – объем элементарной ячейки, Å³.

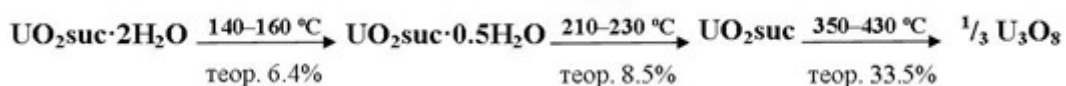
$$\rho = \frac{z \cdot M}{N_a \cdot V} \rightarrow M_I = \frac{N_a \cdot V \cdot \rho}{z} = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 781,77 \cdot 10^{-24} \cdot 3,434}{4} = 404 \text{ г/моль}$$

$$M_{II} = \frac{N_a \cdot V \cdot \rho}{z} = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 872,67 \cdot 10^{-24} \cdot 3,213}{4} = 422 \text{ г/моль}$$

По описанию ИК спектров и указанию на то, что комплексы – гетеролигандные, понятно, что в качестве лигандов могут выступать только сукцинат-ионы и вода, тогда I = [UO₂(C₄H₄O₄)(H₂O)], II = [UO₂(C₄H₄O₄)(H₂O)₂].

Приведенные потери масс соответствуют следующим схемам





Получили оксид урана(+6)-диурана(+5) U_3O_8

Разбалловка

| № | Элемент ответа | Баллы |
|----|--|------------------|
| 1. | Формулы соединений I и II | 2x2 = 4 б |
| 2 | Продукт разложения I: $\text{UO}_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4)$ | 1 б |
| 3. | Продукт разложения II: $\text{UO}_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4)0.5(\text{H}_2\text{O})$ $\text{UO}_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4)$ | 1 б 1 б |
| 4. | Конечный продукт разложения U_3O_8 | 2 б. |
| 5. | Степени окисления урана: +5, +6 | 1 б |
| | Итого | 10 баллов |

Задача №11-2

1. По характеристикам и реакциям понятно, что элемент X – это кремний (Si). Подтвердим это расчетами. Если обозначить формулу как Mg_yX_z , то при массовой доли X в соединении 63,38% получим:

| | y=1 | y=2 (Si) | y=3 | y=4 |
|----------------|--------|----------|--------|-------|
| A_r , г/моль | 14,043 | 28,086 | 42,129 | 56,17 |

($A_{Mg} = 24,312/\text{моль}$)

Соединения

X – Si

A – Mg_2Si

B – SiH_4

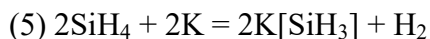
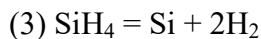
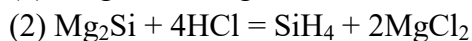
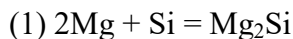
B – $\text{K}[\text{SiH}_3]$

Г – MeSiH_3

Д – $\text{Me}_3\text{SnSiH}_3$

E – MgCl_2

2. Происходящие реакции:



Найдем молярную массу соединения Г:

$$\frac{28,086 \text{ г/моль}}{60,86} \times 100 = 46,15 \text{ г/моль}$$

Молекулярная масса оставшихся элементов: 18 г/моль (CH_6) - MeSiH_3 .

Найдем молярную массу вещества E:

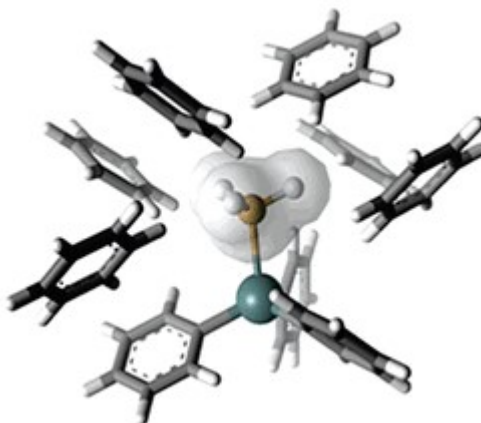
$$\frac{1 \text{ г}}{70,212 \text{ г/моль}} = 0,0142 \text{ моль}$$

$$\frac{2,776 \text{ г}}{0,0142 \text{ моль}} \approx 195 \text{ г/моль}$$

Этой формуле соответствует формула: $\text{Me}_3\text{SnSiH}_3$.

Центральные атомы: Sn, Si. Геометрия обоих: тетраэдр.

В качестве примера представлен комплекс $\text{Ph}_3\text{SnSiH}_3$.



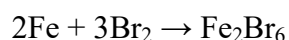
Разбалловка

| | | |
|----|--|-----------------|
| 1. | Расчет вещества X | 0,5 б. |
| 2. | Элемент X, вещества А-Е | 7·0,5 б.=3,5 б. |
| 3. | Написание уравнения реакции | 7·0,5 б.=3,5 б. |
| 4. | Подтверждение формулы Г | 0,5 б. |
| 5. | Расчет молярной массы вещества Д | 1 б. |
| 6. | Геометрия молекулы $\text{Me}_3\text{SnSiH}_3$ | 0,5 б. |
| 7. | Геометрия центральных атомов | 0,5 б. |
| | ИТОГО | 10б. |

Задача №11-3

1. Из текста задачи очевидно, что металлом А может являться железо и марганец, однако кислот Льюиса с марганцем в органическом синтезе не замечено.

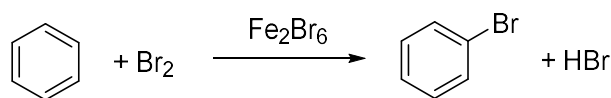
Жидкий галоген В – бром Br_2 .



2. Такие соединения называют кислотами Льюиса. Кислоты они потому, что способны принимать пару электронов частицы-донора на незаполненную орбиталь атома металла. Аналогично тому, как протон способен принимать неподеленную электронную пару, например, аммиака.

3. Реакции, катализируемые кислотами Льюиса, притекают с участием аренов. Ареном, который не обесцвечивает перманганат калия, является бензол.

Реакция бензола с бромом:



Разбалловка

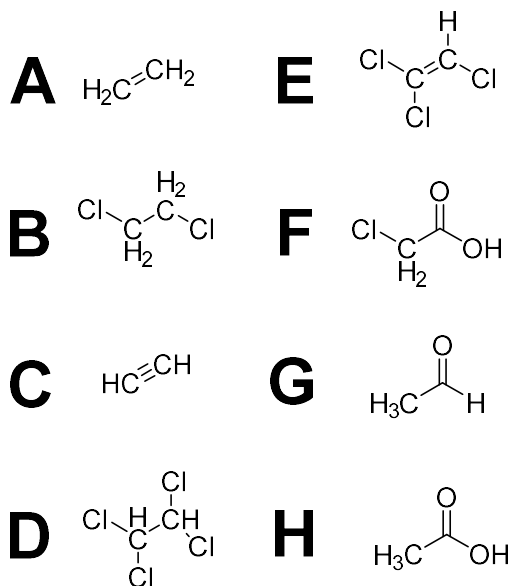
| № | Элемент ответа | Баллы |
|----|---------------------------|-------|
| 1. | Название «кислоты Льюиса» | 1 б |

| | | |
|----|---------------------------|----------------------|
| | Объяснение их кислотности | 2 б |
| 2 | Вещества А, В, Х | 3×1,5 = 4,5 б |
| 3. | Реакция бензола с бромом | 2,5 б |
| | Итого | 10 баллов |

Задача №11-4

1. Вещество С – ацетилен, значит вещество А – этилен, т.к. этан не взаимодействует с газообразным хлором при отсутствии каких-либо дополнительных факторов.

В таком случае вещества А–Н имеют следующие формулы:



2. Два оставшихся продукта хлорирования уксусной кислоты – дихлоруксусная кислота $\text{CCl}_2\text{H}-\text{COOH}$ и трихлоруксусная кислота CCl_3-COOH . Поскольку хлор обладает большей ЭО, чем углерод, то он стягивает электронную плотность на себя, что приводит к повышению полярности связи О–Н и облегчению её разрыва. Таким образом, наиболее кислой реакцией среды будет обладать водный раствор трихлоруксусной кислоты.

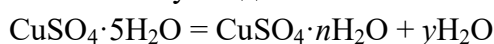
Разбалловка

| | | |
|----|--|--|
| 1. | Изображение структур веществ А, С Изображение структур веществ В, D–H | 2×0,5 б = 1 б 6×1 б = 6 б |
| 2. | Изображение оставшихся структур дихлоруксусной и трихлоруксусной кислот. | 2×1 б = 2 б |
| 3. | Объяснение самой кислой среды для раствора трихлоруксусной кислоты | 1 б |
| | ИТОГО | 10 б |

Задача № 11-5

Медный купорос имеет формулу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

При его нагреве будет происходить дегидратация. Из-за небольшой температуры только часть молекул отделаться. Запишем уравнение реакции:



Чтобы установить точный состав кристаллогидрата после испарения, необходимо узнать количество воды, которое выделилось в ходе процесса. Разница в давлении связана с газооб-

разной водой, которая появилась в системе. Будем считать, что вода является идеальным газом, воспользуемся соответствующим уравнением:

$$pV = \nu RT \rightarrow \nu = \frac{pV}{RT},$$

где $T = 50 + 273 = 323 \text{ К}$;

$R = 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$;

$V = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ м}^3$;

$P = 1216 \text{ Па}$.

$$\nu = \frac{1216 \cdot 2}{8,314 \cdot 323} = 0,9 \text{ моль}$$

Масса воды: $m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,9 \cdot 18 = 16,2 \text{ г}$.

Потеря массы в ходе реакции:

$$\text{потеря массы} = \frac{16,2}{150} \cdot 100\% = 10,8 \%$$

Кристаллогидрат после дегидратации имеет массу $m(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 150 - 16,2 = 133,8 \text{ г}$.

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль} - 150 \text{ г}$

$M(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = x \text{ г/моль} - 133,8 \text{ г}$.

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \frac{133,8 \cdot 250}{150} = 223 \text{ г/моль}$$

Учитывая, что молекулярная масса CuSO_4 равна 160 г/моль , получаем молекулярную массу воды в кристаллогидрате 63 г/моль . Число молекул воды будет равно:

$$n = \frac{63}{18} = 3,5 \text{ молекул}$$

Формула образующегося кристаллогидрата: $\text{CuSO}_4 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$

Итоговое уравнение реакции:



Для рассматриваемого равновесия константа будет зависеть только от давления газообразного вещества – воды (активности твердых веществ принимаются равными единице). Давление водяного пара $= 1216 \text{ Па} = 0.01216 \text{ бар}$.

$$K_p = (p_{\text{H}_2\text{O}})^{1,5} = (0.01216)^{1,5} = 0.00134$$

Разбалловка

| № | Элемент ответа | Баллы |
|----|---|------------------|
| 1. | Уравнение реакции дегидратации с указанием коэффициентов. (Без указания коэффициентов – 0,5 б) | 2 б |
| 2 | Расчет массы испарившейся воды. | 2 б |
| 3. | Расчет формулы кристаллогидрата после испарения | 2 б |
| 4. | Расчет массовой доли испарившейся воды | 1 б |
| 5. | Расчет константы равновесия при температуре 323 К | 3 б |
| | Итого | 10 баллов |