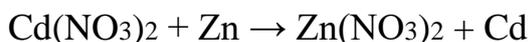


**РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВОШ ПО
ХИМИИ 2023-24**

11 класс

Задача 11 -1. Реакция вытеснения кадмия цинком проходит согласно уравнению:



Необходимо осторожное выпаривание, чтобы не было термического разложения нитратов цинка и кадмия, только тогда образуются их кристаллогидраты. (1 балл)

По условию задачи масса цинковой пластинки увеличилась на 0,94 г., увеличение массы цинковой пластинки происходит из-за разности атомных масс металлов: если на цинковой пластинке выделяется 112 г кадмия, то 65 г цинка переходят в раствор. Масса пластинки при этом увеличивается на $112 - 65 = 47$ г. Значит,

при увеличении массы на 47 г выделяются 112 г Cd,

при увеличении массы на 0,94 г выделяются x г Cd

$$x = 2,24 \text{ г.} \qquad (2 \text{ балла})$$

Из формулы кристаллогидрата нитрата кадмия видно, что

112 г Cd входят в состав 308 г $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$,

2,24 г Cd входят в состав y г $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

$$y = 6,16 \text{ г} \qquad (2 \text{ балла})$$

Из уравнения реакции вытеснения кадмия цинком видно, что

при вытеснении 112 г Cd в раствор переходят 65 г Zn,

при вытеснении 2,24 г Cd в раствор переходят z г Zn

$$z = 1,3 \text{ г.} \qquad (2 \text{ балла})$$

Из формулы кристаллогидрата нитрата цинка видно, что

65 г Zn образуют 297 г $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,

1,3 г Zn образуют a г $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

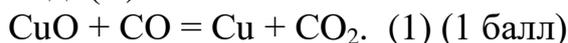
$a = 5,94$ г.

(2 балла)

Значит, в остатке после выпаривания раствора будут 5,94 г кристаллогидрата нитрата цинка и $15,4 - 6,16 = 9,24$ г кристаллогидрата нитрата кадмия.

(1 балл). Итого 10 баллов.

Задача 11 -2. Оксид углерода(II) при нагревании восстанавливает оксид меди(II):



Для опыта взято $n(CuO) = 20/80 = 0,25$ моль оксида меди(II) (1 балл) и

$n(\text{смеси } CO \text{ и } CO_2) = 5,6/22,4 = 0,25$ моль смеси CO и CO₂. (1 балл)

Содержимое трубки после реакции должно быть смесью меди с невосстановленным оксидом меди(II), и при действии горячей достаточно концентрированной (более 50 — 60 %) H₂SO₄ могут происходить реакции:



Для проведения реакции было взято $n(H_2SO_4) = 60 \cdot 1,8 \cdot 0,85/98 = 0,934$ моль H₂SO₄. (1 балл). По условию 42,7 %, или 0,4 моль, H₂SO₄ вступило в реакции (2) и (3). При этом по уравнениям (2) и (3): пусть x моль меди прореагирует с $2x$ моль H₂SO₄, а y моль оксида меди (II) вступит в реакцию с y моль H₂SO₄.

Получаем систему алгебраических уравнений:

$$x + y = 0,25 \quad (\text{количество } Cu + CuO)$$

$$2x + y = 0,4 \quad (\text{количество прореагировавшей } H_2SO_4)$$

Решение системы уравнений дает $x = 0,15$. (3 балл)

Согласно уравнению (1) количество полученной меди равно количеству прореагировавшего оксида углерода(II), то в смеси из 0,25 моль газов было 0,15 моль CO (60 %) и 0,10 моль CO₂ (40 %). (1 балл). (Всего 10 баллов).

Задача 11 -3. 1) В природных алюмосиликатах атомы Al и Si связаны с атомом кислорода : Al₂O₃ и SiO₂. Следовательно, Y — это кислород.

$$\omega(X \text{ и } Y) = 100 - 19,42 - 20,14 = 60,44\% \quad (0,5 \text{ балла})$$

X и Y в массовом соотношении 1:3,2 (1 балл)

Если взять массовую долю X как x , то Y будет $3,2x$

$$X + 3,2x = 60,44 \quad (1 \text{ балл})$$

$x = 14,39$ следовательно, массовая доля Y будет 46,05%

$$Al:Si:O = \frac{19,42}{27} : \frac{20,14}{28} : \frac{46,05}{16} = 1:1:4 \quad (1 \text{ балл})$$

1:1:4 это приходится на один атом алюминия, но X по прежнему неизвестен.

Представим формулу минерала: Al₂O₃ · 2SiO₂ · mXO_n

В соединении на два атома алюминия приходится 8 атомов кислорода, значит:

$$(7 + m \cdot n) = 8. \quad (1 \text{ балл})$$

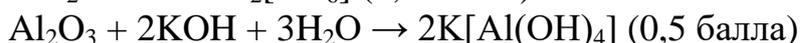
Из массового соотношения X и O находим: $\frac{8 \cdot 16}{X} = 3,2$ следовательно, X = 40

Если n= 1, Ar(X) = 40; Ar = Ca

Итак, формула минерала: $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. (1 балл)

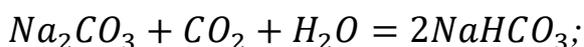
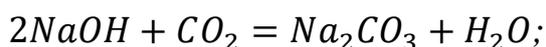
2) Все алюмосиликаты нерастворимы в воде, растворяются органическими растворителями и плавиковой кислотой, щёлочью, солями щелочных металлов и угольной кислоты. (1 балла)

3) Анортит является химически малостойким, подвергается разрушению в кислой среде



Задача 11 -4. Очевидно, продукт разложения вещества **A** – смесь газов.

После пропускания газов через трубку с I_2O_5 образуется смесь двух газов, молярные массы которых равны $22 \cdot 2 = 44$ г/моль. Из стандартного набора газов с $M=44$ г/моль (углекислый газ, оксид азота(I), пропан, этиленоксид, ацетальдегид – газ при стандартных условиях) щелочью не поглощаются оксид азота (I) и пропан. Этиленоксид и ацетальдегид хотя и поглощаются щелочью, но неустойчивы к нагреванию до 650°C и неустойчивы к действию I_2O_5 при нагревании. Таким образом, щелочь. Поглощается углекислый газ:

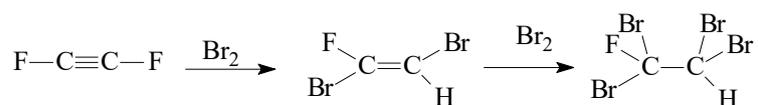


Установим структуру газа **B**.

N_2O и C_3H_8 не взаимодействуют с бромной водой и не дают осадков с аммиачным раствором оксида серебра. Ацетальдегид и этиленоксид поглощаются раствором щелочи. Так как при гидролизе продукта взаимодействия **B** с амидом натрия образуется уксусная кислота, то **B** содержит два атома углерода. Таким образом, на остальные элементы приходится $44 - 2 \cdot 12 = 20$ (г/моль).

Так как **Б** – газ, не подходят литий, бериллий, бор. Если **Б** содержит азот, то его формула C_2NH_6 , что невозможно, так как число атомов водорода должно быть нечетным. Если **Б** содержит кислород, то его формула C_2H_4O . Ацетальдегид и этиленоксид не подходят (см. выше), виниловый спирт при обычных условиях не существует. Остается фтор. Тогда формула **Б** - C_2HF , что соответствует фторацетилену $F - C \equiv C - H$.

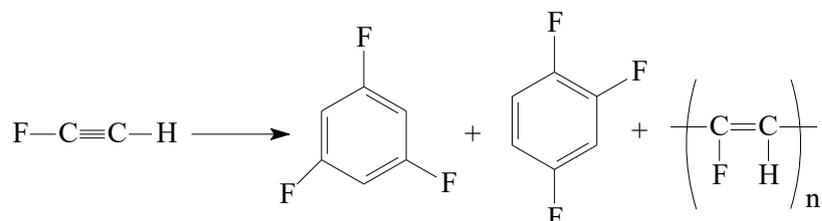
Действительно, фторацетилен реагирует с бромом:



и дает взрывчатый осадок с аммиачным раствором оксида серебра:

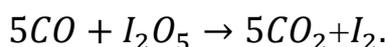


Фторацетилен весьма склонен к тримеризации и полимеризации



Таким образом, **X** – 1,2,3-трифторбензол, **Y** – 1,3,5-трифторбензол, а **Z** – полимер.

Пропускание через трубку с нагретым I_2O_5 - метод перевода CO в CO_2 :



Исходная смесь состояла из CO , $F - C \equiv C - H$ и, возможно, CO_2 .

$$28\varphi + 44(1 - \varphi) = 19,3 \cdot 2.$$

Где φ – объемная доля CO в смеси

$$\varphi = 0,3375 \approx \frac{1}{3}.$$

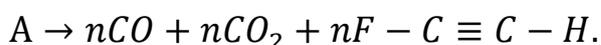
$$v(CO):v(F - C \equiv C - H + CO_2) = 1:2,$$

А так как после пропускания через трубку I_2O_5

$$v(CO_2):v(F - C \equiv C - H) = 2:1$$

(исходя из данных о пропускании через раствор щелочи), то в исходной смеси

$$v(CO):v(CO_2):v(F - C \equiv C - H) = 1:1:1.$$



Формула **A** - $C_4HFO_3)_n$

$$M(A) = 116n \text{ г/моль, } n=1,2,3\dots$$

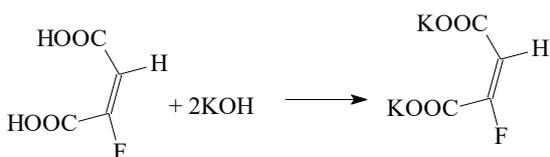
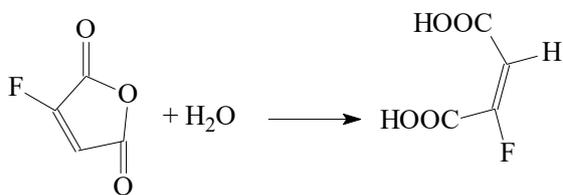
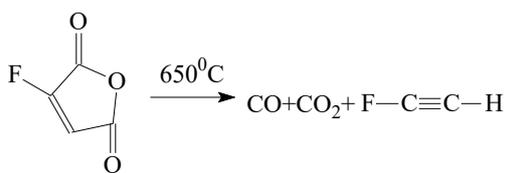
A имеет кислотный характер.

Определим молярную массу **A** по результатам реакции нейтрализации:



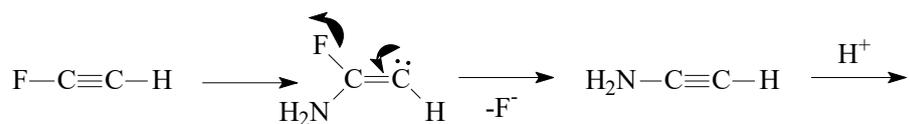
$$v(OH^-) = 20 \cdot \frac{2}{1000} = 0,04 \text{ (моль); } M(A) = 2,32m/0,04 \text{ (моль);}$$

Так как **A** способно присоединить только 1 моль брома, это ограничивает возможные значения n и m . Предположим, $m=2$, $n=1$. Тогда **A** должно содержать две карбоксильные группы, однако в состав **A** входят только 3 атома кислорода. Логично предположить, что **A** – внутренний ангидрид двухосновной карбоновой кислоты, который реагирует с водой, образуя саму кислоту. Единственный вариант: **A** – это ангидрид фтормалеиновой кислоты.



3. Фторацетилен в воде нерастворим (не поглощается раствором щелочи).

4. Возможный механизм:

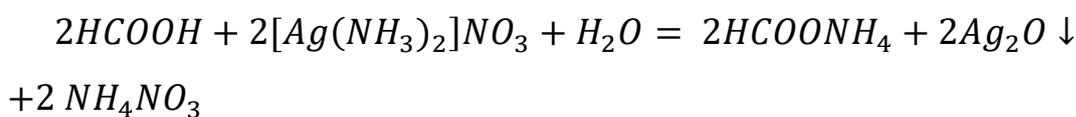
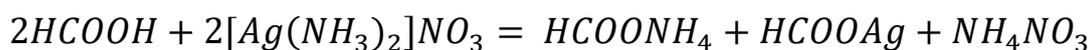
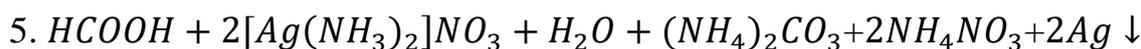
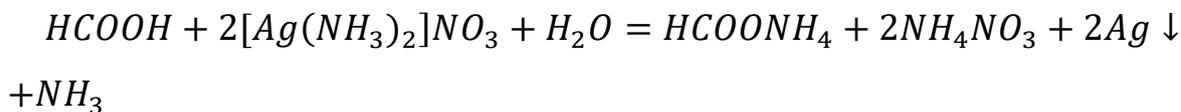
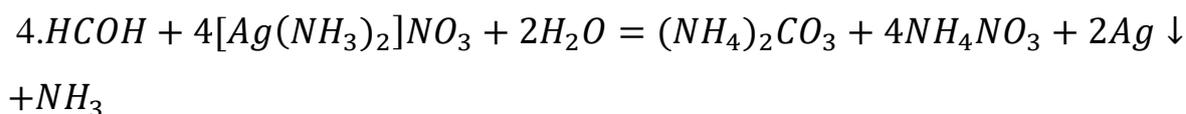


Система оценивания

№ п/п	Элементы решения	Оценки
1	Определите вещество А (0,5 б), состав газа (1 б), образовавшегося в результате разложения А , а также вещества Б (0.5 б), Х (0.5 б), У (0.5 б) и З (0.5 б).	3,5
2	Напишите уравнения всех 5-ти упомянутых реакций	5
3	Растворим ли газ Б в воде?	0,5
4	Предложите возможный механизм взаимодействия Б с амидом натрия.	1
	Итого	10

Задача 11 -5. 1. Реакция серебряного зеркала.

2. Ионы $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, NO_3^-



С другой стороны, если растворимость оксида серебра велика ($> 10^{-6}$ моль/л), то $[Ag^+] = [OH^-]$. В противном случае концентрация $[OH^-] = 10^{-7}$ (из H_2O).

Будем считать, исходя из предположения, что растворимость Ag_2O достаточно велика. Тогда $[Ag^+]^2 = 2 * 10^{-8}$, из чего следует, что $[Ag^+] = 1,4 * 10^{-4}$ моль/л. Предположение оправдалось. $1,4 * 10^{-4}$ моль/л $[Ag^+]$ соответствует $0,7 * 10^{-4}$ моль/л Ag_2O , что в свою очередь соответствует $0,7 * 10^{-4}$ моль/л * 232 г/моль = 0,016 г/л.

Система оценивания

№ п/п	Элементы решения	Оценки
1	Название реакции для качественного определения альдегидов.	1
2	Какие ионы преимущественно присутствуют в аммиачном растворе нитрата серебра, содержащем 0,1 моль/л аммиака и 0,01 моль/л нитрата серебра.	1
3	Составьте уравнение реакции серебряного зеркала в общем виде для RCHO.	1
4	Составьте все возможные реакции серебряного зеркала для формальдегида	2

5	Какие реакции могут протекать между муравьиной кислотой и аммиачным раствором нитрата серебра?	3
6	Рассчитайте растворимость Ag_2O в воде (г/л), если над его осадком $[\text{Ag}^+]\cdot[\text{OH}^-]=2\cdot 10^{-8}$.	2
	Итого	10