

Задание 1. На таможне в ручной клади одного из пассажиров обнаружили три склянки с растворами, два из которых были бесцветными, а третий – желтого цвета. Химику-аналитику, работающему на таможне, было дано задание установить состав этих растворов с целью определить, не представляют ли они опасности для пассажиров воздушного лайнера. Химик обнаружил, что при сливании первых двух растворов (бесцветных) выпадает белый осадок, который не удается перевести в раствор даже действием сильных кислот и щелочей. При сливании первого и третьего раствора выпадает желтый осадок, переходящий в раствор при действии соляной кислоты, при этом раствор окрашивается в оранжевый цвет. Добавление нитрата серебра к первому раствору приводит к осаждению белого хлопьевидного осадка. Проба второго и третьего растворов, внесенная в бесцветное пламя газовой горелки, вызывает характерное желтое окрашивание пламени. Приведите все возможные способы идентификации веществ в исходных растворах и составьте уравнения описанных реакций; сделайте вывод, не представляют ли растворы опасности. **20 баллов**

Ответы и критерии оценивания

- 1) Т.к. растворы 2 и 3 окрашивают пламя в желтый цвет, они содержат ионы натрия. **(1 балл за рассуждения)**
 - 2) Желтая окраска характерна для хромат-ионов **(1 балл за рассуждения)**, поэтому раствор 3 - хромат натрия.
 - 3) Белый осадок, который не удается перевести в раствор даже действием сильных кислот и щелочей, вероятно, сульфат бария (принимается Sr). **(1 балл за рассуждения)**
 - 4) Тогда в первой склянке находится соль бария, во второй – сульфат натрия. Тот факт, что добавление нитрата серебра к первому раствору приводит к осаждению белого хлопьевидного осадка (AgCl) свидетельствует о том, что в первой склянке – хлорид бария. **(1 балл за рассуждения)**
- Рассуждения могут быть сформулированы несколько иначе, всего 4 балла за правильные рассуждения, приводящие к распознаванию веществ)**

1 – BaCl₂ **(2 балла)**

2 – Na₂SO₄ **(2 балла)**

3 – Na₂CrO₄ **(2 балла)**

Реакции:

1) $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 + 2NaCl$ (BaSO₄ - белый осадок, который не удается перевести в раствор даже действием сильных кислот и щелочей)

2) $BaCl_2 + 2AgNO_3 = Ba(NO_3)_2 + 2AgCl$ (AgCl - белый хлопьевидный осадок)

3) $BaCl_2 + Na_2CrO_4 = BaCrO_4 + 2NaCl$ (BaCrO₄ - желтый осадок)

4) $2BaCrO_4 + 2HCl = BaCr_2O_7 + BaCl_2 + H_2O$ (растворение желтого осадка с образованием оранжевого раствора)

По 2 баллу за каждое уравнение, всего 8 баллов

Растворы не представляют опасности **(2 балла)**

Итого 20 баллов

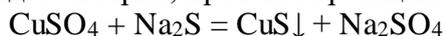
Задание 2.

Навеску неизвестного минерала массой 4,44 г прокалили, при этом его масса уменьшилась на 27,93% и выделилось 0,448 л газа (н.у.) с плотностью по воздуху примерно 1,52. Такую же навеску минерала растворили в серной кислоте, при этом выделилось такое же количество газа. К образовавшемуся голубому раствору, содержащему только один вид катионов и анионов, добавили избыток раствора сульфида натрия; образовавшийся осадок отфильтровали и высушили. Его масса составила 3,84 г. Определите состав минерала. Как он называется? Приведите уравнения всех протекающих реакций. **20 баллов**

Ответы и критерии оценивания

1) Голубой цвет раствора указывает на то, что в нем содержатся катионы меди. Газ, выделившийся при прокаливании минерала, имеет молекулярную массу $M_{\text{газа}} = D_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = 1,52 \cdot 29 = 44$ г/моль. Это соответствует молярной массе углекислого газа. Так как при растворении минерала в кислоте другие газы не выделяются, и образуется раствор, содержащий только один вид анионов, то минерал представляет собой какое-то из карбонатных производных меди.

2) При смешении раствора, получающегося при взаимодействии минерала с серной кислотой, с сульфидом натрия, протекает реакция:



Количество вещества сульфида меди $\nu(\text{CuS}) = 3,84/96 = 0,04$ моль.

3) При прокаливании минерала образуется остаток массой $m(\text{ост}) = 4,44 \cdot 0,7207 = 3,2$ г.

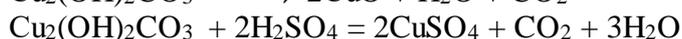
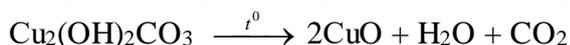
Так как при прокаливании карбонатов (см. п. 1 ответа) образуется CO_2 и оксид металла, то 3,2 г – это масса CuO и его количество $3,2 / 80 = 0,04$ моль.

4) Количество вещества выделившегося газа $\nu(\text{CO}_2) = 0,448/22,4 = 0,02$ моль.

Его масса $m(\text{CO}_2) = 0,02 \cdot 44 = 0,88$ г. Суммарная масса твердого остатка и углекислого газа $3,2 + 0,88 = 4,08$ г. Оставшееся вещество массой $4,44 - 4,08 = 0,36$ г, улетучивающееся при прокаливании, но не представляющее собой газ при н.у., может быть только водой. Ее количество $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,36/18 = 0,02$ моль.

5) Итак, при разложении минерала образуется 0,04 моль CuO , 0,02 моль CO_2 , 0,02 моль H_2O . Следовательно, состав минерала $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Это малахит.

6) Уравнения реакций разложения минерала и растворения его в кислоте:



Ответ: малахит $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.

Критерии оценивания:

Вывод о содержании в минерале ионов меди – 2 балла.

Определение углекислого газа – 2 балла.

Вывод о том, что минерал - это карбонат – 2 балла.

Уравнения реакций (3x2б) - 6 баллов.

Расчет количества сульфида меди – 1 балл.

Расчет массы остатка – 1 балл.

Вывод о том, что остаток – оксид меди (II) – 2 балла.

Определение воды в продуктах разложения – 2 балла.

Установление формулы малахита – 1 балла.

За название малахит – 1 балл.

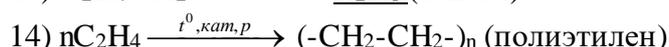
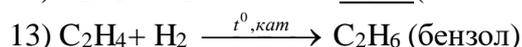
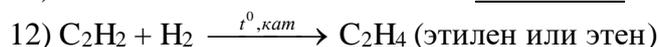
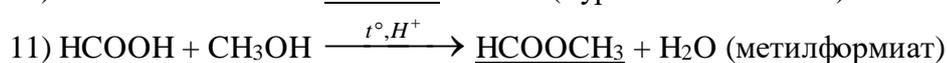
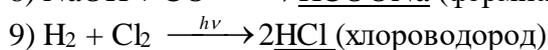
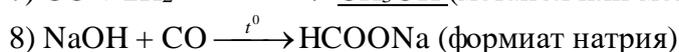
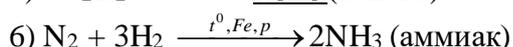
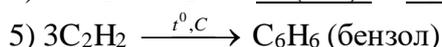
Итого 20 баллов

Задание 3.

Производство, размещенное на берегу озера, располагает следующим сырьем: поваренной солью, известняком и коксом. Это сырье решили использовать комплексно и получить как можно больше веществ, имеющих применение в промышленности, сельском хозяйстве и быту. Напишите уравнения реакций получения из данного сырья не менее 20 новых веществ, используя в качестве сырья и воздух. Приведите тривиальные названия полученных веществ (если нет тривиальных названий, то названия по систематической номенклатуре).

30 баллов

Ответы и критерии оценивания



- 15) $C_6H_6 + 3H_2 \xrightarrow{t^0, \text{кат}} C_6H_{12}$ (циклогексан)
 16) $C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CH_2Cl$ (1,2-дихлорэтан)
 17) $C_2H_4 + HCl \rightarrow C_2H_5Cl$ (хлорэтан)
 18) $C_2H_2 + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$ (винилхлорид)
 19) $nCH_2=CHCl \xrightarrow{t^0, \text{кат, p}} (-CH_2-CHCl-)_n$ (поливинилхлорид)
 20) $NH_3 + HCl = NH_4Cl$ (нашатырь)
 21) $NaOH + CO_2 = NaHCO_3$ (питьевая или пищевая сода)
 22) $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ (кальцинированная сода)
 и т.д.

Критерии оценивания:

За каждое уравнение реакции получения промышленно важного вещества – 1 балл (не более 20 баллов за все реакции). По 0,5 баллов за название каждого вещества, но не более 10 баллов за все названия.

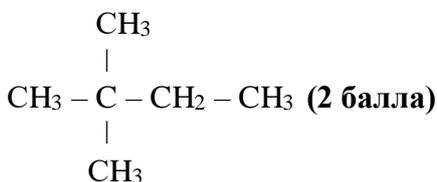
Итого 30 баллов

Задание 4. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,72%. Определите молекулярную и структурную формулу углеводорода, если известно, что он содержит один четвертичный атом углерода. Назовите углеводород по номенклатуре ИЮПАК.

10 баллов

Ответы и критерии оценивания

- 1) Пусть $m(C_xH_y) = 100$ г. Тогда $m(C) = 83,72$ г, $m(H) = 16,28$ г.
 Количества углерода и водорода: $n(C) = 6,977$ моль, $n(H) = 16,28$ моль. **(2 балла)**
 2) $n(C) : n(H) = x : y = 6,977 : 16,28 = 1 : 2,33 = 3 : 7$. Простейшая формула C_3H_7 **(2 балла за соотношение или простейшую формулу)**.
 3) Однако, такого углеводорода не существует, поэтому, умножив стехиометрические индексы на 2, получим C_6H_{14} (молекулярная формула вещества - алкана). **(2 балла)**
 4) Т.к. углеводород содержит четвертичный атом углерода, следовательно, он имеет разветвленное строение, единственный возможный вариант которого:

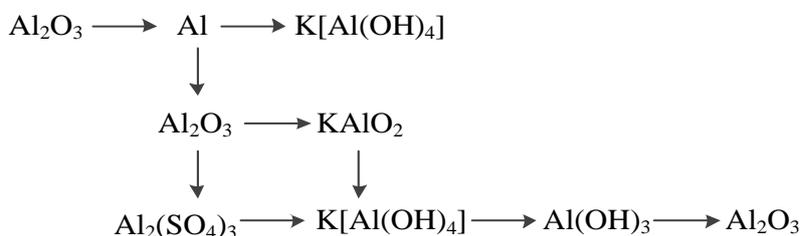


Название: 2,2-диметилбутан **(2 балла)**.

Итого 10 баллов

Задание 5. Осуществите превращения, укажите условия протекания реакций, если они необходимы. Назовите комплексное соединение и предложите свой (отличный от тех, что есть в цепочке) способ его получения. Все превращения опишите молекулярными уравнениями.

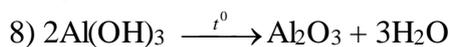
20 баллов



Ответы и критерии оценивания

- 1) $2Al_2O_3 \xrightarrow{\text{электролиз в расплавленном криолите}} 4Al + 3O_2$
 2) $2Al + 2KOH + 6H_2O = 2K[Al(OH)_4] + 3H_2$
 3) $4Al + 3O_2 \xrightarrow{t^0} 2Al_2O_3$
 4) $Al_2O_3 + 2KOH \xrightarrow{t^0, \text{сплавление}} 2KAlO_2 + H_2O$
 5) $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ ($Al_2O_3 + 3SO_3 = Al_2(SO_4)_3$)
 6) $Al_2(SO_4)_3 + 8KOH = 2K[Al(OH)_4] + 3K_2SO_4$

7) $K[Al(OH)_4] + CO_2 = Al(OH)_3 + KHCO_3$ (или K_2CO_3 ; вместо CO_2 можно использовать SO_2 , H_2S , NH_4Cl и др.)



Комплексное соединение – тетрагидроксоалюминат калия.

Свой (отличный от тех, что есть в цепочке) способ его получения:



Критерии оценивания:

За уравнения 1-9 – по 2 балла. За название комплекса – 1 балл, за уравнение его получения – 1 балл.

Итого 20 баллов