**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) свидельствует 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. BaCl2 + Na2SO4 = BaSO4 + 2NaCl (BaSO4 - белый осадок, который не удается перевести в раствор даже действием сильных кислот и щелочей)
2. BaCl2 + 2AgNO3 = Ba(NO3)2 + 2AgCl (AgCl - белый хлопьевидный осадок)
3. BaCl2 + Na2СrO4 = BaCrO4 + 2NaCl (BaCrO4 - желтый осадок)
4. 2BaCrO4 + 2HCl = BaCr2O7 + BaCl2 + H2О (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 Мгаза = Dвозд⋅Mвозд = 1,52⋅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:

CuSO4 + Na2S = CuS↓ + Na2SO4

Количество вещества сульфида меди ν(CuS) = 3,84/96 = 0,04 моль.

3) При прокаливании минерала образуется остаток массой m(ост) = 4,44⋅0,7207 = 3,2 г.

Так как при прокаливании карбонатов (см. п. 1 ответа) образуется СО2 и оксид металла, то 3,2 г – это масса CuO и его количество 3,2 / 80 = 0,04 моль.

4) Количество вещества выделившегося газа ν(CO2) = 0,448/22,4 = 0,02 моль.

Его масса m(CO2) = 0,02⋅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 ν(H2O) = 0,36/18 = 0,02 моль.

5) Итак, при разложении минерала образуется 0,04 моль CuO, 0,02 моль СO2, 0,02 моль H2O. Следовательно, состав минерала Сu2(OH)2CO3. Это малахит.

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

Сu2(OH)2CO3   2СuO + H2O + CO2

Сu2(OH)2CO3  + 2H2SO4 = 2CuSO4 + CO2 + 3H2O

*Ответ:* малахит Сu2(OH)2CO3.

***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 (3х2б) - 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***

1) 2NaCl + 2H2O  2NaOH + H2 + Cl2 (едкий натр, водород,хлор)

2) CaCO3  CaO + CO2 (негашеная известь, углекислый газ)

3) CaO + 3C  CaC2 + CO (карбид кальция, угарный газ)

4) CaC2 + 2H2O = Ca(OH)2 + C2H2 (гашеная известь, ацетилен)

5) 3C2H2  C6H6 (бензол)

6) N2 + 3H2 2NH3 (аммиак)

7) CO + 2H2  CH3OH (метанол или метиловый спирт)

8) NaOH + COHCOONa (формиат натрия)

9) H2 + Cl2 2HCl (хлороводород)

10) HCOONa + HCl → HCOOH + NaCl (муравьиная кислота)

11) HCOOH + CH3OH  HCOOCH3 + H2O (метилформиат)

12) C2H2 + H2  C2H4 (этилен или этен)

13) C2H4+ H2  C2H6 (бензол)

14) nC2H4 (-CH2-CH2-)n (полиэтилен)

15) C6H6 + 3H2 C6H12 (циклогексан)

16) C2H4+ Cl2 → CH2Cl-CH2Cl (1,2-дихлорэтан)

17) C2H4+ HCl → C2H5Cl (хлорэтан)

18) C2H2 + HCl → CH2=CHCl (винилхлорид)

19) nCH2=CHCl (-CH2-CHCl-)n (поливинилхлорид)

20) NH3 + HCl = NH4Cl (нашатырь)

21) NaOH + CO2 = NaHCO3 (питьевая или пищевая сода)

22) 2NaOH + CO2 = Na2CO3 + H2O (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(CxHy) = 100г. 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)**

1. n(C) : n(H) = x : y = 6,977 : 16,28 = 1 : 2,33 = 3 : 7. Простейшая формула C3H7 **(2 балла за соотношение или простейшую формулу).**
2. Однако, такого углеводорода не существует, поэтому, умножив стехиометрические индексы на 2, получим **C6H14**(молекулярная формула вещества - алкана). **(2 балла)**
3. Т.к. углеводород содержит четвертичный атом углерода, следовательно, он имеет разветвленное строение, единственный возможный вариант которого:

СH3

ǀ

СH3 – C – CH2 – CH3 **(2 балла)**

ǀ

СH3

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) 2Al2O3  4Al + 3O2

2) 2Al + 2KOH + 6H2O = 2K[Al(OH)4] + 3H2

3) 4Al + 3O2 2Al2O3

4) Al2O3 + 2KOH  2KAlO2 + H2O

5) Al2O3 + 3H2SO4 = Al2(SO4)3 + 3H2O (Al2O3 + 3SO3 = Al2(SO4)3)

6) Al2(SO4)3 + 8KOH = 2K[Al(OH)4] + 3K2SO4

7) K[Al(OH)4] + CO2 = Al(OH)3 + KHCO3 (или K2СO3; вместо CO2 можно использовать SO2, H2S, NH4Cl и др.)

8) 2Al(OH)3 Al2O3 + 3H2O

9) KAlO2 + 2H2O = K[Al(OH)4]

Комплексное соединение – тетрагидроксоалюминат калия.

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

10) Al(OH)3+ KOH = K[Al(OH)4]

***Критерии оценивания:***

За уравнения 1-9 – по 2 балла. За название комплекса – 1 балл, за уравнение его получения – 1 балл. ***Итого 20 баллов***