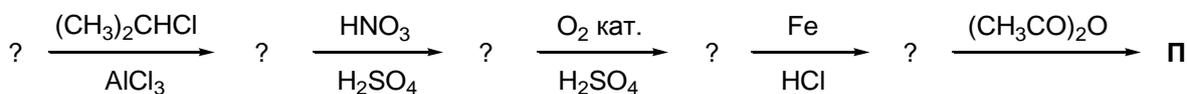


ЗАДАНИЯ

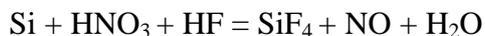
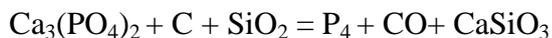
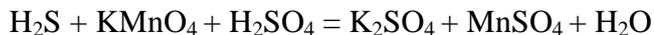
1. Напишите три различных примера уравнений неорганических реакций, в правой и левой части которых представлено по три вещества.
2. Бесцветная жидкость **X** состава C_8H_{10} образует только одно монобромпроизводное при реакции с Br_2 в присутствии $AlBr_3$. Окисление **X** избытком $KMnO_4$ в присутствии серной кислоты приводит к веществу **Y**. Из **Y** и 1,3,5-тригидроксибензола можно получить сложный эфир **Z** состава $C_{36}H_{18}O_{12}$. Определите структуры веществ **X–Z**. Напишите уравнение окисления **X** в **Y** при указанных выше условиях и расставьте в нем коэффициенты.
3. При растворении 50 г сплава двух металлов в избытке водной щелочи максимально может выделиться 43,5 л (н.у.) водорода. При растворении остатка в избытке соляной кислоты образуется зеленый раствор и выделяется еще 5,74 л H_2 . Определите состав сплава, ответ подтвердите расчетом. Как называется остаток, полученный при растворении сплава в щелочи, и для чего он используется в химической промышленности?
4. Ниже представлена схема синтеза вещества **П** – основного компонента многих жаропонижающих и болеутоляющих препаратов (Панадол, Тайленол, Эффералган и т.д.). Известно, что **П** содержит 63,6 % углерода, 5,94 % водорода, 21,2 % кислорода и 9,26 % азота, а на нейтрализацию водного раствора 1,51 г **П** расходуется 10,0 мл одномолярного раствора $NaOH$. Расшифруйте цепочку превращений и назовите вещество **П** по номенклатуре ИЮПАК.



5. Через последовательно соединенные электролизеры с инертными электродами пропускают электрический ток. Раствор в первом электролизере содержит 1 моль хлорида бария и 1 моль нитрата бария, а во втором – 2 моль сульфита калия. Электролиз прекратили, когда проба раствора из первого электролизера перестала давать осадок с раствором нитрата серебра. Определите состав и массу осадка выпавшего при смешении полученных растворов.
6. При совместном электролизе веществ **A** (20 г/моль) и **B** (60 г/моль) получают жидкость **C**, широко используемую в лабораторной и промышленной практике. Термическое разложение **C** приводит к образованию смеси двух газов **D** и **E**, ответственных за усиление «парникового эффекта» атмосферы Земли. При пропускании этой смеси через раствор $NaOH$, ее объем уменьшается вдвое, а плотность по водороду возрастает до 35. Напишите формулы веществ **A–E** и уравнения реакций, упомянутых в задаче. Почему электролиз **A** и **B** нельзя проводить в стеклянной посуде и какую посуду можно использовать? Побочным продуктом разложения **C** является газ **F** (100 г/моль); приведите его формулу и укажите, для чего он используется в промышленности. Кратко опишите суть парникового эффекта с физической точки зрения.

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1. Наиболее простой вариант – окислительно-восстановительная реакция, в которой третий компонент играет роль среды. Например:

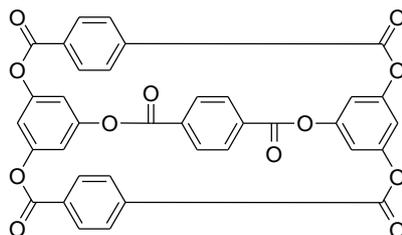


Допускаются другие разумные варианты.

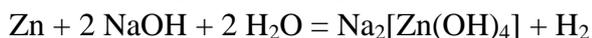
2. Реакция с Br_2 в присутствии AlBr_3 ясно показывает, что вещество **X** – производное бензола. Составу C_8H_{10} соответствуют 4 изомера: этилбензол, 1,2-диметилбензол, 1,3-диметилбензол, 1,4-диметилбензол. Из этих соединений только 1,4-диметилбензол образует одно монобромпроизводное, поскольку все ароматические атомы водорода в нем одинаковы. Окисление 1,4-диметилбензола избытком KMnO_4 в кислой среде дает 1,4-бензолдикарбоновую кислоту. Для того чтобы уравнять реакцию, можно определить сколько электронов имеют атомы углерода в 1,4-диметилбензоле и 1,4-бензолдикарбоновой кислоте. При этом мы считаем, что степень окисления кислорода (-2) и водорода (+1) в реакции не меняется и, соответственно, не влияет на коэффициенты в уравнении реакции. Итак, в 1,4-диметилбензоле атомы углерода имеют $8 \times 4 + 10 \times 1 = 42$ электрона, а в 1,4-бензолдикарбоновой кислоте $8 \times 4 + 6 \times 1 - 4 \times 2 = 30$. Таким образом, при окислении органическая часть отдает 12 электронов, т.е. коэффициент перед KMnO_4 – 12. Получаем уравнение реакции:



Для определения строения **Z** нужно узнать сколько фрагментов **Y** ($\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$) и 1,3,5-тригидроксибензола ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$) входит в его состав. При этом, поскольку в реакции выделяется вода, проще всего считать фрагменты только по атомам углерода. Это можно сделать подбором или, если выразаться более строго, решить уравнение $x \times \text{C}_8 + y \times \text{C}_6 = \text{C}_{36}$, где x и y – целые числа. Получаем $x = 3$, $y = 2$. Для того чтобы нарисовать структуру **Z**, нужно скомбинировать эти фрагменты:

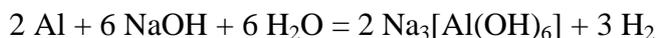


3. Один из металлов в сплаве – амфотерный (растворяется в щелочи) – возможно алюминий или цинк. Проверим цинк – рассчитаем его массу по количеству выделившегося водорода:



$$m(\text{Zn}) = (43,5/22,4) \times 65,4 = 127 \text{ г}$$

Итак цинк не подходит, поскольку его масса больше массы сплава. Проверим алюминий:



$$m(\text{Al}) = (43,5/22,4) \times 2 / 3 \times 27,0 = 35,0 \text{ г}$$

Масса второго металла соответственно: $50 - 35 = 15$ г. Попробуем теперь определить молярную массу второго металла **Met** из уравнения его реакции с соляной кислотой:



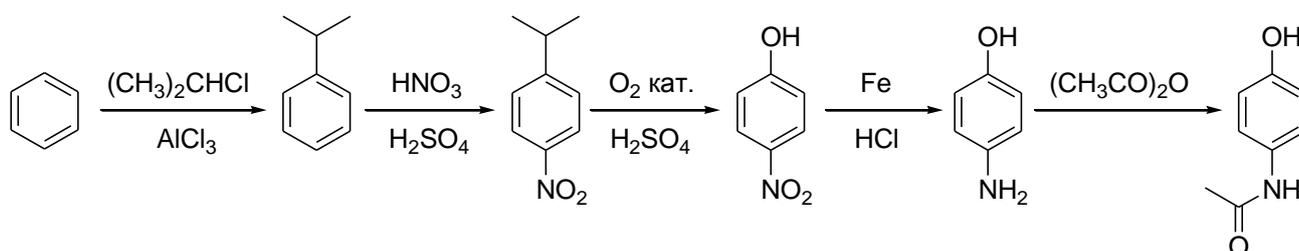
$$M(\text{Met}) = (15 \times 2) / (x \times 5,74 / 22,4) = 117/x$$

Для двухвалентного металла ($x = 2$) имеются решения Co и Ni – у них близкие молекулярные массы. Однако именно соли никеля имеют зеленый цвет в водном растворе (при ответе кобальт). Образующийся после растворения в щелочи пористый Ni называют никелем Ренея и используют в качестве катализатора гидрирования.

4. Сначала, используя массовые доли элементов, найдем брутто-формулу вещества **II**:

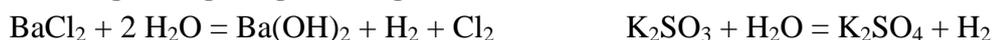
$$\text{C:H:O:N} = 0,636/12 : 0,0594/1 : 0,212/16 : 0,0926/14 = 0,053 : 0,0594 : 0,0133 : 0,0066 = 8:9:2:1.$$

Таким образом, простейшая формула $\text{C}_8\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$. Учитывая высокую ненасыщенность и первую реакцию цепочки (с $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$ в присутствии AlCl_3) логично предположить, что **II** – производное бензола. Попробуем в качестве первого вещества сам бензол, тогда:



При нитровании изопропилбензола образуется в основном *para*-изомер, так как объемная изопропильная группа блокирует *ortho*-положение. На последней стадии существует возможность ацелирования как OH- так и $-\text{NH}_2$ группы. Однако, данные титрования **II** однозначно указывают его кислотные свойства, т.е. на наличие фенольного фрагмента. Таким образом, должна ацелироваться $-\text{NH}_2$ группа. Наиболее распространенное тривиальное название **II** – парацетамол. Номенклатурное название – N-ацетил-1,4-аминогидроксибензол (принимаются и другие верные названия).

5. В электролизерах проходят реакции:



Поскольку электролизеры соединены последовательно, через них протекает одинаковое количество электричества. Когда проба раствора из первого электролизера перестала давать осадок с раствором нитрата серебра, в нем израсходовался весь BaCl_2 , на электролиз которого пошло 2 моль электронов ($2 \text{Cl}^- + 2e = \text{Cl}_2$).

Те же 2 моль электронов окислили 1 моль K_2SO_3 в сульфат во втором электролизере (можно представить как $\text{SO}_3^{2-} - 2e = \text{SO}_3$, затем $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$). Таким образом, к окончанию электролиза в первом электролизере находится 1 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и 1 моль $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, а во втором – 1 моль K_2SO_4 и 1 моль K_2SO_3 .

При смешении растворов выпадают осадки 1 моль (217 г, 48 %) BaSO_3 и 1 моль BaSO_4 (233 г, 52 %).

6. Из условия задачи можно сразу определить, что вещество **A** – HF, поскольку оно имеет очень низкую молярную массу и разъедает стеклянную посуду. Электролиз с HF можно проводить в никелевой или пластиковой посуде.

Также можно предположить, что один из газов **D** и **E**, который поглощается щелочью и ответственен за усиление «парникового эффекта», является CO_2 . Второй газ имеет плотность

по водороду 35, т.е. молярную массу 70 г/моль и, вероятно, содержит фтор (который был в исходном HF и не вошел во второй продукт – CO₂). Подбором можно найти удовлетворяющее этим условиям вещество – фтороформ CHF₃.

Таким образом, жидкость С имеет состав CHF₃ + CO₂ = C₂HF₃O₂, причем реакция разложения С похожа на термическое декарбоксилирование карбоновых кислот. Из этого можно заключить, что С – трифторуксусная кислота, CF₃COOH. Тогда В – уксусная кислота, CH₃COOH, что подтверждается ее молярной массой.

Одним из широко используемых в промышленности фторсодержащих веществ является тефлон, т.е. поли(перфторэтилен) –CF₂–CF₂–. Его получают из перфторэтилена CF₂=CF₂, который имеет молярную массу 100 г/моль, что как раз соответствует веществу F.

Суть парникового эффекта заключается в том, что атмосфера пропускает электромагнитное излучение высокой частоты («свет») и задерживает отраженное от Земли излучение низких частот («тепло»).