

11 КЛАСС

Задача 1.

Какой объём этилена (н.у.), образуется при дегидратации 400 мл. этилового спирта, с массовой долей этилового спирта 96% и плотностью $0,8 \text{ г/мл}$, если объёмная доля выхода этилена, равна 40%?

Запишите уравнения окисления этилена нейтральным раствором перманганата калия, и рассчитайте массу органического продукта образующегося при этом при стопроцентной массовой доле выхода.

Задача 2.

600 л. смеси газов, образовавшейся при неполном сгорании угля, с плотностью $1,917 \text{ г/л}$, при нуле градусов Цельсия, пропустили через 8696 мл. раствора гидроксида натрия, с массовой долей растворённого вещества равной 14 %.

Плотность раствора гидроксида натрия равна $1,15 \text{ г/мл}$. Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

Задача 3.

В раствор соли ртути, масса которого 50 г., с массовой долей растворённого вещества 2, 6%, опустили цинковую пластинку массой 10 г. После окончания реакции пластинку достали и высушили. Её масса составила 10,544 г.

Определите состав соли, запишите её формулу и приведите название. Запишите уравнение реакции разложения этой соли при нагревании и взаимодействия с металлической ртутью.

Задача 4.

К твёрдому веществу белого цвета (вещество А), осторожно по каплям прилили воду. Вещество окрасилось в синий цвет (вещество В). Вещество В широко используется в сельском хозяйстве как для борьбы с грибковыми заболеваниями, так и для подкормки животных. Помимо этого, вещество В широко используется в качестве минерального удобрения. Ионы металла входящие в состав веществ А и В, способствуют срастанию костей при переломах. Затем это вещество растворили в воде, и к раствору прилили раствор гидроксида натрия. Образовался осадок синего цвета (вещество С). Вещество С нагрели и при этом осадок синего цвета, приобрёл чёрный цвет (вещество D). Чёрный осадок отделили и растворили в концентрированном растворе соляной кислоты. Осадок растворился, а раствор окрасился в зелёный цвет (вещество H). Если раствор разбавить водой, цвет раствора меняется на голубой. В полученный раствор поместили медную фольгу и плотно закрыли сосуд пробкой. Через некоторое время на дне сосуда появился белый осадок (вещество G). Осадок отделили и растворили в концентрированном растворе аммиака (вещество F). Через полученный раствор пропустили ацетилен, при этом образовался осадок красно-коричневого цвета, массовая доля углерода в котором составляет 15,79%. Интересным свойством этого вещества, является способность взрываться при очень ярком освещении. Определите вещества, перечисленные в условии задания (А - F), и запишите уравнения химических реакций упомянутых в условии.

Задача №5

Старые советские монеты, изготовленные из медно-никелевого сплава, для изготовления которого использовали металлы с достаточно большим содержанием примесей, выпущенные в период с 1935 по 1957 год, извлечённые из земли, часто бывают покрыты налётом розового цвета (вещество А). Смыть этот налёт водой не удаётся. Для проведения химического анализа собрали некоторое количество этого вещества. При нагревании 0,595 г. вещества розового цвета, вещество поменяло цвет на коричневый (вещество В), а его масса уменьшилась до 0,375 г.

Массовая доля кислорода в полученном веществе коричневого цвета составляет 21,333%. При дальнейшем нагревании вещества В, масса вещества увеличилась и составила 0,4017 г. (вещество С). При попытке растворить вещество С в концентрированной соляной кислоте, вещество растворилось и при этом выделился газ (вещество D), изменяющий окраску влажной йодокрахмальной индикаторной бумажки на синюю.

| | | |
|--|--|----------------|
| Найдены массы карбоната и гидрокарбоната натрия в растворе | Тогда $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10$ моль, а $n(\text{NaHCO}_3) = 15$ моль $\begin{array}{ccc} 1 \text{ моль} - 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} - 1 \text{ моль} \\ 2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} & \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \\ 10 \text{ моль} - 10 \text{ моль} & & 15 \text{ моль} - 15 \text{ моль} \end{array}$ Откуда $m = n \cdot M$ $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 1060 \text{ г.}$ $m(\text{NaHCO}_3) = 15 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 1260 \text{ г.}$ | 16 |
| Определена масса раствора | Найдём массу раствора $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}(\text{NaOH})} + m(\text{CO}_2)$ $m(\text{CO}_2) = 25 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 1100 \text{ г.}$ $m_{\text{р-ра}} = 10000 + 1100 = 11100 \text{ г.}$ | 16 |
| Определены массовые доли солей в растворе | Определяем массовые доли солей в растворе $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1060 \text{ г.} / 11100 \text{ г.} = 0,0955 \cdot 100\% = 9,55\%$ $\omega(\text{NaHCO}_3) = 1260 \text{ г.} / 11100 \text{ г.} = 0,1135 \cdot 100\% = 11,35\%$ | 16 |
| | | $\Sigma = 106$ |

Задача 3.

| Критерии оценивания | Этапы решения | Балл за компонент |
|---|--|-------------------|
| Составлена условная формула соли ртути и записано уравнение реакции | Так как, исходя из таблицы растворимости, ртуть образует растворимые соли, только с однозарядными анионами, то формулу соли ртути условно можно записать как $\text{Hg}(\text{An})_2$ Соответственно уравнение реакции можно записать $\text{Hg}(\text{An})_2 + \text{Zn} = \text{Hg} + \text{Zn}(\text{An})_2$ | 16 |
| Определено количество ртути выделившейся на пластинке | При опускании цинковой пластинки в раствор соли, цинк растворяется, а на поверхности цинка оседает ртуть. Обозначим количество цинка вступившего в реакцию: $n(\text{Zn}) = X$, тогда количество ртути выделившейся на цинковой пластинке тоже равно X . $n(\text{Hg}) = X$ Составим уравнение $m_{\text{пл.2}} = 10 - 65 \cdot X + 201 \cdot X = 10,544$ Решаем уравнение и находим значение X . $X = 0,004$ моль | 26 |
| Определена масса соли ртути в растворе | Исходя из массы раствора и массовой доли соли в растворе, найдём массу соли $m_{\text{соли}} = 50 \text{ г.} \cdot 0,026 = 1,3 \text{ г.}$ | 16 |
| Определена молярная масса соли ртути | Исходя из массы соли и её количества определим молярную массу соли $M_{\text{соли}} = 1,3 : 0,004 = 325 \text{ г/моль}$ | 16 |
| Определена формула соли ртути | Запишем, чему равна молярная масса соли $M_{\text{соли}} = M(\text{Hg}) + 2 \cdot M(\text{An})$ $325 \text{ г/моль} = 201 \text{ г/моль} + 2 \cdot M(\text{An})$ Откуда $M(\text{An}) = 325 \text{ г/моль} - 201 \text{ г/моль} / 2 = 62 \text{ г/моль}$ Методом подбора легко определяем, что это анион NO_3^- Следовательно, формула соли $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ | 26 |
| Записано уравнение реакции разложения соли ртути при нагревании | Запишем уравнение реакции разложения соли при нагревании $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \text{Hg} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ или $2\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{HgO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ | 16 |
| Записано уравнение реакции нитрата ртути (2) с ртутью | $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Hg} = \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ | 26 |
| | | $\Sigma = 106$ |

Задача 4.

| Критерии оценивания | Этапы решения | Балл за компонент |
|--|--|-------------------|
| Определён металл и установлена формула вещества М | Массовая доля углерода в веществе М равна 15,79%, но так как в составе молекулы ацетилена два атома углерода $15,79\% - 24 \text{ г/моль}$ $X = 128 \text{ г/моль}$ $84,21\% - X$ Следовательно, это может быть только медь и тогда формула вещества Cu_2C_2 ацетиленид меди (1) (вещество М) | 26 |
| Определены вещества А и В и записано уравнение реакции получения вещества В | Так как очевидно речь идёт о соединениях меди, то можно предположить, что вещество А — CuSO_4 , тогда вещество В — $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — медный купорос $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 16 |
| Определено вещество С и записано уравнение реакции получения вещества С | При приливании раствора гидроксида натрия к раствору CuSO_4 , образуется осадок гидроксида меди (2) $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (вещество С — $\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$) | 16 |

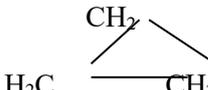
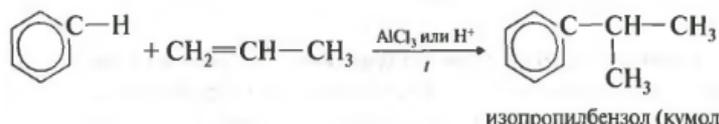
| | | |
|---|---|----------------|
| Определено вещество D и записано уравнение реакции получения вещества D | При нагревании $\text{Cu}(\text{OH})_2$, гидроксид меди (2) разлагается с образованием оксида. $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ (вещество D – CuO) | 16 |
| Определено вещество H и записано уравнение реакции получения вещества H | При растворении оксида меди (2) в соляной кислоте образуется хлорид меди (2) – вещество H $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Допустима формула $\text{H}_2[\text{CuCl}_4]$ и соответственно уравнение $\text{CuO} + 4\text{HCl} = \text{H}_2[\text{CuCl}_4] + \text{H}_2\text{O}$ При разбавлении водой образование аквакомплекса меди $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ для участников не должно учитываться. | 16 |
| Определено вещество G и записано уравнение реакции получения вещества G | При помещении в раствор хлорида меди (2), медной фольги в закрытом сосуде протекает реакция $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} = 2\text{CuCl}\downarrow$ Вещество G — CuCl | 26 |
| Определено вещество F и записано уравнение реакции получения вещества F | Хлорид меди (1) растворили в аммиаке. Уравнение реакции процесса: $\text{CuCl} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ (вещество F — $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$) | 26 |
| | | $\Sigma = 106$ |

Задача 5.

| Критерии оценивания | Этапы решения | Балл за компонент |
|--|---|-------------------|
| Высказано предположение, что вещество В оксид, определены возможные элементы и записаны возможные формулы оксидов CoO или NiO . | Предположим, что вещество В оксид, тогда: если массовая доля кислорода 21,333%, то массовая доля элемента $100 - 21,333 = 78,667\%$ Предположим, что в составе оксида один атом кислорода $16 \text{ г/моль} - 21,333\%$ $X - 78,667\% \quad X = 59 \text{ г/моль}$ Следовательно, кобальт или никель. Предположим, что в составе оксида два атома кислорода $32 \text{ г/моль} - 21,333\%$ $X - 78,667\% \quad X = 118 \text{ г/моль}$ С такой молярной массой устойчивого изотопа нет. Предположим, что в составе оксида три атома кислорода Следовательно $M = 177 \text{ г/моль}$ С такой молярной массой устойчивого изотопа нет. Аналогично исследуем для четырёх атомов кислорода и приходим к такому же результату. | 26 |
| Определён металл, определено вещество В и высказаны предположения о составе вещества С | Высказано предположение, что если при дальнейшем нагревании масса оксида увеличилась, то оксид прореагировал с кислородом, проявив более высокую степень окисления. Но в условии задачи говорится, что металлы используемые в сплаве для изготовления монет содержат большое количество примесей. Никель один из основных компонентов. Поэтому речь может идти о кобальте. Следовательно металл кобальт, а формула оксида CoO (вещество В) Так как для кобальта в соединениях возможны степени окисления +2 и +3, то при нагревании CoO , образовался Co_2O_3 или Co_3O_4 . | 16 |
| Найдена масса кислорода вступившего в реакцию с CoO и его количество, а также количество CoO и определена формула вещества С. | $M(\text{CoO}) = 0,4017 - 0,375 = 0,0267 \text{ г.}$ $n(\text{O}) = 0,0267 \text{ г.} : 16 \text{ г/моль} = 0,001669 \text{ моль}$ $n(\text{CoO}) = 0,375 \text{ г.} : 75 \text{ г/моль} = 0,005 \text{ моль}$ Найдено соотношение количества CoO и кислорода участвующих в реакции $n(\text{CoO}) : n(\text{O}) = 0,005 : 0,001669 = 3 : 1 = 6 : 2$ Составлено уравнение химической реакции получения оксида кобальта $6\text{CoO} + \text{O}_2 = 2\text{Co}_3\text{O}_4$ и определена формула оксида (вещество С - Co_3O_4) | 26 |
| Записано уравнение химической реакции взаимодействия Co_3O_4 и (или) Co_2O_3 с концентрированной соляной кислотой, | Co_3O_4 – смешанный оксид $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$. При взаимодействии с концентрированной соляной кислотой Co^{+3} выступает в роли окислителя окисляя Cl^{-1} в составе соляной кислоты до свободного хлора $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Co}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = 3\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (вещество D – Cl_2) | 26 |
| Объяснено действие хлора на | Йодокрахмальная бумага, представляет из себя, бумагу | |

| | | |
|---|--|----------------|
| йодокрахмальную бумажку подтверждённое уравнением химической реакции и указана причина её посинения | пропитанную раствором йодида калия и крахмального клейстера. При действии хлора на йодид калия, хлор вытесняет йод из йодида калия, и крахмал окрашивается в синий цвет. $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$ | 16 |
| Определена формула вещества А и записано уравнения его разложения при нагревании. | При нагревании вещества А, масса вещества уменьшилась. Так как монеты лежали в земле, и розовый налёт не смывается, можно предположить, что вещество А соль, которая при нагревании разложилась с образованием оксида кобальта и некоторого газа. $m(\text{газа}) = 0,595 - 0,375 = 0,22 \text{ г.}$ Предположим, что на один моль CoO приходится 1 моль газа, тогда $n(\text{газа}) = 0,005 \text{ моль}$. Следовательно $M(\text{газа}) = 0,22/0,005 = 44 \text{ г/моль}$. Т.е. речь идёт об углекислом газе. Очевидно, что вещество А карбонат кобальта $CoCO_3$ $CoCO_3 = CoO + CO_2 \uparrow$ | 26 |
| | | $\Sigma = 106$ |

Задача 6.

| Критерии оценивания | Этапы решения | Балл за компонент |
|---|--|-------------------|
| Определено вещество X_1 и составлено уравнение реакции получения 1-хлорпропана | 1-хлорпропан проще всего получить из циклопропана используемого в медицине в качестве вещества для общего наркоза. Вещество X_1 – циклопропан  $+ HCl = CH_3-CH_2-CH_2Cl$ | 16 |
| Определено вещество X_2 и составлено уравнение реакции получения пропилового спирта из 1-хлорпропана | Вещество X_2 – пропанол-1 $CH_3-CH_2-CH_2Cl + H_2O = CH_3-CH_2-CH_2OH + HCl$ 1 – пропанол широко применяется в качестве растворителя | 16 |
| Определено вещество X_3 и составлено уравнение реакции получения пропена из пропилового спирта | Вещество X_3 – пропен $CH_3-CH_2-CH_2OH \xrightarrow{t \approx 140} CH_2 = CH - CH_3 + H_2O$ $H_2SO_{4(\text{конц.})}$ | 16 |
| Определено вещество X_4 и составлено уравнение реакции получения уксусной кислоты из пропена | Вещество X_4 – уксусная кислота $CH_2 = CH - CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = CO_2 + CH_3COOH + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 4H_2O$ Уксусная кислота широко применяется в быту, химической и фармацевтической промышленности. | 16 |
| Определено вещество X_5 и составлено уравнение реакции получения хлорангидрида уксусной кислоты из уксусной кислоты | Вещество X_5 – хлорангидрид уксусной кислоты $CH_3COOH + PCl_5 = CH_3COCl + POCl_3 + HCl$ | 16 |
| Составлено уравнение реакции получения пропена из 1-хлорпропана | $CH_3-CH_2-CH_2Cl + KOH_{\text{спирт}} \rightarrow CH_2 = CH - CH_3 + KOH + H_2O$ | 16 |
| Определено вещество X_6 и составлено уравнение реакции получения кумола путём взаимодействия бензола и пропена | Вещество X_6 – Кумол  изопропилбензол (кумол) | 16 |
| Определено вещество X_7 и составлено уравнение реакции получения фенола из кумола | Вещество X_7 – фенол | 16 |

| | | |
|--|---|----------------|
| | <p> <chem>CC(C)c1ccccc1</chem> + $O_2 \xrightarrow{H_2SO_4}$ <chem>Oc1ccccc1</chem> + <chem>CC(=O)C</chem> </p> <p> изопропилбензол (кумол) фенол пропанон (ацетон) </p> | |
| Определено вещество X_8 и составлено уравнение реакции получения фенолята натрия | Вещество X_8 – фенолят натрия $C_6H_5OH + NaOH = C_6H_5ONa + H_2O$ | 16 |
| Составлено уравнение реакции получения фенилацетата | $CH_3COCl + C_6H_5ONa = CH_3COOC_6H_5 + NaCl$ | 16 |
| | | $\Sigma = 106$ |