**10 КЛАСС**

**Задача 10-1.** Нафталин представляет собой конденсированную ароматическую систему, состоящую из двух бензольных колец. Сколько может существовать изомерных дибромнафталинов? Изобразите структурные формулы всех изомеров. **(10 баллов)**



**Задача 10-2.** Образец некоторого сульфида чёрного цвета массой 4,8 г сожгли в атмосфере кислорода, при этом получили 4 г твёрдого остатка чёрного цвета, который при растворении в соляной кислоте образует раствор голубого цвета. При добавлении к полученному раствору гидроксида натрия образуется сине-голубой осадок, растворяющийся в этиленгликоле с образованием синего раствора. Определите все описанные соединения и запишите протекающие реакции. Выводы должны быть подтверждены расчётами. **(10 баллов)**

**Задача 10-3.** Продукты сгорания 1,55 г соединения **X** охладили до комнатной температуры и получили 2,25 мл воды. Оставшиеся газообразные продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды, в результате чего образовался осадок карбоната кальция массой 5,0 г. Непрореагировавший газ объемом 560 мл (при н.у.) представляет собой весьма инертное вещество, являющееся основным компонентом воздуха. Установите молекулярную формулу сожжённого соединения **X**, если 1 л его при н.у. весит 1,384 г. Изобразите структурную формулу соединения **X**. **(10 баллов)**

**Задача 10-4.** Для приготовления 1 л водного раствора использовали навеску смеси дихромата калия и дигидрата дихромата натрия массой 5,94 г. К 25 мл полученного раствора добавили 50 мл раствора сульфата железа (II) с концентрацией 0,102 М, а затем разбавленную серную кислоту. Избыток непрореагировавшего сульфата железа (II) способен вступить в реакцию с 16,8 мл раствора перманганата калия, концентрация которого может быть определена в результате его взаимодействия с навеской оксалата натрия по следующей схеме:

KMnO4 + Na2C2O4 + H2SO4 → CO2 + MnSO4 + K2SO4 + Na2SO4 + H2O.

Для окисления 0,2211 г натриевой соли щавелевой кислоты в присутствии разбавленной серной кислоты потребовалось 26,4 мл раствора перманганата калия.

Запишите уравнения проведённых химических реакций, уравняйте приведённую схему взаимодействия перманганата калия с оксалатом натрия. Вычислите массовые доли дихромата калия, дихромата натрия (безводного) и кристаллизационной воды в исходной навеске. Сколько граммов этилового спирта можно окислить (с образованием соответствующей кислоты) при помощи содержащихся в навеске дихроматов? **(10 баллов)**

**Задача 10-5.** Определите зашифрованные вещества **А-И**, запишите их структурные формулы исходного соединения и веществ **А-И**.



**(10 баллов)**

**Ответ 10-5.**



**При проверке работы следует учитывать, что всегда существует вероятность нестандартного решения задания учеником. Поэтому следует полагаться на логику решения ученика, его рассуждения и выводы, а также на их аргументированность! Любое нестандартное решение должно быть засчитано и оценено!**

**ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ 10 КЛАССА (2022/2023 УЧЕБНЫЙ ГОД)**

**Всего 50 баллов**

**Задача 10-1.**

|  |  |
| --- | --- |
| Проще всего решение начать с фиксации атома брома в одном положении и варьировании положения другого атома брома. Далее поменять положение первого атома брома и снова проварьировать положение второго. Необходимо исключить повторяющиеся структуры.  **Изображена одна верная структура из приведённого выше списка – 1 балл.**  *Допускается изображение ароматических колец не в виде формулы Кекуле.* | **10 балл** |
| **Итого:** | **10 баллов** |

**Задача 10-2.**

|  |  |
| --- | --- |
| Твёрдый остаток после сжигания сульфида в атмосфере кислорода – оксид соответствующего металла. Совокупность признаков, таких как чёрный цвет сульфида и оксида, голубой цвет раствора соли, сине-голубой осадок гидроксида, а также синий раствор комплекса соответствующего металла с этиленгликолем, указывает на то, что речь идёт скорее всего о соединениях меди. Данное предположение можно подтвердить расчётом:  2CuS + 3O2 = 2CuO + 2SO2; m(CuS) = 4,8 г, n(CuS) = 0,05 моль, n(CuO) = 0,05 моль, m(CuO) = 4 г, что совпадает с условием задачи.  **Подтверждённое расчётом логичное обоснование того, что твёрдый остаток после сжигания сульфида в атмосфере кислорода – оксид меди (II).** | **1 балл** |
| Соединения, о которых идёт речь в задаче:  CuS, CuO, CuCl2, Cu(OH)2, .  **Указаны соединения, о которых идёт речь в задаче, по 1 баллу за каждое.** | **5 баллов** |
| Уравнения реакций:  1) 2CuS + 3O2 = 2CuO + 2SO2;  2) CuO + 2HCl = CuCl2 + H2O;  3) CuCl2 + 2NaOH = Cu(OH)2↓ + 2NaCl;  4) Cu(OH)2 + 2 = + 2H2O.  **Верно написаны уравнения происходящих реакций, по 1 баллу за каждое.** | **4 балла** |
| **Итого:** | **10 баллов** |

**Задача 10-3.**

|  |  |
| --- | --- |
| V(H2O) = 2,25 мл, m(H2O) = 2,25 г, n(H2O) = 0,125 моль, n(H) = 0,25 моль.  **Найдено верное количество водорода n(H) в соединении X.** | **1,5 балла** |
| Осадок карбоната кальция образуется при взаимодействии диоксида углерода с известковой водой: Ca(OH)2 + CO2 = CaCO3↓ + H2O. m(CaCO3) = 5,0 г, n(CaCO3) = 0,05 моль, n(CO2) = 0,05 моль, n(C) = 0,05 моль.  **Найдено верное количество углерода n(C) в соединении X.** | **1,5 балла** |
| Непрореагировавший газ, который представляет собой весьма инертное вещество и является основным компонентом воздуха – N2.  **Заключение о том, что непрореагировавший газ, который представляет собой весьма инертное вещество и является основным компонентом воздуха – N2.** | **1,5 балла** |
| V(N2) = 560 мл (при н.у.), n(N2) = 0,025 моль, n(N) = 0,05 моль.  **Найдено верное количество азота n(N) в соединении X.** | **1,5 балла** |
| n(C):n(H):n(N) = 0,05: 0,25:0,05 моль = 1:5:1 моль, а значит эмпирическая формула соединения **X** CH5N.  **Найдена верная эмпирическая формула соединения X.** | **1,5 балла** |
| Известно, что 1 л **X** при н.у. весит 1,384 г, тогда M(**X**) = 31 г/моль, что говорит об истинности эмпирической формулы CH5N. | **1,5 балла** |
| Структурная формула соединения **X** – CH3NH2, метиламин.  **Приведена верная структурная формула соединения X.** | **1 балл** |
| **Итого:** | **10 баллов** |

**Задача 10-4.**

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения проведённых химических реакций:  1) Cr2O72- + 6Fe2+ + 14H+ = 6Fe3+ + 2Cr3+ + 7H2O (принимаются варианты в молекулярной форме, где может быть указана смесь дихроматов в одном уравнении или же два уравнения с каждым из дихроматов, однако так или иначе оценивается этот пункт в 1 балл);  2) 10FeSO4 + 2KMnO4 + 8H2SO4 = 5Fe2(SO4)3 + 2MnSO4 + K2SO4 + 8H2O;  3) 2KMnO4 + 5Na2C2O4 + 8H2SO4 = 10CO2 + 2MnSO4 + K2SO4 + 5Na2SO4 + 8H2O.  **Верно написаны уравнения происходящих реакций, по 1 баллу за каждое.** | **3 балла** |
| Исходя из условия задачи, m(Na2C2O4) = 0,2211 г, n(Na2C2O4) = 0,00165 моль, количество перманганата калия, которое потребовалось для окисления навески оксалата натрия n(KMnO4) = 0,00066 моль, концентрация раствора С(KMnO4) = 0,025 моль/л.  **Найдена верная концентрация раствора KMnO4.** | **1 балл** |
| Количество сульфата железа (II), что остался после реакции с дихромат-ионом n(FeSO4)изб. = 0,0021 моль, исходное количество сульфата железа (II) n(FeSO4)исх. = 0,0051 моль, тогда на реакцию с дихроматами потребовалось n(FeSO4)прореаг. = 0,003 моль.  В таком случае, n(Cr2O72-) = 0,0005 моль в аликвоте объёмом 25 мл, тогда изначально в 1 л n(Cr2O72-) = 0,02 моль.  **Установлено верное количество дихромат-иона в исходном растворе, объёмом 1 л.** | **1,5 балла** |
| Пусть количество дихромата калия в исходной навеске будет x моль, тогда количество дигидрата дихромата натрия (0,02 − x) моль. Масса навески дихроматов равна сумме масс каждого из дихроматов, в таком случае 294x + 298(0,02 − x) = 5,94. Решая полученное уравнение, находим, что x = 0,005 моль. Следовательно, n(K2Cr2O7) = 0,005 моль, а n(Na2Cr2O7·2H2O) = 0,015 моль.  **Найдены верные значения количеств K2Cr2O7 и Na2Cr2O7·2H2O в исходной навеске.** | **1,5 балла** |
| m(K2Cr2O7) = 1,47 г, m(Na2Cr2O7) = 3,93 г, m(H2Oкрист.) = 0,54 г.  ω(K2Cr2O7) = 24,75 %, ω (Na2Cr2O7) = 66,16 %, ω (H2Oкрист.) = 9,09 %  **Найдены массовые доли K2Cr2O7, Na2Cr2O7, H2Oкрист.** | **1 балл** |
| Уравнение окисления спирта дихромат-ионом в кислой среде:  3C2H5OH + 2Cr2O72- + 16H+ = 3CH3CO2H + 4Cr3+ + 11H2O.  **Приведено верное уравнение окисления спирта дихромат-ионом в кислой среде.** | **1 балл** |
| Так как в навеске содержится n(Cr2O72-) = 0,02 моль, окислить можно n(C2H5OH) = 0,03 моль, m(C2H5OH) = 1,38 г.  **Приведена верная масса этилового спирта.** | **1 балл** |
| **Итого:** | **10 баллов** |

**Задача 10-5.**

|  |  |
| --- | --- |
| Зашифрованные вещества **А-Е**, их структурные формулы:  .  **За каждую правильную структурную формулу соединений А, В, Г, Д, Е по 1 баллу. За правильную структурную формулу соединения Б 1,5 балла, без указания конфигурации 1 балл.** | **6,5 баллов** |
| Превращение ниже можно осуществить при следующих условиях:  HBrконц., или NaBr + H2SO4конц., или HBr + H2SO4, или PBr3, или Br2·PPh3. Принимаются как представленные одностадийные варианты, так и другие, например, двухстадийные (образование из спирта соответствующего тозилата и последующее замещение OTs-группы на атом брома).  Превращение ниже можно осуществить при следующих условиях:  KOH/EtOH или t-BuOK/ t-BuOH, а также любые другие **правильные** условия элиминирования бромида в соответствующий алкен.  Превращение ниже можно осуществить при следующих условиях:  Br2/CCl4, или Br2/AcOH, или бром в других растворителях, допускается написание только Br2.  Превращение ниже можно осуществить при следующих условиях:  KOH/EtOH или t-BuOK/ t-BuOH, а также любые другие **правильные** условия элиминирования дибромидов в соответствующий диен.  **Указание верных условий для четырёх превращений, по 0,5 балла за каждое.** | **2 балла** |
| Изомерные дибромиды, помещённые в рамочку, являются **энантиомерами** по отношению друг к другу. **Энантиомеры**, как две руки, являются отражением в зеркале друг друга. | **0,5 балла** |
| **Д** – это ацетилен, а он в свою очередь является С-H-кислотой. Именно поэтому в реакции с сильным основанием (амидом натрия), он превращается в ацетиленид натрия. Повышенная С-Н-кислотность терминальных ацетиленов связана с большей электроотрицательностью sp-гибридного атома углерода по сравнению с sp3-гибридным. За счёт меньшего вклада p-орбитали в sp-гибридные орбитали они очень близки к s-орбиталям. А это в свою очередь обусловливает большую близость электронной плотности к ядру, соответственно большую полярность связи C-H и большую стабильность образующегося аниона (ацетиленид-иона).  **Верное обоснование того, что ацетилен является С-H-кислотой.** | **1 балл** |
| **Итого:** | **10 баллов** |