**Всероссийская олимпиада школьников**

**Муниципальный этап**

***Задания по химии***

***11 класс***

**Теоретический тур**

**Задание 11-1 *(10 баллов)***

При нагревании 13,4 г углеводорода А с подкисленным раствором перманганата калия образовалось 6,72л углекислого газа (н.у.) и 12,2 г вещества B, содержащее 2 атома кислорода, что соответствует 26,23% по массе, и 4,92% водорода. Известно, что вещество А не обесцвечивает бромную воду. Установите строение веществ А и В. Составьте уравнение реакции окисления. (При выполнении задания используйте структурные формулы органических веществ).

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Установлен состав вещества В:  Продукт окисления вещества А должен содержать атомы углерода  ω(С) = 100 - ω(O) - ω(Н) = 100 – 26,23 – 4,92 = 68,85%  Молекулярная формула С7Н6О2 является истинной, поскольку содержит 2 атома кислорода и соответствует формуле бензойной кислоты, образующейся при окислении гомологов бензола. | 3 |
| 2) Установлен состав вещества А:    ; m  m  Простейшая формула С5Н7 не соответствует условию задачи, т.к. число атомов углерода должно быть больше 7 (следует из природы продукта окисления В), следовательно, предполагаемая истинная формула С10Н14. | 3 |
| 3) Предложена структурная формула вещества А:  Поскольку вещество А сильно ненасыщенно и не реагирует с бромной водой, а при окислении перманганатом в кислой среде даёт бензойную кислоту и углекислый газ, можно предположить, что оно является гомологом бензола с разветвлённой боковой цепью. Строение исходного вещества А:  С6Н5-С(СН3)3 | 2 |
| 4) Записано уравнение окисления:  5С6Н5-С(СН3)3 + 24КMnO4 + 36Н2SO4 → 5 +15CO2  +  + 12К2SO4 + 24MnSO4 + 56H2O | 2 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **10 баллов** |

**Задание 11-2 *(8 баллов)***

При электролизе водного раствора калиевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты в электролизёре с разделённым анодным и катодным пространством продукты анодной реакции имеют массу 21,9 г. При взаимодействии продуктов электролиза с гидроксидом кальция выпадает 30 г осадка. Определите состав исходной соли.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Определена природа продуктов электролиза раствора соли СnH2n+1COOK на каждом электроде:   |  |  | | --- | --- | | Катод (-): 2H2O + 2e → H2 + 2OH-  Анод (+): 2СnH2n+1COO- – 2e → 2CO2 + С2nH4n+2 | ×1  ×1 |   Суммарно:  2Н2О + 2СnH2n+1COOK Н2 +2KОH + 2CO2↑ + С2nH4n+2  на катоде на аноде | 2 |
| 2) Указано, что с гидроксидом кальция из продуктов электролиза образует осадок только СО2. Записано уравнение реакции образования осадка карбоната кальция:  Са(ОН)2 + СО2 → СаСО3↓ + Н2О | 1 |
| 3) Найдены количество вещества и масса углеводорода в анолите:  , тогда по уравнениям реакций  ;  С2nH4n+2) = ½ ;  С2nH4n+2) = 21,9 – 13,2 = 8,7 г | 2 |
| 4) Определен состав углеводорода:  С2nH4n+2) =  24n + 4n + 2 = 58  28n = 56  n = 2, следовательно, углеводород С4Н10 | 2 |
| 4) Определен состав исходной соли: С2H5COOK | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **8 баллов** |

**Задание 11-3 *(5 баллов)***

В 100 мл 10% раствора соляной кислоты с плотностью 1,05 г/мл погружена цинковая гранула с диаметром 10 мм. Через некоторое время диаметр гранулы уменьшился на 2 мм. Как изменилась при этом скорость реакции? Рассчитайте объём газа (н.у.), образующегося в результате протекания реакции до конца. Плотность цинка равна 7,133 г/см3.

*Справочные материалы:*

формула для расчета объема шарообразной гранулы ;

формула для расчета площади поверхности шарообразной гранулы .

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Записано уравнение реакции:  Zn + 2HCl = ZnCl2 + H2 | 1 |
| 2) Определено количество вещества кислоты: | 1 |
| 3) Определено количество вещества цинка: | 1 |
| 4) Произведён расчёт объёма газа.  По уравнению реакции на 0,057 моль цинка требуется 0,114 моль кислоты, следовательно, кислота находится в избытке, и объём водорода рассчитываем по цинку | 1 |
| 5) Количественно показано влияние площади поверхности на скорость гетерогенной реакции.  Поскольку скорость гетерогенной реакции прямо пропорциональна площади поверхности твёрдого тела, уменьшение диаметра гранулы приводит к уменьшению скорости реакции в соответствующее число раз: | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно |  |
| **Максимальный балл за задание** | **5 баллов** |

**Задание 11-4 *(12 баллов)***

Всем известно, что курение вызывает образование раковых клеток практически во всех органах человека. По оценке последних исследований, в сигаретном дыме присутствуют более 7350 различных веществ, из которых не менее 70 имеют канцерогенное влияние на организм человека. В их число входит органическое вещество ***X1***, воздействие которого является причиной изменения хромосом в костном мозге. Как известно, в красном костном мозге протекает процесс гемопоэза – образование новых клеток крови, поэтому любое его повреждение может привести к анемии и уменьшению содержания других компонентов крови.

Назовите вещество ***X1***, зная что в его молекуле все шесть атомов углерода соединены делокализованной π-связью.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

**Х1  Х2**  CH3-CH2-COOH **X3**  **X4** ацетон нитрил 2-гидрокси-2-метилпропановой кислоты CH3-C(CH3)OH-COOH **X5**  **X6**  оргстекло

+HCl

**X7**

При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ. Назовите вещества Х2, Х3, Х4, Х5, Х6, Х7.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) Названо вещество Х1 - бензол | 1 |
| 2) Написаны уравнения реакций, согласно схеме превращений:  C6H6 +4H2 C6H14, X1 - бензол , X2 - гексан | 1 |
| 2) 2C6H14 + 5O2 4CH3-CH2-COOH + 2H2O | 1 |
| 3) CH3-CH2-COOH + CH3-CHOH-CH3   CH3-CH2-COO-CH(CH3)2 + H2O,  X3 – изопропиловый эфир пропионовой кислоты | 1 |
| 4) CH3-CH2-COO-CH(CH3)2 + NaOH → CH3-CH2-COONa +  + CH3-CHOH-CH3, X4 – пропанол-2 | 1 |
| 5) 5CH3-CHOH-CH3 +2KMnO4 +3H2SO4→5CH3-CO-CH3 +  + K2SO4 +2MnSO4 + 8H2O | 1 |
| 6) CH3-CO-CH3 + HCN →CH3-C(CH3)OH-CN | 1 |
| 7) CH3-C(CH3)OH-CN + 2H2O CH3-C(CH3)OH-COOH +  + NH3↑ | 1 |
| 8) CH3-C(CH3)OH-COOHCH2=C(CH3)-COOH + H2O,  X5 – метилпропеновая (метакриловая) кислота | 1 |
| 9) CH2=C(CH3)-COOH + CH3OH CH2=C(CH3)-COOCH3+ + H2O, X6 -метилметакрилат | 1 |
| 10) CH3  nCH2=C(CH3)-COO-CH3 CH2-C  C  O O n  CH3 | 1 |
| 11) CH2=C(CH3)-COO-CH3+ HCl→CH2Cl-CH(CH3)-COOH,  (*присоединение против правила Марковникова*)  X7 - 2-метил, 3-хлорпропановая кислота | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **12 баллов** |

**Задание 11-5 *(10 баллов)***

Действие пенного огнетушителя основано на реакции между раствором гидрокарбоната натрия и серной кислотой.

Существуют модификации пенного огнетушителя, в которых серная кислота заменена раствором некоторой средней соли.

Какие из предложенных солей (NaCl, Na3PO4, ZnCl2, Ва(NO3)2, FeSO4, Fe2(SO4)3, CuSO4) могут быть использованы для этой цели? В подтверждение своих предположений приведите уравнения соответствующих реакций.

Только одну из этих солей используют в пенном огнетушителе. Какую? Свой выбор обоснуйте. Приведите уравнение реакции, протекающей при работе пенного огнетушителя, с участием этой соли.

Объясните, почему другие соли непригодны для использования в пенных огнетушителях.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1) За предположение, что соль должна подвергаться гидролизу по катиону с образованием кислоты (по 0,5 балла за каждую соль): ZnCl2, FeSO4, Fe2(SO4)3, CuSO4 | 1 |
| 2) За уравнения гидролиза солей – по 1 баллу за каждое уравнение:  ZnCl2 + Н2О = Zn(OH)Cl + HCl  2FeSO4 + 2Н2О = (FeOH)2SO4 + H2SO4  Fe2(SO4)3 + 2Н2О = 2Fe(OH)SO4 + H2SO4  2CuSO4 + 2Н2О = (CuOH)2SO4 + H2SO4  *(Достаточно уравнения гидролиза по I ступени.*  *Учитываются уравнения гидролиза в ионном виде).* | 4 |
| 3) За предположение о применении в огнетушителях раствора  Fe2(SO4)3 с объяснением с позиции совместного гидролиза | 1 |
| 4) За уравнение совместного гидролиза:  6NaHCO3 + Fe2(SO4)3 = 2Fe(OH)3↓ + 6CO2↑ +3Na2SO4  Fe(OH)3 - аморфное вещество, повышающее стойкость пены. | 1 |
| 4. За объяснение непригодности для этой цели растворов солей ZnCl2, FeSO4, CuSO4 с написанием уравнений образования кристаллических осадков карбонатов цинка, железа(II) и меди(II).  2NaHCO3 + ZnCl2 = 2NaCl + ZnCO3↓ + CO2↑ + Н2О  2NaHCO3 + FeSO4 = Na2SO4+ FeCO3↓ + CO2↑ + Н2О  2NaHCO3 + CuSO4 = Na2SO4+ CuCO3↓ + CO2↑ + Н2О  (*Возможно образование основных солей*) | 3 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| **Всего** | **10 баллов** |

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

**(10 баллов)**

Одной из задач химического анализа является установление состава вещества. Многие соли образуют кристаллогидраты переменного состава. Предложите способ определения числа молекул кристаллизационной воды в формуле кристаллогидрата с помощью следующего оборудования: весы технические электронные (с точностью ±0,01 г), плитка электрическая, чашечка для выпаривания, щипцы тигельные, шпатель.

Проведите эксперимент и необходимые расчёты по определению состава соли CuCl2·xH2O. (Рекомендуемая навеска кристаллогидрата ~ 3,00±0,50 г).

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. *За предложение схемы определения кристаллизационной воды:*  А) Определить массу чашечки для выпаривания (m1).  Б) Взять навеску кристаллогидрата около 3 г в чашечку для выпаривания (m2).  В) Провести обезвоживание соли при периодическом помешивании до постоянной массы (цвет соли изменяется на коричневый).  Г) Определить массу чашечки с безводной солью (m3). | 4 |
| 2. *За проведения расчёта по экспериментальным результатам:*  А) Масса навески кристаллогидрата до высушивания  mКР = m2 - m1  Б) Масса навески безводной соли  mБЕЗВ = m3 - m1  В) Масса кристаллизационной воды  mВОДЫ = mКР - mБЕЗВ  Г) Определение количества вещества безводной соли  Д) Определение количества вещества кристаллизационной воды  Е) Установление числа молекул кристаллизационной воды в формуле кристаллогидрата | 6 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| **Всего** | **10 баллов** |

**Максимальный балл за выполнение всех заданий – 55 баллов**