ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

**(муниципальный этап)**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

возрастная группа (10 классы)

***Решения и система оценивания***

**Максимальная оценка – 45 баллов**

**Задание 1.**

Смесь метана и ацетилена, в которой масса углерода в шесть раз больше массы водорода, пропустили через склянку с бромной водой, при этом масса склянки увеличилась на 6,5 г, но раствор не изменил окраску. Сколько литров газообразного хлора (20⁰С, 1 атм) потребуется для полного хлорирования оставшегося газа?

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| При пропускании смеси газов через бромную воду в реакцию вступил ацетилен. Так как раствор не изменил окраску, следовательно, бромная вода оказалась в избытке. Ацетилен вступил в реакцию полностью. m(С2Н2) = 6,5 г | 0,5 б |
| С2Н2 + Br2 → С2Н2Br2 | 1 б |
| n(С2Н2) = 6,5 / 26 = 0,25 моль | 0,5 б |
| n(С2Н2) : n(С) : n(Н) = 1 : 2 : 2 n(С) = 0,5 моль n(Н) = 0,5 моль | 1 б |
| m(C в ацетилене) = 12 ∙ 0,5 = 6 г m(Н) = 1 ∙ 0,5 = 0,5 г | 1 б |
| Пусть n(СН4) = Х моль |  |
| n(СН4) : n(С) : n(Н) = 1 : 1 : 4 n(С) = Х моль n(Н) = 4Х моль | 1 б |
| m(C в метане) = 12 ∙ Х = 12Х г m(Н) = 1 ∙ 4Х = 4Х г | 1 б |
| (6 + 12Х) / (0,5 + 4Х) = 6 Х = 0,25 | 1,5 б |
| CH4 + 4Cl2 → CCl4 + 4HCl | 1 б |
| n(CH4) : n(Cl2) = 1 : 4 n(Cl2) = 1 моль | 0,5 б |
| V(Cl2) = nRT / p = 1 ∙ 8,314 ∙ 293 / 101,3 = 24,0 л | 1 б |
| **Итого:** | **10 б** |

**Задание 2.**

При обработке алкена подкисленным раствором перманганата калия образовалось только одно органическое вещество, причем массовые доли углерода в алкене и продукте окисления различаются на 45,71%. Предложите структурные формулы двух алкенов, удовлетворяющих условию задачи. Напишите соответствующие уравнения реакций.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Общая формула алкенов CnH2n | 0,5 б |
| ω(C в алкене) = 12n / 14 n = 0,8571 | 0,5 б |
| Массовая доля углерода в продукте окисления может быть только меньше 85,71% – 45,71% = 40% | 0,5 б |
| Продуктом окисления алкена может быть органическое вещество – карбоновая кислота. Общая формула одноосновных карбоновых кислот CmH2mO2 | 1 б |
| ω(C в кислоте) = 12m / 14m +32 | 1,5 б |
| 12m / 14m +32 = 0,4 m = 2 |
| Кислота – уксусная СН3СООН |
| Алкены, удовлетворяющие условию задачи, – бутен-2 и пропен (по 1 баллу) | 2 б |
| 5CH3-CH=CH-CH3 + 8KMnO4 + 12H2SO4 = 10СН3СООН + 8MnSO4 + 4K2SO4 + 12H2O | 1,5 б |
| CH3-CH=CH2 + 2KMnO4 + 3H2SO4 = СН3СООН + CO2 + 2MnSO4 + K2SO4 + 4H2O | 1,5 б |
| **Итого:** | **9 б** |

**Задание 3.**

При определенной концентрации и температуре азотная кислота реагирует с медью с образованием оксидов азота (IV) и (II) в мольном соотношение два к одному соответственно. Определите массу 40%-ного раствора азотной кислоты, который при данных условиях прореагирует с 6,4 г меди.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Сu + 4HNO3 = Cu(NO3)2 + 2NO2 + 2H2O (1) | 1 б |
| 3Сu + 8HNO3 = 3Cu(NO3)2 + 2NO + 4H2O (2) | 1 б |
| Пусть n1(Cu) = X моль. n(NO2) = 2X моль | 0,5 б |
| По условию задачи n(NO2) : n(NO) = 2 : 1, следовательно, n(NO) = Х моль | 4 б |
| По уравнению реакции (2) n2(Cu) = 1,5X моль |
| n (Cu исходн.) = 6,4 / 64 = 0,1 моль |
| Х + 1,5Х = 0,1 Х = 0,04 моль |
| n1(Cu) : n1(HNO3) = 1 : 4 n1(HNO3) = 0,16 моль | 0,5 б |
| n2(Cu) = 1,5Х = 1,5 ∙ 0,04 = 0,06 моль | 0,5 б |
| n2(Cu) : n2(HNO3) = 3 : 8 n2(HNO3) = 0,16 моль | 0,5 б |
| m(HNO3) = 0,32 ∙ 63 = 20,16 г | 0,5 б |
| m(р-ра HNO3) = 20,16 / 0,4 = 50,4 г | 0,5 б |
| **Итого:** | **9 б** |

**Задание 4.**

Сероводород, выделившийся при взаимодействии избытка концентрированной серной кислоты с 1,44 г магния, пропустили через 160 г 1,5%-ного раствора брома. Определите массу выпавшего при этом осадка и массовую доля кислоты в образовавшемся растворе.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| 4 Mg + 5 H2SO4 → 4 MgSO4 + H2S↑ + 4 H2O (1) | 1 б |
| n(Mg) = 1,44 / 24 = 0,06 моль | 0,5 б |
| n(Mg) : n (H2S) = 4 : 1, n (H2S) = 0,06 / 4 = 0,015 моль | 0,5 б |
| m(H2S) = 0,015 · 34 = 0,51 г | 0,5 б |
| H2S + Br2 = S↓ + HBr (2) | 1 б |
| m(Br2) = 0,015 · 160 = 2,4 г | 0,5 б |
| n(Br2) = 2,4 / 160 = 0,015 моль | 0,5 б |
| По уравнению 2 n(Br2) = n(H2S), по условию задачи количества веществ n (Br2) = n (H2S) = 0,015 моль, следовательно, сероводород и бром взаимодействуют полностью. | 1 б |
| n(S) = n (H2S) = 0,015 моль | 0,5 б |
| m(S) = 0,015 · 32 = 0,48 г | 0,5 б |
| n(НBr) = 0,015 · 2 = 0,03 моль | 0,5 б |
| m(НBr) = 0,03 · 81 = 2,43 г | 0,5 б |
| m(образовавшегося р-ра) = m (р-ра Br2) + m (H2S) – m (S)  m(образовавшегося р-ра) = 160 + 0,51 – 0,48 = 160,03 г | 1 б |
| ω(НBr) = 2,43 / 160,03 = 0,0152 или 1,52 % | 0,5 б |
| **Итого:** | **9 б** |

**Задание 5.**

Вещество А – легкий, довольно твердый серебристо-белый металл. При взаимодействии вещества А с В, являющимся простым газообразным веществом, образуется соединение С, растворимое в воде с образованием щелочного раствора. При обработке вещества С серной кислотой образуется вещество D, кристаллогидрат которого Е применяется в медицине для наложения фиксирующих повязок при переломах. Вещество А довольно активно взаимодействует с водой с образованием вещества F. Определите все вещества и напишите уравнения реакций.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Определены вещества А, В, С, D, E, F – по 0,5 б | 3 б |
| Написаны уравнения реакций – по 1 б | 5 б |
| **Итого:** | **8 б** |

Оценка выполнения участником любого задания **не может быть отрицательной,** минимальная оценка, выставляемая за выполнение отдельно взятого задания **0 баллов.**

Итоговая оценка за выполнение заданий определяется путём сложения суммы баллов, набранных участником за выполнение заданий теоретического тура с последующим приведением к 100 балльной системе (определяется процент выполнения заданий участником от максимально возможного балла за выполнение заданий). Результат вычисления округляется до сотых.

Например.

Участник за выполнение всех заданий набрал 29 баллов.

29 / 45 (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) ∙ 100 = 64,44.