ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

**(муниципальный этап)**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

возрастная группа (10 классы)

***Решения и система оценивания***

**Максимальная оценка – 46 баллов**

**Задание 1.** В молекуле нециклического углеводорода число атомов углерода, в которых атомные орбитали находятся в состоянии *sp2*-гибридизации, равно числу атомов углерода, в которых атомные орбитали находятся в состоянии *sp3*-гибридизации. Число электронов в молекуле равно 62. Установите состав этого углеводорода и приведите возможное строение (три структурные формулы).

Максимальный балл – 8.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Задачу можно решить математически, можно предложить формулу соединения методом подбора. |  |
| Предложена молекулярная формула углеводорода (установлен состав) | 5 баллов |
| Предложены три структурные формулы изомеров (по 1 баллу) | 3 балла |
| **ИТОГО:** | **8 баллов** |
|  |  |
| Решение математическим способом: |  |
| Пусть число атомов углерода, в которых атомные орбитали находятся в состоянии *sp2*-гибридизации и в состоянии *sp3*-гибридизации, равно по N атомов |  |
| Число электронов у атомов углерода, в которых атомные орбитали находятся в состоянии *sp2*-гибридизации и которые находятся в середине углеродной цепи, по 6, соответственно у всех атомов углерода в составе углеводорода – N6 |  |
| Число электронов у атомов углерода, в которых атомные орбитали находятся в состоянии *sp3*-гибридизации и которые находятся в середине углеродной цепи, по 8 (-СН2-), соответственно у всех атомов углерода в составе углеводорода – N8 |  |
| У крайних (первичных) атомов углерода находятся еще по 1 атому водорода, а следовательно, еще два электрона |  |
| Общее число электронов в молекуле углеводорода  N6 + N8 + 2 = 62 N = 4 |  |
| В углеводороде 8 атомов углерода, две двойные связи |  |
| Обучающиеся могут составить три любые формулы изомеров с разветвленным или неразветленным скелетом |  |

**Задание 2.** Смесь метана и пропена, в которой число атомов водорода в 2,5 раза больше числа атомов углерода, пропустили через склянку с бромной водой, при этом масса склянки увеличилась на 21 г, но раствор не изменил окраску. Вычислите объем газообразного хлора, измеренного при температуре 20◦С и давлении 100 кПа, необходимого для полного хлорирования оставшегося газа.

Максимальный балл – 9.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Пусть n(CH4) = x моль; n(C3H6) = y моль | 3 б |
| Так как n(CH4) : n(C) : n(H) = 1: 1 : 4, то  n(C в СН4) = х моль; n(H в СН4) = 4х моль |
| Так как n(C3H6) : n(C) : n(H) = 1: 3 : 6, то  n(C в C3H6) = 3y моль; n(H в C3H6) = 6y моль |
| Решив алгебраическое уравнение (4х + 6y) / (х + 3y) = 2,5, находим, что х = y |
| При пропускании смеси через склянку с бромной водой протекает реакция  СН2 = СН – СН3 + Br2 → СН2Br – СНBr – СН3  или С3Н6 + Br2 → С3Н6Br2 | 1 б |
| Так как при пропускании смеси через склянку с бромной водой раствор не изменил окраску, следовательно, в избытке бромная вода, а весь пропен вступил в реакцию. m(C3H6) = 21 г | 1 б |
| n(C3H6) = 21 / 42 = 0,5 моль | 0,5 б |
| Следовательно, n(CH4) = 0,5 моль | 0,5 б |
| Оставшийся газ – метан. Он реагирует с хлором |  |
| СН4 + 4Cl2 → СCl4 + 4HCl | 1 б |
| n(Cl2) = 2 моль | 0,5 б |
| Объем хлора, измеренный не при н.у., рассчитываем по уравнению Менделеева-Клайперона  V = nRT/P V(Cl2) = 2 ∙ 8,31 ∙ 293 / 100 = 48,7 л  При расчетах можно использовать числовое значение универсальной газовой постоянной = 8,314 | 1,5 б |
| **ИТОГО:** | **9 баллов** |

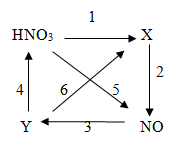
**Задание 3.** 861 мл водного раствора нитрата серебра (концентрация 0,65 моль/л) добавили 70,0 г смеси хлоридов цезия и рубидия. Осадок отфильтровали, а в раствор опустили медную пластинку. После окончания реакции масса пластинки изменилась на 4,65 г. Рассчитайте массовые доли хлоридов в исходной смеси.

Максимальный балл – 11.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Определены вещества А, В, С, D – по 1 б | 4 б |
| RbCl + AgNO3 = AgCl + RbNO3 (2) | 1 б |
| Чтобы происходила реакция с медной пластинкой, в растворе должен остаться в избытке нитрат серебра:  Cu + 2AgNO3 = Ag + Cu(NO3)2 (3) | 1 б |
| Изменение массы пластинки равно разности масс выделившегося на пластике серебра и вступившей в реакцию меди. Следовательно, масса пластинки увеличилась. | 2 б |
| Пусть образовалось в ходе реакции х моль серебра  ∆m = m(Ag) – m(Cu) 4,65 = 108 х + 32х х = 0,06 моль |
| n(исх. AgNO3) = V ∙ c = 0,861 ∙ 0,65 = 0,56 моль | 0,5 б |
| С хлоридами прореагировало n1,2(AgNO3) = 0,56 – 0,06 = 0,5 моль | 0,5 б |
| Пусть n(CsCl) = y моль; n(RbCl ) = z моль | 3 б |
| n(CsCl) = n1(AgNO3) = y моль; n(RbCl ) = n2(AgNO3) = z моль |
| y + z = 0,5  168,5y + 120,5z = 70  Решив алгебраическую систему, вычислим y = 0,203 моль z = 0,297 моль |
| m(CsCl) = 0,203 ∙ 168,5 = 34,21 г | 0,5 б |
| m(RbCl) = 0,297 ∙ 120,5 = 35,79 г | 0,5 б |
| ω(CsCl) = 34,21 / 70 = 0,489 (или 48,9%) | 0,5 б |
| ω(RbCl) = 35,79 / 70 = 0,511 (или51,1%) | 0,5 б |
| **ИТОГО:** | **11 баллов** |

**Задание 4.** Напишите уравнения реакций, соответствующей схеме превращений, укажите условия их протекания:



Максимальный балл – 11.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Определены вещества Х и Y – по 1 б | 2 б |
| Написаны уравнения реакций – по 1 б | 6 б |
| Указаны условия протекания реакций – по 0,5 б | 3 б |
| Один из вариантов ответа: |  |
| Вещество Х – N2, вещество Y – NO2 |  |
| 5Mg + 12HNO3(разб.) = 5Mg(NO3)2 + N2 + 6H2O |  |
| N2 + O2 = 2NO (реакция протекает при температуре электрической дуги) |  |
| 4NO2 + O2 + 2H2O = 4HNO3 |  |
| 3Zn + 8HNO3(разб.) = 3Zn(NO3)2 + 2NO + 4H2O или  3P + 5HNO3 + 2H2O = 3H3PO4 + 5NO |  |
| 4Mg + 2NO2 = 4MgO + N2 |  |
| **ИТОГО:** | **11 баллов** |

**Задание 5.** Бесцветный газ А без запаха, образующий с кислородом взрывоопасную смесь, реагирует при освещении с простым веществом В желто-зеленого цвета со взрывом, образуя при этом бесцветный газ С с резким запахом. Водный раствор вещества С, действуя на сульфид натрия, выделяет ядовитый газ D с неприятным запахом. Определите названные вещества, напишите уравнения описанных реакций.

Максимальный балл – 7.

**Критерии оценивания:**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| Определены вещества А, В, С, D – по 1 б | 4 б |
| А – метан или этан, В – хлор, C – хлороводород, D – сероводород. |  |
| СН4 + 2О2 = СО2 + 2Н2О | 1 б |
| СН4 + Cl2 = СH3Cl + HCl | 1 б |
| Na2S + 2HCl = 2NaCl + Н2S | 1 б |
| **ИТОГО:** | **7 баллов** |

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 / 46 (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) ∙ 100 = 63,04.