**Всероссийская олимпиада школьников**

**Муниципальный этап**

***Задания по химии***

***10 класс***

**Теоретический тур**

**Задание 10-1 *(11 баллов)***

В трех пронумерованных колбах находятся 250 г раствора нитрата серебра, 300 г раствора бертолетовой соли и 200 г раствора дихромата калия соответственно. При действии избытка одного и того же реактива на содержимое колб в первой из них выпадает 14,35 г белого творожистого осадка, а во второй и третьей колбах выделяется соответственно 6,72 л и 3,36 л жёлто-зеленого газа с резким запахом (н.у.). Назовите формулу использованного реактива, определите природу осадка и газа. Приведите уравнения протекающих реакций. Определите количества исходных солей в колбах. Какой из исходных растворов солей является наиболее концентрированным, а какой самым разбавленным?

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. Правильно определен реактив – соляная кислота HCl. | 1 балл |
| 2. Составлены уравнения протекающих реакций:  AgNO3 + HC1 = AgC1↓ + НNO3 (1)  KC1O3 + 6HC1 = KC1 + 3C12 + 3H2О (2)  K2Cr2O7 + 14HC1 = 2KC1 + 2CrC13 + 3C12 + 7H2O (3) | 3 балла |
| 3. Определены количество AgC1; количество и массовая доля нитрата серебра в растворе (колба 1):  *n*(AgC1) = = 0,1 моль  *n*(AgNO3) = *n*(AgC1) = 0,1 моль  m(AgNO3) = 0,1 моль × 170 г/моль = 17 г  ω(AgNO3) = | 2 балла |
| 4. Определены количество хлора; количества и массовая доля хлората калия в растворе (колба 2):  *n*(С12)р. 2 = 0,3 моль  n(KC1O3) = 1/3 *n*(С12) = 0,1 моль  m(KC1O3) = 0,1 моль × 122,5 г/моль = 12,25 г  ω = | 2 балла |
| 4. Определены количество хлора; количество и массовая доля бихромата калия в растворе (колба 3):  n(С12)р. 3 = 0,15 моль  n(K2Cr2O7) = 1/3 *n*(С12) = 0,05 моль  m(K2Cr2O7) = 0,05 моль × 294 г/моль = 14,7 г  ω = | 2 балла |
| 5. Сделан вывод, что наиболее концентрированным раствором является раствор K2Cr2O7, а наиболее разбавленным - раствор KC1O3 (*по 0,5 баллов*). | 1 балл |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| Максимальный балл за задание | **11 баллов** |

**Задание 10-2 *(9 баллов)***

Юный химик решил определить количество кристаллизационной воды в кристаллической соде, для чего нашел две методики анализа. В лаборатории хранились 2 банки с кристаллической содой, на этикетках которых отсутствовали сведения о содержании кристаллизационной воды в составе вещества.

Первый образец кристаллической соды массой 3,861 г он обработал избытком хлороводородной кислоты. Объем выделившегося газа при этом составил 302,4 мл (н.у.).

Другой образец кристаллогидрата соды массой 3,575 г юный химик обработал 50 мл раствора, содержащим 0,05 моль азотной кислоты. По окончании реакции избыток кислоты он нейтрализовал (по метиловому оранжевому) 1,0 г гидроксида натрия в 20 мл раствора.

1. Сколько молекул кристаллизационной воды содержит молекула первого кристаллогидрата?

2. Одинаков или различен состав обоих образцов кристаллической соды?

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. Составлены уравнения реакций (по 1 баллу за каждую реакцию).  При обработке кристаллической соды Na2CO3 ∙ xH2O хлороводородной кислотой происходит реакция:  Na2CO3 ∙ xH2O + 2HCl = 2NaCl + CO2 + (x + 1)H2O (1)  Во втором опыте с другим образцом кристаллической соды протекают реакции:  Na2CO3 ∙ yH2O + 2HNO3 = 2NaNO3 + CO2 + (y + 1)H2O (2)  HNO3 + NaOH = NaNO3+ H2O (3) | 3 балла |
| 2. Рассчитано количества CO2, выделившегося по реакции (1):  n(CO2) = 0,3024/22,4 = 0,0135 моль | 1 балл |
| 3. Определена молярная масса 1-го образца и его формула.  Согласно реакции (1), n(CO2) = n(Na2CO3 ∙ xH2O) = 0,0135 моль.  М(Na2CO3 ∙ xH2O) = 3,861 : 0,0135 = 286 г/моль.  Отсюда n(H2O) = (286 – 106) : 18 = 180 : 18 = 10 моль  Кристаллическая сода в 1 образце имеет состав Na2CO3 ∙ 10H2O | 2 балла |
| 4. Определена молярная масса 2-го образца и его формула.  Общее количество азотной кислоты:  n (HNO3)общее = 0,05 моль  n(NaOH) = 1/40 = 0,025 моль  В реакции (3) n(HNO3)реакция 3 = n(NaOH) = 0,025 моль.  Следовательно, n(HNO3)реакция 2 = 0,05 – 0,025 = 0,025 моль.  Отсюда n(Na2CO3 ∙ yH2O) = 1/2n(HNO3)реакция 2 = 0,0125 моль,  М(Na2CO3 ∙ yH2O) = 3,575 : 0,0125 = 286 г/моль,  y = 10  Кристаллическая сода в 2 образце имеет состав Na2CO3 ∙ 10H2O | 2 балла |
| 5. Установлено, что оба образца соды представляют собой один и тот же кристаллогидрат Na2CO3 ∙ 10H2O. | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| **Всего** | **9 баллов** |

**Задание 10-3 *(10 баллов)***

После пропускания 23,52 л смеси метана, оксида углерода (IV) и оксида углерода (II) через раствор гидроксида натрия, взятого в избытке, объем исходной смеси уменьшился на 13,44 л (н.у.). Для полного сгорания оставшейся смеси потребовалось 6,72 л (н.у.) кислорода. Определите объемные и массовые доли компонентов в исходной смеси.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. Составлено уравнение взаимодействия углекислого газа с избытком раствора щелочи:  2NaOH + CO2 → Na2CO3 + H2O | 1 балл |
| 2. Рассчитано количество и масса углекислого газа:  V(СО2) = 13,44 л  n(СО2) = 13,44/22,4 = 0,6 моль  m(СО2) = 0,6 ∙ 44 = 26,4 г | 1 балл |
| 3. Определен объем смеси метана и угарного газа:  V(CH4 +CO) = 23,52 – 13,44 = 10,08 л | 1 балл |
| 4. Составлены уравнения реакций горения:  CH4 + O2 → CO2 + 2H2O (1)  2CO+ O2 → 2CO2 (2) | 2 балла |
| 5. Рассчитаны объемы, количества и масса метана и угарного газа.  Обозначим через *х* = V(O2)реакция 1 = V(CH4),  через *у* = V(O2)реакция 2, V(CO) = 2*y*  Составим систему: *х* + *у* = 6,72  *х* + 2*у* = 10,08  Отсюда:  *х* = V(CH4) = 3,36 л,  n(CH4) = 3,36/22,4 = 0,15 моль,  m(CH4) = 0,15 · 16 = 2,4 г;  V(CO) = 6,72 л,  n(CO) = 6,72/22,4 = 0,3 моль,  m(CO) = 0,3 · 28 = 8,4 г | 3 балла |
| 5. Рассчитаны объемные доли газов:  (СО2) = 13,44 л/23,52 л = 0,5714 или 57,14 %;  (CH4) = 3,36 л/23,52 л = 0,1429 или 14,29%;  (CO) = 6,72 л/23,52 л = 0,2857 или 28,57% | 1 балл |
| 6. Рассчитаны массовые доли газов:  m(смеси) = 26,4 + 2,4+ 8,4= 37,2 г  (СО2) = 26,4 г/37,2 г = 0,7097 или 70,97 %;  (CH4) = 2,4 г/37,2 г = 0,0645 или 6,45%;  (CO) = 8,4 г/37,2 г = 0,2258 или 22,58% | 1 балл |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **10 баллов** |

**Задание 10-4 (**5 ***баллов*)**

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

CH3-CH2-CH2Br → X1 CH3COOK X2 →

→ CH≡CH X3

При выполнении задания используйте структурные формулы веществ. Укажите условия протекания реакций.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| Шкалой оценивания данного задания является число верно составленных реакций: | 5 баллов  (1 балл за каждое уравнение) |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| **Максимальный балл за задание** | **5 баллов** |

**Задание 10-5 *(10 баллов)***

Теплотой образования вещества называется тепловой эффект образования 1 моль его из соответствующих простых веществ при определённых условиях. Однако, осуществить подобные превращения напрямую не всегда представляется возможным. Гораздо проще провести реакцию горения вещества и определить ее тепловой эффект в калориметре. Например, при сгорании 100 мл пропана в избытке кислорода выделяется 9911 Дж тепла, а при сгорании 10 г *н-*октана в тех же условиях выделяется 480 кДж тепла.

1) Составьте термохимические уравнения горения пропана и *н*-октана.

2) Вычислите теплоты образования пропана и *н-*октана в кДж/моль, если теплоты образования Н2О и СО2 равны 286 кДж/моль и 394 кДж/моль соответственно (тепловые эффекты приведены для стандартной температуры 250С, первоначальный объем пропана измерен при н.у.).

3) Дайте объяснение различий в величинах теплоты образования пропана и *н-*октана.

(*Справка. Согласно закону Гесса, тепловой эффект химической реакции рассчитывают как разность между суммами теплот образования продуктов и теплот образования реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов.*)

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. Вычислены теплоты сгорания 1 моль пропана и *н-*октана (по 1 баллу).  Теплота сгорания 1 моль пропана:  Q1 = 9911×22,4/0,1 = 2220064 Дж/моль = 2220,064 кДж/моль ≈ ≈ 2220 кДж/моль  Теплота сгорания 1 моля *н-*октана (М(С8Н18) = 114 г/моль):  Q2 = 480 × 114 / 10 = 5472 кДж/моль | 2 балла |
| 2. Составлены термохимические уравнения реакций горения (*по 1 баллу за каждое уравнение*).  Пропан горит по уравнению:  С3Н8(г) + 5О2(г) = 3СО2(г) + 4Н2О(ж) + 2220 кДж (1)  Уравнение сгорания *н-*октана  С8Н18(г) + 12,5О2(г) = 8СО2(г) + 9Н2О(ж) + 5472 кДж (2) | 2 балла |
| 3. Рассчитана теплота образования пропана.  Тепловой эффект рассчитывают как разность между теплотами образования продуктов и реагентов с учетом коэффициентов, т.е. для реакции (1):  Qреакции 1 = 3Qобразов(СО2) + 4Qобразов(Н2О) - Qобразов(С3Н8), отсюда  Qобразов(С3Н8) = 3Q(СО2) + 4Q(Н2О) – Qреакции 1  Qобразов(С3Н8) = 3 ∙ 394 + 4 ∙ 286 – 2220 = 106 кДж/моль | 2 балла |
| 4. Рассчитана теплота образования *н-*октана.  Аналогично, исходя из уравнения сгорания *н-*октана (2), вычислим теплоту образования *н-*октана:  Qобразов(С8Н18) = 8Qобразов(СО2) + 9Qобразов(Н2О) – Qреакции 2  Qобразов(С8Н18) = 8 × 394 + 9 × 286 – 5472 = 254 кДж/моль | 2 балла |
| 5. Объяснено, почему теплоты образования молекул пропана и *н-*октана имеют разные значения.  В пропане 2 связи С–С и 8 связей С–Н, в то время как в молекуле *н-*октана - 7 связей С–С и 18 связей С–Н, что обусловливает различие в теплотах образования молекул пропана и *н-*октана. | 2 балл |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| **Максимальный балл за задание** | **10 баллов** |

**Экспериментальное задание 10 класс**

**(10 баллов)**

Для проведения эксперимента предложены следующие реактивы: растворы азотной кислоты, нитратов железа (II) и (III), сульфата бария, гидроксида натрия, соляная кислота.

Требуется получить раствор хлорида железа (III) в результате проведения двух последовательных реакций. Выберите необходимые для этого реактивы из числа тех, что вам предложены.

Составьте схему превращений, в результате которых можно получить указанное вещество. Запишите уравнения двух реакций. Для реакции ионного обмена составьте полное и сокращенное ионные уравнения.

Проведите реакции в соответствии составленной схемой превращений.

Опишите изменения, происходящие с веществами в ходе проведенных реакций.

Сделайте вывод о химических свойствах веществ (кислотных, основных, окислительно-восстановительных), участвующих в реакции, и классификационных признаках реакции.

*Реактивы:* склянки срастворами азотной кислоты, нитратов железа (II) и (III), сульфата бария, гидроксида натрия, соляной кислоты, колба с дистиллированной водой.

*Оборудование:* штатив для пробирок, пробирки.

***Система оценивания:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  *(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)* | **Баллы** |
| 1. Составлена схема эксперимента:  Fe(NO3)2 → Fe(OH)3 →FeCl3  или NaOH → Fe(OH)3 →FeCl3 | 1 балл |
| 2. Cоставлены уравнения 2-х реакций:  Fe(NO3)2 + 3NaOH → Fe(OH)3↓ + 3NaNO3 (1)  Fe(OH)3↓ + 3HCl → FeCl3 + 3H2O (2) | 2 балл |
| 3. Cоставлены полные и сокращенные ионные уравнения:  Fe3+ +3NO3- + 3Na+ + 3OH- → Fe(OH)3↓ + 3Na+ + 3NO3-  Fe3+ + 3OH- → Fe(OH)3↓  Fe(OH)3↓ + 3H+ + 3Cl- → Fe3+ + 3Cl- + 3H2O  Fe(OH)3↓ + 3H+ → Fe3+ + 3H2O | 2 балла |
| 4. Проведены реакции в соответствии с составленной схемой, и описаны изменения, происходящие с веществами в ходе проведения реакций:  *1 реакция:* образуется осадок бурого цвета;  *2 реакция:* бурый осадок растворяется и образуется раствор бурого цвета. | 2 балл |
| 5. Сделан вывод о химических свойствах веществ участвующих в реакции, и классификационных признаках реакции.  *1 реакция:* реакция ионного обмена между растворимой средней солью и щелочью за счет образования осадка.  *2 реакция:* реакция ионного обмена между амфотерным гидроксидом и кислотой, протекающая с образованием слабого электролита – воды. | 2 балла |
| 6. При проведении эксперимента полностью соблюдались все правила отбора реактивов и проведения химических реакций | 1 балл |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 баллов |
| **Максимальный балл за задание** | **10 баллов** |

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