**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии**

**Ханты-Мансийский автономный округ – Югра**

**2020–2021 учебный год**

**10 класс**

***Задача 1.* Химические реакции в органической химии (25 баллов)**

При нагревании безводной натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты X с безводным гидроксидом натрия выделяется бесцветный газ Y, не имеющий запаха:

ь

При пропускании выделившегося газа Y через мыльную воду образуются мыльные пузыри, поднимающиеся в атмосфере воздуха вверх, при контакте с зажженной лучиной, газ со взрывом (с хлопком) сгорает с бесцветным пламенем. В результате реакции образуется газ Z. Газ Z при взаимодействии с известковой водой образует осадок белого цвета. Газ Y не обесцвечивает бромную воду.

При продолжительном пропускании электрического разряда через закрытую колбу, заполненную газом Y, регистрируется давление в 1 атм. и в колбе появляются черные хлопья, а после ее остывания до первоначальной температуры в колбе регистрируется давление в 2 атм.

Y  черные хлопья + 2H2

Смесь газа Y с газообразным хлором окрашивается в цвет хлора (зеленоватый цвет) и в стеклянном сосуде при отсутствии прямых солнечных лучей в течение нескольких часов обесцвечивается. При этом влажная лакмусовая бумага, опущенная в колбу, сначала не меняет свой цвет, но в течение нескольких часов постепенно приобретает красную окраску, а на внутренних стенках сосуда появляются капельки бесцветной жидкости, которая не смешивается с водой, но легко растворяется в гексане.

В тоже время, смесь газа с газообразным хлором, находящаяся в стеклянном сосуде под воздействием прямых солнечных лучей, взрывается с образованием хлопьев сажи. При этом образовавшиеся газообразные продукты взрыва окрашивают влажную лакмусовую бумагу в красный цвет.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
|  | При нагревании безводной натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты с безводным гидроксидом натрия выделяется бесцветный газ, не имеющий запаха. Это CH4 метан | 3 балла |
|  | 2CH3COONa (безвод.) + 2NaOH + нагревание = CH4 + Na2CO3 | 2 балла |
|  | При контакте мыльного пузыря в атмосфере воздуха с зажженной лучиной газ со взрывом (с хлопком) сгорает с бесцветным пламенем.  CH4 + 2O2 + искра = CO2 + 2H2O | 3 балла |
|  | Качественной реакцией на углекислый газ является реакция его взаимодействия с известковой водой (молоком), т.е. с гидроксидом кальция, в которой образуется осадок белого цвета – карбонат кальция:  CO2 + Ca(OH)2 = CaCO3 ↓ + H2O | 2 балла |
|  | При продолжительном пропускании электрического разряда через закрытую колбу, заполненную газом, регистрируется давление в 1 атм. и в колбе появляются черные хлопья, а после ее остывания до первоначальной температуры в колбе регистрируется давление в 2 атм.  CH4  C + 2H2 | 5 баллов |
|  | Смесь газа с газообразным хлором окрашивается в цвет хлора (зеленоватый цвет) и в стеклянном сосуде при отсутствии прямых солнечных лучей в течение нескольких часов обесцвечивается. При этом влажная лакмусовая бумага в газообразной смеси сначала не меняет свой цвет, но в течение нескольких часов постепенно приобретает красную окраску, а на внутренних стенках сосуда появляются капельки бесцветной жидкости, которая не смешивается с водой, но легко растворяется в гексане.  CH4 + Cl2 = CH3Cl + HCl  CH3Cl + Cl2 = CH2Cl2 + HCl  CH2Cl2 + Cl2 = CHCl3 + HCl  CHCl3 + Cl2 = CCl4 + HCl | 5 баллов |
|  | В тоже время, смесь газа с газообразным хлором, находящаяся в стеклянном сосуде под воздействием прямых солнечных лучей, взрывается с образованием хлопьев сажи. При этом образовавшиеся газообразные продукты взрыва окрашивают влажную лакмусовую бумагу в красный цвет.  CH4 + 2Cl2 + = C + 4HCl | 5 баллов |

**Задание 2. Расчетная задача, газы, смеси (10 баллов)**

При анализе состава газовой смеси был получен следующий состав (в %об.): водород - 93; азот - 5; метан - 1; аргон - 1. Для осуществления производственного процесса в газовой атмосфере данную смесь необходимо смешать с азотом так, чтобы объемное соотношение водорода и азота в приготовленной смеси стало равным 2/1. Сколько м3 азота потребуется для смешения со 100 м3 исходной смеси? Каким станет состав смеси после дополнения её азотом? Давление и температура газов принять постоянными.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
|  | Судя по составу исходной смеси в ней, содержится водорода и азота соответственно | 2 балла |
|  | Для выполнения условия соотношения объемом водорода и азота, содержание азота  В смеси уже есть , следовательно, 46,5-5 = 41,5м3 | 2 балла |
|  | Общий объем смеси будет 100+41,5 = 141,5м3 | 2 балла |
|  | В этом объеме смеси содержится: водород - 93; азот – 46,5; метан - 1; аргон - 1.  В (в %об.): | 4 балла |

**Задание 3. Анализ органических соединений. Изомерия (15 баллов)**

Выведите в общем виде формулу углеводорода, молекула которого содержит n атомов углерода, d двойных связей, t тройных связей и с циклов. Покажите, что молекула любого углеводорода содержит четное число атомов водорода. Выведите общие формулы: а) алкенов, б) алкинов, с) производных бензола, содержащих ациклические насыщенные боковые цепи.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | Теоретически такой углеводород можно получить из алкана CnH2n+2, молекула которого содержит n атомов углерода, путем отщепления 2d+4t+2c атомов водорода (для образования двойной связи надо отщепить 2 атома водорода, для образования тройной связи – 4 атома водорода, для замыкания цикла – 2 атома водорода). Следовательно, формулу углеводорода, молекула которого содержит n атомов углерода, d двойных связей, t тройных связей и с циклов можно записать так:  CnH2n+2-2d-4t-2c | 5 баллов |
| 2 | Из общей формулы CnH2n+2-2d-4t-2c вытекает, что молекула любого углеводорода содержит четное число атомов водорода | 5 баллов |
| 3 | Применим полученную формула для вывода общих формул:  а) алкенов d =1, t = 0 и с =0; CnH2n  б) алкинов d =0, t = 1 и с =0; CnH2n-2  с) производных бензола, содержащих ациклические насыщенные боковые цепи d =3, t = 0 и с =1; CnH2n-6 (n≥6) | 5 баллов |

**Задание 4. Реакции неорганических веществ (10 баллов)**

В своих «Летописях» Тит Ливий упоминает матерчатые шнуры, один конец которых был покрыт негашеной известью и серой. При смачивании водой эти шнуры воспламенялись. Что такое негашеная известь, приведите её формулу? Напишите реакции, происходящие в момент смачивания водой шнуров? Как вы объясните принцип действия «зажигательных шнуров», напишите реакцию?

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1. | Негашеной известью белое кристаллическое вещество, формула CaO. | 2 балла |
| 2. | При смачивании шнуров водой происходит сильноэкзотермическая реакция:  CaO+H2O=Ca(OH)2 | 2 балла |
| 3. | Если количество воды не превышает количества, необходимого для протекания этой реакции, то выделяющееся тепло расходуется на нагревание серы, которая плавится и самовозгорается на воздухе. | 3 балла |
| 4. | S+O2=SO2 | 2 балла |
| 5. | Загоревшаяся сера поджигает органические ткани шнура. | 1 балл |

**Задание 5. Качественные задачи (10 баллов)**

Как используя только фенолфталеин определить содержимое пробирок с водой, едким кали, азотной кислотой? Дайте тривиальное название азотной кислоты?

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | Едкий кали – это гидроксид калия КOH | 1 балл |
| 2 | Фенолфталеин окрашивается в малиновый цвет в растворе щелочи – после добавления к аликвотам, отобранным из каждой пробирки, определяем КOH | 3 балла |
| 3 | К пробе содержащей КOH (окрашенной в малиновый цвет) добавляем аликвоту HNO3. Происходит обесцвечивание раствора в результате протекания реакции нейтрализации  КOH + HNO3 = КNO3+H2O | 3 балла |
| 4 | К пробе содержащей КOH (окрашенной в малиновый цвет) добавляем аликвоту H2O. Окраска раствора остается без изменений. | 2 балла |
| 5 | HNO3 – селитряной спирт | 1 балл |

**Задание 6. Задачи на материальный баланс (10 баллов)**

Найдите массовую долю серной кислоты в растворе, в котором содержится одинаковое число атомов водорода и кислорода.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | n(H)=n(O)  Пусть на 1 моль H2SO4 приходится 1 моль H2O, тогда  т.е. 1 моль H2SO4 приходится 2 моль H2O | 5 баллов |
| 2 |  | 5 баллов |

**Задание 7. Смеси (20 баллов)**

Для нейтрализации смеси муравьиной и уксусной кислот массой 8,3 г потребовался раствор NaOH с массовой долей 15% массой 40 г. Определить массовую долю уксусной кислоты в смеси.

Какова структурная формула муравьиной и уксусной кислот? Назовите и напишите функциональную группу кислот. Где в природе встречаются эти кислоты? Объясните ее название.

Система оценивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Элементы решения | Баллы |
| 1 | mNaOH = 0,15 · 40 = 6 (г) | 1 балл |
| 2 | хHCOOH + yCH3COOH + (x+y)NaOH → xHCOONa + yCH3COONa  46 г/моль 60 г/моль 40 г/моль | 2 балла |
| 3 | Составим систему уравнений  46х + 60y = 8,3 (г)  40 (x+y) = 6 (г)  Отсюда х = 0,05, y = 0,10 | 5 баллов |
| 4 | m1(HCOOH) = 0,05 · 46 = 2,3 (г)  ω1==0,28 или 28% | 3 балла |
| 5 | m2(CH3COOH) = 0,10 · 60 = 6 (г)  ω2= = 0,72 или 72% | 3 балла |
| 6 | HCOOH = 28%; CH3COOH = 72% | 2 балла |
| 7 | HCOOH; CH3COOH | 1 балл |
| –COOH карбоксильная | 1 балл |
| Муравьиная кислота встречается в пчелином яде, в крапиве и хвое. Присутствует в некоторых плодах и ягодах. Муравьиной эта кислота названа Джоном Рэйем, который получил ее в 1670 году из муравьев. | 1 балл |
| Уксусная кислота известна была еще древним грекам. Отсюда и ее название: "оксос" - кислое, кислый вкус. Уксусная кислота - это простейший вид органических кислот, которые являются неотъемлемой частью растительных и животных жиров. В небольших концентрациях она присутствует в продуктах питания и напитках и участвует в метаболических процессах при созревании фруктов. Уксусная кислота встречается в клеточном соке растений, в выделениях животных, образуется при окислении органических веществ. | 1 балл |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **Итого** |
| **Максимальное**  **кол-во баллов** | 25 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 20 | 100 |