**2017 год**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный этап**

**11 класс**

**Решения к заданиям**

**Задание 1. Соль из воздуха**

Какую соль, состоящую из трех химических элементов, можно получить из воздуха?

1. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения.
2. Какие свойства этой соли нашли применение в сельском хозяйстве?
3. При нагревании соль разлагается сообразованием всего 2 продуктов. один их которых – несолеобразующий оксид. Приведите уравнение реакции. Для чего можно использовать данный оксид? (10 баллов)

|  |  |
| --- | --- |
| **Решение** | **Баллы** |
| Воздух состоит из азота, кислорода, воды и углекислого газа. Из этих веществ можно получить нитрат аммония NH4NO3 |  |
| Возможны разные варианты синтеза. | Любой разумный вариант- 5 баллов |
| 2Н2О = Н2+О2 электролиз воды | 1 балл |
| 3Н2+ N2 = 2NН3  нагревание при повышенном давлении в присутствии катализатора | 1 балл |
| 4NН3 +5О2  =4NО + 6Н2О каталитическое окисление | 1 балл |
| 4NО + 2Н2О+3О2  = 4Н NО3 | 1 балл |
| Н NО3 + NН3 = NН4 NО3 | 1 балл |
| Нитрат аммония применяется в качестве азотного удобрения в сельском хозяйстве | 1 балл |
| При нагревании нитрат аммония разлагается с образованием веселящего газа:  NН4 NО3  = N2О + 2Н2О | 1 балл |
| Применение веселящего газа: | Любой разумный вариант- 1 балл, всего 3 балла |
| Широкое распространение вещество получило в стоматологии и гинекологии. При правильно подобранных пропорциях и в сочетании с кислородом веселящий газ хорошо обезболивает, снимает нервное напряжение. Эти свойства необходимы при лечении, удалении и протезировании зубов, а также при активной родовой деятельности. | 1 балл |
| В пищевой промышленности его используют в качестве пропеллента для создания пены при изготовлении взбитых сливок, кремов, пастилы для тортов. | 1 балл |
| Газ служит упаковочным газом, предотвращающим порчу продукта. | 1 балл |
| **Всего 10 баллов** | |

**Задание 2.** При щелочном гидролизе сложного эфира были выделены 28,8 г натриевой соли бензойной кислоты и неизвестный спирт. Его сожгли, и продукты сгорания пропустили через трубку, заполненную безводным сульфатом меди (ΙΙ), который при этом увеличил свою массу на 14,4 г и изменил цвет. Установите структурную формулу и количество исходного сложного эфира, если известно, что образующий его предельный одноатомный спирт окисляется (без изменения скелета) с образованием вещества, вытесняющего углекислый газ из водного раствора гидрокарбоната натрия. (12 баллов)

|  |  |
| --- | --- |
| **Решение**  (допускаются другие формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1) Поскольку сложный эфир образован бензойной кислотой С6Н5СООН и предельным одноатомным спиртом CnH2n+1OH, его формула: С6Н5СООСnН2n+1. | 1 балл |
| 2) Уравнение щелочного гидролиза эфира  С6Н5СООСnН2n+1 + NaOH → С6Н5СООNa + CnH2n+1OH  (1 уравнение) | 1 балл |
| 3) Уравнение сгорания образовавшегося спирта  CnH2n+1OH + О2 → nСО2 + (n + 1)Н2О (2 уравнение) | 1 балл |
| 4) Пары воды, образующиеся в результате сгорания, при пропускании через трубку с безводным CuSO4 поглощаются, так как CuSO4 образует с водой кристаллогидрат синего цвета:  CuSO4 + 5Н2О → CuSO4\*5Н2О (3 уравнение) | 1 балл |
| 5) Увеличение массы сульфата меди на 14,4 г означает, что им поглощена вода массой m(Н2О) = 14,4 г, что соответствует количеству воды | 1 балл  1 балл |
| 6) Рассчитаем количество натриевой соли бензойной кислоты образовавшейся в ходе реакции (1): | 1 балл |
| 7) По уравнению (2) составим пропорцию и решим её  при сгорании 1моль спирта образуется (n + 1) моль воды (по уравнению)  при сгорании 0,2 моль спирта – 0,8 моль воды (по условию)  тогда  n = 3 | 1 балл |
| 8) Молекулярная формула спирта: С3Н7ОН | 1 балл |
| 9) По условию задачи этот спирт окисляется без изменения скелета с образованием вещества, вытесняющего СО2 из раствора NaHCO3. Таким веществом может быть кислота, которая получается при окислении только первичного спирта: СН3 – СН2 – СН2 – ОН. | 1 балл |
| 10) Сложный эфир имеет структурную формулу:  С6Н5 – СО – О – СН2 – СН2 – СН3 – пропилбензоат | 1 балл |
| **Всего 12 баллов** | |

**Задание 3**. Медные и серебряные изделия на воздухе темнеют. Воздух - сложная смесь газов, состоящая из азота, кислорода, есть углекислый газ, пары воды и небольшая примесь сероводорода. Они вызывают образование на поверхности медных изделий веществ **А** и **В**. На поверхности серебряных изделий образуется тонкий слой вещества **С**. Вещество **В** и **С** - соли одной и той же кислоты. Чтобы удалить черноту, поверхность медного изделия протирают тампоном, смоченным в нашатырном спирте - 5% растворе аммиака. Для чистки серебряного изделия его заливают горячим водным раствором карбоната натрия, добавляют гранулы цинка и выдерживают несколько часов.

1. Определите вещества **А**, **В** и **С**, которые вызывают почернение медных и серебряных изделий.

2. Составьте уравнения реакций образования веществ **А**, **В** и **С.**

3. Напишите уравнения реакций очистки медных и серебряных изделий.

4. Рассчитайте объем 5% -ного раствора аммиака (плотность 977 г/л), который необходим для химического растворения 0,05 кг вещества **А**.

5. Сколько граммов цинка потребуется для «химического отбеливания» 40 см3 поверхности серебряных изделий, если содержание вещества **С** составляет 0,02 г/см3? (16 баллов)

|  |  |
| --- | --- |
| **Решение**  (допускаются другие формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| Вещество **А** - CuO - оксид меди (II); | 1 балл |
| вещество **В** - CuS - сульфид меди (II); | 1 балл |
| вещество **С** - Ag2S- сульфид серебра. | 1 балл |
| Уравнения образования веществ **А**, **В** и **С:**  2Cu + O2→ 2CuO | 1 балл |
| 2Cu + 2H2S + O2→2CuS +2H2O | 1 балл |
| 2Ag + 2H2S + O2→2Ag2S +2H2O | 1 балл |
| Уравнения реакций очистки медных изделий:  CuO +4NH3 + H2O → [Cu(NH3)4](OH)2 (уравнение 1) | 2 балла |
| Уравнения реакций очистки серебряных изделий  Ag2S + Zn + 3Na2CO3 +4 H2O→ 4Ag + Na2[Zn(OH)4] + NaHS +3NaHCO3  (уравнение 2) | 2 балла |
| Количество оксида меди (II) и аммиака:  n(CuO) = 50г/80 г/моль = 0,625 моль;  по уравнению 1: n(NH3) = 4n(CuO) = 4·0,625 моль= 2,5 моль | 1 балл |
| 5) Найдем массу аммиака, массу раствора и объем аммиака:  m(NH3) = 17г/моль·2,5 моль = 42,5 г;  mр (NH3) = 42,5 г : 0,05 = 850 г;  Vр (NH3) = 850 г : 977 г/л = 0,870 л | 2 балла |
| 6) Рассчитаем массу серебряного изделия:  m(Ag) = 0,02 г/см3 40 см3 = 0,8 г | 1 балл |
| 7) Найдем количество вещества сульфида серебра и цинка:  n(Ag2S) = 0,8 г : 248 г/моль =0,003 моль;  по уравнению 2n (Zn) =(Ag2S) = 0,003 моль | 1 балл |
| 8) Найдем массу цинка:  m(Zn) =0,003 моль 65 г/моль = 0,195 г | 1 балл |
| **16 баллов** | |

**Задание 4.** В вашем распоряжении имеются склянки без этикеток с растворами бромида цинка и гидроксида натрия и две пробирки. Как, не используя дополнительных реактивов, распознать эти вещества? Напишите уравнения происходящих реакций в молекулярном и ионном видах.

**(7 баллов)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Решение** | Баллы |
| Для определения растворов необходимо к небольшому количеству одного из растворов (раствор 1) медленно прилить избыток второго раствора (раствор 2). | 1 балл |
| Если при этом происходит выпадение студенистого осадка, то щелочь в недостатке. | 1 балл |
| Значит, раствор 1 – раствор щелочи, раствор 2 –раствор бромида цинка. | 1 балл |
| ZnBr2 + 2 NaOH → Zn(OH)2↓ + 2NaBr  Zn 2+  + 2Br- + 2 Na+ + 2 OH-  → Zn(OH)2↓ + 2Na + + 2Br-  Zn 2+  + 2 OH-  → Zn(OH)2↓ | 1 балл |
| Если же первоначально выпавший осадок исчезает, то щелочь находится в избытке. | 1 балл |
| Значит, раствор 2 –раствор щелочи, а раствор 1 – раствор бромида цинка. | 1 балл |
| Zn(OH)2↓ + 2 NaOH → Na2 [Zn(OH)4]  Zn(OH)2↓ + 2 Na +  + 2OH- → 2Na+  + [Zn(OH)4]-  Zn(OH)2↓ + 2OH- → [Zn(OH)4]- | 1 балл |
| **Всего 7 баллов** | |

**Задание 5. Реальный эксперимент**

**Выполните опыты, используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование**

При добавлении в охлажденный раствор соли желтого цвета, окрашивающей пламя в фиолетовый цвет, разбавленной соляной кислоты окраска изменилась на оранжево-красную. После нейтрализации раствора концентрированной щелочью цвет раствора вернулся к первоначальному. При добавлении в полученный раствор хлорида бария выпадает осадок желтого цвета. Осадок отфильтровали и в фильтрат добавили раствор нитрата серебра. Установите, какое вещество находилось в пробирке. Напишите уравнения четырех реакций в молекулярной и ионной форме.

**Решение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Описание задачи (условие задачи) | Решение задачи (ответ) | Описание опыта |
| При добавлении в охлажденный раствор соли желтого цвета, окрашивающей пламя в фиолетовый цвет, разбавленной соляной кислоты окраска изменилась на оранжево-красную. | 2K2CrO4 + 2HCl = K2Cr2O7 + 2KCl + H2O | В стакан налить холодной воды, поместить туда пробирку с раствором хромата калия (2 мл) для охлаждения. После охлаждения к раствору соли добавить раствор соляной кислоты (2 мл). |
| После нейтрализации раствора концентрированной щелочью цвет раствора вернулся к первоначальному. | K2Cr2O7+ 2KOH = 2K2CrO4 + H2O | Добавить к полученному раствору бихромата калия концентрированный раствор щелочи (1 мл). |
| При добавлении в полученный раствор хлорида бария выпадает осадок желтого цвета. | K2CrO4 + BaCl2 = BaCrO4↓ + 2KCl | Добавить к полученному раствору хромата калия 1 мл раствора хлорида бария. |
| Осадок отфильтровали и в фильтрат добавили раствор нитрата серебра. | KCl + AgNO3 = KNO3 +AgCl↓ | Отфильтровать осадок хромата бария в чистую пробирку, и добавить в фильтрат 1 мл раствора нитрата серебра. Наблюдать образование белого осадка хлорида серебра |
| Реактивы | Оборудование | Рисунок прибора |
| Хромат калия (раствор)  Соляная кислота (раствор)  Гидроксид калия (концентрированный раствор)  Хлорид бария (раствор)  Нитрат серебра (раствор) | Стакан 150 мл  Пробирки в штативе – 2 штуки  Штатив лабораторный  Фильтр, воронка | Опыты в пробирке или стакане |

**Оценивание:**

За установление формул веществ – 2 балла (по 1 баллу за каждое вещество)

За уравнения реакций в молекулярной форме – 4 балла (по 1 баллу за каждое уравнение)

За уравнения реакций в ионной форме – 4 балла (по 1 баллу за каждое уравнение)

За выполнение опытов - 4 балла (по 1 баллу за каждый опыт)

За соблюдение техники безопасности и порядка на рабочем месте -1 балл

**Всего 15 баллов.**

**Максимальное количество баллов: 60.**