**Олимпиада школьников Московской области по химии – 2016 год.**

**Экспериментальный тур**

**10 класс**

Решение экспериментального тура

Справка:

Молярная масса тетрабората натрия: М(Na2B4O7⋅10H2O) = 381,37 г/моль

Молярная масса эквивалента тетрабората натрия: M(1/2Na2B4O7⋅10H2O) = 190,68 г/моль

Молярная масса безводного тетрабората натрия М(Na2B4O7) = 201,37 г/моль

*Методика выполнения работы*

• Бюретку промыть и заполнить раствором соляной кислоты.

• Мерную пипетку ополоснуть раствором тетрабората натрия. С помощью мерной пипетки перенести в коническую колбу для титрования 10,0 (или 15,0) мл раствора тетрабората натрия, добавить одну или две капли индикатора метилового оранжевого и оттитровать раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора из желтой в оранжевую (возможен чуть розоватый оттенок). Титруют не менее 3-х раз. Результаты титрований не должны отличаться друг от друга более чем на 0,10 (0,02) мл. Находят среднее значение объема титранта.

По результатам анализа проводят вычисления.

При титровании с метиловым оранжевым удобно пользоваться раствором - свидетелем, т.е. раствором, который имеет окраску, до которой следует титровать исследуемый раствор. Для приготовления раствора-свидетеля в коническую колбу для титрования вместимостью 100 мл вносят ~ 20 или 30 мл дистиллированной воды, одну или две капли метилового оранжевого и 2-3 капли раствора соляной кислоты из бюретки до появления оранжевой окраски раствора.

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Раствор № 1- соляная кислота: молярная концентрация С = 0,10 моль/л |
| 2 | В результате реакции тетрабората натрия с соляной кислотойобразуются соль NaCl, которая гидролизу не подвергается, и, слабая ортоборная кислота придающая раствору слабо-кислую реакцию (рН < 7). Поэтому правильный выбор - индикатор метиловый оранжевый, который меняет окраску в слабо-кислой среде. |
| 3 | Уравнение реакции: Na2B4O7 + 2HCl + 5H2O = 4H3BO3 + 2NaCl |
| 4 | Вычисление среднего объема HCl, затраченного на титрование 10,0 мл раствора тетрабората натрия: *(HCl)* = (V1 + V2 + V3):3. Цифра должна содержать 2 знака после запятой. |
| 5 | Далее вычисления могут быть различными: через молярную или эквивалентную концентрацию тетрабората натрия или через количество вещества. Пример расчета:  При титровании 10 мл раствора тетрабората натрия: n(HCl) = (HCl)∙C(HCl)∙10-3, где (HCl) – средний объем соляной кислоты, затраченный не титрование, мл;  C(HCl) – молярная концентрация, моль/л;  10-3 – переводной коэффициент из мл в л: n(HCl) = 10 мл ∙0,1 моль/л∙10-3 = 0,001 моль;  По уравнению реакции: n(HCl) = ½ n(Na2B4O7).  В 10 мл раствора содержится n(Na2B4O7) = 0,0005 моль.  В 1 л раствора: n(Na2B4O7)∙100 = 0,0005∙100 = 0,05 моль |
| 6 | Масса безводного тетрабората натрия в 1 л раствора:m(Na2B4O7) = М(Na2B4O7)∙n(Na2B4O7) = 201,37∙0,05 = 10,067 г. Ответ должен содержать 3 знака после запятой. |
| 7 | Вычисление формулы кристаллогидрата: m(Н2О) = m(навески) – m(Na2B4O7) = 19,069 - 10,067 = 9,00 г.  n(Н2О) = m(Н2О) :М(Н2О) = 9,00 : 18 = 0,5  n(Н2О): n(Na2B4O7) = 0,5 : 0,05 = 10 : 1. |
| 8 | Ответ 1: формула кристаллогидрата соли тетрабората натрия Na2B4O7⋅10H2O, ***x*** = 10 |
| 9 | Ответ 2: другим способом определения кристаллизационной воды в кристаллогидрате тетрабората натрия может быть гравиметрическое определение: навеску соли высушивают при температуре > 100˚С (172˚С) до постоянной массы, и по разности определяют содержание кристаллизационной воды. |
|  |  |

***Система оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Вычисление молярной концентрация соляная кислоты | 2 |
| 2. | Выбор метилового оранжевого в качестве индикатора | 2 |
| 3. | Уравнение реакции | 2 |
| 4. | Экспериментальное определение среднего объема HCl, затраченного на титрование 10,0 мл раствора тетрабората натрия | 2 |
| 5. | Расчет массы безводного тетрабората натрия, содержащегося в 1 л раствора  Максимальный балл за относительную погрешность ≤ 2%, при б*о*льших ошибках снижать по одному баллу за каждые следующие 2%. | 15 |
| 6. | Вычисление формулы кристаллогидрата | 5 |
| 7. | Ответ на теоретический вопрос | 2 |
|  | ***ИТОГО:*** | 30 баллов |
|  |  |  |