

Муниципальный этап олимпиады школьников Московской области по
химии

2019 – 2020 уч. год.

Решение и критерии оценивания
Экспериментальный тур, 10 класс

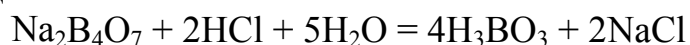
Справка:

Молярная масса тетрабората натрия: $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,37$ г/моль

Молярная масса эквивалента тетрабората натрия: $M(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 190,68$ г/моль.

1. Раствор № 1- соляная кислота: молярная концентрация $C = 0,10$ моль/л.

2. Уравнение реакции:



NaCl с $0,10$ М соляной кислотой не взаимодействует, что дает возможность определить массовые доли $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и NaCl в смеси.

3. В результате реакции тетрабората натрия с соляной кислотой образуется слабая ортоборная кислота, придающая раствору слабокислую реакцию ($\text{pH} < 7$). Соль NaCl гидролизу не подвергается. Поэтому следует использовать индикатор метиловый оранжевый, который меняет окраску в слабокислой среде.

4. Методика определения

Бюретку промыть и заполнить раствором соляной кислоты.

Мерную пипетку ополоснуть раствором контрольной задачи. С помощью мерной пипетки перенести в коническую колбу для титрования $10,00$ мл раствора контрольной задачи, 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). Титрование повторяют не менее 3-х раз. Результаты титрований не должны отличаться друг от друга более чем на $0,10$ ($0,20$) мл.

Находят среднее значение объема титранта:

$$\bar{V}(\text{HCl}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}, \text{ мл}$$

Цифра должна содержать 2 знака после запятой.

При титровании с метиловым оранжевым удобно (но не обязательно) 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 $100 - 150$ 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.

5. Вычисления:

Молярная концентрация тетрабората натрия (моль/л) в контрольной задаче:

$$C(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot \bar{V}(\text{HCl})}{2V(\text{контр. задачи})},$$

где $V(\text{контр. задачи})$ – объём контрольной задачи (объём мерной пипетки), взятый для анализа.

Масса $m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ (г), содержащаяся в 0,1 л (100 мл) контрольной задачи:

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = C(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot V,$$

где $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,37$ г/моль - молярная масса тетрабората натрия, V – объём контрольной задачи, 0,1 л.

6. Массовые доли:

$$\omega(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{m(\text{навески})} 100\%,$$

$$\omega(\text{NaCl}) = 100\% - \omega(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}).$$

Система оценивания:

| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Вычисление молярной концентрации соляной кислоты | 2 |
| 2. | Выбор метилового оранжевого в качестве индикатора | 2 |
| 3. | Уравнение реакции | 2 |
| 4. | Указание на отсутствие взаимодействия хлорида натрия с соляной кислотой. | 1 |
| 5. | Методика определения | 4 |
| 6. | Экспериментальное определение среднего объема HCl, затраченного на титрование 10,0 мл раствора контрольной задачи | 2 |
| 7. | Расчет массы $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, содержащейся 0,1 л раствора Максимальный балл за относительную погрешность $\leq 2\%$, при больших ошибках снижать по одному баллу за каждые следующие 2%. | 14 |
| 8. | Вычисление массовых долей* $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и NaCl | 3 |
| | *Проверяется умение решать задачи такого типа, при вычислении массовых долей компонентов смеси ответ вычисляется по массам, определенным участником экспериментального тура. | |
| | ИТОГО: | 30 баллов |