

Лабораторная работа № 2. Стандартизация раствора соляной кислоты по тетраборату натрия

Цель работы: Установить точную концентрацию раствора соляной кислоты по стандартному раствору тетрабората натрия.

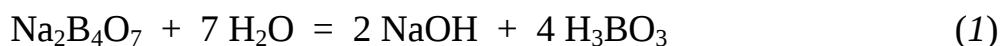
Теоретическая часть

Обычно на практике чаще всего применяют объемный метод установки титра, так как они не уступают по точности весовому и не требуют для своего выполнения много труда и времени.

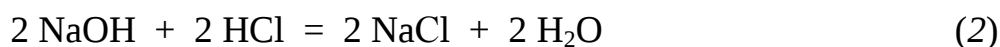
Объемные способы установки титра основаны на титровании кислотой титрованных растворов установочных веществ, обладающих основными свойствами.

В качестве установочного вещества для стандартизации раствора HCl наиболее удобен тетраборат натрия.

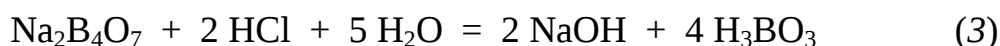
Водный раствор тетрабората натрия имеет сильно щелочную реакцию. При гидролизе соли образуется слабая борная кислота и сильное основание (гидролиз соли по аниону):



В результате титрования происходит кислотно-основная реакция:



Таким образом титрование кислотой тетрабората натрия можно представить следующей суммарной реакцией:



Для правильного выбора индикатора в данном случае необходимо провести анализ суммарной реакции, и рассчитать pH раствора в точке эквивалентности. Как видно из реакции (3) в точке эквивалентности в растворе находится смесь, состоящая из соли нейтральной (негидрализующейся) соли NaCl и слабой борной кислоты H_3BO_3 . Следовательно, величина pH будет определяться присутствием слабой кислоты ($pK'_{(\text{H}_3\text{BO}_3)} = 9,24$).

Без учета разбавления раствора при титровании 0,1 Н тетрабората натрия pH в точке эквивалентности рассчитывается по формуле:

$$pH = \frac{1}{2} pK'_{\text{H}_3\text{BO}_3} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{H}_3\text{BO}_3}$$

$$pH = \frac{9,24}{2} - \frac{1}{2} \lg 10^{-1} = 5,12$$

Из таблицы важнейших кислотно-основных индикаторов [Лурье Ю.Ю. *Справочник по аналитической химии*] видно, что для фиксирования точки эквивалентности лучше всего подойдет индикатор метиловый красный с показателем титрования $pT = 5,5$.

Можно титровать и с метиловым оранжевым, так как $pT = 4,0$ не выходит за пределы скачка pH на кривой титрования.

Выполнение работы:

Посуда:

- мерная колба объемом 100 мл;
- бюретка для титрования объемом 25 мл;
- пипетка Мора объемом 10 мл;
- колба для титрования.

Реактивы:

- стандартный раствор тетрабората натрия, 0,1 моль-экв/л
- раствор соляной кислоты (~ 0,1 моль-экв/л);
- индикатор метиловый-оранжевый
- дистиллированная вода.

1. Подготовить бюретку к работе.

Бюретку промывают дистиллированной водой, а затем ополаскивают 2 раза небольшим количеством приготовленного раствора HCl . Наполняют бюретку соляной кислотой, удаляют пузырьки воздуха и устанавливают уровень жидкости на нуле по нижнему краю мениска.

2. Приготовить анализируемый раствор.

В чистую коническую колбу переносят пипеткой 10,0 мл приготовленного стандартного раствора $Na_2B_4O_7$, предварительно ополоснув пипетку этим же раствором. К раствору тетрабората натрия добавляют 1-2 капли (*не больше!*) индикатора метилового-оранжевого.

3. Титрование раствора тетрабората натрия соляной кислотой.

Колбу с раствором $Na_2B_4O_7$ ставят под бюретку и по каплям приливают из бюретки раствор HCl , непрерывно перемешивая жидкость плавными круговыми движениями колбы. Необходимо уловить момент, когда от одной капли соляной кислоты первоначально чисто-желтый раствор приобретает чуть розоватый оттенок, устойчивый в течение 30 с. По окончании титрования отсчитывают по шкале бюретки объем израсходованной на титрование кислоты с точностью до 0,1 мл. Результаты титрования записывают в таблицу экспериментальных данных.

4. Аналогичным образом проводят второе и последующее титрование. Титрование проводят до 3-х сходимых результатов. Сходимыми считаются результаты, которые отличаются друг от друга не более, чем на 0,1 мл.

5. Рассчитывают средний объем раствора соляной кислоты, пошедший на титрование ($\bar{V}$, мл), молярную концентрацию эквивалента и титр раствора.

6. При написании вывода по лабораторной работе необходимо отразить:

- какой метод титриметрического анализа изучили (в зависимости от типа химической реакции, лежащей в основе титрования);
- какой способ отбора пробы для анализа и способ выполнения титрования использовали;
- какой индикатор использовали и почему.

<i>Исходные данные</i>	<i>Расчеты</i>
$C_H(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0,1$ моль экв/л $V_a(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 10,0$ мл $C_H(\text{HCl})_{\text{разб}} \approx 0,1$ моль экв/л $V_1(\text{HCl}) =$ $V_2(\text{HCl}) =$ $V_3(\text{HCl}) =$ $M_3(\text{HCl}) = 36,5$ г/моль экв	$\bar{V} = \frac{V_1 + V_1 + V_3}{3} \text{ (мл)}$ $C_{H(\text{HCl})} = \frac{(C_H \cdot V)_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7}}{\bar{V}_{(\text{HCl})}} \text{ (моль экв/л)}$ $T_{\text{HCl}} = \frac{(C_H \cdot M_{\text{экв}})_{\text{HCl}}}{1000} \text{ (г/мл)}$

Вопросы к лабораторной работе:

1. Дайте определения: титриметрический анализ, титрование, титрант или рабочий раствор, титруемое вещество или аналит, индикатор.
2. Какой закон лежит в основе расчетов в титриметрическом анализе?
3. Какую химическую посуду используют в титриметрическом анализе?
4. Приведите классификацию методов титриметрии по типу химической реакции.
5. Перечислите требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии.
6. Укажите способы приготовления растворов? Первичные стандарты и требования к ним, вторичные стандарты.
7. Какие способы отбора пробы и способы выполнения титрования используют в титриметрическом анализе?
8. Объясните различие между терминами «точка эквивалентности» и «конечная точка титрования».
9. Каким способом можно зафиксировать конечную точку титрования? Что такое интервал перехода индикатора?
10. Какие виды погрешностей присутствуют в титриметрическом анализе? Как можно уменьшить погрешность титрования?