

## Лабораторная работа №1 А. Приготовление раствора соляной кислоты

**Цель работы:** Приготовить 300 мл ~ 0,1 моль-экв/л раствора соляной кислоты из концентрированной соляной кислоты ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ).

### **Теоретическая часть**

В методе кислотно-основного титрования, для титрования оснований или солей, гидролизующихся по аниону, необходимо иметь стандартный раствор кислоты. Чаще всего применяют соляную кислоту, так как соляная кислота является сильной кислотой и почти все ее соли хорошо растворимы в воде.

В тех случаях, когда приходится нагревать или кипятить растворы, лучше брать серную или хлорную кислоты.

Соляная кислота не удовлетворяет требованиям для первичных стандартов поэтому проводят стандартизацию разбавленного раствора кислоты приблизительной концентрации по первичному стандартному веществу.

Обычно разбавленные растворы соляной кислоты приблизительной концентрации готовят разбавлением рассчитанного количества концентрированной соляной кислоты известной концентрации в дистиллированной воде. Затем устанавливают точную концентрацию полученного раствора.

Для выполнения предусмотренных планом лабораторных работ по методу кислотно-основного титрования требуется около 250 мл стандартного раствора соляной кислоты, поэтому все вычисления необходимо произвести из расчета приготовления 300 мл 0,1 моль-экв/л раствора соляной кислоты.

### **Выполнение работы:**

#### **Посуда:**

- мерный цилиндр, объемом 20-25 мл;
- стеклянная бутылка, объемом 300 мл (для хранения приготовленного раствора соляной кислоты).

#### **Реактивы:**

- концентрированная соляная кислота ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ );
- дистиллированная вода.

1. Рассчитывают объем концентрированной соляной кислоты ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ), необходимый для приготовления 300 мл ~ 0,1 моль-экв/л раствора.

Для расчета пользуются таблицей плотностей и концентраций растворов кислот [Лурье Ю.Ю. *Справочник по аналитической химии*]. Находят, что раствор соляной кислоты плотностью  $1,16 \text{ г/см}^3$  содержит ~ 32 %  $\text{HCl}$  и соответствует молярной концентрации, приблизительно равной 10 моль/л (10 моль-экв/л,  $f = 1$ ). Объем концентрированной соляной кислоты рассчитывают из математического выражения закона сохранения количества вещества:

$$(C_{\text{H}} \cdot V)_{\text{конц}} = (C_{\text{H}} \cdot V)_{\text{разб}}$$

$C_{\text{H(конц)}}$ ,  $C_{\text{H(разб)}}$ ,  $V_{\text{(конц)}}$ ,  $V_{\text{(разб)}}$  – молярные концентрации эквивалентов и объемы концентрированного и разбавленного растворов

2. Отмеряют рассчитанный объем концентрированной соляной кислоты при помощи мерного цилиндра, смешивают с дистиллированной водой в стеклянной бутылке, объемом 300 мл, приливая кислоту к воде.

4. Закрывают бутылку пробкой и маркируют (~ 0,1 моль-экв/л HCl, ФИО, № группы, дата).

5. Полученный раствор тщательно перемешивают.

<i>Исходные данные</i>	<i>Расчеты</i>
$\rho(\text{HCl})_{\text{конц}} = 1,16 \text{ г/см}^3$ $C_{\text{H}}(\text{HCl})_{\text{конц}} \approx 10 \text{ моль/л}$ $C_{\text{H}}(\text{HCl})_{\text{разб}} \approx 0,1 \text{ моль/л}$ $V(\text{HCl})_{\text{разб}} = 300 \text{ мл}$	$V_{\text{конц}(\text{HCl})} = \frac{(C_{\text{H}} \cdot V)_{\text{разб}(\text{HCl})}}{C_{\text{Hконц}(\text{HCl})}} \text{ (мл)}$

## Лабораторная работа №1 Б. Приготовление стандартного раствора тетрабората натрия

### **Цель работы:**

*Вариант 1.* Приготовить 100,0 мл стандартного раствора тетрабората натрия по точной навеске  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

*Вариант 2.* Приготовить 1000,0 мл стандартного раствора тетрабората натрия из фиксанала  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

### **Теоретическая часть**

В качестве стандартного вещества для стандартизации раствора соляной кислоты наиболее удобен тетраборат натрия (бура). Данное вещество относится к установочным, тк удовлетворяет всем требованиям для первичных стандартов.

Путем перекристаллизации при 60°C и высушивания на воздухе эту соль легко получить химически чистой, точно соответствующей формуле  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Это вещество достаточно устойчиво в широких пределах влажности воздуха, его молярная масса эквивалента имеет большую величину.

### **Выполнение работы.**

#### *Посуда:*

- аналитические весы;
- контейнер для взвешивания;
- мерная колба объемом 100 мл (1000 мл);
- воронка;
- боек с крестовидным утолщением, простой боек;
- капельная пипетка.

#### *Реактивы:*

- реактив (фиксанал)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , не меньше марки х.ч.
- горячая дистиллированная вода (плохая растворимость тетрабората натрия в холодной воде).

*Вариант 1.*

1. Рассчитывают навеску буры, необходимую для приготовления 100,0 мл 0,1 моль-экв/л раствора.

2. Брать на аналитических весах вычисленное количество буры не имеет смысла, так как это займет много времени.

Поступают следующим образом.

- буру насыпают в контейнер в количестве, близком к вычисленной навеске,
- взвешивают точно контейнер с бурой ( $m_1$ ),
- буру пересыпают через сухую воронку в чистую мерную колбу емкостью 100,0 мл, а
- контейнер с оставшимися крупинками буры вновь точно взвешивают ( $m_2$ ).
- навеска буры при этом получается как разность двух точных взвешиваний ( $m_2 - m_1$ ).

3. Струей горячей воды из промывалки тщательно смывают крупинки соли из воронки в колбу.

4. Добавляют еще столько горячей воды в колбу, чтобы она была заполнена на  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  объема, вынимают воронку и, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями, растворяют тетраборат натрия.

5. Раствор охлаждают до комнатной температуры и разбавляют его до метки дистиллированной водой. Под конец воду добавляют по каплям пипеткой до тех пор, пока нижний край мениска не окажется на уровне метки.

6. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, много раз переворачивая и встряхивая колбу, предварительно закрыв ее пробкой.

7. Вычисляют титр (*рассчитывают до четвертой значащей цифры*) и молярную концентрацию эквивалента раствора тетрабората натрия.

<i>Исходные данные</i>	<i>Расчеты</i>
$M_{\text{Э}} (\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 190,72 \text{ г/моль экв}$ $V_{\text{к}} = 100,0 \text{ мл}$ $m \text{ (совка)} =$ $m_1 \text{ (совка с бурой)} =$ $m_2 \text{ (совка после ссыпания буры)} =$ $m_{\text{пр. (буры)}} =$	$m_{\text{теор. (буры)}} = \frac{V \cdot C_{\text{н}} \cdot M_{\text{Э}}}{1000} \text{ (г)}$ $m_{\text{пр}} = (m_2 - m_1) \text{ (г)}$ $T = \frac{m_{\text{пр. (буры)}}}{V_{\text{к}}} \text{ (г/мл)}$ $C_{\text{н}} = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{Э}}} \text{ (моль экв/л)}$

*Вариант 2.*

1. Ампулу ополаскивают дистиллированной водой и поступают следующим образом:

- в химическую воронку помещают коротким боек с крестовидным утолщением острым концом вверх.
- воронку вставляют в горло мерной колбы вместимостью 1000 мл.
- дно ампулы разбивают осторожным ударом об острый конец бойка, после чего пробивают вторым бойком верхнее углубление ампулы.
- содержимое ампулы тщательно вымывают струей горячей воды из промывалки в мерную колбу.

2. Струей горячей воды из промывалки тщательно смывают крупинки соли из воронки в колбу.

3. Добавляют еще столько горячей воды в колбу, чтобы она была заполнена на  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  объема, вынимают воронку и, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями, растворяют тетраборат натрия.

4. Раствор охлаждают до комнатной температуры и разбавляют его до метки дистиллированной водой. Под конец воду добавляют по каплям пипеткой до тех пор, пока нижний край мениска не окажется на уровне метки.

5. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, много раз переворачивая и встряхивая колбу, предварительно закрыв ее пробкой.

6. Вычисляют титр (*рассчитывают до четвертой значащей цифры*) и молярную концентрацию эквивалента раствора тетрабората натрия.

<i>Исходные данные</i>	<i>Расчеты</i>
$M_{\text{Э}} (\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 190,72 \text{ г/моль экв}$ $V_{\text{к}} = 1000,0 \text{ мл}$	$T = \frac{m_{\text{пр. (бур)}}}{V_{\text{к}}} \text{ (г/мл)}$ $C_{\text{Н}} = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{Э}}} \text{ (моль экв/л)}$