

## Лабораторная работа № 5

### СВОЙСТВА S — МЕТАЛЛОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

#### Цель работы -

*Основные понятия.* S-металлы расположены в I и II группах периодической системы, на внешнем энергетическом уровне имеют соответственно один ( $ns^1$ ) или два ( $ns^2$ ) электрона.

Металлы IA группы Li, Na, K, Rb, Cs, Fr проявляют высокую химическую активность, являются сильными восстановителями, в соединениях проявляют постоянную степень окисления +1. Соли щелочных металлов растворимы в воде, гидролизу по катиону не подвергаются.

Металлы IIA группы Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra менее активны, в соединениях проявляют постоянную степень окисления +2. Подгруппу Ca, Sr, Ba называют щелочноземельными металлами. Оксиды и гидроксиды бериллия проявляют амфотерные свойства. Соли бериллия и магния подвергаются гидролизу по катиону.

Соли кальция и магния, присутствующие в природной воде преимущественно в виде гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов, обуславливают *жесткость воды*.

В соответствии с ГОСТ Р52029-2003 жесткость выражается в градусах жесткости ( $^{\circ}\text{Ж}$ ). Один градус жесткости соответствует содержанию в 1 м<sup>3</sup> воды  $\frac{1}{2}$  моля или 1 моля эквивалентов щелочноземельного металла, т.е. определяется молярной концентрацией эквивалентов ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде (моль/м<sup>3</sup> или ммоль/л).

Различают *жесткость общую, карбонатную* (временную, или устранимую) и *некарбонатную* (постоянную, или неустраняемую).

Концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде, эквивалентная содержанию иона  $\text{HCO}_3^-$ , определяет *карбонатную жесткость*  $J_{\text{карб}}$  ВОДЫ.

Концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде, эквивалентная содержанию других анионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и т.д.), определяет *некарбонатную жесткость*  $J_{\text{некарб}}$  ВОДЫ.

*Общая жесткость* определяется суммой карбонатной и некарбонатной жесткостей.

Для определения жесткости воды применяют титриметрические методы.

Жесткость воды рассчитывают на основании закона эквивалентов:  $C_{\text{ЭКВ } 1} \cdot V_1 = C_{\text{ЭКВ } 2} \cdot V_2$  (см. лабораторную работу «Определение концентрации раствора методом кислотно-основного титрования»).

## Практическая часть

### Опыт 1. Окрашивание пламени солями щелочных и щелочноземельных металлов Реагенты:

соли s-металлов

Соль - , окраска пламени горелки -

Соль - , окраска пламени горелки -

Соль - , окраска пламени горелки -

Соль - , окраска пламени горелки -

Соль - , окраска пламени горелки -

Соль - , окраска пламени горелки -

**Вывод:** (указать порядок величины энергии ионизации атомов s-элементов и ее изменение в группе)

### Опыт 2. Гидролиз солей щелочных металлов.

Реагенты: соли -  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ , дистиллированная вода, лакмус

**Наблюдения** (указать начальную окраску индикатора и ее изменение в результате гидролиза):

$\text{NaCl}$  -

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  -

$\text{Na}_3\text{PO}_4$  -

$\text{MgCl}_2$  -

**Уравнения реакции гидролиза соли** (в молекулярной и ионно-молекулярной формах):

**Вывод:** (указать, какие соли s-элементов подвергаются гидролизу, тип гидролиза — по аниону, по катиону)

### Опыт 3. Определение карбонатной жесткости воды.

Метод определения: кислотно-основное титрование

Проба: холодная водопроводная вода

Титрант: 0,05 н. раствор кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $\text{HCl}$ )

Индикатор: метиловый оранжевый (указать начальную окраску индикатора):

Окраска индикатора при достижении точки эквивалентности:

Таблица 1. Результаты измерений и расчетов

| № опыта | $V_{H_2O}$<br>мл | $C_{\text{экв титранта}}$ ,<br>моль/л | $h_n$ ,<br>мл | $h_k$ ,<br>мл | $V_{\text{титранта}}$ ,<br>мл | $V_{\text{титр. ср}}$<br>мл | $J_{\text{карб}}$ , ммоль /л |
|---------|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1       |                  | 0,05                                  |               |               |                               |                             |                              |
| 2       |                  | 0,05                                  |               |               |                               |                             |                              |

Расчеты:  $J_{\text{карб}} = \frac{C_{\text{экв титр}} \cdot V_{\text{титр}}}{V_{H_2O}} 1000 \text{ [ммоль/л]}$

**Опыт 4. Определение общей жесткости воды.**

Метод определения: комплексонометрическое титрование

Проба: холодная водопроводная вода

Титрант: 0,05н. раствор трилона Б

Индикатор: эриохром черный (указать начальную окраску индикатора):

Окраска индикатора при достижении точки эквивалентности:

Таблица 2. Результаты измерений и расчетов

| № опыта | $V_{H_2O}$<br>мл | $C_{\text{экв титранта}}$ ,<br>моль/л | $h_n$ ,<br>мл | $h_k$ ,<br>мл | $V_{\text{титранта}}$ ,<br>мл | $V_{\text{титр. ср}}$<br>мл | $J_{\text{общ}}$ ,<br>ммоль/л | $J_{\text{пост}}$ ,<br>ммоль /л |
|---------|------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1       |                  | 0,05                                  |               |               |                               |                             |                               |                                 |
| 2       |                  | 0,05                                  |               |               |                               |                             |                               |                                 |

Расчеты:  $J_{\text{общ}} = \frac{C_{\text{экв титр}} \cdot V_{\text{титр}}}{V_{H_2O}} 1000 \text{ [ммоль/л]}$ ;  $J_{\text{некарб}} = J_{\text{общ}} - J_{\text{карб}}$

Выводы: (указываются характеристики жесткости воды, отмечается класс жесткости воды: мягкая, средней жесткости, жесткая)