



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум  
Лабораторная работа  
Определение щелочности воды**



## Лабораторная работа Определение щелочности воды

Щелочность обусловлена присутствием в воде веществ, содержащих гидроксо-анион, а также веществ, реагирующих с сильными кислотами (соляной, серной). К таким соединениям относятся:

1) сильные щелочи (KOH, NaOH) и летучие основания (например,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), а также анионы, обуславливающие высокую щелочность в результате гидролиза в водном растворе при  $\text{pH} > 8,4$  ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  и др.);

2) слабые основания и анионы летучих и нелетучих слабых кислот ( $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{HS}^-$ , анионы гуминовых кислот и др.).

Щелочность пробы воды измеряется в г-экв/дм<sup>3</sup> или мг-экв/дм<sup>3</sup> и определяется количеством сильной кислоты (обычно используют соляную кислоту с концентрацией 0,05 или 0,1 моль/ дм<sup>3</sup>), израсходованной на нейтрализацию раствора. При нейтрализации до значений  $\text{pH} = 8,0 - 8,2$  в качестве индикатора используют фенолфталеин. Определяемая таким образом величина называется *свободной щелочностью*. При нейтрализации до значений  $\text{pH}$ , равных 4,2–4,5, в качестве индикатора используют метиловый оранжевый. Определяемая таким образом величина называется *общей щелочностью*. При  $\text{pH} = 4,5$  проба воды имеет нулевую щелочность.

Соединения первой группы из приведенных выше определяются по фенолфталеину, второй – по метилоранжу. Щелочность природной воды обусловлена присутствием в ней щелочных и щелочно-земельных металлов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , связанных со слабыми кислотами, в первую очередь с углекислотой. Щелочность природных вод в силу их контакта с атмосферным воздухом и известняками обусловлена, главным образом, содержанием в них *гидрокарбонатов и карбонатов*, которые вносят значительный вклад в минерализацию воды.

Из ионов щелочных металлов в природных водах в наибольших количествах находится натрий, в меньших калий. Количество калия обычно составляет около 4–10% от содержания Na. Основным катионом маломинерализованных вод является кальций. С ростом минерализации воды его относительное содержание быстро уменьшается и возрастает относительная концентрация магния. Так, если в слабоминерализованных водах гидрокарбонатного класса соотношение  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  колеблется от 4 : 1 до 2 : 1, то в водах с общей минерализацией до 1 г/ дм<sup>3</sup> отношение  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  доходит до 1:1.

Щелочность определяют путем титрования испытуемой воды раствором соляной кислоты в присутствии метилоранжа до полной нейтрализации в ней карбонатов и бикарбонатов.

**Реактивы.** Соляная кислота (0,1 М раствор). Берут 8,2 см<sup>3</sup> концентрированной химически чистой соляной кислоты (уд. вес 1,19), помещают в мерную колбу и до-



вводят объем содержимого колбы дистиллированной водой до  $1 \text{ дм}^3$ . Стандартизируют приготовленный раствор соляной кислоты по буре.  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствор соляной кислоты можно приготовить из фиксанала, содержащего точную навеску соляной кислоты, необходимую для его приготовления. Метилоранж ( $0,1\%$ -ный раствор).  $0,1 \text{ г}$  метилоранжа растворяют в  $100 \text{ см}^3$  дистиллированной воды.

**Выполнение анализа.** Для анализа берут точно  $100 \text{ см}^3$  исследуемой воды, к пробе прибавляют 3–4 капли метилоранжа и титруют  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствором соляной кислоты до перехода окраски из желтой в слабо-розовую. Для точного улавливания перехода окраски ставят рядом контрольную колбу с той же водой и метилоранжем. Изменение окраски происходит несколько раньше полного перехода всех бикарбонатов в хлористые соли за счет появления свободной углекислоты, которая влияет на метилоранж тем больше, чем выше щелочность воды. Число миллилитров  $0,1 \text{ М}$  раствора соляной кислоты, идущих на титрование  $100 \text{ см}^3$  исследуемой воды, и есть щелочность, выраженная в миллиграмм-эквивалентах.

**Вычисления.** Щелочность воды рассчитывают по формуле

$$\text{щелочность} = \text{П} \cdot \text{К} \cdot 1,04 \text{ мг-экв},$$

где П – количество  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование  $100 \text{ см}^3$  исследуемой воды,  $\text{см}^3$ ; К – коэффициент поправки для соляной кислоты; 1,04 – поправочный коэффициент на влияние углекислоты.

Аналогично щелочности иногда, главным образом при анализе сточных и технологических вод, определяют кислотность воды.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии: учеб. пособие / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 296 с.
2. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. А. М. Никаноров. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
3. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: уч. для вузов/ Ю.А. Ершов и др. 6-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2007. – 560 с.
4. Привезенцев Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству.- М.: Высшая школа, 1982. – 258 с.

### Дополнительная:

5. Баранов И. В. Основы биопродукционной гидрохимии. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 277 с.
6. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси. Минск, 2004. . – 78 с.
7. Зенин А. А., Белоусова И. В. Гидрохимический словарь/ Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 240 с.
8. Логинов В.Ф., Волчек А.А. Водный баланс речных водосборов Беларуси. Минск: Тонпик, 2006. . – 146 с.
9. Логинов В.Ф. Управление гидрометеорологическими данными. Минск: БГУ, 2002. . – 38 с.
10. Прожорина Т.И. Практикум по курсу "Гидрохимия". Ч.1: Учебно-методическое пособие. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. - 27 с.
11. Прожорина Т.И. Экологическая гидрохимия: Методические указания к лабораторному практикуму. Часть 2. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2007. - 20 с.
12. Слесарев В. И. Химия: основы химии живого: учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
13. Федоров А.А. и др. Методы химического анализа объектов природной среды/ А.А. Федоров, Г.З. Казиев, Г.Д.Казаков. – М.: КолосС, 2008. – 118 с.
14. [www.waterandecology.ru](http://www.waterandecology.ru)

### Справочники:

15. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р, Лидина. – М.: КолосС, 2008. – 480 с.
16. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии/ Ю. Ю. Лурье. – М.:Химия, 1971. – 454 с.
17. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 392 с.

### Составители

**Поддубная** Ольга Владимировна  
**Ковалева** Ирина Владимировна