

**Л.Ф. Попова**

# **ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

## **Лабораторный практикум по аналитической химии**

Издание второе

Учебное пособие

Архангельск

2013

Учебное пособие написано в соответствии с программами курсов «Аналитическая химия» и «Качественный анализ» для студентов 2-го курса отделений химия, химия с дополнительной специальностью биология, биология с дополнительной специальностью химия института естественных наук и биомедицины САФУ имени М.В. Ломоносова в качестве практикума для подготовки и выполнения лабораторных работ по аналитической химии (химические методы анализа). В работе представлены конкретные методики проведения аналитических исследований по изучению качественного и количественного состава неорганических соединений и отдельных классов органических соединений. Предложенные вопросы для самоконтроля позволяют закрепить, расширить и углубить знания студентов.

Пособие предназначено для студентов химических специальностей вузов, может быть использовано учителями и учащимися гимназий, лицеев и школ с углубленным изучением химии.

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Аналитическая химия – это раздел химической науки, разрабатывающий на основе фундаментальных законов химии и физики принципиальные методы и приемы качественного и количественного анализа атомного, молекулярного и фазового состава вещества.*

Методы аналитической химии позволяют отвечать на вопросы о том, из чего состоит вещество, какие компоненты входят в его состав. Современная аналитическая химия включает в себя два основных раздела: *качественный анализ* – обнаружение элементов, ионов, функциональных групп, индивидуальных соединений в анализируемом объекте; *количественный анализ* – определение количественного содержания отдельных составных частей в исследуемом веществе.

Аналитическая химия относится к прикладным наукам, однако, практическое значение ее весьма огромно и разнообразно. Значение аналитической химии определяется как уровнем развития общества, общественной потребностью в результатах анализа, так и уровнем развития самой аналитической химии. Любой аналитик должен хорошо знать теоретические основы химии и в совершенстве владеть умениями и навыками проведения качественного и количественного анализа как неорганических, так и органических соединений. Поэтому задачей курса аналитической химии является закрепление и углубление знаний по общей и неорганической химии, выработка умений и навыков в обращении с химической посудой, реактивами, приборами.

При проведении большинства аналитических исследований сначала определяют качественный, а затем количественный состав анализируемого объекта. При этом широко используются различные *методы определения*. По характеру измеряемого свойства или по способу регистрации соответствующего сигнала методы определения делятся на физические, физико-химические, химические и биологические.

*Химические методы* анализа базируются на химических реакциях, которые называются *аналитическими*. Они сопровождаются *аналитическим сигналом, или эффектом*, зависящим от природы вещества и его содержания в анализируемой пробе. Химические вещества, применяемые для проведения аналитических реакций, называются *реагентами*.

Данное учебное пособие представляет собой лабораторный практикум, включающий в себя два больших раздела: «*Качественный анализ*» и «*Количественный анализ*». Оно содержит сведения об основных химических методах качественного и количественного анализа. В нем даны конкретные методики проведения аналитических исследований по определению качественного и количественного состава чистых химических соединений, искусственных смесей и природных объектов.

**Примечание:** Далее в тексте лабораторного практикума “\*” будут отмечены дополнительные опыты, не обязательные к исполнению студентами.

## РАЗДЕЛ 1. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

*Качественный анализ* сводится к определению отдельных ионов – катионов и анионов, так как при изучении состава неорганических соединений чаще всего приходится иметь дело с водными растворами кислот, солей и оснований. Эти вещества являются электролитами и в водных растворах диссоциируют на ионы. Ионы делят на аналитические группы. Наиболее распространенной классификацией катионов является *кислотно-основная классификация*. Она основана на различной растворимости хлоридов, сульфатов и гидроксидов. Групповыми реагентами являются серная и соляная кислоты, щелочи и водный раствор аммиака. По данной классификации все катионы делятся на шесть аналитических групп (см. табл. 1).

Таблица 1

Группа	Катионы	Групповой реагент
Первая	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+, \text{Li}^+$	Отсутствует
Вторая	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}, \text{W (VI)}$	2N HCl
Третья	$\text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}$	2N $\text{H}_2\text{SO}_4$
Четвертая	$\text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Sn (II, IV)}, \text{As (III, V)}, \text{V (V)}, \text{Mo (VI)}$	2N NaOH, избыток
Пятая	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sb (III, V)}, \text{Ti (IV)}, \text{Zr (IV)}$	2N NaOH
Шестая	$\text{Cu}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$	2N $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , избыток

Классификация анионов более простая. Она основана на различной растворимости солей серебра и бария. По данной классификации все анионы делятся на три аналитические группы (см. табл. 2).

Таблица 2

Группа	Анионы	Групповой реагент
Первая	$\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{SiO}_3^{2-}, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ или $\text{BO}_2^-$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$	$\text{BaCl}_2$ или $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
Вторая	$\text{S}^{2-}, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{BrO}_3^-, \text{I}^-, \text{IO}_3^-, \text{SCN}^-$	$\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3$
Третья	$\text{NO}_3^-, \text{NO}_2^-, \text{CH}_3\text{COO}^-$	Отсутствует