

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова  
Университетский колледж

**С.Г. Сибриков**

# **ОСНОВЫ аналитической ХИМИИ**

*Учебное пособие*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов университетского колледжа,  
обучающихся по специальности Охрана окружающей среды  
и рациональное использование природных ресурсов*

Ярославль 2006

УДК 541.3  
ББК Г4я73  
С 34

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2006 года*

Рецензенты

И.Г. Абрамов, д-р хим. наук, проф.,  
зав. кафедрой общей и физической химии ЯГТУ;  
кафедра бионеорганической и биофизической химии ЯГМА

**Сибриков, С.Г.** Основы аналитической химии : учеб-  
ное пособие / С.Г. Сибриков ; Яросл. гос. ун-т. – Яро-  
славль : ЯрГУ, 2006. – 146 с.  
ISBN 5-8397-0458-X

Учебное пособие предназначено для студентов II курса  
университетского колледжа, обучающихся по специаль-  
ности 280201 Охрана окружающей среды и рациональное  
использование природных ресурсов (дисциплина «Анали-  
тическая химия», блок ОПД).

УДК 541.3  
ББК Г4я73

ISBN 5-8397-0458-X

© Ярославский  
государственный  
университет, 2006  
© С.Г. Сибриков, 2006

# 1. Введение

## 1.1 Основные понятия аналитической химии

**Аналитическая химия**, или **аналитика**, – это раздел химической науки, разрабатывающий на основе законов химии и физики методы и приемы качественного и количественного анализа атомного, молекулярного и фазового состава вещества. Наряду с данным определением науки используют другое определение, предложенное в 1993 г. на VIII Европейской конференции по аналитической химии: "**Аналитическая химия** – это научная дисциплина, которая развивает и применяет методы, средства и общую методологию получения информации о составе и природе вещества".

**Анализ вещества** – это получение опытным путем данных о химическом составе вещества любыми методами: физическими, химическими, физико-химическими.

Различают метод и методику анализа. **Метод анализа** вещества – это краткое определение принципов, положенных в основу анализа. **Методика анализа** – подробное описание всех условий и операций, которые обеспечивают регламентированные характеристики анализа. **Характеристики** – это, прежде всего, правильность и воспроизводимость результатов анализа. **Правильность** анализа отражает близость к нулю систематической погрешности результатов; **воспроизводимость** показывает степень близости друг к другу результатов отдельных измерений или определений при анализе каждой пробы.

**Качественный химический анализ** – это определение (открытие) химических элементов, атомов, ионов, атомных групп, молекул в анализируемом веществе. Качественный химический анализ включает в себя **дробный** и **систематический** виды анализа. **Дробный анализ** – обнаружение иона или вещества в анализируемой пробе с помощью специфического реагента в присутствии всех остальных компонентов пробы. **Систематический ана-**

лиз предусматривает разделение анализируемых ионов по аналитическим группам с последующим обнаружением каждого иона в своей группе.

**Количественный химический анализ** – это определение количественного состава вещества, т.е. установление количества химических элементов, ионов, атомов, атомных групп, молекул в веществе. В качественном анализе используют термин "открытие", в количественном – "определение".

**Физико-химические методы анализа** (инструментальные методы) – это методы, основанные на использовании зависимости между измеряемыми физическими свойствами вещества и его качественным и количественным составом. Эти методы основаны на применении физико-химических приборов.

**Элементный анализ** – это качественный и количественный химический анализ, в результате которого определяют, какие химические элементы и в каком количестве входят в состав вещества.

**Функциональный анализ** – открытие и определение различных функциональных групп: аминогруппы –  $\text{NH}_2$ , гидроксильной группы –  $\text{OH}$ , карбоксильной –  $\text{COOH}$  и других.

**Молекулярный анализ** – открытие молекул и определение молекулярного состава, т.е. выяснение того, из каких молекул и в каком количественном соотношении состоит данный анализируемый объект.

**Фазовый анализ** – открытие и определение различных фаз (твердых, жидких, газообразных), которые входят в данную систему.

По величине навески анализируемой пробы методы анализа подразделяют на следующие: макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро- и субмикроанализ (табл. 1.1).

**Капельный анализ** – анализ, основанный на изучении продуктов реакции, образующихся при смешивании одной капли реагента с одной каплей исследуемого раствора. Капельный анализ проводят на поверхности стеклянной, фарфоровой пластинки или на фильтровальной бумаге.

Таблица 1.1

**Характеристика методов анализа по величине навески**

Метод анализа	Масса навески, г	Объем пробы, мл
Макроанализ (грамм-метод)	1,0 – 10,0	10,0 – 100,0
Полумикроанализ (сантиграмм-метод)	0,05 – 0,5	1,0 – 10,0
Микроанализ (миллиграмм-метод)	$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{-1} - 10^{-4}$
Ультрамикроанализ (микрограмм-метод)	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$
Субмикроанализ (нанограмм-метод)	$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{-7} - 10^{-10}$

## 1.2 Аналитические признаки веществ и аналитические реакции

**Аналитический признак** – такое свойство анализируемого вещества или продуктов его превращения, которое позволяет судить о наличии в нем тех или иных компонентов. Характерные аналитические признаки: цвет, запах, угол вращения плоскости поляризации света, радиоактивность, способность к взаимодействию с электромагнитным излучением.

**Аналитическая реакция** – химическое превращение исследуемого вещества при действии аналитического реагента с образованием продуктов с заметными аналитическими признаками. В качестве аналитических реакций чаще всего используют следующие реакции: образование окрашенных соединений, выпадение или растворение осадков, выделение газообразных веществ, образование кристаллов характерной формы, окрашивание пламени, образование соединений, люминесцирующих в растворах. Рассмотрим несколько примеров.

**1. Образование окрашенных соединений.** Катионы меди  $\text{Cu}^{2+}$  в водных растворах при взаимодействии с аммиаком образуют растворимый комплекс  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  яркого сине-голубого цвета. С помощью реакции солей меди (II) с раствором аммиака