

# Аналитическая химия

Ю.Я. Харитонов

---

АНАЛИТИЧЕСКАЯ  
ХИМИЯ

---

АНАЛИТИКА

1

Общие теоретические основы  
Качественный анализ

 ВЫСШАЯ ШКОЛА

Ю.Я. Харитонов

---

АНАЛИТИЧЕСКАЯ  
ХИМИЯ

---

АНАЛИТИКА

2

Количественный анализ  
Физико-химические (инструментальные)  
методы анализа

 ВЫСШАЯ ШКОЛА

- Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429341.html>
- Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429419.html>

Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева

# ПРИМЕРЫ И ЗАДАЧИ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие



Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»

Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева

# АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ПРАКТИКУМ

Учебное пособие



Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»

## Консультант студента

- Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009.  
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970413852.html>
- Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.  
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970432723.html>
- Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. -  
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970421994.html>

Аналитическая служба — это сервисная система, обеспечивающая конкретный анализ определенного объекта с использованием методов, рекомендуемых аналитической химией.

Аналитическая химия — это наука об определении химического состава веществ и отчасти их химического строения.

Методы аналитической химии позволяют отвечать на вопрос о том, из чего состоит вещество, какие компоненты входят в его состав и в каком количестве. Иногда можно оценить пространственное расположение этих компонентов.



Про аналитическую химию говорят, что это наука о методах и средствах химического анализа и в известной мере установления химического строения. Под средствами подразумеваются приборы, реактивы, стандартные образцы, компьютерные программы и т.д.



Под химическим анализом понимается совокупность действий, имеющих своей целью получение информации о химическом составе объекта. В зависимости от поставленной задачи, выделяют элементный, фазовый, молекулярный анализ и т.д.

Под методом анализа понимается достаточно универсальный и теоретически обоснованный способ определения состава безотносительно к определяемому компоненту и к анализируемому объекту.

Когда говорят о методе анализа, то имеют в виду принцип, положенный в его основу, количественное выражение связи между составом и каким-либо измеряемым свойством, отработанные приемы осуществления, устройства для практической реализации и способы обработки результатов измерений.

Методика анализа – подробное описание анализа данного объекта с использованием выбранного метода.

«Методика спектрофотометрического  
определения левомицетина в таблетках  
левомицетина»

Метод - спектрофотометрия

Объект – таблетки левомицетина

Анализируемый компонент - левомицетин

## «Гравиметрический метод анализа»

В основу гравиметрического метода анализа положено определение массы соединения, содержащего определяемый компонент.

В методику гравиметрического определения компонента входят: описание условий осаждения этого малорастворимого соединения, способ отделения осадка от раствора, перевод осажденного вещества в удобную для взвешивания форму и т.д.

В методику вводят также описание операций отбора пробы и подготовки ее к анализу, например, растворение образца в подходящем растворителе и устранение влияния веществ, мешающих определению.



# Классификации методов аналитической химии

- \* Классификация по видам анализа
- \* Классификация, основанная на масштабе работы, объеме или массе пробы
- \* Классификация, основанная на природе обнаруживаемых частиц.

## Классификация по видам анализа:

- Качественный анализ и количественный анализ
- Деструктивный анализ и недеструктивный анализ
- Валовый анализ и локальный анализ
- Контактный анализ и дистанционный анализ

# Качественный и количественный анализ

Качественный анализ неорганических веществ основан на обнаружении катионов и анионов, путем проведения дробного или систематического анализа.

В дробном анализе катионы и анионы обнаруживаются специфическими реагентами в присутствии всех остальных компонентов анализируемой пробы.

Систематический анализ предусматривает разделение смеси анализируемых ионов на аналитические группы с последующим обнаружением каждого иона внутри выделенной группы.

## Классификации катионов по группам:

- сульфидная (сероводородная)
- аммиачно-фосфатная
- кислотнo-основная.

## Классификация анионов по группам основана:

- на способности к образованию малорастворимых соединений
- на окислительно-восстановительных свойствах.

Качественный анализ органических соединений основан на обнаружении функциональных групп (-COOH, -OH, -NH<sub>2</sub> и т.д.) соответствующими аналитическими реагентами и реакциями.

Количественный анализ включает гравиметрический и титриметрические методы анализа.

Отдельной позицией выделены инструментальные методы анализа (оптические, хроматографические, электрохимические и т.д.).

Инструментальные методы анализа позволяют проводить как качественный, так и количественный анализ.



## Классификация, основанная на масштабе работы, объеме или массе пробы

<u>Вид анализа</u>	<u>Масса пробы, г</u>	<u>Объем раствора, мл</u>
Макроанализ	$> 0,1$	$10 - 10^3$
Полумикроанализ	$0,01 - 0,1$	$10^{-1} - 10$
Микроанализ	$< 0,01$	$10^{-2} - 1$
Субмикроанализ	$10^{-4} - 10^{-3}$	$< 10^{-2}$
Ультрамикроанализ	$< 10^{-4}$	$< 10^{-3}$

# Классификация, основанная на природе обнаруживаемых частиц

- Элементный анализ
- Изотопный анализ
- Функциональный анализ
- Вещественный анализ
- Молекулярный анализ
- Фазовый анализ

Фармацевтический анализ – определение качества лекарственных средств, выпускаемых фармацевтической промышленностью и аптечными учреждениями.

Фармакопейные методы - методы, описанные в фармакопейных статьях или включенные в Государственную Фармакопею – сборник обязательных общегосударственных стандартов и положений, нормирующих качество лекарственных средств.

Разные страны имеют свои собственные Фармакопеи.



Все базы



Простой

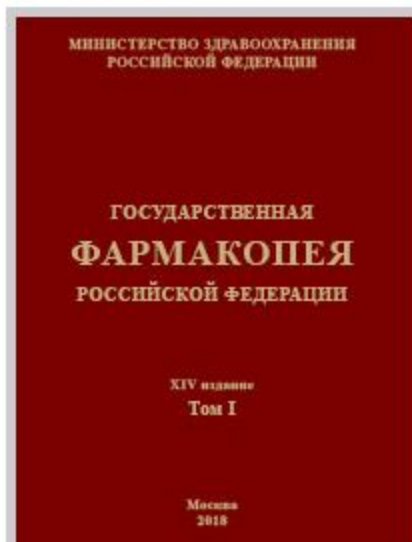
Расширенный

Профессиональный

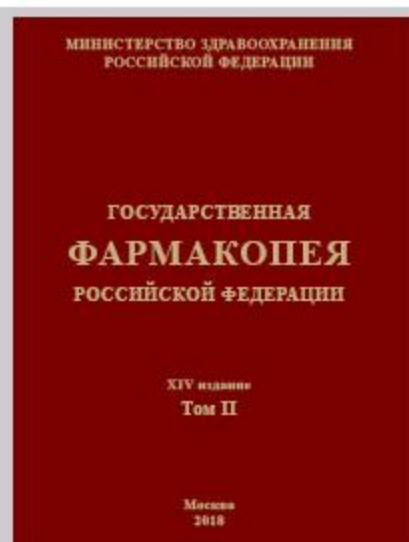


Подключить удаленные базы

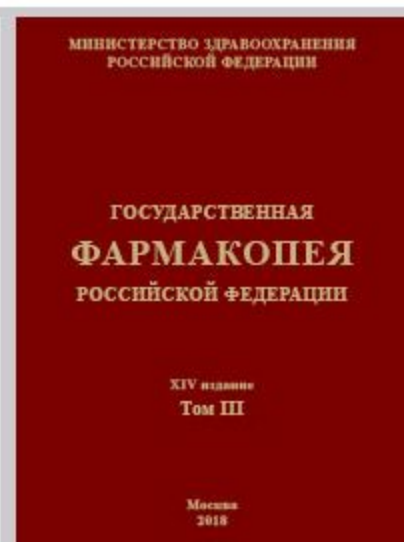
## ФАРМАКОПЕЯ



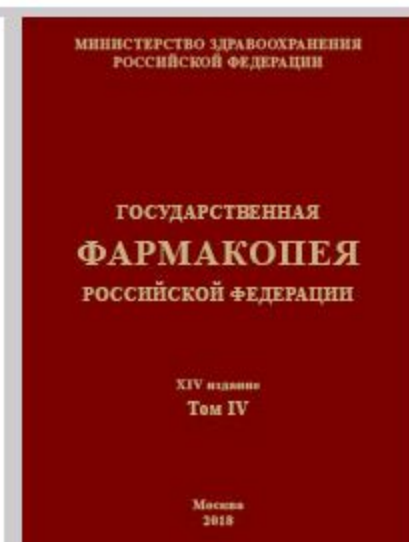
[Версия HTML5](#)



[Версия HTML5](#)



[Версия HTML5](#)



[Версия HTML5](#)

## О ФЭМБ



**Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ)** входит в состав единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения в качестве справочной системы.

### Объем ФЭМБ:

На 1 января 2016 года в ФЭМБ опубликовано в открытом доступе **22175** документов.

Аналитические признаки веществ  
и  
аналитические реакции

Аналитические признаки — свойства анализируемого вещества, которые позволяют судить о наличии в нем тех или иных компонентов (цвет, запах, угол вращения плоскости поляризации света, способность к взаимодействию с электромагнитным излучением, в результате чего появляются полосы поглощения в ультрафиолетовой, инфракрасной и видимой областях спектра).

Аналитическая реакция – реакция, в результате которой образуется вещество с аналитическими признаками (реакции образования осадка, окрашенного раствора, выделения пузырьков газа, окрашивания бесцветного пламени газовой горелки, образования соединений, люминисцирующих в растворе).

Протекание аналитической реакции зависит от температуры, концентрации растворов, рН среды, присутствия веществ, мешающих, маскирующих или катализирующих протекание реакции.



# Чувствительность аналитических реакций

*Предельное разбавление*  $V_{\text{lim}}$  —  
максимальный объем раствора, в  
котором данной аналитической реакцией  
может быть обнаружен 1 г вещества,  
мл/г.

*Предельная концентрация*  $C_{\text{lim}}$  —  
наименьшая концентрация вещества,  
которая может быть обнаружена данной  
аналитической реакцией, г/мл.

Предельная концентрация и предельное разбавление связаны соотношением:

$$C_{\text{lim}} = \frac{1}{V_{\text{lim}}}$$

*Минимальный объем предельно разбавленного раствора  $V_{\min}$  – наименьший объем раствора, необходимый для обнаружения вещества данной аналитической реакцией, мл.*

*Открываемый минимум (предел обнаружения)  $m$  – наименьшая масса вещества, которую можно открыть в минимальном объеме предельно разбавленного раствора, мкг*

*(1 мкг =  $10^{-6}$  г).*

Предел обнаружения связан с предельной концентрацией и минимальным объемом предельно разбавленного раствора соотношениями:

$$m = C_{\text{lim}} \cdot V_{\text{min}}$$

ИЛИ

$$m = \frac{V_{\text{min}}}{V_{\text{lim}}}$$

Аналитическая реакция тем чувствительнее, чем меньше ее открываемый минимум, минимальный объем предельно разбавленного раствора и чем больше предельное разбавление.

Чувствительность аналитических реакций зависит от природы открываемого вещества и аналитического реагента, температуры, рН среды, присутствия других веществ.

## Задача 1.

Предел обнаружения катионов калия тетрафенилборатом натрия равен 1 мкг, предельное разбавление -  $5 \cdot 10^4$  мл/г.

Рассчитайте предельную концентрацию катионов калия и минимальный объем предельно разбавленного раствора.

Дано:  $m = 1 \text{ мкг} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ г}$

$$V_{\text{lim}} = 5 \cdot 10^4 \text{ мл/г}$$

$$C_{\text{lim}} = ? \quad V_{\text{min}} = ?$$

Решение:

$$C_{\text{lim}} = 1 / V_{\text{lim}} = 1 / 5 \cdot 10^4 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ (г/мл)}$$

$$m = V_{\text{min}} / V_{\text{lim}}$$

$$V_{\text{min}} = m \cdot V_{\text{lim}} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^4 = 0,05 \text{ (мл)}$$

Ответ:  $2 \cdot 10^{-5} \text{ г/мл}$ ;  $0,05 \text{ мл}$ .



## Задача 2.

При обнаружении катионов кальция оксалат-ионами, минимальный объем предельно разбавленного раствора равен 0,01 мл, предел обнаружения 0,04 мкг. Рассчитайте минимальную молярную концентрацию катионов кальция.

Дано:  $V_{\min} = 0,01$  мл

$$m = 0,04 \text{ мкг} = 0,04 \cdot 10^{-6} \text{ г}$$

$$C(\text{моль/л}) = ?$$

Решение:

$$m = C_{\text{lim}} \cdot V_{\min}$$

$$C_{\text{lim}} = m/V_{\min} = 0,04 \cdot 10^{-6} / 0,01 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ г}$$

$$C(\text{моль/л}) = C_{\text{lim}} \cdot 1000/M(\text{иона})$$

$$C(\text{моль/л}) = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1000/40 = 1 \cdot 10^{-4}$$

Ответ:  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

$$C(\text{моль/л}) = C_{\text{lim}} \cdot 1000/M(\text{иона})$$

$$C_{\text{lim}} = C(\text{моль/л}) \cdot M(\text{иона})/1000$$