

**В.Н. Сергеев**

# **Курс коллоидной химии для медицинских вузов**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому  
и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебного  
пособия для студентов, обучающихся по специальности  
060108 (040500) — «Фармация»*



Медицинское информационное агентство  
Москва  
2014

УДК 577  
ББК 28.707  
С32

**Сергеев В.Н.**

С32 Курс коллоидной химии для медицинских вузов. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2014. — 176 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-8948-1912-9

В книге изложены основы физико-химии поверхностных явлений, дисперсных систем и высокомолекулярных соединений. Дисперсные системы и высокомолекулярные соединения рассматриваются в соответствии с классификацией по агрегатному состоянию, степени дисперсности, происхождению, механизму образования и т.д. Книга содержит многовариантные обучающие задачи и упражнения, для части которых приведены образцы решений, а также список обозначений, терминологический словарь и приложения.

Для студентов медицинских вузов всех специальностей.

УДК 577  
ББК 28.707

ISBN 978-5-8948-1912-9

© Сергеев В.Н., 2014  
© Оформление. ООО «Медицинское информационное агентство», 2014

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

# СОДЕРЖАНИЕ

Список обозначений основных величин и сокращений.....	3
Предисловие.....	6

## ЧАСТЬ I. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

<b>1. Введение</b>	
1.1. Предмет и основные понятия коллоидной химии .....	7
1.2. Значение коллоидной химии.....	8
<b>2. Поверхностные явления</b>	
2.1. Поверхностное натяжение.....	8
2.2. Поверхностное натяжение водных растворов ПАВ и ПИВ .....	10
2.3. Методы определения поверхностного натяжения.....	12
2.4. Адсорбция .....	14
2.4.1. Адсорбция на границе раствор—газ (гиббсовская адсорбция). Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса .....	14
2.4.2. Адсорбция на границе твердое тело—газ .....	16
2.4.3. Адсорбция на границе твердое тело—жидкость (раствор).....	19
2.4.4. Биологическое значение процессов адсорбции.....	20
2.5. Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	21
<b>3. Хроматография</b>	
3.1. Основные закономерности и понятия хроматографии .....	24
3.2. Классификация хроматографии.....	24
3.3. Применение различных методов хроматографии. Описание процессов хроматографического разделения .....	25
3.3.1. Адсорбционная хроматография .....	25
3.3.2. Молекулярно-ситовая хроматография (гель-фильтрация, гель-проникающая, эксклюзионная хроматография) .....	28
3.3.3. Ионообменная хроматография.....	29
3.3.4. Биоспецифическая хроматография (аффинная, биоаффинная, хроматография по сродству) .....	30
3.3.5. Распределительная хроматография .....	31
3.4. Применение хроматографии в медицине .....	32
3.5. Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	33
<b>4. Дисперсные системы</b>	
4.1. Классификация дисперсных систем.....	38
4.1.1. По агрегатному состоянию фаз.....	38
4.1.2. По структуре .....	38
4.1.3. По дисперсности .....	38
4.1.4. По межфазному взаимодействию .....	39
4.2. Поверхностные явления в коллоидных дисперсных системах .....	39
4.2.1. Образование и строение двойного электрического слоя.....	39
4.2.2. Изменение поверхностной энергии в процессе образования двойного электрического слоя .....	42

4.3.	Влияние различных факторов на строение двойного электрического слоя и величину электрокинетического потенциала .....	43
4.3.1.	Влияние индифферентных электролитов.....	43
4.3.2.	Влияние неиндифферентных электролитов.....	44
4.3.3.	Влияние других факторов.....	46
4.4.	Образование и строение частиц дисперсной фазы .....	46
4.5.	Дисперсные системы организма.....	48
4.6.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	49
<b>5.</b>	<b>Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция. Пептизация. Коллоидная защита</b>	
5.1.	Устойчивость дисперсных систем.....	52
5.2.	Основы теории устойчивости дисперсных систем.....	53
5.3.	Факторы устойчивости дисперсных систем.....	54
5.3.1.	Термодинамические факторы устойчивости .....	54
5.3.2.	Кинетические факторы устойчивости .....	55
5.4.	Расклинивающее давление — суммарный фактор устойчивости дисперсных систем.....	55
5.5.	Коагуляция дисперсных систем.....	56
5.5.1.	Механизм электролитной коагуляции.....	56
5.5.2.	Кинетика электролитной коагуляции .....	59
5.6.	Особые случаи коагуляции .....	61
5.6.1.	Перезарядка зольей .....	61
5.6.2.	Чередование зон коагуляции.....	62
5.6.3.	Действие смесей электролитов .....	62
5.6.4.	Взаимная коагуляция.....	63
5.7.	Пептизация.....	63
5.8.	Коллоидная защита .....	64
5.8.1.	Механизм коллоидной защиты .....	65
5.8.2.	Астабилизация (сенсibiliзация) зольей.....	66
5.9.	Медико-биологическая значимость устойчивости коллоидных систем организма и ее оценки для некоторых систем организма.....	66
5.9.1.	Система кровообращения .....	66
5.9.2.	Желчный пузырь и печень.....	67
5.9.3.	Мочевыделительная система.....	67
5.9.4.	Некоторые заболевания, вызванные уменьшением содержания защитных белков в крови и других биологических жидкостях .....	67
5.9.5.	Определение защитного числа белков в спинномозговой жидкости с целью диагностики некоторых заболеваний.....	68
5.10.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	68
<b>6.</b>	<b>Микрогетерогенные и грубодисперсные системы</b>	
6.1.	Эмульсии .....	70
6.1.1.	Стабилизация эмульсий поверхностно-активными веществами ....	72
6.1.2.	Гидрофильно-липофильный баланс ПАВ.....	73
6.1.3.	Обращение фаз эмульсий.....	74
6.1.4.	Стабилизация эмульсий ВМС и порошками .....	74
6.2.	Пены.....	75

6.3.	Аэрозоли.....	76
6.4.	Разрушение эмульсий, пен и аэрозолей.....	77
6.5.	Порошки и суспензии .....	77
6.6.	Биологическое и медицинское значение грубодисперсных и микрогетерогенных систем .....	78
6.7.	Грубодисперсные и микрогетерогенные системы в фармакологии .....	79
6.8.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	80
<b>7.</b>	<b>Коллоидные ПАВ. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Солюбилизация. Биологические мицеллы и мембраны</b>	
7.1.	Коллоидные ПАВ .....	82
7.2.	Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ.....	82
7.3.	Механизм и термодинамика мицеллообразования.....	83
7.4.	Строение мицелл коллоидных ПАВ.....	85
7.4.1.	Строение мицелл коллоидных ПАВ в водных растворах .....	85
7.4.2.	Строение двойного электрического слоя мицелл ионогенных ПАВ в водных растворах .....	86
7.4.3.	Строение мицелл коллоидных ПАВ в неводных средах .....	87
7.5.	Методы определения критической концентрации мицеллообразования.....	88
7.6.	Солюбилизация в растворах коллоидных ПАВ .....	89
7.7.	Мицеллярные системы в растворах коллоидных ПАВ — модели для изучения свойств биологических мембран .....	90
7.8.	Мицеллы в биологии, физиологии и медицине .....	91
7.9.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	92

## **ЧАСТЬ II. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ РАСТВОРОВ ВМС**

<b>8.</b>	<b>Предмет и основные понятия химии ВМС</b>	
8.1.	Классификация высокомолекулярных соединений.....	94
8.2.	Особенности свойств ВМС и их растворов.....	95
8.3.	Кислотно-основные свойства белков.....	96
8.4.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	100
<b>9.</b>	<b>Образование растворов ВМС</b>	
9.1.	Набухание .....	102
9.2.	Термодинамика набухания и растворения ВМС .....	104
9.3.	Факторы, влияющие на набухание .....	104
9.4.	Антагонистическое набухание.....	105
9.5.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	107
<b>10.</b>	<b>Нарушение устойчивости растворов ВМС</b>	
10.1.	Виды нарушения устойчивости растворов ВМС.....	109
10.2.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	114
<b>11.</b>	<b>Структурообразование в коллоидных дисперсных системах и растворах ВМС</b>	
11.1.	Основные закономерности гелеобразования .....	115
11.2.	Основные закономерности застудневания .....	116
11.3.	Особенности гелей и студней .....	117
11.4.	Физико-химические свойства студней и гелей .....	118
11.5.	Медико-биологическое значение студней, тиксотропии и синерезиса... ..	119
11.6.	Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	119

<b>12. Вязкостные свойства золей и растворов ВМС</b>	
12.1. Вязкость золей .....	120
12.2. Вязкость разбавленных растворов ВМС.....	122
12.3. Вязкость концентрированных растворов ВМС.....	124
12.4. Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	126
<b>13. Молекулярно-кинетические и коллигативные свойства золей и растворов ВМС</b>	
13.1. Броуновское движение .....	127
13.2. Диффузия .....	129
13.3. Седиментация в дисперсных системах и растворах ВМС. Ультрацентрифугирование. Седиментационный анализ .....	130
13.4. Осмотическое давление золей и растворов ВМС .....	131
13.5. Мембранное равновесие Доннана .....	134
13.6. Варианты вопросов и задач для самостоятельной работы .....	136
<b>14. Электрокинетические свойства золей и растворов ВМС</b>	
14.1. Электрофорез в изучении коллоидных дисперсных систем и растворов биополимеров .....	138
14.2. Электрофорез в медицине .....	140
<b>15. Примеры решения некоторых типовых обучающих задач для самостоятельной работы</b>	
15.1. Поверхностные явления .....	140
15.2. Хроматография .....	143
15.3. Дисперсные системы .....	145
15.4. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция. Пептизация. Коллоидная защита .....	146
15.5. Микрогетерогенные и грубодисперсные системы .....	149
15.6. Коллоидные ПАВ. Мицеллообразование в растворах коллоидных ПАВ. Сольubilization Биологические мицеллы и мембраны.....	151
15.7. Кислотно-основные свойства белков.....	152
15.8. Образование растворов ВМС.....	152
15.9. Нарушение устойчивости растворов ВМС.....	153
15.10. Структурообразование в коллоидных дисперсных системах и растворах ВМС.....	153
15.11. Вязкостные свойства золей и растворов ВМС.....	154
15.12. Молекулярно-кинетические и коллигативные свойства золей и растворов ВМС.....	155
<b>16. Список литературы</b> .....	157
<b>17. Словарь основных терминов</b> .....	158
<b>18. Приложения</b>	
18.1. Физическая химия растворов ВМС в таблицах .....	161
18.2. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева .....	167
18.3. Таблица растворимости некоторых солей и оснований в воде.....	168
<b>19. Предметный указатель</b> .....	169