

УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ

В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева,  
Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева

# КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

ПРИМЕРЫ И ЗАДАЧИ



Уральский  
федеральный  
университет

Юрайт  
издательство  
biblio-online.ru



**В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева,  
Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева**

# **КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ ПРИМЕРЫ И ЗАДАЧИ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ**

*Рекомендовано методическим советом УрФУ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки «Химическая технология», «Биотехнология», «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», «Пожарная безопасность», «Техносферная безопасность»*

**Книга доступна в электронной библиотечной системе  
[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)**

**Москва ■ Юрайт ■ 2017  
Екатеринбург ■ Издательство Уральского университета**

УДК 544.7(075.8)

ББК 24.6я73

М26

*Авторский коллектив – сотрудники кафедры физической и коллоидной химии Химико-технологического института Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина:*

**Марков Вячеслав Филиппович** – доктор химических наук, профессор:

**Алексеева Татьяна Анатольевна** – кандидат химических наук, доцент:

**Брусницына Людмила Александровна** – доцент, кандидат химических наук;

**Маскаева Лариса Николаевна** – доктор химических наук, профессор.

**Рецензенты:**

кафедра химической технологии древесины, биотехнологии и наноматериалов Уральского государственного лесотехнического университета (заведующий кафедрой – кандидат технических наук, профессор *Юрьев Ю. Л.*);

*Зуев М. Г.* – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук.

**Марков, В. Ф.**

М26

Коллоидная химия. Примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Марков [и др.] : под науч. ред. В. Ф. Маркова. – М. : Издательство Юрайт, 2017 : Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. – 186 с. – Серия : Университеты России.

ISBN 978-5-534-02639-9 (Издательство Юрайт)

ISBN 978-5-7996-1922-0 (Изд-во Урал. ун-та)

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

В пособии изложены основные разделы коллоидной химии: количественные характеристики, образование, строение лиофильных и лиофобных дисперсных систем, их молекулярно-кинетические и оптические свойства, седиментационный анализ, адсорбция, смачивание, капиллярные и электрокинетические явления, кинетика коагуляции. Каждый раздел содержит основные теоретические положения, примеры решения типовых задач и задачи для самостоятельной проработки.

*Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественнонаучным специальностям.*

УДК 544.7(075.8)

ББК 24.6я73



*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».*

ISBN 978-5-534-02639-9

(Издательство Юрайт)

ISBN 978-5-7996-1922-0

(Изд-во Урал. ун-та)

© Марков В. Ф., Алексеева Т. А., Брусницына Л. А.,  
Маскаева Л. Н., 2015

© Уральский федеральный университет, 2015

© ООО «Издательство Юрайт», 2017

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
<b>1. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Определение размера частиц и удельной поверхности .....	5
1.2. Методы получения дисперсных систем .....	6
<i>Примеры решения задач .....</i>	<i>9</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения .....</i>	<i>11</i>
<b>2. ТЕРМОДИНАМИКА МЕЖФАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ .....</b>	<b>16</b>
2.1. Природа поверхностной энергии. Поверхностное натяжение .....	16
2.2. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение .....	17
<i>Примеры решения задач .....</i>	<i>20</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения .....</i>	<i>23</i>
<b>3. КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВОБОДНО-ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>28</b>
3.1. Броуновское движение .....	28
3.2. Диффузия .....	30
3.3. Осмос .....	30
3.4. Седиментация .....	32
3.4.1. Диффузионно-седиментационное равновесие .....	33
3.4.2. Основы седиментационного анализа .....	36
3.4.3. Построение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам .....	38
<i>Примеры решения задач .....</i>	<i>41</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения .....</i>	<i>48</i>
<b>4. СВОЙСТВА НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>58</b>
4.1. Влияние дисперсности на реакционную способность .....	59
4.2. Влияние дисперсности на растворимость вещества .....	60
4.3. Влияние дисперсности на равновесие химической реакции ...	61
4.4. Влияние дисперсности на температуру фазовых переходов ....	61

4.5. Влияние дисперсности на переохлаждение при кристаллизации .....	62
4.6. Влияние дисперсности на механические свойства .....	63
<i>Примеры решения задач</i> .....	64
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	70
<b>5. СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ</b> .....	74
5.1. Характеристика поверхностно-активных веществ .....	74
5.2. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ .....	77
5.3. Методы определения критической концентрации мицеллообразования .....	80
<i>Примеры решения задач</i> .....	81
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	83
<b>6. АДСОРБЦИЯ</b> .....	87
6.1. Классификация адсорбционных процессов .....	88
6.2. Изотермы адсорбции .....	88
6.3. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса .....	89
6.4. Теории адсорбции .....	90
6.4.1. Уравнение Генри .....	90
6.4.2. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра .....	92
6.4.3. Адсорбционное уравнение Фрейндлиха .....	94
6.4.4. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ .....	96
6.5. Адсорбенты и их свойства .....	98
<i>Примеры решения задач</i> .....	100
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	106
<b>7. КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, АДГЕЗИЯ, СМАЧИВАНИЕ, РАСТЕКАНИЕ</b> .....	116
7.1. Капиллярное поднятие. Формула Жюрена .....	116
7.2. Адгезия .....	118
7.3. Смачивание .....	121
7.3.1. Понятие краевого угла или угла смачивания .....	121
7.3.2. Связь работы адгезии с краевым углом .....	123
7.4. Растекание жидкости .....	124

<i>Примеры решения задач</i> .....	125
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	127
<b>8. КОАГУЛЯЦИЯ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ</b> .....	131
8.1. Характеристика процесса коагуляции .....	132
8.2. Кинетика коагуляции .....	134
<i>Примеры решения задач</i> .....	138
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	141
<b>9. ДВОЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЛОЙ И ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ</b> .....	146
9.1. Понятие двойного электрического слоя и механизм его образования .....	146
9.2. Строение двойного электрического слоя .....	147
9.3. Понятие электрокинетического потенциала .....	150
9.4. Электрокинетические явления .....	151
<i>Примеры решения задач</i> .....	159
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	163
<b>10. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСИЙ</b> .....	168
<i>Примеры решения задач</i> .....	174
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	177
Список рекомендуемой литературы .....	183