

The background of the cover features a schematic diagram of a polymer network. It consists of a main chain of interconnected nodes, with several smaller nodes branching off. Some of these nodes are depicted as small circles containing a minus sign, representing charged particles or cross-links. The diagram is rendered in white lines and symbols against a dark green background.

В. Ф. Марков • Л. Н. Маскаева

**ОСНОВЫ
КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Министерство образования и науки
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н.ЕЛЬЦИНА

В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева

ОСНОВЫ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Екатеринбург
УрФУ
2011

УДК 544.77(075.8)
ББК 24.6.я73
М26

Рецензенты:

Уральский институт ГПС МЧС России (доктор технических наук, профессор кафедры физики и теплотехники Н.М. Барбин)

доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник М. Г. Зуев (Институт химии твердого тела УрО РАН)

Марков В. Ф., Маскаева Л. Н.

М26 Основы коллоидной химии : учебное пособие / В. Ф. Марков, Л. Н. Маскаева. Екатеринбург : УрФУ, 2011. 176 с.

ISBN 978-5-321-01976-4

В учебном пособии изложены физико-химические основы о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Изложены общие понятия и законы коллоидной химии. Дисперсные системы рассматриваются в соответствии с классификациями по агрегатному состоянию и степени дисперсности; представлены методы их получения, теория устойчивости. Большое внимание уделено учению о поверхностных явлениях как основе коллоидной химии.

Учебное пособие предназначено для студентов образовательных учреждений России; оно может быть полезно аспирантам, преподавателям учебных заведений, а также для научных и инженерно-технических работников различных отраслей промышленности.

Библиогр.: 6 назв. Табл. 2. Рис. 40.

УДК 544.77(075.8)
ББК 24.6.я73

ISBN 978-5-321-01976-4

© УрФУ, 2011
© Марков В. Ф., Маскаева Л. Н.,
2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| <i>Глава 1. КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.</i> | 7 |
| 1.1. Признаки объектов коллоидной химии. | 7 |
| 1.2. Количественные характеристики дисперсных систем | 9 |
| 1.3. Классификация дисперсных систем | 10 |
| 1.4. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем | 12 |
| <i>Глава 2. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ</i> | 14 |
| 2.1. Понятие поверхностного натяжения | 14 |
| 2.2. Термодинамические параметры поверхностного слоя. | 16 |
| 2.3. Внутренняя полная поверхностная энергия | 17 |
| 2.4. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение | 18 |
| 2.5. Температурная зависимость поверхностного натяжения и полной внутренней поверхностной энергии | 20 |
| 2.6. Механизм процессов самопроизвольного уменьшения поверхностного натяжения. Принцип Гиббса–Кюри | 22 |
| 2.7. Внутренне давление. Уравнение Лапласа | 23 |
| 2.8. Экспериментальные методы определения поверхностного натяжения. | 25 |
| <i>Глава 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ</i> | 29 |
| 3.1. Особенности свойств дисперсий | 29 |
| 3.2. Влияние дисперсности на реакционную способность. | 30 |
| 3.3. Влияние дисперсности на растворимость вещества | 31 |
| 3.4. Влияние дисперсности на равновесие химической реакции | 31 |
| 3.5. Влияние дисперсности на температуру фазовых переходов | 32 |
| 3.6. Влияние дисперсности на переохлаждение при кристаллизации | 32 |
| 3.7. Влияние дисперсности на механические свойства | 33 |
| 3.8. Влияние дисперсности на магнитные свойства | 34 |
| 3.9. Изменение каталитических свойств. | 35 |
| 3.10. Влияние дисперсности на повышение биологической активности | 35 |
| 3.11. Уравнение капиллярной конденсации | 35 |
| <i>Глава 4. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ</i> | 37 |
| 4.1. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем | 37 |
| 4.2. Оптические свойства коллоидных систем. | 41 |
| <i>Глава 5. ЛИОФОБНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРОЕНИЕ</i> | 46 |
| 5.1. Общая характеристика лиофобных коллоидных систем. | 46 |
| 5.2. Получение лиофобных коллоидных систем | 47 |
| 5.2.1. Методы диспергирования | 47 |
| 5.2.2. Конденсационные методы. | 51 |
| 5.3. Термодинамика образования новой фазы | 53 |
| 5.4. Кинетика образования новой фазы в системе жидкость– твердое | 55 |
| 5.5. Управление степенью дисперсности | 56 |

| | |
|---|-----|
| Глава 6. ГИДРОФИЛЬНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ | 57 |
| 6.1. Понятие о поверхностно-активных веществах | 57 |
| 6.2. Мицеллообразование растворов поверхностно-активных веществ | 60 |
| 6.3. Методы определения критической концентрации мицеллообразования | 64 |
| 6.4. Свойства высокомолекулярных соединений | 65 |
| Глава 7. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ | 66 |
| 7.1. Адсорбция | 66 |
| 7.1.1. Основные теоретические положения | 66 |
| 7.1.2. Классификация адсорбционных процессов | 66 |
| 7.1.3. Изотермы адсорбции | 69 |
| 7.1.4. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса | 70 |
| 7.1.5. Закон Генри | 72 |
| 7.1.6. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра | 74 |
| 7.1.7. Многокомпонентная адсорбция из газовой фазы | 76 |
| 7.1.8. Учет неэквивалентности адсорбционных центров. Адсорбционное уравнение Фрейндлиха | 76 |
| 7.1.9. Теория полимолекулярной адсорбции | 78 |
| 7.1.10. Адсорбция на пористых телах | 80 |
| 7.1.11. Адсорбция на микропористых телах | 81 |
| 7.1.12. Селективная адсорбция из растворов | 82 |
| 7.1.13. Адсорбция ПАВ. Уравнение Шишковского | 83 |
| 7.1.14. Адсорбенты и их свойства | 84 |
| 7.2. Капиллярные явления. Формула Жюрена | 86 |
| 7.3. Адгезия. Механизм процессов адгезии | 86 |
| 7.4. Смачивание | 89 |
| 7.4.1. Краевой угол (угол смачивания) | 89 |
| 7.4.2. Связь работы адгезии с краевым углом | 90 |
| 7.5. Растекание жидкости. Эффект Марангони | 91 |
| 7.6. Правило Антонова | 92 |
| Глава 8. ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ | 93 |
| 8.1. Двойной электрический слой. Механизм его образования | 93 |
| 8.2. Строение двойного электрического слоя | 94 |
| 8.3. Понятие электрокинетического потенциала | 99 |
| 8.4. Термодинамика образования двойного электрического слоя. Уравнения Липпмана | 100 |
| 8.5. Пример двойного электрического слоя мицеллы | 101 |
| 8.6. Электрокинетические явления | 102 |
| 8.7. Определение электрокинетического потенциала методом электрофореза | 106 |
| Глава 9. МИКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ | 108 |
| 9.1. Аэрозоли | 108 |
| 9.1.1. Классификация аэрозолей | 108 |
| 9.1.2. Размер и форма частиц | 109 |
| 9.1.3. Способы получения аэрозолей и их свойства | 109 |
| 9.1.4. Агрегативная устойчивость аэрозолей | 111 |
| 9.1.5. Методы разрушения аэрозолей | 112 |
| 9.1.6. Практическое значение аэрозолей | 113 |

| | |
|---|------------|
| 9.2. Порошки | 113 |
| 9.2.1. Классификация порошков | 113 |
| 9.2.2. Способы получения | 114 |
| 9.2.3. Свойства порошков | 114 |
| 9.2.4. Применение порошков | 115 |
| 9.2.5. Нанопорошки | 116 |
| 9.3. Суспензии | 117 |
| 9.3.1. Способы получения суспензий | 117 |
| 9.3.2. Свойства суспензий | 117 |
| 9.3.3. Седиментационная и агрегативная устойчивость суспензий | 118 |
| 9.3.4. Коллоидная защита | 119 |
| 9.3.5. Применение суспензий | 119 |
| 9.4. Эмульсии | 120 |
| 9.4.1. Классификация и свойства эмульсий | 120 |
| 9.4.2. Методы установления типа эмульсии | 122 |
| 9.4.3. Агрегативная устойчивость эмульсий | 123 |
| 9.4.4. Обращение фаз эмульсий | 125 |
| 9.4.5. Способы получения эмульсий | 126 |
| 9.4.6. Разрушение эмульсий | 128 |
| 9.4.7. Практическое применение эмульсий и эмульгирования | 129 |
| 9.5. Пены и газовые эмульсии | 129 |
| 9.5.1. Строение пен | 129 |
| 9.5.2. Способы получения пен | 130 |
| 9.5.3. Свойства пен | 130 |
| 9.5.4. Устойчивость пен | 131 |
| 9.5.5. Стабилизация пен | 131 |
| 9.5.6. Факторы, влияющие на устойчивость пен | 132 |
| 9.5.7. Применение пен | 133 |
| 9.5.8. Разрушение пен | 133 |
| Глава 10. ГЕЛИ И СТУДНИ | 134 |
| 10.1. Коагуляционные структуры | 135 |
| 10.2. Конденсационно-кристаллизационные структуры | 136 |
| 10.3. Эластичные гели (студни) | 136 |
| 10.4. Факторы студне- и гелеобразования | 137 |
| 10.5. Тиксотропия | 140 |
| 10.6. Старение гелей. Синерезис | 141 |
| 10.7. Диффузия в гелях и студнях | 142 |
| 10.8. Химические реакции в гелях и студнях | 143 |
| 10.9. Значение и практическое применение студней | 143 |
| Глава 11. УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭВОЛЮЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ | 144 |
| 11.1. Понятие устойчивости дисперсных систем | 144 |
| 11.2. Седиментационная устойчивость дисперсных систем | 146 |
| 11.3. Выполнение гипсометрического закона применительно к дисперсным системам | 148 |
| 11.4. Агрегативная устойчивость дисперсных систем | 149 |
| 11.5. Кинетика коагуляции | 151 |
| 11.6. Коагуляция зольей электролитами | 153 |
| 11.7. Условия термодинамической агрегативной устойчивости дисперсных систем | 154 |

| | |
|---|-----|
| Глава 12. ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ | 156 |
| 12.1. Седиментационный анализ | 156 |
| 12.1.1. Общие положения седиментационного анализа | 156 |
| 12.1.2. Седиментационный анализ моно- и бидисперсных систем | 157 |
| 12.1.3. Седиментационный анализ полидисперсных систем | 159 |
| 12.1.4. Измерение размеров дисперсных частиц в центробежном поле | 163 |
| 12.2. Оптические методы определения размеров дисперсных частиц | 164 |
| 12.3. Методы исследования поверхности | 166 |
| 12.3.1. Энергетическая и геометрические характеристики поверхности | 166 |
| 12.3.2. Инструментальные методы изучения поверхностей | 166 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 170 |