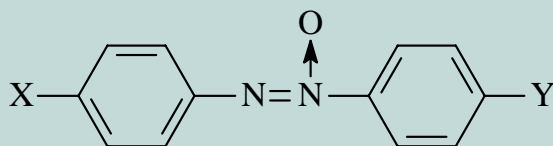
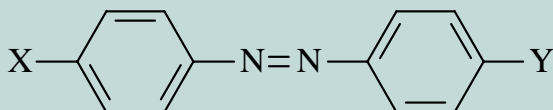
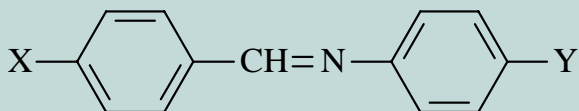

В. А. ГОДЛЕВСКИЙ

Н. В. УСОЛЬЦЕВА

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И МЕЗОМОРФИЗМ



Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «Ивановский государственный университет»
Научно-исследовательский институт наноматериалов

В. А. ГОДЛЕВСКИЙ Н. В. УСОЛЬЦЕВА

**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ
И МЕЗОМОРФИЗМ**

Учебное пособие

Иваново
Издательство «Ивановский государственный университет»
2010

УДК 541.1: 621.7.014.2
ББК 24.58+34.41
Г 592

Годлевский, В. А., Усольцева, Н. В.

Поверхностные явления и мезоморфизм : учеб пособие / В. А. Годлевский, Н. В. Усольцева. — Иваново : Иван. гос. ун-т, 2010. — 184 с. — ISBN 978-5-7807-0862-9.

В пособии кратко изложены основные проблемы физики и химии поверхностных явлений на межфазных границах различной природы. Рассмотрены современные физические методы исследования характеристик поверхностей. Даны фундаментальные физико-химические основы поверхностных явлений, необходимых для последующего изучения курсов трибологии, триботехники и связанных с ними материаловедческих дисциплин.

Предназначено для студентов, ориентированных на изучение трибологии, триботехники и наноматериалов, а также аспирантов, инженеров и научных работников, занимающихся вопросами контактного взаимодействия твердых тел, трения и изнашивания.

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Ивановского государственного университета*

Рецензенты:

кафедра механики

Ивановского государственного химико-технологического университета
(зав. кафедрой кандидат технических наук, профессор **Б. Р. Киселев**)

доктор технических наук, профессор **В. В. Марков**
(Ивановский государственный энергетический университет)

ISBN 978-5-7807-0862-9

© Годлевский В. А., Усольцева Н. В., 2010

© ГОУ ВПО «Ивановский
государственный университет», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i>	7
1. Жидкие кристаллы	8
1.1. Основные типы жидких кристаллов и их фазы	8
1.2. Дефекты и структура приповерхностных слоев жидких кристаллов	17
2. Поверхность как объект исследования	19
2.1. Основные понятия	19
2.2. Определение понятия физической поверхности	22
2.3. Классификация поверхностей и поверхностных явлений	23
2.4. Коллоидное состояние вещества. Дисперсные системы	25
3. Термодинамическое описание границы раздела фаз	28
3.1. Понятие поверхности раздела и природа избытка поверхностной энергии	28
3.2. Метод избыточных величин Гиббса	30
3.3. Метод слоя конечной толщины	36
3.4. Поверхностная энергия	37
4. Твердые поверхности	41
4.1. Характеристики поверхности кристалла	41
4.2. Свойства твердых поверхностей	43
4.3. Дефекты на поверхностях	45
4.4. Поверхностная энергия кристаллов	48
5. Капиллярность	50
5.1. Сущность явления капиллярности	50
5.2. Капиллярное давление. Уравнение Юнга — Лапласа	51
5.3. Капиллярное поднятие	55
5.4. Экспериментальные методы измерения поверхностного натяжения	56
6. Смачивание	61
6.1. Природа смачивания	61
6.2. Уравнение Юнга для краевого угла	63

6.3. Количественная оценка смачивания	64
6.4. Факторы, влияющие на смачивание	65
7. Адгезия	67
7.1. Определение понятия адгезии	67
7.2. Адгезия на границе <i>жидкость — жидкость</i>	68
7.3. Адгезия на границе <i>жидкость — твердое тело</i>	68
7.4. Адгезия между твердыми телами	70
8. Адсорбция	70
8.1. Основные понятия и определения	70
8.2. Количественная оценка адсорбции. Изотермы адсорбции	71
8.3. Природа адсорбционных сил. Физическая адсорбция	73
8.4. Хемосорбция	75
8.5. Адсорбция газов и паров на твердых телах	78
8.5.1. Уравнение Лэнгмюра	79
8.5.2. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни	81
8.5.3. Теория БЭТ	83
8.5.4. Капиллярная конденсация	87
8.6. Адсорбция на границе <i>жидкость — газ</i>	89
8.6.1. Классификация растворенных веществ по поверхностной активности	89
8.6.2. Адсорбционное уравнение Гиббса	96
8.6.3. Построение изотерм адсорбции с помощью уравнения Гиббса	97
8.6.4. Строение адсорбционного слоя. Мицеллы	98
8.7. Системы с жидкой или твердой дисперсной фазой. Эмульсии	101
8.7.1. Суспензии и лиозоли	102
8.7.2. Эмульсии	103
8.8. Адсорбция из растворов на твердом теле	105
8.8.1. Кажущаяся и абсолютная адсорбция	105
8.8.2. Изотермы адсорбции для поверхности раздела <i>твердое тело — жидкость</i>	107

8.8.3. Молекулярная адсорбция	109
8.8.4. Ионная адсорбция	110
8.8.5. Обменная адсорбция	111
8.8.6. Адсорбционная хроматография	112
8.8.7. Устройство газового хроматографа	114
9. Поверхностные явления на границе твердая поверхность — жидкий кристалл	117
10. Поверхностные явления на границе жидкий кристалл — изотропная жидкость	121
11. Электроповерхностные явления	123
11.1. Возникновение двойного электрического слоя на границе раздела фаз	123
11.2. Строение двойного электрического слоя	127
11.2.1. Теория конденсированного ДЭС	127
11.2.2. Теория диффузного ДЭС	128
11.2.3. Адсорбционная теория Штерна	130
11.3. Электрокинетические явления	133
11.3.1. Природа и классификация электрокинетических явлений	133
11.3.2. Электроосмос	136
11.3.3. Электрофорез	138
11.4. Электрокапиллярность	140
11.4.1. Связь между поверхностным натяжением и потенциалом ДЭС	140
11.4.2. Электрокапиллярные кривые	142
12. Экспериментальные методы исследования поверхностей	145
12.1. Оптические методы	147
12.1.1. Оптическая микроскопия, фотометрия	147
12.1.2. Эллисометрия	147
12.1.3. Поверхностная фото-ЭДС	149
12.2. Электрические методы	150
12.2.1. Работа выхода электрона	150
12.2.2. Поверхностная проводимость	152

12.2.3. Автоэлектронная и автоионная микроскопия	152
12.3. Спектроскопические исследования	154
12.3.1. Общая характеристика спектроскопических исследований	154
12.3.2. Дифракция медленных электронов	160
12.3.3. Оже-электронная спектроскопия	162
12.3.4. Ультрафиолетовая и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	164
12.4. Диагностика свойств поверхностей с помощью немагнитических ЖК	165
12.4.1. Очерк развития метода	165
12.4.2. Исследование распределения тепловых полей на поверхностях	166
12.4.3. Изучение топографии твердых поверхностей с помощью мезогенных индикаторов	167
12.4.4. Исследование распределения электрических и магнитных полей	167
12.5. Микроскопические и электромагнитные методы исследования	170
12.5.1. Электронно-микроскопический метод	170
12.5.2. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ)	171
12.5.3. Атомно-силовая микроскопия (АСМ)	174
12.5.4. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ)	175
12.5.5. Наноиндентер	177
Библиографический список	179

Для заметок

Учебное издание
ГОДЛЕВСКИЙ Владимир Александрович
УСОЛЬЦЕВА Надежда Васильевна

**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ
И МЕЗОМОРФИЗМ**

Учебное пособие

Директор издательства *Л. В. Михеева*
Редактор *О. А. Кручинина*
Технический редактор *И. С. Сибирева*
Компьютерная верстка *Т. Б. Земсковой*

Подписано в печать 11.11.2010 г.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,7. Уч.-изд. л. 9,5. Тираж 100 экз.

Издательство «Ивановский государственный университет»
✉ 153025 Иваново, ул. Ермака, 39
☎ (4932) 93-43-41 E-mail: publisher@ivanovo.ac.ru

Типография ГОУ СПО «Ивановский энергетический колледж»
153025 Иваново, ул. Ермака, 41 ☎ (4932) 37-52-44, 32-50-89
Адрес в Интернете: www.tipl.ru