

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к первому изданию	10
Предисловие автора	12
Глава 1. ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ	14
1.1. Поверхностная энергия жидкостей	14
1.2. Термодинамика поверхности жидкости	16
1.3. Структура поверхностного слоя жидкости	23
1.4. Ориентация молекул в поверхностном слое жидкости	27
1.5. «Равновесные» капиллярные волны на поверхности жидкости и их влияние на структуру поверхности	29
1.6. Поверхность жидких металлов	32
1.7. Температурная зависимость поверхностного натяжения	37
1.8. Поверхность жидкости вблизи критической точки	39
1.9. Сферические поверхности	42
1.10. Давление пара над искривленной поверхностью	47
1.11. Поверхности произвольной кривизны	49
<i>Список литературы</i>	50
Глава 2. НЕРАСТВОРИМЫЕ МОНОСЛОИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ	52
2.1. Монослои и их состояния	52
2.2. Термодинамика монослоев	56
2.3. Особенности плавления двумерных систем	59
2.4. Фазовые переходы в монослоях	63
2.5. Уравнения состояния монослоев	67
2.6. Пленки Ленгмюра—Блоджетт	73
<i>Список литературы</i>	75
Глава 3. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ РАСТВОРОВ	78
3.1. Уравнение Гиббса	78
3.2. Поверхностное натяжение слабых растворов	81
3.3. Поверхностное натяжение растворов электролитов	84
3.4. Поверхностное натяжение растворов	88
3.4.1. Поверхностное натяжение идеальной смеси одинаковых по размеру молекул	88
3.4.2. Влияние неидеальности раствора на поверхностное натяжение	90



3.4.3. Точные формулы для поверхностного натяжения и поверхностного профиля плотности раствора	92
3.5. Растворы неионных поверхностно-активных веществ	93
3.6. Правило Траубе	96
3.7. Растворы ионных поверхностно-активных веществ	97
Список литературы	100
Глава 4. ГРАНИЦА РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ/ЖИДКОСТЬ	101
4.1. Межфазное натяжение на границе двух растворов	101
4.2. Правило Антонова	104
4.3. Жидкие линзы	108
4.4. Самопроизвольное эмульгирование	110
4.5. Микроэмульсии	114
4.6. Заряженные поверхности	116
Список литературы	119
Глава 5. ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	121
5.1. Термодинамика поверхностей твердых тел	121
5.2. Анизотропия поверхностного натяжения	127
5.3. Структура поверхности кристаллов. Реконструкция поверхности	131
5.4. Огрубление поверхности	136
5.5. Фрактальные поверхности	139
5.6. Плавление поверхности	142
5.7. Поверхностная сегрегация в твердых телах	146
Список литературы	149
Глава 6. ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ	152
6.1. Электронные состояния на поверхности	152
6.2. Поверхности металлов	158
6.3. Контактная разность потенциалов	162
6.4. Пространственный заряд вблизи металлической поверхности	164
6.5. Поверхности полупроводников	167
6.6. Поверхности диэлектриков	173
Список литературы	177
Глава 7. ПОВЕРХНОСТЬ РАЗДЕЛА ТВЕРДОЕ ТЕЛО/ГАЗ	179
7.1. Силы взаимодействия молекул с поверхностью	179
7.2. Термодинамика адсорбции	185
7.3. Физическая и химическая адсорбция	188
7.4. Изотермы адсорбции Генри и Ленгмюра	190



7.4.1. Изотерма Генри и константа Генри	190
7.4.2. Изотерма Ленгмюра	192
7.5. Уравнение БЭТ	196
7.6. Фазовые переходы в адсорбционных слоях	199
7.7. Деформация твердых тел при адсорбции	204
7.8. Реконструкция поверхности под действием адсорбатов	205
7.9. Адсорбция на металлах	209
7.9.1. Физическая адсорбция	209
7.9.2. Химическая адсорбция	211
7.10. Адсорбция на полупроводниках	213
7.11. Влияние адсорбции на электронные поверхностные состояния	216
Список литературы	219
Глава 8. ПОВЕРХНОСТЬ РАЗДЕЛА ТВЕРДОЕ ТЕЛО/ЖИДКОСТЬ	222
8.1. Краевой угол	222
8.2. Гистерезис краевого угла	225
8.3. Линейное натяжение	226
8.4. Краевой угол на гетерогенной поверхности	228
8.5. Краевой угол на фрактальной поверхности	230
8.6. Переходы смачивания	233
Список литературы	239
Глава 9. АДСОРБЦИЯ ИЗ РАСТВОРОВ	240
9.1. Адсорбция неэлектролитов	240
9.1.1. Решеточная модель	244
9.1.2. Модель двух фаз	247
9.2. Переходы смачивания	248
9.3. Адсорбция электролитов	250
9.4. Двойной электрический слой	254
9.5. Адсорбция поверхностно-активных веществ	259
9.5.1. Адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ	260
9.5.2. Адсорбция ионогенных поверхностно-активных веществ	264
9.6. Адсорбция полимеров	267
9.6.1. Приближение среднего поля	269
9.6.2. Скейлинговый подход	273
9.7. Адсорбция полиэлектролитов	275
Список литературы	279
Глава 10. ПЛЕНКИ И ПРОСЛОЙКИ	281
10.1. Поверхностные силы и расклинивающее давление	281
10.1.1. Воздушная прослойка	281



10.1.2. Жидкие прослойки	287
10.1.3. Искривленные границы фаз	289
10.2. Электростатическая составляющая расклинивающего давления	290
10.3. Потенциал ДЛФО (молекулярная и электростатическая составляющие)	296
10.4. Адсорбционная составляющая	298
10.5. Структурная составляющая	302
10.6. Гидрофобная составляющая	306
10.7. Стерическая составляющая	308
10.8. Электронная составляющая	312
10.9. Свободные пленки	316
10.10. Смачивающие пленки	320
10.10.1. Термодинамические соотношения	320
10.10.2. Экспериментальные данные	323
Список литературы	324

Глава 11. КИНЕТИКА ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ФАЗЫ (ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА)	327
11.1. Гомогенная нуклеация	327
11.2. Спинодальный распад	340
11.3. Эволюция зародышей новой фазы	345
11.4. Зарождение и рост кристаллов	349
11.5. Гетерогенная нуклеация. Конденсация на ионах	354
11.6. Гетерогенная нуклеация. Конденсация на подложках	357
11.7. Гетерогенная нуклеация. Эпитаксия	360
11.8. Рост фрактальных поверхностей	363
Список литературы	367

Глава 12. ДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ	369
12.1. Капиллярные волны	369
12.1.1. Идеальная жидкость	369
12.1.2. Вязкая жидкость	373
12.1.3. Влияние поверхностно-активных веществ на распространение капиллярных волн	375
12.2. Поверхностные потоки	378
12.3. Динамическое поверхностное натяжение	383
12.4. Движение плоского фронта жидкости	390
12.5. Течения Марангони	394
12.5.1. Конвекция Бенара—Марангони	395
12.5.2. Волновое движение Марангони	398
12.5.3. Межфазная турбулентность	399
12.6. Рассеяние света на поверхности жидкости	403
Список литературы	408



Глава 13. ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ	410
13.1. Кинетика испарения. Коэффициент конденсации	410
13.2. Скачки давления и температуры у поверхности испарения	412
13.3. Эффект инверсии профиля температуры	415
13.4. Испарение в «инертный» газ	418
13.5. Влияние монослоев на скорость испарения	422
13.6. Испарение и рост капель	425
13.6.1. Стационарное испарение крупных капель	425
13.6.2. Времена роста и жизни капель	427
13.6.3. Нестационарное испарение капель	428
13.6.4. Испарение умеренно крупных и мелких капель	430
13.6.5. Влияние монослоев на скорость испарения капель	432
13.6.6. Неравновесная термодинамика испарения капель	433
<i>Список литературы</i>	<i>434</i>
 Глава 14. ПОВЕРХНОСТЬ РАЗДЕЛА ТВЕРДОЕ ТЕЛО/НЕРАВНОВЕСНЫЙ ГАЗ	 436
14.1. Рассеяние газа на твердой поверхности. Коэффициенты аккомодации	436
14.2. Взаимодействие газа с фонами	444
14.3. Индикатрисы рассеяния	447
14.4. Скольжение газа по поверхности	450
14.4.1. Вязкое скольжение	451
14.4.2. Скачок температуры	453
14.4.3. Тепловое скольжение	454
14.4.4. Диффузионное скольжение	457
14.5. Термо- и диффузиофорез частиц в газе	459
14.5.1. Формула Стокса	459
14.5.2. Термофорез частиц	460
14.5.3. Диффузиофорез частиц	463
14.6. Диффузия по твердой поверхности	464
14.6.1. Самодиффузия атомов	464
14.6.2. Анизотропия диффузии	467
14.6.3. Диффузия при высоких степенях заполнения поверхности	468
14.7. Миграция кластеров по поверхности	470
14.7.1. Одномерные кластеры	470
14.7.2. Малые двумерные кластеры	471
14.7.3. Большие двумерные кластеры	474
<i>Список литературы</i>	<i>476</i>

Глава 15. ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ ПО ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ	478
15.1. Кинетика растекания капель	478
15.2. Динамический краевой угол	483



15.3. Кинетика капиллярного поднятия (пропитки)	486
15.4. Граничная вязкость и скольжение жидкости	489
15.5. Термокапиллярные течения	492
15.5.1. Термокапиллярное пленочное течение	492
15.5.2. Термоосмотическое течение	494
15.6. Диффузионно-капиллярные течения	496
15.6.1. Течение пленок под действием градиента концентрации	496
15.6.2. Диффузионно-осмотическое течение (капиллярный осмос)	497
15.7. Электрокапиллярное течение	499
15.8. Термофорез в жидкостях	501
15.8.1. Термофорез твердых частиц	501
15.8.2. Термокапиллярное движение капель и пузырьков	502
15.9. Диффузиофорез в жидкостях	504
15.9.1. Диффузиофорез твердых частиц	504
15.9.2. Диффузиофорез капель и пузырьков	505
15.10. Электрофорез частиц	507
15.11. Неравновесная термодинамика транспортных процессов в жидкостях	509
15.11.1. Прерывные системы	509
15.11.2. Термоосмос и механокалорический эффект	511
15.11.3. Диффузионный осмос и обратный осмос	513
15.11.4. Электроосмос и ток течения	515
15.11.5. Внешние течения	517
15.11.6. Термофорез и тепловая поляризация	518
15.11.7. Диффузиофорез и диффузионная поляризация	520
15.11.8. Электрофорез и эффект Дорна	520
Список литературы	522

Глава 16. НЕРАВНОВЕСНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ПОВЕРХНОСТИ

16.1. Термоэлектронная эмиссия	524
16.1.1. Первая формула Ричардсона	524
16.1.2. Вторая формула Ричардсона	526
16.1.3. Зависимость тока эмиссии от напряжения	529
16.1.4. Эффект Шоттки	531
16.1.5. Автоэлектронная (холодная) эмиссия	533
16.2. Фотоэлектронная эмиссия	534
16.3. Вторичная электронная эмиссия	537
16.4. Поверхностные плазмоны	540
16.4.1. Объемные плазменные колебания	540
16.4.2. Поверхностные плазмоны	543
16.5. Поверхностные магноны	545
16.6. Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние	548
Список литературы	553



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Метод функционала плотности для металлов	555
Список литературы	558

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Метод функционала плотности для плотных газов и жидкостей	559
Список литературы	561

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Основы неравновесной термодинамики	562
Список литературы	565