

Оглавление

Список таблиц.....	xiii
Предисловие ко второму изданию	xv
Предисловие к первому изданию.....	xvi
Символы и единицы измерения	xviii
Список обозначений.....	xxi

Часть I ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АТОМАМИ И МОЛЕКУЛАМИ

Глава 1	ИСТОРИЧЕСКИЙ РАКУРС.....	3
1.1	Четыре типа взаимодействий.....	3
1.2	Древнегреческие и средневековые представления о межмолекулярных взаимодействиях	3
1.3	Период становления науки. Сопоставление межмолекулярных сил с силой тяжести	5
1.4	Первые успешные феноменологические теории	7
1.5	Современный взгляд на происхождение межмолекулярных сил.....	10
1.6	Последние тенденции	11
	Вопросы и задачи.....	12
Глава 2	НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИЛ	15
2.1	Энергии взаимодействия молекул в свободном пространстве и в средах	15
2.2	Распределение Больцмана.....	18
2.3	Распределение молекул и частиц в равновесной системе.....	19
2.4	Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса	21
2.5	Тепловая энергия kT как мера силы взаимодействия.....	23
2.6	Классификация взаимодействий	26
	Вопросы и задачи.....	28
Глава 3	СИЛЬНЫЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ: КОВАЛЕНТНЫЕ И КУЛОНОВСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	29
3.1	Ковалентные силы (силы химической связи).....	29
3.2	Физические связи.....	30
3.3	Кулоновские силы, или взаимодействия зарядов	30

3.4	Ионные кристаллы.....	33
3.5	Отсчетные состояния.....	34
3.6	Радиус действия кулоновских сил.....	34
3.7	Энергия иона по Борну.....	35
3.8	Растворимость ионов в различных растворителях.....	36
3.9	Специфические взаимодействия ион–растворитель.....	40
3.10	Континуальный подход.....	41
3.11	Молекулярный подход: компьютерное моделирование.....	42
	Вопросы и задачи.....	44
Глава 4	ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С УЧАСТИЕМ ПОЛЯРНЫХ МОЛЕКУЛ.....	46
4.1	Что такое полярные молекулы?.....	46
4.2	Собственная энергия диполя.....	48
4.3	Ион-дипольные взаимодействия.....	48
4.4	Ионы в полярных растворителях.....	52
4.5	Сильные ион-дипольные взаимодействия. Гидратированные ионы.....	53
4.6	Сольватационные, гидратационные, структурные силы.....	55
4.7	Диполь-дипольные взаимодействия.....	56
4.8	Вращающийся диполь и усредненный по углу потенциал.....	58
4.9	Энтропийные эффекты.....	61
	Вопросы и задачи.....	62
Глава 5	ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ МОЛЕКУЛ.....	64
5.1	Поляризуемость атомов и молекул.....	64
5.2	Поляризуемость полярных молекул.....	66
5.3	Взаимодействия ионов с незаряженными молекулами.....	67
5.4	Взаимодействие ионов с молекулами растворителя и энергия Борна.....	70
5.5	Взаимодействие диполя с индуцированным диполем.....	71
5.6	Общий подход к поляризационным взаимодействиям.....	72
5.7	Эффекты растворителя и «избыточная поляризуемость».....	74
	Вопросы и задачи.....	77
Глава 6	ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	79
6.1	Природа дисперсионных взаимодействий между нейтральными молекулами. Формула Лондона.....	79

6.2	Величина дисперсионных сил: ван-дер-ваальсовы жидкости и твердые тела.....	81
6.3	Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса	85
6.4	Фазовые переходы газ–жидкость и жидкость–твердое тело.....	87
6.5	Силы Ван-дер-Ваальса между полярными молекулами	87
6.6	Общая теория ван-дер-ваальсовых взаимодействий между молекулами.....	92
6.7	Силы Ван-дер-Ваальса в конденсированных средах.....	95
6.8	Собственная дисперсионная энергия молекулы в среде.....	99
6.9	Еще о силах Ван-дер-Ваальса: анизотропия, неаддитивность и эффекты запаздывания.....	100
	Вопросы и задачи.....	102
Глава 7	СИЛЫ ОТТАЛКИВАНИЯ, ПОЛНЫЕ ПАРНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И СТРУКТУРА ЖИДКОСТЕЙ	104
7.1	Размеры атомов, ионов и молекул.....	104
7.2	Потенциалы отталкивания	107
7.3	Полные парные потенциалы взаимодействия.....	107
7.4	Силы отталкивания в твердых веществах молекулярного строения	109
7.5	Силы отталкивания в жидкостях. Структура жидкостей.....	111
7.6	Влияние структуры жидкости на межмолекулярные взаимодействия.....	114
	Вопросы и задачи.....	115
Глава 8	ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ, ГИДРОФОБНЫЕ И ГИДРОФИЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАК ОСОБЫЕ ВИДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ	117
8.1	Свойства воды	117
8.2	Водородная связь	118
8.3	Модели воды и ассоциированных жидкостей.....	120
8.4	Сравнение силы различных типов взаимодействий	122
8.5	Гидрофобный эффект	123
8.6	Гидрофобные взаимодействия.....	126
8.7	Гидрофильность	128
	Вопросы и задачи.....	129

Часть II СИЛЫ МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ И ПОВЕРХНОСТЯМИ

Глава 9	НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ИДЕИ О СИЛАХ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ И МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ.....	135
9.1	Факторы, благоприятствующие ассоциации схожих молекул или частиц в средах	135
9.2	Две одинаковые поверхности сближаются в среде: поверхностная энергия и межфазная энергия	139
9.3	Факторы, способствующие ассоциации разнородных молекул, частиц или поверхностей в третьих средах.....	140
9.4	Взаимодействия частиц с поверхностями	142
9.5	Пленки, адсорбированные на поверхности: смачивание и несмачивание.....	144
	Вопросы и задачи.....	146
Глава 10	РАЗЛИЧИЯ В СИЛАХ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ, МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ И МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЯМИ.....	147
10.1	Короткодействующие и дальнедействующие проявления сил.....	147
10.2	Потенциалы взаимодействия между макроскопическими телами	150
10.3	Эффективная площадь взаимодействия двух сфер: приближение Лангбайна	153
10.4	Сравнение взаимодействий больших тел с взаимодействиями между молекулами	154
10.5	Энергии взаимодействия и силы взаимодействия: приближение Дерягина.....	155
10.6	Экспериментальные методы измерения межмолекулярных и поверхностных сил	159
10.7	Непосредственные измерения поверхностных и межмолекулярных сил	163
	Вопросы и задачи.....	169
Глава 11	ВАН-ДЕР-ВААЛЬСОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА ФАЗ.....	171
11.1	Взаимодействия сил для тел различной геометрии. Константа Гамакера.....	171

11.2	Силы Ван-дер-Ваальса: взаимодействие тел в вакууме или в воздухе.....	173
11.3	Силы Ван-дер-Ваальса: теория Лифшица	174
11.4	Теория Лифшица и расчет констант Гамакера.....	178
11.5	Теория Лифшица в применении к взаимодействиям в конденсированных средах.....	182
11.6	Ван-дер-ваальсовы силы отталкивания. Расклинивающее давление и смачивающие пленки.....	185
11.7	Эффекты запаздывания	190
11.8	Экранирование сил Ван-дер-Ваальса в растворах электролитов.....	192
11.9	Правила сложения.....	193
11.10	Поверхностная энергия и энергия адгезии	195
11.11	Поверхностная энергия металлов.....	198
11.12	Силы между поверхностями с адсорбированными слоями.....	200
11.13	Силы Ван-дер-Ваальса в экспериментах	201
	Вопросы и задачи.....	203
Глава 12	ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЯМИ В ЖИДКОСТИ.....	207
12.1	Заряженные поверхности в жидкости и двойной электрический слой	207
12.2	Заряженные поверхности в воде (без добавленного электролита)	209
12.3	Уравнение Пуассона–Больцмана (ПБ).....	209
12.4	Плотность заряда, электрическое поле и концентрация противоионов на поверхности	210
12.5	Распределение концентрации противоионов в зависимости от расстояния от поверхности	212
12.6	Природа распределения противоионов, электрического поля, поверхностного потенциала и давления	214
12.7	Давление между двумя заряженными поверхностями в воде. Контактная теорема.....	216
12.8	Пределы применимости уравнения Пуассона–Больцмана	220
12.9	Толстые смачивающие пленки	222
12.10	Предел малых расстояний: перестройка заряда.....	223
12.11	Заряженные поверхности в растворе электролита.....	224
12.12	Уравнение Грэма.....	225

12.13	Заряд и потенциал поверхности в присутствии одновалентных ионов.....	227
12.14	Влияние двухвалентных ионов.....	229
12.15	Дебаевский радиус экранирования	230
12.16	Изменение потенциала и концентрации ионов по мере удаления от заряженной поверхности	231
12.17	Взаимодействие между заряженными поверхностями в электролите.....	233
12.18	Совместное действие сил Ван-дер-Ваальса и двойного электрического слоя: теория ДЛФО.....	238
12.19	Экспериментальные измерения сил двойного электрического слоя и ДЛФО	242
12.20	Влияние дискретности поверхностных зарядов и диполей	245
	Вопросы и задачи.....	248
Глава 13	СТРУКТУРНЫЕ, СОЛЬВАТАЦИОННЫЕ И ГИДРАТАЦИОННЫЕ СИЛЫ.....	251
13.1	«Не-ДЛФО» силы.....	251
13.2	Молекулярное упорядочение на поверхностях, границах раздела фаз и в тонких пленках	252
13.3	Природа осциллирующей силы, основного типа сольватационных сил	256
13.4	Измерения и свойства сольватационных сил: осциллирующие силы в неводных жидкостях	260
13.5	Сольватационные силы в водных системах: гидратационные силы отталкивания.....	266
13.6	Сольватационные силы в водных системах: «гидрофобное» притяжение.....	273
	Вопросы и задачи.....	277
Глава 14	СТЕРИЧЕСКИЕ И ФЛУКТУАЦИОННЫЕ СИЛЫ	279
14.1	Диффузные границы раздела.....	279
14.2	Полимеры на поверхности	280
14.3	Силы стерического отталкивания между поверхностями, покрытыми полимером.....	283
14.4	Силы в полимерных жидкостях (полимерных расплавах).....	289
14.5	Силы притяжения: «межсегментные», «мостиковые» и силы «обеднения».....	290
14.6	Неравновесные аспекты полимерных взаимодействий	294
14.7	Силы тепловых флуктуаций, действующие между жидкоподобными поверхностями	295

14.8	Силы взаимодействия выступов.....	295
14.9	Ундуляция и перистальтические силы.....	297
	Вопросы и задачи.....	300
Глава 15	АДГЕЗИЯ	302
15.1	Поверхностная энергия на границах раздела фаз	302
15.2	Поверхностная энергия малых кластеров и сильно искривленных поверхностей.....	307
15.3	Краевые углы и смачивающие пленки.....	308
15.4	Гистерезис краевого угла и гистерезис адгезии.....	312
15.5	Адгезия между твердыми частицами. Теория ДКР и теория Герца	315
15.6	Адгезия и капиллярная конденсация	319
	Вопросы и задачи.....	323

Часть III

ЖИДКОПОДОБНЫЕ СТРУКТУРЫ И ЯВЛЕНИЯ САМОСБОРКИ. МИЦЕЛЛЫ, БИСЛОИ И КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ

Глава 16	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ САМОСБОРКИ	331
16.1	Введение	331
16.2	Фундаментальные термодинамические уравнения самосборки.....	335
16.3	Условия образования агрегатов.....	338
16.4	Изменение потенциала в зависимости от N для простых структур различной геометрии: цилиндры, диски и сферы.....	339
16.5	Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).....	341
16.6	Агрегаты бесконечных размеров (фазовое расслоение). Агрегаты конечного размера (мицеллообразование)	342
16.7	Распределение структур, образующихся при самосборке, по размерам.....	347
16.8	Сложные амфифильные структуры.....	349
16.9	Взаимодействие между агрегатами. Мезофазы и мультислой.....	351
16.10	Заключение	354
	Вопросы и задачи.....	354

Глава 17 АГРЕГАЦИЯ АМФИФИЛЬНЫХ МОЛЕКУЛ. МИЦЕЛЛЫ, БИСЛОИ, ВЕЗИКУЛЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ	355
17.1 Введение. Амфифильные структуры: равновесный подход.....	355
17.2 Оптимальная площадь полярных групп	356
17.3 Соображения геометрии и упаковки.....	359
17.4 Сферические мицеллы.....	360
17.5 Несферические и цилиндрические мицеллы.....	363
17.6 Бислои	364
17.7 Везикулы.....	368
17.8 Факторы взаимопревращения структур.....	370
17.9 Модуль изгиба бислоев и мембран	371
17.10 Биологические мембраны.....	375
17.11 Мембранные липиды	376
17.12 Мембранные белки и структура мембран	378
Вопросы и задачи.....	381
Глава 18 ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЛИПИДНЫМИ БИСЛОЯМИ И БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕМБРАНАМИ	384
18.1 Введение	384
18.2 Ван-дер-ваальсовы силы притяжения.....	384
18.3 Электростатические силы (двойной электрический слой).....	385
18.4 Гидратационные силы	387
18.5 Ограничения гидратационной модели.....	391
18.6 Стерические взаимодействия.....	394
18.7 Гидрофобные взаимодействия.....	397
18.8 Специфические взаимодействия	399
18.9 Взаимозависимость меж- и внутримембранных сил.....	401
18.10 Адгезия.....	403
18.11 Плавление	405
Вопросы и задачи.....	408
Библиография.....	411
Предметный указатель.....	427