

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|---|
| Предисловие к русскому изданию | 5 |
| Предисловие к английскому изданию | 7 |

Глава 1

СТАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕРМОДИНАМИКА ЖИДКОСТЕЙ

| | |
|---|----|
| 1.1. Определение функции радиального распределения $g(r)$ и структурного фактора $S(k)$ | 8 |
| 1.2. Внутренняя энергия и уравнение состояния с парным потенциалом $g(r)$ | 10 |
| 1.3. Взаимосвязь структурного фактора жидкости при $k=0$ и сжимаемости | 12 |

Глава 2

РАСЧЕТ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ПОТЕНЦИАЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

| | |
|--|----|
| 2.1. Многочастичные корреляционные функции | 16 |
| 2.2. Уравнение равновесия сил | 18 |
| 2.3. Зависимость $g(r)$ от давления и трехчастичная корреляционная функция | 20 |
| 2.4. Проверка простейших приближений для трехчастичной корреляционной функции | 21 |
| 2.4.1. Суперпозиционное приближение | 21 |
| 2.4.2. Сравнение с экспериментом | 22 |
| 2.4.3. Проверка машинным моделированием | 24 |
| 2.5. Приближенные теории структуры жидкости | 24 |
| 2.5.1. Теория Борна — Грина | 24 |
| 2.5.2. Приближенная форма теории Борна — Грина (гиперцепное приближение) | 26 |
| 2.6. Прямая корреляционная функция Ориштейна — Цернике и теория Перкуса — Йевица | 27 |
| 2.6.1. Флуктуации плотности и корреляционные функции | 28 |
| 2.6.2. Приближение хаотических фаз | 29 |
| 2.6.3. Эффективный межатомный потенциал и теория Перкуса — Йевица | 30 |
| 2.6.4. Прямая корреляционная функция для жидкого аргона | 32 |
| 2.6.5. Уравнение состояния жидкого аргона | 34 |
| 2.6.6. Коррекция потенциала твердой сердцевины, учитывающая сжимаемость молекулы | 36 |
| 2.7. Заключение и комментарии к приближенным теориям структур | 38 |

Глава 3

ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ И ВРЕМЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ

| | |
|--|----|
| 3.1. Корреляции плотности, зависящие от времени | 39 |
| 3.2. Промежуточная функция рассеяния и структурный фактор Ван-Хова | 42 |
| 3.2.1. Промежуточная функция рассеяния | 42 |
| 3.2.2. Динамический структурный фактор | 43 |
| 3.2.3. Связь временных корреляционных функций с рассеянием нейтронов | 44 |
| 3.2.4. Соотношение между $S(k, \omega)$ и автокорреляционной функцией $S_s(k, \omega)$ | 47 |
| 3.2.5. Флуктуационно-диссипативная теорема | 48 |
| 3.3. Моменты корреляционных функций Ван-Хова и коротковременные разложения | 49 |

| | |
|--|----|
| 3.3.1. Асимптотическая форма $G(r, t)$ при больших r и малых t для потенциала ван-дер-ваальсовых сил | 51 |
| 3.3.2. Моменты функций Ван-Хова в квантовых жидкостях | 52 |
| 3.4. Простые модели $S_s(k, \omega)$ и $S(k, \omega)$ | 53 |
| 3.4.1. Модель свободных частиц | 53 |
| 3.4.2. Уравнение диффузии для $G_s(r, t)$ | 54 |
| 3.4.3. Вклад коллективных мод в $S(k, \omega)$ | 57 |

Глава 4

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ФОРМЫ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ И ОБОБЩЕННАЯ ГИДРОДИНАМИКА

| | |
|---|----|
| 4.1. Автокорреляционная функция скоростей | 59 |
| 4.1.1. Обобщенное уравнение Ланжевена | 62 |
| 4.1.2. Функция памяти и разложение в непрерывные дроби | 65 |
| 4.2. Некоторые особенности автокорреляционной функции скоростей | 66 |
| 4.2.1. Автокорреляционная функция скоростей в модели твердых сфер | 67 |
| 4.2.2. Неаналитичность частотных спектров классических жидкостей | 68 |
| 4.2.3. Экспериментальные данные и связь частотного спектра с частотой Дебая | 70 |
| 4.3. Гидродинамическая форма $S(k, \omega)$ | 71 |
| 4.3.1. Уравнения гидродинамики | 71 |
| 4.3.2. Гидродинамическая форма $S(k, \omega)$ при низких температурах | 73 |
| 4.3.3. Гидродинамическая форма $S(k, \omega)$ при произвольных температурах | 75 |
| 4.3.4. Формулы Кубо для коэффициентов переноса | 76 |
| 4.3.5. Связь функции $S(k, \omega)$ с рассеянием света | 78 |
| 4.4. Функция памяти для $S(k, \omega)$ и обобщенная гидродинамика | 79 |

Глава 5

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ ВАН-ХОВА

| | |
|--|-----|
| 5.1. Флуктуации плотности и фононы в жидкостях и твердых телах | 82 |
| 5.2. Удельная теплоемкость жидкостей | 85 |
| 5.2.1. Гармоническая теория | 85 |
| 5.2.2. Теория функции распределения | 86 |
| 5.2.3. Оценки теплоемкости для простых жидкостей | 86 |
| 5.2.3.1. Некоторые оценки для жидкого аргона | 86 |
| 5.2.3.2. Жидкие металлы | 88 |
| 5.3. Уравнение Власова для $S(k, \omega)$ | 88 |
| 5.3.1. Уравнение Эйлера для трехчастичной функции | 90 |
| 5.3.2. Решение уравнения для собственных значений ψ для жидкости и связь его с уравнением Власова | 91 |
| 5.4. Теория среднего поля для $S(k, \omega)$ | 93 |
| 5.4.1. Теория Хаббарда — Биби | 94 |
| 5.4.1.1. Эффекты движения частиц | 95 |
| 5.4.1.2. Модель для ω_k | 96 |
| 5.4.2. Теория среднего поля и движение отдельной частицы | 97 |
| 5.5. Подход к описанию $S(k, \omega)$ на основе функции памяти | 100 |

Глава 6

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА БИНАРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

| | |
|--|-----|
| 6.1. Парциальные структурные факторы двойных смесей | 102 |
| 6.2. Парциальные структурные факторы в термодинамическом пределе | 106 |
| 6.3. Модель конформальных растворов | 107 |
| 6.3.1. Численные результаты для сплава Na—K | 108 |
| 6.3.2. Фазовые диаграммы | 110 |
| 6.3.3. Эффекты размеров молекул в смесях | 112 |

| | |
|---|-----|
| 6.4. Парциальные структурные факторы в диапазоне конечных длин волн в конформальных растворах | 114 |
| 6.4.1. Корреляции плотность — плотность | 115 |
| 6.4.2. Корреляции концентрация — концентрация | 117 |
| 6.5. Парциальные структурные факторы смеси жидкостей твердых сфер | 119 |
| 6.5.1. Среднесферическая модель для однокомпонентной жидкости нейтральных твердых сфер | 120 |
| 6.5.2. Среднесферическая модель для бинарных смесей твердых сфер | 122 |
| 6.6. Гидродинамические корреляционные функции для бинарных смесей | 124 |
| 6.6.1. Парциальные функции Ван-Хова | 124 |
| 6.6.2. Соотношения Кубо | 125 |
| 6.7. Динамические свойства изотропных смесей | 125 |
| 6.7.1. Модель парциальных динамических структурных факторов | 126 |
| 6.7.2. Перенос атомов при малой разности масс $m_1 - m_2$ | 128 |
| 6.8. Функции Ван-Хова и перенос в конформальных растворах | 130 |
| 6.8.1. Парциальные динамические структурные факторы | 131 |

Глава 7

ЗАРЯЖЕННЫЕ ЖИДКОСТИ

| | |
|--|-----|
| 7.1. Классическая однокомпонентная плазма | 133 |
| 7.1.1. Экранирование и осцилляции плазмы | 133 |
| 7.1.2. Диэлектрическая функция | 137 |
| 7.1.3. Структура плазмы | 140 |
| 7.1.4. Динамика плазмы | 143 |
| 7.2. Вырожденная электронная жидкость и модель желе | 146 |
| 7.2.1. Диэлектрический отклик и ПХФ | 146 |
| 7.2.2. Усовершенствования ПХФ | 151 |
| 7.3. Ионные расплавы | 153 |
| 7.3.1. Модели потенциалов | 153 |
| 7.3.2. Статические структурные факторы | 156 |
| 7.3.3. Динамические структурные факторы | 160 |
| 7.4. Жидкие металлы | 164 |
| 7.4.1. Электронная теория межионного потенциала в металлах | 164 |
| 7.4.2. Парциальные структурные факторы в электрон-ионных жидкостях | 165 |
| 7.4.3. Когезионные свойства металлов | 168 |
| 7.4.4. Электронный перенос и гидродинамика | 170 |
| 7.5. Электрон-дырочные жидкости в полупроводниках | 172 |
| 7.6. Вода и растворы электролитов | 174 |
| 7.6.1. Структура воды | 174 |
| 7.6.2. Динамика дипольных систем | 180 |
| 7.6.3. Ионы в воде | 184 |

Глава 8

ГЕЛИЕВЫЕ ЖИДКОСТИ

| | |
|--|-----|
| 8.1. Теория Фейнмана для жидкого ${}^4\text{He}$ | 186 |
| 8.2. Форма волновой функции основного состояния | 188 |
| 8.3. Спектр возбуждения для жидкого ${}^4\text{He}$ | 190 |
| 8.4. Теории функций Ван-Хова для жидкого ${}^4\text{He}$ | 194 |
| 8.5. Квантовые вихри в переохлажденном ${}^4\text{He}$ | 197 |
| 8.6. Теория Ландау для нормального ${}^3\text{He}$ | 198 |
| 8.6.1. Термодинамические свойства | 199 |
| 8.6.2. Уравнение переноса и нулевой звук | 201 |
| 8.7. Низкотемпературные фазы ${}^3\text{He}$ | 203 |
| 8.7.1. Фазовые диаграммы | 203 |
| 8.7.2. Экспериментальные данные для низкотемпературных фаз | 204 |
| 8.7.3. Теоретические исследования | 206 |
| 8.8. Растворы ${}^3\text{He} - {}^4\text{He}$ | 208 |

| | |
|---|-----|
| 8.8.1. Термодинамика и эффективное взаимодействие частиц | 209 |
| 8.8.2. Микроскопический подход | 210 |
| 8.8.3. Явное вариационное выражение для изменения атомного объема | 211 |

Глава 9

КРИТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

| | |
|---|-----|
| 9.1. Феноменологический подход | 213 |
| 9.1.1. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса | 213 |
| 9.1.2. Теория Орнштейна — Цернике и длина корреляции | 214 |
| 9.2. Асимптотическая форма трехчастичной корреляционной функции вблизи критической точки | 216 |
| 9.3. Показатели подобия для жидкостей | 217 |
| 9.3.1. Термодинамическое подобие | 218 |
| 9.3.2. Дополнительные замечания о подобии по длине | 219 |
| 9.3.2.1. Приведение корреляционной функции | 220 |
| 9.4. Введение в теорию перенормировки; аргумент Желя-Манна — Лоу | 221 |
| 9.5. Расчет критических показателей методами разложения | 223 |
| 9.5.1. Разложение по ϵ | 224 |
| 9.5.2. Замечания о лагранжианах и гамильтонианах | 224 |
| 9.6. Определение критических показателей из экспериментов по рассеянию света | 225 |
| 9.6.1. Критическая опалесценция | 225 |
| 9.6.2. Рассеяние света на ксеноне | 226 |
| 9.7. Динамика критических явлений | 227 |
| 9.7.1. Замечания об универсальности | 228 |
| 9.7.2. Динамическое подобие | 228 |
| 9.7.3. Измерение кинематической вязкости методом рассеяния света | 230 |
| 9.8. Разделение фаз в сплавах и критическая точка смешивания | 230 |
| 9.8.1. Неупругое рассеяние нейтронов на металлических сплавах вблизи критической точки смешивания | 231 |
| 9.8.2. Коэффициенты переноса | 232 |

Глава 10

ПОВЕРХНОСТЬ ЖИДКОСТИ

| | |
|---|-----|
| 10.1. Основные понятия | 234 |
| 10.2. Функция распределения молекул вблизи поверхности жидкости | 236 |
| 10.2.1. Приближенная теория поверхностного натяжения в терминах одночастичной плотности $\rho(z)$ | 236 |
| 10.2.2. Результаты для потенциала Леннарда — Джонса | 237 |
| 10.3. Теория флуктуаций и поверхностное натяжение | 238 |
| 10.3.1. Свободная энергия, связанная с флуктуациями плотности | 239 |
| 10.3.2. Приближенная форма прямой корреляционной функции | 241 |
| 10.3.3. Сравнение теории Фиска — Видома с экспериментом вблизи критической точки | 242 |
| 10.3.4. Поверхностное натяжение жидкости твердых сфер | 243 |
| 10.4. Расчет одночастичной функции распределения | 245 |
| 10.5. Парная функция распределения вблизи поверхности жидкости | 246 |
| 10.6. Соотношение между изотермической сжимаемостью и поверхностным натяжением | 248 |
| 10.6.1. Теория Кахна — Хилларда | 248 |
| 10.6.2. Жидкие металлы | 250 |
| 10.7. Поверхностное натяжение растворов | 252 |
| 10.7.1. Идеальный бинарный раствор | 253 |
| 10.7.2. Регулярные растворы | 254 |
| 10.8. Динамика атомов в поверхностном слое жидкости | 254 |
| Приложения | 256 |