

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	7
Г л а в а 1	
Размерные и модельные оценки . . . . .	9
1. Оценки математических выражений . . . . .	12
Оценка производной (12). Оценки интегралов (13). Метод перевала (18). Свойства интегралов от осциллирующих функций. Оценки далеких членов ряда Фурье (21). Оценки решений дифференциальных уравнений (27).	
2. Атомная механика . . . . .	32
Оценки скоростей и размеров орбит внутренних электронов атома (32). Стационарные состояния (33). Распределение электрического заряда в атоме (37). Формула Резерфорда (39). Неприменимость классической механики при больших прицельных параметрах (40). Оценка сечения рассеяния для потенциалов, спадающих с расстоянием быстрее, чем кулоновский (42). Резонансные эффекты при рассеянии (43). Взаимодействие между атомами (44). Ионизация атомов (45). Многократное рассеяние (46).	
3. Взаимодействие с излучением . . . . .	48
Нулевые колебания электромагнитного поля (48). Фотозффект (51). Времена жизни возбужденных состояний атома (55). Тормозное излучение (57). Образование пар (60). Рождение мягких квантов при рассеянии заряженных частиц («инфракрасная катастрофа») (62). Лэмбовское смещение (63). Асимптотический характер рядов в квантовой электродинамике (71).	
Г л а в а 2	
Различные случаи теории возмущений . . . . .	73
1. Теория возмущений в непрерывном спектре . . . . .	75
Рассеяние заряженных частиц на атомном ядре (80).	
2. Возмущение граничных условий . . . . .	81
Энергетические уровни деформированного ядра (82).	

3.	Внезапные возмущения . . . . .	85
	Ионизация атомов при $\beta$ -распаде (87). Ионизация атомов при ядерных реакциях (89). Передача энергии при вылете кванта из ядра молекулы (эффект Мёссбауэра) (92).	
4.	Адиабатические возмущения . . . . .	94
	Ионизация атома при пролете медленной тяжелой частицы (97). Захват атомного электрона протоном (перезарядка) (99).	
5.	Быстрая и медленная подсистемы . . . . .	103
	Колебательные уровни энергии молекулы (105). Возбуждение ядерных дипольных уровней быстрой частицей (108). Рассеяние протона на атоме водорода (перезарядка) (111).	
6.	Теория возмущений в случае близких уровней . . . .	113
	Частица в периодическом потенциале (115). Штарк-эффект в случае близких уровней (116). Изменение времени жизни состояния $2s_{1/2}$ атома водорода во внешнем электрическом поле (118).	

### Глава 3

	Квазиклассическое приближение . . . . .	121
1.	Одномерная задача . . . . .	123
	Асимптотические ряды (124). Сшивание квазиклассических функций (125). Условие квантования (129). Точность квазиклассического приближения (131). Нормировка квазиклассических функций (132). Принцип соответствия (133). Средняя кинетическая энергия (133). Связь квазиклассических матричных элементов с компонентами Фурье классического движения (134). Критерий применимости теории возмущений для расчета не слишком малых величин (135). Вычисление матричных элементов в случае сильно осциллирующих функций (137). Прохождение через барьер (143). Начбарьерное отражение (149).	
2.	Трехмерная задача . . . . .	152
	Центрально-симметричное поле (152). Модификация центробежного потенциала (152). Уровни энергии в кулоновском поле (153). Квазиклассическое представление сферических функций (155). Распределение Томаса — Ферми в атоме (158). Оценки ядерных матричных элементов (162). Нецентральный потенциал (165). Квазиклассическая задача рассеяния (165). Сечение рассеяния протона на атоме водорода (168).	

## Глава 4

Аналитические свойства физических величин . . . . .	170
Зависимость момента инерции ядра от деформации (173). Зависимость частоты звука от волнового вектора (174).	
1. Аналитические свойства диэлектрической постоянной . . . . .	175
Аналитические свойства диэлектрической постоянной в простой модели (178).	
2. Аналитические свойства амплитуды рассеяния . . . . .	181
Унитарность как следствие принципа суперпозиции и сохранения вероятности (181). Дисперсионное соотношение (183). Резонансное рассеяние при малых энергиях (184). Нерезонансное рассеяние при малых энергиях (188). Рассеяние на потенциальной яме (190). Аналитические свойства волновой функции (191). Одночастичные функции сплошного спектра при малой энергии (192).	
3. Использование аналитических свойств в физических задачах . . . . .	194
Теория ядерных реакций с образованием медленных частиц (194). Взаимодействующие частицы в потенциальной яме (198). Теория прямых реакций (201). Пороговые особенности амплитуды рассеяния (203).	

## Глава 5

Методы задачи многих тел . . . . .	206
1. Метод квазичастиц и функции Грина . . . . .	212
Амплитуды перехода (212). Одночастичные функции Грина в системе невзаимодействующих частиц (функции Грина квазичастиц) (215). Функции Грина в системе взаимодействующих частиц (217). Аналитические свойства одночастичной функции Грина (219). Вычисление наблюдаемых величин (222). Распределение ферми-частиц по импульсам (224).	
2. Графический метод . . . . .	225
Графическое изображение процессов (225). Взаимодействие между квазичастицами (237). Локальное взаимодействие квазичастиц (242).	
3. Решение задач методом функций Грина . . . . .	244
Уравнение Дайсона. Обоснование модели оболочек (244). Неустойчивость фермиевского распределения в случае притяжения. Возникновение щели в энергетическом спектре (248). Энергетический спектр бозе-систем. Сверхтекучесть (254).	

4. Система во внешнем поле . . . . . 261  
 Изменение распределения частиц в поле (263). Спиновая поляризуемость и магнитный момент квазичастицы (264). Звуковые колебания в ферми-системе («нулевой звук») (265). Плазменные колебания. Экранировка заряда в плазме (267). Законы сохранения и заряды квазичастиц для различных полей (268).

## Глава 6

### Качественные методы в квантовой теории поля . . . 273

1. Конструирование релятивистских уравнений . . . . . 280  
 Лоренц-инвариантность (280). Уравнения Максвелла (284). Уравнение Клейна — Гордона — Фока (286). Уравнение Дирака (287). Функция Грина бесспиновых частиц (290). Функция Грина частицы со спином  $1/2$  (292). Функция Грина фотона (294).
2. Расходимости и перенормируемость . . . . . 297  
 Локальное взаимодействие между частицами (297). Графики Фейнмана в скалярной теории (300). Оценки расходимостей и идея перенормировок (302). Условие перенормируемости (307). Логарифмическое приближение и перенормируемость (310).
3. Квантовая электродинамика на малых расстояниях . . 318  
 Локальное взаимодействие в квантовой электродинамике (318). Поляризация вакуума (322). Радиационные поправки к закону Кулона (324). Электромагнитное взаимодействие на сверхмалых расстояниях (327).