

УДК 530.1
ББК 22.31
Э 704

Интернет-магазин

MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

- физика
- математика
- биология
- нефтегазовые технологии

Эпендиев М. Б.

Теоретические основы физики. — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. — xxviii + 472 с.

В данной книге в компактной форме представлена структура теоретических основ физики с указанием пределов применимости, изъянов и других особенностей исходных положений и уравнений. Книга может служить справочником для исследователей и кратким учебником для студентов. Математическая строгость сочетается с подробным комментарием, изложенным в доступной форме, поэтому книга может быть полезной и для более широкого круга читателей, желающих увидеть физическую картину мира с высоты «птичьего полета» и разобраться с возможностями тех или иных теоретических направлений.

ISBN 978-5-4344-0111-1

ББК 22.31

© М. Б. Эпендиев, 2013

© Ижевский институт компьютерных исследований, 2013

<http://ics.org.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Читателю этой книги	ix
Предисловие	xi
Введение	xv
Глава 1. Механика	1
1. Основные понятия	1
2. Законы Ньютона	5
3. Лагранжев формализм	8
4. Классификация сил	15
5. Метод Гамильтона	20
6. Движение твердого тела	25
7. Колебания	33
Приложение 1. Системы отсчета в 3-мерном пространстве	38
Приложение 2. Взаимодействие двух тел. Сечение рассеяния	42
Приложение 3. Одномерные линейные колебания	47
Глава 2. Основы статистической теории	53
1. Статистическое описание динамических систем	53
2. Функция распределения динамических переменных	58
3. Кинетические уравнения	63
3.1. Уравнение самосогласованного поля	65
3.2. Газокинетическое уравнение	67
Приложение. Вывод газокинетического уравнения	69
Глава 3. Термодинамика равновесных состояний	74
1. Равновесное состояние	74
2. Термодинамические параметры	80
3. Процессы теплообмена и термодинамические потенциалы	85
3.1. Виды термодинамических процессов	87
3.2. Термодинамические потенциалы	90
4. Распределения Гиббса	92
5. Реальный газ	94
Глава 4. Сплошные среды	97
1. Фазовые переходы	97
2. Микродинамика сплошных сред	100
3. Макроскопические процессы	106

4. Макродинамические уравнения	111
4.1. Течения	113
4.2. Звуковые волны.....	114
4.3. Стационарные деформации.....	115
Приложение. Вывод макродинамических уравнений	117
Глава 5. Специальная теория относительности	123
1. Понятие времени	123
2. Аксиоматизация причинно-следственных отношений	125
3. Временные и пространственные прямые	132
4. Координатное представление	137
5. Релятивистская механика	145
5.1. Действие, энергия и импульс тела	145
5.2. Преобразование координат	149
5.3. Тензоры и уравнения движения	153
Глава 6. Электродинамика в вакууме	158
1. Характеристики зарядов и полей	158
2. Уравнения динамики полей и движения зарядов	161
3. Электродинамика в релятивистски-инвариантной форме.	163
3.1. Тензорное представление	163
3.2. Функция действия	166
3.3. Тензор энергии-импульса и инварианты поля	169
4. Представление решений уравнений поля	174
5. Электромагнитные волны	179
Приложение 1. Движение заряда в поле.....	183
1. Электрическое поле	183
2. Кулоновское поле.....	184
3. Постоянное и однородное электромагнитное поле	186
4. Движение в поле плоской волны.....	187
Приложение 2. Излучение электромагнитных волн	188
Глава 7. Электродинамика в средах	193
1. Исходная модель	193
2. Электрический ток	196
2.1. Проводники и диэлектрики.....	196
2.2. Характеристики цепей электрического тока. Закон Ома	198
3. Поля в средах	202
3.1. Электрическое поле	202
3.2. Магнитное поле.....	204
4. Цепи переменного электрического тока.....	205
5. Магнитное поле и взаимодействие токов	208

5.1. Поле линейных токов.....	208
5.2. Взаимодействие токов.....	211
6. Электромагнитные волны в веществе.....	214
7. Оптика.....	219
7.1. Геометрическая оптика.....	221
7.2. Волновая оптика.....	223
Приложение 1. Действие поля на диполи и токи.....	228
1. Электрический диполь.....	229
2. Круговые токи в магнитном поле.....	231
3. Вращение контура с током.....	233
4. Электромагнитная индукция.....	238
Приложение 2. Поля зарядов и токов.....	241
1. Поле диполей.....	242
2. Магнитное поле токов.....	246
3. Поле соленоида.....	249
Приложение 3. Взаимодействие токов.....	250
Глава 8. Общая теория относительности.....	253
1. Исходные положения.....	254
2. Множество событий в ПВ с учетом гравитации.....	258
3. Движение тел и уравнения электродинамики в ОТО.....	264
3.1. Тензоры и ковариантная производная.....	264
3.2. Геодезические линии и уравнения электродинамики.....	266
4. Тензор кривизны.....	271
5. Уравнения Эйнштейна.....	276
6. Решение уравнений Эйнштейна.....	280
6.1. Нерелятивистское приближение.....	280
6.2. Центральное-симметричное поле.....	281
6.3. Однородная и изотропная Вселенная.....	284
Глава 9. Квантовая механика.....	289
1. Микромир и классическая физика.....	289
2. Волновая функция и физические величины.....	295
3. Уравнение Шредингера.....	301
4. Анализ уравнения Шредингера для стационарных моделей.....	304
5. Упругое рассеяние частиц.....	309
6. Методы теории возмущений.....	315
Приложение 1. Некоторые решения уравнения Шредингера.....	323
Приложение 2. Асимптотики волновых функций.....	328

Глава 10. Релятивистская квантовая механика	333
1. Волновая функция и операторы в релятивистской теории	333
2. Релятивистски-инвариантные уравнения квантовой механики.....	336
3. Анализ уравнения Дирака в общем случае	342
4. Уравнение Дирака в стационарных моделях. Кулоновский потенциал	347
5. Уравнение Паули.....	351
Приложение 1. Квадратичные формы спинорного поля и уравнения для них	355
Приложение 2. Уравнение Дирака в центрально-симметричном поле	360
Глава 11. Теория квантованных полей	368
1. Постановка задачи	368
2. Классическая теория полей.....	372
2.1. Лагранжев формализм и инварианты свободных полей	375
2.2. Разложение функций поля по плоским волнам	379
2.3. Взаимодействие полей	383
3. Принципы квантования полей.....	385
3.1. Перестановочные соотношения	387
3.2. Нормальные произведения	392
4. Матрица рассеяния.....	395
4.1. Уравнение для амплитуды состояния и S-матрица ...	397
4.2. Матричные элементы и вероятности переходов	400
4.3. Диаграммы Фейнмана в квантовой электродинамике	404
Приложение. Причинные функции и структура матричного элемента	409
Глава 12. Квантовая статистика	415
1. Квантовый статистический ансамбль	415
2. Статистика равновесных систем	419
Приложение. Представление волновых полей осцилляторами.....	424
Глава 13. Основы теории элементарных частиц	426
1. Фундаментальные взаимодействия и классификация частиц.....	426
2. Локальные преобразования и калибровочные поля	432
3. Принципы построения лагранжианов свободных частиц ..	436

Оглавление	vii
4. Слабое взаимодействие	440
5. Сильное взаимодействие	442
Приложение. Группы, их классификация и представления. ...	444
1. Классификация групп	444
2. Представления групп	449
Заключение	452
Список постоянных обозначений и сокращений	456
Рекомендуемая литература	458
Перечень ста фундаментальных экспериментов, на которые опирается современная физика	459
Предметный указатель	465