

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора	3
Из предисловия автора	4
Математическое введение	5
1. Функции и их производные	5
2. Интегрирование	9
3. Дифференциальные уравнения	12
4. Векторы	15
5. Функции многих переменных (скалярные и векторные поля)	17
6. Скалярное поле	19
7. Векторное поле	19
8. Уравнения с частными производными	20
9. Векторный оператор	20
10. Некоторые интегральные теоремы	22
11. Комплексные числа	22

ЧАСТЬ I

Глава 1. Основные понятия	25
1. Измерение	25
1.1. Системы единиц (25). 1.2. Эталоны (27).	
2. Причина и следствие. Принцип причинности и научное предвидение	29
Глава 2. Строение материи	30
1. Материя и энергия	30
1.1. Основной закон сохранения энергии (30). 1.2. Эквивалентность массы и энергии. Закон сохранения массы — энергии (30). 1.3. Основные частицы вещества (31). 1.4. Вещество и антивещество (35).	
2. Атомы	35
2.1. Атомное ядро (35). 2.2. Радиоактивность (38). 2.3. Ядерные реакции (41).	
2.4. Искусственная радиоактивность (43). 2.5. Биологическое действие ионизирующей радиации (45). 2.6. Деление ядер (48). 2.7. Термоядерная реакция синтеза (50). 2.8. Электронная оболочка атома (51).	
3. Межатомные связи; молекулы и кристаллы	57
4. Состояние вещества (газообразная, жидкая и твердая фазы)	62
4.1. Газ (63). 4.2. Твердое состояние (63). 4.3. Жидкое состояние (69).	
4.4. Замечание относительно обмена энергией (70).	

ЧАСТЬ II. МЕХАНИКА

Глава 1. Кинематика	73
Введение	73
1. Скорость и ускорение	73
1.1. Первый способ описания движения точки (73). 1.2. Второй способ описания движения точки (74).	
2. Вращение и угловая скорость	76
3. Кинематика твердого тела	77
Глава 2. Динамика материальной точки	78
1. Основные законы	78
1.1. Закон инерции (первый закон Ньютона) (78). 1.2. Закон движения (второй закон Ньютона) (79). 1.3. Закон равенства действия и противодействия (третий закон Ньютона) (79). 1.4. Связь между динамическими и кинематическими величинами. Уравнение движения (79).	
1.5. Инертная и гравитационная массы (80).	
2. Статика	80
2.1. Статика материальной точки (80). 2.2. Статика твердого тела (81)	
3. Несколько примеров движения	85
3.1. Свободное падение (85). 3.2. Падение с трением, пропорциональным скорости (86). 3.3. Падение с трением, пропорциональным квадрату скорости (86). 3.4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту (86).	
3.5. Гармоническое колебание (87).	

4. Момент количества движения и центральные силы	93
4.1. Формулы, эквивалентные основному закону динамики (93).	
4.2. Центральные движения (94). 4.3. Закон всемирного тяготения (95).	
5. Относительные движения. Силы инерции	96
5.1. Некоторые общие положения (96). 5.2. Частные случаи (97).	
6. Работа и энергия, импульс силы и количество движения, момент количества движения	100
6.1. Работа и энергия (100). 6.2. Импульс силы и количество движения (102).	
6.3. Момент количества движения (103).	
Глава 3. Динамика твердого тела и системы тел	107
1. Основные теоремы	107
1.1. Теорема о движении центра тяжести (107). 1.2. Теорема о моменте количества движения (108). 1.3. Принцип сохранения энергии в механике (108).	
2. Применения	109
2.1. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси (109). 2.2. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки. Гирискон. (114).	
Глава 4. Теория относительности	116
1. Кинематика теории относительности	116
1.1. Замедление времени (117). 1.2. Сокращение длин (117). 1.3. Сложение скоростей в теории относительности (117).	
2. Динамика теории относительности	119
2.1. Изменение массы со скоростью. Инертность энергии (119).	
2.2. Кинетическая энергия. Соотношение между энергией и импульсом (120).	
Глава 5. Механика жидкостей (гидромеханика)	121
1. Гидростатика	121
1.1. Несжимаемые жидкости (121). 1.2. Сжимаемые жидкости (123).	
1.3. Равновесие свободной поверхности жидкости (124).	
2. Гидродинамика	125
А. Идеальная жидкость	125
2.1. Движение жидкости. Уравнение неразрывности (125). 2.2. Уравнение Бернулли (126). 2.3. Применения (127). 2.4. Применение закона сохранения количества движения (импульса) в гидродинамике (129).	
Б. Вязкие жидкости. Ламинарное и турбулентное течения	129
2.5. Ламинарное течение (129). 2.6. Силы сопротивления в вязкой жидкости. Случай шара. Формула Стокса (134). 2.7. Турбулентное течение. Закон подобия. Число Рейнольдса (135). 2.8. Силы сопротивления в турбулентном потоке (137).	
3. Подъемная сила. Эффект Магнуса. Формула Кутта — Жуковского	138
Глава 6. Сжимаемость жидкостей и упругость	141
1. Сжимаемость жидкостей	141
1.1. Изотермическое сжатие (141). 1.2. Роль сжимаемости в гидродинамике. Аэродинамика сверхзвуковых скоростей (142).	
2. Деформация твердого тела. Упругость. Закон Гука	144
2.1. Модули упругости (144). 2.2. Тензор напряжений (145). 2.3. Частный случай изотропного тела (146). 2.4. Тензор деформаций и его связь с тензором напряжений (147). 2.5. Предел упругости (149). 2.6. Упругая кривая изогнутого стержня. Дифференциальное уравнение упругой кривой (150).	
3. Энергия деформации	152
ЧАСТЬ III. ВОЛНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (АКУСТИКА, ОПТИКА)	
Глава 1. Общие понятия о волнах	154
Введение	154
1. Математическое описание волны (незатухающей). Различные виды волн	154
1.1. Распространение волны в одном направлении (154). 1.2. Распространение волн на плоскости (156). 1.3. Распространение волн в пространстве (156).	
1.4. Различные типы волн (157).	
2. Волновое уравнение и скорость распространения	158
2.1. Синусоидальные волны (162). 2.2. Стоячие волны (163).	
3. Дисперсия и групповая скорость	164

Глава 2. Колебательные системы. Акустические волны	168
1. Собственные колебания и резонаторы	168
Введение	168
1.1. Одномерные системы (линейные) (168). 1.2. Двух- и трехмерные системы (плоскостные и объемные) (169).	
2. Звук, аккорд, шум	170
2.1. Чистый тон (170). 2.2. Тембр звука (170). 2.3. Аккорд (171). 2.4. Шумы (171).	
3. Сила (интенсивность) звука и звуковое давление	172
3.1. Сила звука (172). 3.2. Звуковое давление (172).	
4. Слух, закон Фехнера, децибелы и фоны	173
4.1. Слух (173). 4.2. Закон Вебера — Фехнера (174). 4.3. Бел, децибел, непер, фон (175).	
Глава 3. Общие свойства волнового движения	177
1. Распространение, отражение и преломление волн	177
1.1. Принцип Гюйгенса (177). 1.2. Отражение и преломление волн (178) 1.3. Соотношение между отражением и преломлением (178). 1.4. Изменение фазы при отражении (179). 1.5. Явление полного внутреннего отражения (исчезновение преломленного пучка) (179). 1.6. Преломление и дисперсия (180). 1.7. Примеры и применения (180). 1.8. Лучевая (геометрическая) оптика (181).	
2. Интерференция	182
2.1. Примеры (182). 2.2. Появление цветов (184). 2.3. Границы интерференционных явлений (184). 2.4. Применение интерференции к измерению малых изменений длины волны. Интерферометры (185).	
3. Дифракция	188
3.1. Дифракция плоской волны на щели (дифракция Фраунгофера) (188). 3.2. Дифракционная решетка (190). 3.3. Применение решеток в оптической спектроскопии, нормальный спектр (192). 3.4. Разрешающая способность решетки (192). 3.5. Другие случаи дифракции (193). 3.6. Дифракция рентгеновских лучей (194). 3.7. Дифракция электронов и других частиц (200).	
4. Движущиеся источники излучений. Эффект Доплера	200
4.1. Акустический эффект Доплера (200). 4.2. Оптический эффект Доплера (201).	
Глава 4. Основные свойства электромагнитных (световых) волн	203
1. Поляризация	203
1.1. Состояние поляризации (203). 1.2. Поляризаторы (204). 1.3. Поляризация при отражении (от диэлектрика). Закон Брюстера (205). 1.4. Поляризация при двойном преломлении света; оптически анизотропные среды (207). 1.5. Экспериментальные следствия двойного преломления. Обыкновенный и необыкновенный лучи (208). 1.6. «Искусственное» двойное лучепреломление (210). 1.7. Поляризация при рассеянии излучения. Рассеяние и поглощение света (211). 1.8. Замечание относительно поляризующих пластинок. Дихроизм (214).	
2. Оптическая активность	214
2.1. Естественная оптическая активность (214). 2.2. «Искусственная» оптическая активность (216).	
3. Дисперсия	216
4. Геометрическая оптика и границы ее применения	218
4.1. Построение изображений (218). 4.2. Увеличение угла зрения (220). 4.3. Недостатки линз (221). 4.4. Границы применимости геометрической оптики. Теория изображений Аббе. Разрешающая сила микроскопа и телескопа (222).	
5. Цветовое зрение	225
5.1. Строение сетчатой оболочки глаза (226). 5.2. Получение цветового излучения (226).	

ЧАСТЬ IV. ТЕПЛОТА И ТЕРМОДИНАМИКА

Введение	227
Глава 1. Тепловые свойства вещества	229
1. Понятие о температуре и количестве тепла. Термометрия. Калориметрия	229
1.1. Термометрия (229). 1.2. Единицы количества тепла и калориметрия (235).	

2. Тепловое движение в газе. Закон распределения по скоростям Максвелла. Теорема равномерного распределения энергии Больцмана. Средняя длина свободного пробега	236
2.1. Закон распределения по скоростям (236). 2.2. Распределение энергии по степеням свободы (240). 2.3. Средняя длина свободного пробега λ молекул в газе (240).	
3. Состояние системы. Идеальный газ. Реальный газ.....	247
3.1. Определение термодинамического состояния. Параметры состояния. Уравнение состояния (247). 3.2. Идеальный газ. Уравнение состояния (248). 3.3. Реальный газ (251).	
4. Поверхностное натяжение. Мономолекулярные слои. Капиллярность. Адсорбция	255
4.1. Жидкие пленки (256). 4.2. Капиллярность (257).	
Глава 2. Первое начало и его применения	260
1. Удельные теплоемкости	260
1.1. Идеальный газ (261). 1.2. Реальные газы (262). 1.3. Удельная теплоемкость твердых тел (262).	
2. Процессы в газах	264
2.1. Изотермический процесс ($T = \text{const}$) (264). 2.2. Адиабатический процесс (264). 2.3. Ожижение газов. Низкие температуры (267).	
Глава 3. Второе начало термодинамики. Энтропия	269
1. Обратимые и необратимые процессы.....	269
1.1. Машина Карно и цикл Карно (270). 1.2. Термодинамическая шкала температур (272). 1.3. Энтропия (272). 1.4. Основное уравнение термодинамики (276).	
Глава 4. Изменение агрегатного состояния	277
1. Фазы и фазовые превращения.....	277
2. Фазовое равновесие	279
2.1. Уравнение Клаузиуса — Клапейрона (280).	
Глава 5. Теплопроводность и диффузия (явления переноса)	283
1. Поток частиц и уравнения переноса	283
1.1. Уравнение теплопроводности (284). 1.2. Диффузия (285). 1.3. Примеры (286).	
Глава 6. Тепловое излучение	289
1. Испускание и поглощение теплового излучения. Закон Кирхгофа	289
2. Черное тело и закон распределения Планка.....	290
2.1. Закон смещения Вина (293). 2.2. Закон Стефана — Больцмана (293).	
ЧАСТЬ V. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И АТОМНАЯ ФИЗИКА	
Глава 1. Основные величины и определения	295
1. Электрический заряд	295
2. Электрический ток	296
2.1. Электрический ток и закон сохранения заряда (297).	
3. Взаимодействие зарядов. Соотношения между источниками и полями. Системы электрических единиц	298
3.1. Дальнодействие; система СГС (298). 3.2. Введение понятия поля; система МКСА (298).	
4. Получение и измерение зарядов и токов	302
Глава 2. Изучение электростатического поля	304
1. Электрическое поле в вакууме	304
2. Проводники в электростатическом поле	307
2.1. Равновесие свободных зарядов (307). 2.2. Эффект экранирования (цилиндр Фарадея) и эффект «стекания» (308). 2.3. Определение электрического поля методом фиктивных зарядов (принцип электростатического отражения) (308). 2.4. Емкость проводников (310). 2.5. Энергия конденсатора и плотность энергии электрического поля (312). 2.6. Электростатическая сила между заряженными проводниками (313). 2.7. Электрический диполь в поле (314).	
3. Диэлектрики в электрическом поле	314
3.1. Основные величины и соотношения (314). 3.2. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость (318). 3.3. Ориентационная поляризация (319). 3.4. Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты (320). 3.5. Сегнетоэлектричество (322).	

Глава 3. Электрический ток и магнитное поле	324
1. Стационарные явления	324
1.1. Основные законы (324). 1.2. Магнитное поле тока. Формула Бю — Савара (328). 1.3. Пондеромоторная сила; сила Лоренца (330).	
2. Магнитные свойства вещества	335
2.1. Магнетизм атома; диа- и парамагнетизм (335). 2.2. Магнитное поле в веществе (339). 2.3. Ферромагнетизм (341). 2.4. Граничные условия, размагничивающий фактор и магнитные цепи (345).	
2.5. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм (347).	
3. Переменные токи и квазистационарные явления	348
3.1. Зарядка и разрядка конденсатора (348). 3.2. Электромагнитная индукция (349). 3.3. Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции (353).	
3.4. Энергия магнитного поля (356). 3.5. Колебательный разряд. Колебательный контур и собственная частота (358). 3.6. Переменный ток (361). 3.7. Настройка контуров и резонанс (366).	
Глава 4. Электромагнитные явления. Электродинамика	378
1. Быстропеременные токи. Высокочастотные эффекты. Ток смещения	378
2. Электромагнитная теория Максвелла. Основные уравнения электродинамики	380
3. Получение электромагнитных волн	381
Глава 5. Атомистическое объяснение явлений переноса заряда	386
1. Движение зарядов в вакууме	386
1.1. Катодные и рентгеновские лучи (386). 1.2. Термоэлектронная эмиссия (389). 1.3. Электронные лампы (392).	
2. Проводимость газов	401
2.1. Ионизованный газ и счетчик Гейгера — Мюллера (401).	
2.2. Самостоятельный разряд в газах; закон Пашена (402).	
3. Электрическая проводимость	404
4. Проводимость твердых тел	405
4.1. Проводники (металлы), изоляторы (диэлектрики) и полупроводники (405).	
4.2. Контактная разность потенциалов и выпрямители тока (409).	
4.3. Транзисторы (414).	
Глава 6. Взаимодействие излучения с веществом	417
1. Квантовая и волновая механика	417
1.1. Квантование и волновая функция (417). 1.2. Уравнение Шрёдингера (419).	
2. Явление Зеемана и явление Штарка	426
3. Спин и тонкая структура	427
4. Фотоэффект и эффект Комптона	428
5. Диэлектрическая проницаемость, показатель преломления и оптическая дисперсия	431
6. Некоторые свойства атомного ядра	433
6.1. Эффективное сечение рассеяния и ядерной реакции (433).	
6.2. Резерфордское рассеяние (433). 6.3. Вероятность образования составного ядра (435). 6.4. Границы применимости модели составного ядра (438).	
Приложения	439