

Предисловие

I Единство природы

- § 1. Иерархия объектов в природе
 - 1.1. Элементарные частицы
 - 1.2. Ядра
 - 1.3. Атомы и молекулы
 - 1.4. Макротела
 - 1.5. Планеты
 - 1.6. Звезды. Галактики. Вселенная
- § 2. Четыре вида фундаментальных взаимодействий
 - 2.1. Связанные системы объектов. Взаимодействия
 - 2.2. Гравитационные взаимодействия (тяготение)
 - 2.3. Электромагнитные взаимодействия
 - 2.4. Сильные (ядерные) взаимодействия
 - 2.5. Слабые взаимодействия
 - 2.6. Сравнительная оценка интенсивностей всех видов взаимодействий
 - 2.7. Поля и вещество
- § 3. Пространство и время
 - 3.1. Пространственная и временная шкалы в природе
 - 3.2. Однородность пространства и времени
 - 3.3. Свободные тела и движение по инерции
 - 3.4. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности

II Механика материальной точки

- § 4. Координаты, скорость, ускорение
- § 5. Преобразования Галилея
 - 5.1. Абсолютность размеров и промежутков времени
 - 5.2. Относительность скоростей и их закон преобразования
 - 5.3. Абсолютность ускорений
- § 6. Закон движения в механике
- § 7. Движение материальной точки в поле тяготения
- § 8. Импульс. Закон сохранения импульса
- § 9. Закон сохранения энергии. Применения и универсальность законов сохранения
 - 9.1. Закон сохранения энергии
 - 9.2. Применения законов сохранения
 - 9.3. Универсальность законов сохранений. Момент импульса
- § 10. Предельная скорость. Механика частиц высоких энергий
 - 10.1. Эксперименты на ускорителях и предельная скорость
 - 10.2. Преобразования Лоренца
 - 10.3. Релятивистские энергия и импульс
 - 10.4. Роль релятивистской постоянной c в физике

III Электромагнитное поле

- § 11. Электрический заряд
- § 12. Способ изучения поля
 - 12.1. Уравнения движения заряда в поле

- 12.2. Законы преобразования полей
- § 13. Законы электромагнитного поля
 - 13.1. Новые объекты и новая математика
 - 13.2. Первое уравнение поля. Связь электрического поля с электрическими зарядами
 - 13.3. Второе уравнение поля. Отсутствие магнитных зарядов
 - 13.4. Третье уравнение поля. Связь тока и "чего-то" с вихревым магнитным полем
 - 13.5. Четвертое уравнение поля. Связь переменного магнитного поля с вихревым электрическим
 - 13.6. Дополнительный анализ третьего уравнения поля. Связь переменного электрического поля с вихревым магнитным
 - 13.7. Уравнения Максвелла
- § 14. Постоянное электрическое поле
 - 14.1. Поле покоящегося точечного заряда
 - 14.2. Поля зарядов, распределенных по сфере, линии, плоской поверхности
 - 14.3. Электростатическая энергия зарядов. Потенциал поля
 - 14.4. Поле диполя. Взаимодействия заряд--диполь и диполь--диполь
- § 15. Постоянное магнитное поле
 - 15.1. Магнитное поле прямолинейного тока
 - 15.2. Магнитное поле токовой плоскости
 - 15.3. Магнитный момент и его связь с механическим моментом
- § 16. Движение зарядов в полях
 - 16.1. Движение заряда в постоянном однородном электрическом поле
 - 16.2. Движение заряда в постоянном однородном магнитном поле
 - 16.3. Движение заряда в кулоновском поле
- § 17. Поля движущихся зарядов. Излучение
 - 17.1. Поле равномерно движущегося заряда
 - 17.2. Излучение ускоренно движущегося заряда
 - 17.3. Излучение заряда, движущегося равномерно по окружности
- § 18. Электромагнитные волны
 - 18.1. Некоторые свойства поля излучения
 - 18.2. Бегущие волны
 - 18.3. Излучение электромагнитных волн колеблющимися зарядами. Энергия и импульс волн
 - 18.4. Собственные колебания поля. Стоячие волны
- § 19. Распространение света
 - 19.1. Интерференция электромагнитных волн
 - 19.2. Дифракция электромагнитных волн
 - 19.3. Геометрическая оптика

IV Атомные явления. Квантовая механика

- § 20. О планетарной модели атома
- § 21. Опыты по дифракции частиц
- § 22. Соотношения неопределенностей
- § 23. Волны вероятности
 - 23.1. Комплексные числа. Формула Эйлера
 - 23.2. Комплексные волны вероятности. Принцип суперпозиции
 - 23.3. Предельный переход к классической механике
- § 24. Электрон в атоме

- 24.1. Энергия и ее квантование
- 24.2. Момент импульса и его квантование
- 24.3. Амплитуды вероятности и квантовые числа
- § 25. Многоэлектронный атом
 - 25.1. Спин электрона
 - 25.2. Системы одинаковых частиц. Квантовые статистики
 - 25.3. Атомные квантовые состояния
- § 26. Квантованное излучение атома
 - 26.1. Квантовые переходы. Линейчатые спектры излучения
 - 26.2. Фотон. Понятие четности. Правила отбора
- § 27. Взаимодействие фотонов с электронами. Фотоэффект. Комптон-эффект
- § 28. Одновременная измеримость величин и понятие об их полных наборах
- § 29. Молекулы

V Макроскопические тела как совокупности частиц. Тепловые явления

- § 30. Основная задача статистической физики
- § 31. Макроскопические величины. Флуктуации
- § 32. Статистическое рассмотрение модели газа
 - 32.1. "Машинные эксперименты"
 - 32.2. Обратимость во времени микроскопических процессов и необратимость процессов в макротелах
- § 33. Энтропия
- § 34. Температура
- § 35. Равновесное распределение частиц в телах
- § 36. Термодинамические соотношения
- § 37. Идеальный газ
 - 37.1. Вещество и его состояния
 - 37.2. Классический и квантовый идеальные газы
 - 37.3. Уравнение состояния идеального газа
 - 37.4. Теплоемкость идеального газа
 - 37.5. Обратимые тепловые процессы
- § 38. Статистика и термодинамика излучения
- § 39. Кристаллы
 - 39.1. Кристаллическая решетка
 - 39.2. Типы связей в решетках
 - 39.3. Механические свойства кристаллов
 - 39.4. Электронные энергетические спектры кристаллов
 - 39.5. Теплоемкость решетки
 - 39.6. Электронный газ в металлах
- § 40. Фазовые переходы

VI Макроскопические движения сред. Неравновесные процессы

- § 41. Неравновесные состояния тел
- § 42. Макроскопическое движение
- § 43. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости
 - 43.1. Закон сохранения вещества в гидродинамике
 - 43.2. Уравнение движения в гидродинамике

- § 44. Гидродинамическое рассмотрение задач на вязкие течения, теплопроводность и диффузию
 - 44.1. Вязкость
 - 44.2. Течение вязкой жидкости в трубе
 - 44.3. Теплопроводность
 - 44.4. Передача теплоты между двумя стенками
 - 44.5. Диффузия. Растворение кристалла в жидкости
- § 45. Кинетические коэффициенты в газах и их связь с молекулярными характеристиками
 - 45.1. Понятие длины свободного пробега молекул
 - 45.2. Молекулярное рассмотрение процесса диффузии
 - 45.3. Диффузия как задача о случайном блуждании частиц
 - 45.4. Связь между кинетическими коэффициентами
- § 46. Законы сопротивления движению тел в жидкости
 - 46.1. Метод подобия. Число Рейнольдса
 - 46.2. Сопротивление при малых скоростях
 - 46.3. Сопротивление при больших (дозвуковых) скоростях
- § 47. Неустойчивости в гидродинамике
 - 47.1. Переход ламинарных течений в турбулентные
 - 47.2. Пограничный слой
 - 47.3. Развитая турбулентность
 - 47.4. Переход от молекулярного к конвекционному переносу тепла. Солнечная грануляция
- § 48. Волны на воде
 - 48.1. Гравитационные поверхностные волны
 - 48.2. Характеристики волн
 - 48.3. Линейные и нелинейные волны
 - 48.4. Солитоны и другие нелинейные эффекты
 - 48.5. Сильно возмущенные среды
 - 48.6. Волны звука в океане
- § 49. Сверхзвуковые потоки газа
 - 49.1. Уравнение Бернулли и термодинамика
 - 49.2. Критерий сжимаемости среды и скорость звука
 - 49.3. Течение в трубе с переменным сечением
- § 50. Газовый поток и горение
- § 51. Ударные волны
 - 51.1. Распространение возмущений в потоке сжимаемого газа
 - 51.2. Общие соотношения для ударного скачка
 - 51.3. Ударные волны в идеальном газе
 - 51.4. Задача о сильном взрыве в атмосфере
- § 52. Эффекты гидродинамической кумуляции
 - 52.1. Кумулятивные струи
 - 52.2. Схлопывание пузырьков в жидкости
 - 52.3. Сходящиеся сферические и цилиндрические ударные волны
 - 52.4. Роль неустойчивостей в ограничении кумуляции. Создание сверхсильных магнитных полей
- § 53. Выход ударной волны на поверхность звезды. Происхождение космических лучей
- § 54. Сверхтекучая квантовая жидкость

§ 55. Сверхтекучесть в нейтронных звездах

VII Электромагнитные поля в средах. Электрические, магнитные и оптические свойства вещества

§ 56. Сверхпроводимость

§ 57. Электропроводность металлов

§ 58. Постоянный электрический ток

§ 59. Проводимость диэлектриков

59.1. Электроны и дырки. Экситонные состояния

59.2. Полупроводники

§ 60. Электрические поля в веществе

60.1. Флуктуации поля в веществе

60.2. Электростатическое поле в металле

60.3. Электростатические поля в диэлектриках. Поляризация вещества

§ 61. Вещество в магнитном поле

61.1. Диамагнитный эффект

61.2. Парамагнетики. Ориентационная намагниченность

61.3. Спонтанная намагниченность. Ферромагнетизм

61.4. Магнитные свойства сверхпроводников. Квантование крупномасштабного магнитного потока

§ 62. Переменные токи и электромагнитные волны в среде. Оптические свойства сред

62.1. Переменные поля и вещество

62.2. Индукционная э. д. с

62.3. Цепи переменного тока. Решения дифференциальных уравнений

62.4. Генерация электромагнитных волн

62.5. Некоторые законы оптики сред. Скорость распространения электромагнитных волн в среде. Отражение и преломление волн

62.6. Показатель преломления в диэлектриках. Дисперсия света. Поглощение света

62.7. Показатель преломления в металлах. Скин-эффект. Прозрачность металлов к жесткому излучению

62.8. Эффекты нелинейной оптики

62.9. Лазеры

62.10. Космические мазеры

VIII Плазма

§ 63. Общие замечания

§ 64. Квантовые явления в плазме. Туннелирование ядер сквозь потенциальный барьер

§ 65. Релятивистские эффекты в плазме. Дефект массы при синтезе ядер и их энерговыделение

§ 66. Статистика плазмы. Уравнение состояния плазмы. Тепловое излучение плазмы

§ 67. Кинетика плазмы. Подвижность ионов и ее связь с диффузией. Электропроводность плазмы

§ 68. Магнитная гидродинамика

68.1. "Токамаки" и "стеллараторы"

68.2. Как возникают и "живут" магнитные поля звезд и планет

68.3. Колебания и волны в магнитной гидродинамике

68.4. Магнитосфера Земли

§ 69. Распространение радиоволн в ионосфере Земли

IX Звездные и дозвездные состояния вещества

§ 70. Состояние вещества при сверхвысоких температурах и плотностях

- § 71. Звезда -- газовый шар
 - 71.1. Расчет давления и температуры в центре звезды
 - 71.2. Температура поверхности и полная мощность излучения звезды
 - 71.3. Перенос энергии в звездах
- § 72. Источники звездной энергии
 - 72.1. Анализ возможных источников энергии звезд
 - 72.2. Ядерные реакции протон-протонного цикла
- § 73. Плотные звезды -- белые карлики
 - 73.1. Возможная эволюция звезд типа Солнца
 - 73.2. Плотность и размеры белых карликов
 - 73.3. Предельная масса белых карликов
- § 74. Сверхплотные нейтронные звезды
 - 74.1. Размеры нейтронных звезд
 - 74.2. Вращение и магнитные поля нейтронных звезд
 - 74.3. Радиоизлучение пульсаров
 - 74.4. Внутренняя структура нейтронных звезд
 - 74.5. Гравитационные эффекты в окрестностях нейтронной звезды
- § 75. Гравитация и релятивизм
 - 75.1. Принцип эквивалентности
 - 75.2. Геометрия и ход времени в неинерциальных системах отсчета
 - 75.3. Уравнения Эйнштейна
- § 76. Расширение Вселенной
 - 76.1. Фридмановские космологические решения
 - 76.2. Открытие "расширения" Вселенной
 - 76.3. Критическая плотность
- § 77. Горячая Вселенная
 - 77.1. Открытие фонового теплового радиоизлучения
 - 77.2. Зарядово-несимметричная модель ранней Вселенной
 - 77.3. Изменение плотности и температуры дозвездной материи в процессе космологического расширения
 - 77.4. Состояние вещества в ранние эпохи горячей Вселенной
- § 78. Синтез элементов в звездах

Приложения

- I. Фундаментальные эксперименты в истории физики и выдающиеся изобретения в физико-технической области
- II. О мировых постоянных, анализе размерностей и системах единиц
- III. Единицы физических величин
- IV. Внесистемные единицы
- V. Приставки и множители для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований
- VI. Некоторые физические постоянные (приближенные значения)
- VII. Латинский и греческий алфавиты

Предметный указатель

Предисловие

Предлагаемая книга представляет собой учебное пособие по общему курсу физики, читаемому

в университетах и педагогических институтах на физическом и физико-математическом факультетах. Книгу могут использовать и студенты тех технических вузов, в которых физика является одной из основных дисциплин.

В отличие от многотомных курсов, которые, естественно, необходимы, наша небольшая книга посвящена качественному рассмотрению основных принципов и представлений, сложившихся в современной физике.

В книге представлены все основные разделы физической науки. Особенностью курса является использование на ранних этапах изложения релятивистских и квантовых представлений, а также свойств симметрии физических законов. Это позволяет построить логическую схему курса наиболее соответствующую "духу" современной физики: от основных понятий физики частиц и полей к изучению макрофизики.

Другой особенностью книги является более широкий подход, чем это принято в общих курсах физики к изложению таких разделов, как физика плазмы, гидродинамика и астрофизика. Это связано с современными крупномасштабными исследованиями Земли и околоземного космического пространства. Известно, что плазма -- основное состояние вещества во Вселенной. Что касается гидро- и газодинамики, то уместно привести высказывание академика Я.Б.Зельдовича: "В современной астрономии и космологии вопросы движения вещества и газовой динамики составляют больше половины в каждой проблеме". Астрофизике посвящена специальная глава "Звездные и дозвездные состояния вещества", являющаяся логическим завершением всего курса. Отдельные астрофизические явления рассмотрены в главах по гидродинамике и физике плазмы.

Много внимания в книге отводится такому методу качественного изучения явлений, как метод анализа размерностей. Он широко представлен в главах по гидродинамике, физике плазмы и астрофизике. Энрико Ферми, крупнейший универсальный физик XX столетия говорил: "В физике нет места для путаных мыслей. Действительно понимающие природу того или иного явления должны получать основные законы из соображений размерности".

В книге используются системы единиц СИ и СГС. Нами принята сквозная нумерация параграфов, в номерах формул (рисунков) сначала указан номер параграфа, в котором использована эта формула (рисунок), а затем порядковый номер формулы (рисунка). Например, ссылка на формулу (40.3), означает, что нужно обратиться к §40, а рис.9.5 отыщется в §9.

В заключение заметим, что первое издание книги было переведено на английский язык и вышло в издательстве "Мир".

Б.Иванов

Об авторе

Борис Николаевич Иванов

Участник Великой Отечественной войны. После войны учился в Петрозаводском государственном университете, диплом сделал в Черновицком государственном университете. После окончания аспирантуры Института физики Академии наук Украины (Киев) работал научным сотрудником Радиотехнического института Государственного комитета по атомной энергии (Москва). Впоследствии научный сотрудник Института высоких температур Академии наук СССР (Москва). Участвовал в совместных работах этого института с Институтом атомной энергии им. И.В.Курчатова.

Научные труды: "Новая физика. Обзор основных принципов современной физики" (М., 1963, 1965, вышла в переводе на английском, французском, арабском языках, а также на немецком языке (ГДР, Берлин -- два издания)), "Законы физики" (М., 1986; 2-е изд. М.: URSS, 2004; вышла на английском языке (1989)), "Мир физической гидродинамики. От проблем турбулентности до физики космоса" (М.: URSS, 2002).
