

Л.С. Жданов, Г.Л. Жданов

Физика

Для средних специальных учебных заведений

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 37-053.2
ББК 74.27я7
Л11

Л11 **Л.С. Жданов**
Физика: Для средних специальных учебных заведений / Л.С. Жданов, Г.Л. Жданов – М.: Книга по Требованию, 2023. – 512 с.

ISBN 978-5-458-32501-1

Содержание и расположение материала соответствуют программе по физике для техникумов на базе 8 классов средней школы, утвержденной в 1977 году. Изложение материала ведется на основе Международной системы единиц (СИ). В полном соответствии с содержанием курса составлен «Сборник задачи упражнений по физике для средних специальных учебных заведений», под редакцией Р.А. Гладковой (6-е изд. 1983 г.). Для учащихся средних специальных учебных заведений, ПТУ, общеобразовательных школ, слушателей и преподавателей подготовительных отделений вузов, а также лиц, занимающихся самообразованием.

ISBN 978-5-458-32501-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

поверхности (143). § 15.7 Связь между напряженностью поля и напряжением. Градиент потенциала (145). § 15.8. Проводник в электрическом поле. (146). § 15.9 Электромметр (149). § 15.10. Диэлектрик в электрическом поле. Поляризация диэлектрика (150). § 15.11. Понятие о сегнетоэлектриках (153). § 15.12. Пьезоэлектрический эффект (154). § 15.13. Емкость проводника (155). § 15.14. Условия, от которых зависит емкость проводника (156). § 15.15. Конденсаторы (157). § 15.16. Соединение конденсаторов в батарею (159) § 15.17. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля (160). § 15.18. Опыт Миллика (161).	
Глава 16. Электрический ток в металлах. Законы постоянного тока	162
§ 16.1. Подвижные носители зарядов и электрический ток (162). § 16.2. Сила тока и плотность тока в проводнике (163). § 16.3. Замкнутая электрическая цепь (165). § 16.4. Электродвижущая сила источника электрической энергии (166). § 16.5. Внешняя и внутренняя части цепи (167). § 16.6. Закон Ома для участка цепи без э. д. с. Сопротивление проводника. Падение напряжения (168). § 16.7. Зависимость сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника (170). § 16.8. Зависимость сопротивления от температуры (171). § 16.9. Сверхпроводимость (172). § 16.10. Эквивалентное сопротивление (173). § 16.11. Последовательное соединение потребителей энергии тока (173). § 16.12. Параллельное соединение потребителей энергии тока (174). § 16.13. Закон Ома для всей цепи (175). § 16.14. Соединение одинаковых источников электрической энергии в батарею (176). § 16.15. Закон Ома для участка цепи с э. д. с. и для всей цепи при нескольких э. д. с. (178).	
Глава 17. Работа, мощность и тепловое действие электрического тока	180
§ 17.1. Работа электрического тока (180). § 17.2. Мощность электрического тока (181). § 17.3. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля — Ленца (182). § 17.4. Короткое замыкание. Практическое применение теплового действия тока (183).	
Глава 18. Термоэлектрические явления	184
§ 18.1. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода (184). § 18.2. Контактная разность потенциалов (186). § 18.3. Термоэлектродвижущая сила (187). § 18.4. Явление Пельтье (188). § 18.5. Применение термоэлектрических явлений в науке и технике (189).	
Глава 19. Электрический ток в электролитах	190
§ 19.1. Электролитическая диссоциация (190). § 19.2. Электролиз (191). § 19.3. Электролиз, сопровождающийся растворением анода (193). § 19.4. Количество вещества, выделяющегося при электролизе. Первый закон Фарадея (193). § 19.5. Второй закон Фарадея. Определение заряда иона (194). § 19.6. Использование электролиза в технике (195). § 19.7. Гальванические элементы (196). § 19.8. Аккумуляторы (198). § 19.9. Применение гальванических элементов и аккумуляторов в технике. Явление электрокоррозии (199).	
Глава 20. Электрический ток в газах и в вакууме	200
§ 20.1. Ионизация газа. Ионная и электронная проводимость газа (200). § 20.2. Зависимость силы тока в газе от напряжения (201). § 20.3. Электрический разряд в газе при атмосферном давлении (202). § 20.4. Электрический разряд в разреженных газах. Газосветные трубки и лампы дневного света (205). § 20.5. Излучение и поглощение энергии атомом (206). § 20.6. Катодные лучи (208). § 20.7. Понятие о плазме (209). § 20.8. Электрический ток в вакууме (209). § 20.9. Двухэлектродная лампа (диод) (210). § 20.10. Трехэлектродная лампа (триод) (211). § 20.11. Электронно-лучевая трубка (213)	
Глава 21. Электрический ток в полупроводниках	215
§ 21.1. Сравнение свойств проводников, диэлектриков и полупроводников (215). § 21.2. Чистые (беспримесные) полупроводники Термисторы (216). § 21.3. Примесные полупроводники (218). § 21.4. Электронно-дырочный переход (220). § 21.5. Полупроводниковый диод (221). § 21.6. Полупроводниковый триод (транзистор) (223).	
Глава 22. Электромагнетизм	225
§ 22.1. Взаимодействие токов (225). § 22.2. Магнитное поле как особый вид материи (225). § 22.3. Магниты (226). § 22.4. Линии магнитной индукции. Понятие о вихревом поле (227). § 22.5. Магнитное поле прямолинейного тока, кругового тока и соленоида (228). § 22.6. Сравнение магнитных свойств соленоида и постоянного магнита. Магнитные полюсы контура с током (229). § 22.7. Сила взаимодействия параллельных токов. Магнитная проницаемость среды (231). § 22.8. Определение ампера. Магнитная постоянная (232). § 22.9. Действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током. Силовая характеристика магнитного поля (232). § 22.10. Однородное магнитное поле (234). § 22.11. Магнитный момент контура с током (235). § 22.12. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток (235). § 22.13. Индукция магнитного поля, создаваемая в веществе проводниками с током различной формы (237). § 22.14. Напряженность магнитного поля и ее	

связь с индукцией и магнитной проницаемостью среды (238). § 22.15. Парамагнитные, диамагнитные и ферромагнитные вещества (239). § 22.16. Намагничивание ферромагнетиков. Электромагнит (241). § 22.17. Работа и устройство амперметра и вольтметра (244). § 22.18. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле (246). § 22.19. Постоянное и переменное магнитные поля (248).

Глава 23. Электромагнитная индукция 249

§ 23.1. Потокосцепление и индуктивность (249). § 23.2. Явление электромагнитной индукции (250). § 23.3. Э. д. с. индукции, возникающая в прямолинейном проводнике при его движении в магнитном поле. Правило правой руки (250). § 23.4. Опыт Фарадея (251). § 23.5. Закон Ленца для электромагнитной индукции. Объяснение диамагнитных явлений (253). § 23.6. Величина э. д. с. индукции (255). § 23.7. Вихревое электрическое поле и его связь с магнитным полем (256). § 23.8. Вихревые токи (257). § 23.9. Роль магнитных полей в явлениях, происходящих на Солнце и в космосе (258). § 23.10. Явление самоиндукции. Э. д. с. самоиндукции (259). § 23.11. Энергия магнитного поля (261).

РАЗДЕЛ III. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Глава 24. Механические колебания и волны 262

§ 24.1. Колебательное движение (262). § 24.2. Условия возникновения колебаний (263). § 24.3. Классификация колебательных движений тела в зависимости от действующей на него силы (264). § 24.4. Параметры колебательного движения (265). § 24.5. Величины, характеризующие мгновенное состояние колеблющейся точки (266). § 24.6. Гармоническое колебание (268). § 24.7. Уравнение гармонического колебания и его график (271). § 24.8. Математический маятник (272). § 24.9. Законы колебания математического маятника. Формула маятника (273). § 24.10. Физический маятник (273). § 24.11. Практические применения маятников (274). § 24.12. Упругие колебания. Превращение энергии при колебательном движении (275). § 24.13. Распространение колебательного движения в упругой среде (276). § 24.14. Перенос энергии бегущей волной (277). § 24.15. Поперечные и продольные волны (278). § 24.16. Волна и луч. Длина волны (279). § 24.17. Скорость распространения волн и ее связь с длиной волны и периодом (частотой) колебаний (280). § 24.18. Сложение колебаний, происходящих по одной прямой (280). § 24.19. Отражение волн (282). § 24.20. Стоячие волны (283). § 24.21. Интерференция волн (284). § 24.22. Сложение колебаний с кратными частотами. Разложение сложного колебания на гармонические составляющие (286). § 24.23. Вынужденные колебания. Механический резонанс и его роль в технике (287).

Глава 25. Звук и ультразвук 290

§ 25.1. Природа звука. Звуковые волны (290). § 25.2. Скорость звука (291). § 25.3. Громкость и интенсивность звука (291). § 25.4. Высота тона и тембр звука (292). § 25.5. Интерференция звуковых волн (293). § 25.6. Отражение и поглощение звука (294). § 25.7. Звуковой резонанс (295). § 25.8. Ультразвук и его применение в технике (296).

Глава 26. Переменный ток 297

§ 26.1. Вращение рамки в однородном магнитном поле. Период и частота переменного тока (297). § 26.2. Понятие об устройстве индукционных генераторов (299). § 26.3. Действующие значения э. д. с., напряжения и силы переменного тока (301). § 26.4. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока (302). § 26.5. Преобразование переменного тока. Трансформатор (304). § 26.6. Индукционная катушка (305). § 26.7. Трехфазный ток (306). § 26.8. Получение, передача и распределение электрической энергии в народном хозяйстве СССР (312).

Глава 27. Электромагнитные колебания и волны 313

§ 27.1. Превращение энергии в закрытом колебательном контуре. Частота собственных колебаний (313). § 27.2. Затухающие электромагнитные колебания. Электрический резонанс (315). § 27.3. Получение незатухающих колебаний с помощью лампового генератора (316). § 27.4. Токи высокой частоты и их применение (317). § 27.5. Электромагнитное поле как особый вид материи (318). § 27.6. Открытый колебательный контур. Излучение (319). § 27.7. Электромагнитные волны. Скорость их распространения (320). § 27.8. Опыт Герца (322). § 27.9. Изобретение радио А. С. Поповым. Радиотелеграфная связь (323). § 27.10. Радиотелефонная связь. Амплитудная модуляция (324). § 27.11. Устройство простейшего лампового радио-приемника с усилителем низкой частоты (326). § 27.12. Понятие о радиолокации (326).

РАЗДЕЛ IV. ОПТИКА. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Глава 28. Природа света. Распространение света 328

§ 28.1. Краткая история развития представлений о природе света (328). § 28.2. Понятие об электромагнитной теории света. Диапазон световых волн (329). § 28.3. Понятие об квантовой теории света. Постоянная Планка (329). § 28.4. Источники света (330). § 28.5. Принцип Гюйгенса. Световые лучи (331). § 28.6. Ско-

рость распространения света в вакууме. Опыт Майкельсона (332). § 28.7. Скорость распространения света в различных средах. Оптическая плотность среды (333).

Глава 29. Отражение и преломление света 333

§ 29.1. Оптические явления на границе раздела двух прозрачных сред (333). § 29.2. Законы отражения света (335). § 29.3. Зеркальное и диффузное отражение. Плоское зеркало (336). § 29.4. Сферические зеркала (338). § 29.5. Построение изображений, получаемых с помощью сферических зеркал. Формула сферического зеркала (340). § 29.6. Законы преломления света (341). § 29.7. Абсолютный показатель преломления и его связь с относительным показателем преломления (344). § 29.8. Полное отражение света. Предельный угол (345). § 29.9. Прохождение света через пластинку с параллельными гранями и через трехгранную призму. Призма с полным отражением (346).

Глава 30. Линзы. Получение изображений с помощью линз 348

§ 30.1. Собирающие и рассеивающие линзы. Оптические оси. Оптический центр линзы (348). § 30.2. Главные фокусы и фокальные плоскости линзы (350). § 30.3. Оптическая сила линзы (351). § 30.4. Построение изображения светящейся точки, расположенной на главной оптической оси линзы (352). § 30.5. Вывод формулы для сопряженных точек тонкой линзы (353). § 30.6. Построение изображения светящейся точки, расположенной на побочной оптической оси линзы (355). § 30.7. Построение изображений предмета, создаваемых линзой (356). § 30.8. Линейное увеличение, полученное с помощью линзы (358). § 30.9. Недостатки линз (358).

Глава 31. Оптические приборы. Глаз 359

§ 31.1. Проекционный аппарат (359). § 31.2. Фотографический аппарат (360). § 31.3. Глаз как оптическая система (361). § 31.4. Длительность зрительного ощущения (363). § 31.5. Угол зрения (363). § 31.6. Расстояние наилучшего зрения. Оптические дефекты глаза (364). § 31.7. Увеличение оптического прибора. Лупа (365). § 31.8. Микроскоп (366). § 31.9. Труба Кеплера. Телескопы (368). § 31.10. Труба Галилея. Бинокль (369).

Глава 32. Явления, объясняемые волновыми свойствами света 370

§ 32.1. Интерференция света. Бипризма Френеля (370). § 32.2. Цвета тонких пленок (372). § 32.3. Интерференция в клинообразной пленке. Кольца Ньютона (374). § 32.4. Интерференция света в природе и технике (376). § 32.5. Дифракция света (377). § 32.6. Дифракционная решетка и дифракционный спектр. Измерение длины световой волны (379). § 32.7. Поляризация волн (382). § 32.8. Поляризация света. Поляриды (384). § 32.9. Поляризация при отражении и преломлении света (386).

Глава 33. Фотометрия 387

§ 33.1. Поток энергии излучения. Телесный угол (387). § 33.2. Световой поток (388). § 33.3. Сила света. Единицы силы света и светового потока (389). § 33.4. Освещенность (390). § 33.5. Яркость (391). § 33.6. Законы освещенности (392). § 33.7. Сравнение силы света двух источников. Фотометр. Люксметр (393).

Глава 34. Излучение и спектры. Рентгеновские лучи 394

§ 34.1. Понятие о дисперсии света (394). § 34.2. Разложение белого света призмой. Сплошной спектр (395). § 34.3. Сложение спектральных цветов. Дополнительные цвета (396). § 34.4. Цвета тел (397). § 34.5. Ультрафиолетовая и инфракрасная части спектра (398). § 34.6. Роль ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в природе. Их применение в технике (400). § 34.7. Приборы для получения и исследования спектров (401). § 34.8. Виды спектров (402). § 34.9. Спектры поглощения газов. Опыты Кирхгофа (403). § 34.10. Закон теплового излучения Кирхгофа (404). § 34.11. Законы теплового излучения Стефана — Больцмана, Вина, Планка (407). § 34.12. Спектры Солнца и звезд. Их связь с температурой (408). § 34.13. Спектральный анализ (409). § 34.14. Понятие о принципе Доплера (410). § 34.15. Рентгеновские лучи и их практическое применение (412). § 34.16. Шкала электромагнитных волн (415). § 34.17. Виды космического излучения (416).

Глава 35. Явления, объясняемые квантовыми свойствами излучения 417

§ 35.1. Понятие о волновых и квантовых свойствах излучения (417). § 35.2. Давление световых лучей. Опыты П. Н. Лебедева (418). § 35.3. Тепловое действие света (419). § 35.4. Химическое действие света (420). § 35.5. Использование химического действия света при фотографировании. Понятие о квантовой природе химического действия излучения (420). § 35.6. Внешний фотоэлектрический эффект. Опыты Столетова (421). § 35.7. Законы внешнего фотоэффекта (422). § 35.8. Объяснение фотоэффекта на основе квантовой теории (424). § 35.9. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом (425). § 35.10. Внутренний фотоэффект (426). § 35.11. Фотосопротивления (427). § 35.12. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом (428). § 35.13. Использование фотоэлементов в науке и технике (429). § 35.14. Понятие о телевидении (431). § 35.15. Понятие о теории Бора. Строение атома водорода (433). § 35.16. Излучение и поглощение энергии атомами (435). § 35.17. Явление люминесценции (438). § 35.18. Понятие о квантовых генераторах (440).

Глава 36. Основы специальной теории относительности 443

§ 36.1. Принцип относительности в классической механике (443). § 36.2. Экспериментальные основы специальной теории относительности Эйнштейна. Постулаты Эйнштейна (444). § 36.3. Понятие одновременности (446). § 36.4. Относительность понятий длины и промежутка времени (449). § 36.5. Теорема сложения скоростей Эйнштейна (451). § 36.6. Масса и импульс в специальной теории относительности (452). § 36.7. Связь между массой и энергией. Уравнение Эйнштейна (453). § 36.8. Связь между импульсом и энергией. Импульс и энергия фотонов (455).

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

Глава 37. Строение атомного ядра 456

§ 37.1. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц (456). § 37.2. Радиоактивность (458). § 37.3. Понятие о превращении химических элементов (460). § 37.4. Понятие об энергии и проникающей способности радиоактивного излучения (461). § 37.5. Эффект Вавилова — Черенкова (462). § 37.6. Открытие искусственного превращения атомных ядер (463). § 37.7. Открытие нейтрона (464). § 37.8. Состав атомного ядра. Запись ядерных реакций (465). § 37.9. Изотопы (467). § 37.10. Понятие о ядерных силах (469). § 37.11. Дефект массы атомных ядер. Энергия связи (471).

Глава 38. Космические лучи. Элементарные частицы 474

§ 38.1. Космические лучи (474). § 38.2. Открытие позитрона (477). § 38.3. Нейтрино (477). § 38.4. Открытие новых элементарных частиц (479). § 38.5. Классификация элементарных частиц (480). § 38.6. Античастицы. Взаимные превращения вещества и поля (482). § 38.7. Гипотеза кварков (486).

Глава 39. Атомная энергия и ее использование 487

§ 39.1. Открытие трансурановых элементов (487). § 39.2. Деление тяжелых атомных ядер (488). § 39.3. Цепная реакция деления. Ядерный взрыв (489). § 39.4. Ядерный реактор (491). § 39.5. Развитие ядерной энергетики в СССР (493). § 39.6. Понятие о термоядерной реакции. Энергия Солнца и звезд (494). § 39.7. Понятие об управляемой термоядерной реакции (495). § 39.8. Получение радиоактивных изотопов и их применение (497).

РАЗДЕЛ VI. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО АСТРОНОМИИ

Глава 40. Строение и развитие Вселенной 501

§ 40.1. Вселенная (501). § 40.2. Происхождение и развитие небесных тел (506). § 40.3. Понятие о космологии (511).

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

§ 1.1. Физика — наука о природе. С незапамятных времен люди начали проводить систематические наблюдения за явлениями природы, стремились подметить последовательность происходящих явлений и научились предвидеть ход многих событий в природе, например смену времен года, время разливов рек и многое другое. Эти свои знания они использовали для определения времени посева, уборки урожая и т. д. Постепенно люди убедились в том, что изучение явлений природы приносит им неоценимую пользу.

Тогда появились ученые, которые посвящали свою жизнь изучению явлений природы, обобщали опыт предыдущих поколений. Они записывали результаты наблюдений и опытов, сообщали свои знания ученикам. Вначале учеными были жрецы, которым их знания позволяли держать народ в подчинении. Поэтому записи ученые часто делали в зашифрованном виде, а учеников тщательно отбирали и они должны были хранить свои знания в тайне.

Первые книги о явлениях природы, которые стали достоянием народа, появились, по-видимому, в Древней Греции. Это способствовало быстрому развитию науки в этой стране и появлению многих выдающихся ученых.

Греческое слово «фюзис» в переводе означает «природа», поэтому науку о природе стали называть ф и з и к о й. Начиная с XVII в. происходит быстрое развитие физики. Из нее постепенно выделяются новые науки о природе, например химия. Все науки, изучающие явления природы, стали называть естественными науками.

Многолетнее изучение явлений природы привело ученых к идее о материальности окружающего нас мира. Материя, по определению В. И. Ленина, есть объективная реальность, существующая помимо нашего сознания и данная нам в ощущении. Таким образом, все, реально существующее в природе (а не в нашем воображении), материально. Итак, в основе нашего представления о природе лежит материалистическое миропонимание.

Материя существует не только в форме вещества. Например, радиоволны и свет нельзя назвать веществом. Они представляют собой особую форму материи, называемую электромагнитным полем.

Изучение окружающего нас мира показало, что материя находится в постоянном движении. Любое изменение, происходящее в природе, представляет собой движение материи. Накопленный века-

ми опыт убедил ученых, что материя может видоизменяться, но никогда не возникает и не исчезает. Движение материи также может менять свою форму, но само движение материи не создается и не уничтожается. Иначе говоря, *окружающий нас мир есть вечно движущаяся и развивающаяся материя*. Всеобщей мерой движения материи во всех ее формах является энергия, а неуничтожимость движения материи выражается законом сохранения энергии.

Наиболее общие формы движения материи называются физическими. К ним относятся: механическая, тепловая, электромагнитная, внутриатомная и внутриядерная формы движения материи. *Современная физика изучает различные формы движения материи, их взаимные превращения, а также свойства вещества и поля.*

§ 1.2. Физика и техника. Быстрый прогресс в изучении природы, открытие новых явлений и законов природы способствовали развитию производительных сил общества. Начиная с конца XVIII в. развитие физики сопровождается бурным прогрессом техники. Эту взаимную связь между развитием физики и техники можно проследить на протяжении всей истории нового времени.

Во второй половине XVIII в. и первой половине XIX в. появляются и совершенствуются паровые машины. Одновременно происходит углубленное изучение тепловых процессов и из физики выделяется новая наука — термодинамика. Широкое использование тепловых машин на производстве и транспорте дало повод называть этот период времени «веком пара».

В конце XIX в. и в начале XX в. появляются и совершенствуются электрические машины, одновременно совершается множество новых открытий в области электричества и из физики выделяются электротехника, радиотехника и другие науки. Широкое использование электрической энергии в технике дало повод называть это время «веком электричества».

Начиная со второй половины XX в. идет интенсивное изучение свойств атомов и атомных ядер. За это время люди научились получать ядерную энергию и широко использовать ее в технике. Первая в мире атомная электростанция была построена в СССР в 1954 г. Давно уже плавают подводные лодки и корабли, использующие ядерную энергию, строится много атомных электростанций по всему земному шару. Поэтому время, в которое мы живем, можно назвать «атомным веком».

В наше время происходит быстрое освоение космоса человеком. Первый искусственный спутник Земли был запущен в СССР в 1957 г., а в 1970 г. космонавты уже побывали на Луне, межпланетные станции исследуют ближайшие планеты. Таким образом, вторая половина XX в. является началом космической эры.

История развития наук о природе показывает, что именно физика больше всего способствует развитию техники и появлению ее новых областей. Достижения современной физики являются той базой, на которой строится и развивается техника.

§ 1.3. Понятие о величине и измерении. Физические величины. Развитие наук о природе, в частности физики, идет по следующему пути. С помощью экспериментов (опытов) накапливается большой фактический материал об определенной группе явлений природы. На основе этого материала создается *г и п о т е з а* (научное предположение), с единой точки зрения объясняющая эти явления. Справедливость гипотезы проверяется новыми экспериментами. Если правильность гипотезы подтверждается, то на ее основе создается *т е о р и я*, которая должна удовлетворительно объяснять наблюдаемые явления не только с качественной, но и с количественной стороны, а также предсказывать новые явления.

Это означает, что расчеты значений величин с помощью формул, полученных из теории, должны совпадать с результатами измерений этих же значений в экспериментах. Следовательно, эксперименты сопровождаются измерением тех или иных величин.

Все то, что может быть выражено количественно, называют *в е л и ч и н о й*. Так, длина проволоки, скорость движения лодки, температура воды в стакане являются примерами величин различного рода. Нельзя сравнивать значения разнородных величин, например длину проволоки и скорость движения лодки. А вот сравнить длину проволоки с длиной стола можно. Если при таком сравнении мы установили, что длина проволоки в пять раз больше длины стола, то длина стола является единицей измерения, так как с ней сравнивалась длина проволоки.

Сравнение значений какой-либо величины называется измерением. Чтобы результат измерения некоторой величины был понятен всем, необходимо эту величину сравнивать с одной и той же единицей измерения (например, длину предмета сравнивают с метром). *Значение величины, с которым сравниваются все другие значения этой же величины, называют ее единицей измерения.* Так, метр является общепринятой единицей длины.

Для каждой величины должна быть установлена своя единица измерения. Число, показывающее, сколько в измеренной величине содержится единиц измерения, называют *ч и с л о в ы м з н а ч е н и е м* этой величины.

Величины, характеризующие физические свойства материи или характерные особенности физических явлений природы, называются физическими величинами. (Например, длина, время, скорость, мощность и т. д.) Числовые значения физических величин нужно писать с наименованиями их единиц, например: 2,4 метра, 4,5 секунды, или сокращенно: 2,4 м, 4,5 с.

Сначала в каждой стране пользовались своими единицами измерения, но в конце XVIII в. во Франции была создана *м е т р и ч е с к а я с и с т е м а м е р*, которая в настоящее время применяется во всем мире.

При создании этой системы были установлены единицы измерения: длины — *м е т р*, массы — *к и л о г р а м м*, времени — *с е к у н д а*.

§ 1.4. Прямое и косвенное измерения. Выясним теперь, как находят числовое значение величины при измерении. Измерять длину куска ткани можно, прикладывая к нему метр, как это делается в магазинах. На рис. 1.1 показана миллиметровая сетка, на которой изображен прямоугольник со сторонами $l=12$ мм и $b=10$ мм. Площадь прямоугольника также можно измерить, укладывая внутри него образец единицы площади, например 1 мм^2 . Подсчет показывает, что внутри прямоугольника содержится 120 квадратов со стороной в 1 мм, т. е. площадь прямоугольника равна 120 мм^2 .

Измерение, при котором значение величины определяется непосредственным сравнением с ее единицей, называют прямым измерением. Приведенные выше примеры являются прямыми измерениями длины и площади.

Однако прямое измерение далеко не всегда дает достаточно точный результат, кроме того, оно не всегда выполнимо и удобно. На

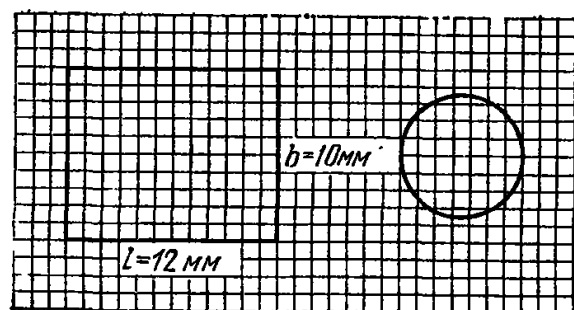


Рис. 1.1.

рис. 1.1 изображена окружность диаметром 7 мм. Если нужно найти длину l этой окружности, то удобнее измерить не саму окружность, а ее диаметр d и затем вычислить l по формуле $l=\pi d$, или $l=2\pi r$.

Если требуется измерить площадь круга, то неудобно подсчитывать число квадратных миллиметров внутри ок-

ружности. Проще и точнее, измерив диаметр, вычислить эту площадь по формуле $s=\pi d^2/4$, или $s=\pi r^2$. Измерив длину и ширину прямоугольника, его площадь можно вычислить по формуле $s=lb$.

Измерение, при котором числовое значение величины находится по формуле путем вычисления, называется косвенным измерением. На практике (и в науке и в технике) чаще всего приходится выполнять косвенные измерения.

§ 1.5. Звездное небо и его видимое вращение. Когда мы смотрим на безоблачное ночное небо, нам кажется, что все небесные тела находятся на внутренней поверхности некоторой сферы, которую мы обычно называем небесным сводом или небом. Чтобы легче было ориентироваться на небе, еще в древности наиболее яркие звезды были условно объединены в группы — созвездия; позднее под созвездиями стали понимать участки звездного неба.

Если наблюдать за звездным небом в течение нескольких часов, легко заметить, что весь небесный свод со всеми находящимися на нем светилами вращается вокруг воображаемой оси, проходящей через точку, где находится наблюдатель, и некоторую неподвижную точку на небосводе, называемую полюсом мира (рис. 1.2). Это видимое вращение небесного свода называют суточным

движением, так как одно полное обращение совершается за сутки.

Полус мира в северном полушарии почти совпадает с Полярной звездой (звезда α в Малой Медведице). Ее легко найти на небе, продолжив мысленно линию, соединяющую крайние звезды α и β ковша Большой Медведицы (рис. 1.2).

Ось видимого вращения небесной сферы называют о с ь ю м и р а. Нетрудно понять, что ось мира параллельна оси вращения Земли, а угол между осью мира и плоскостью горизонта равен

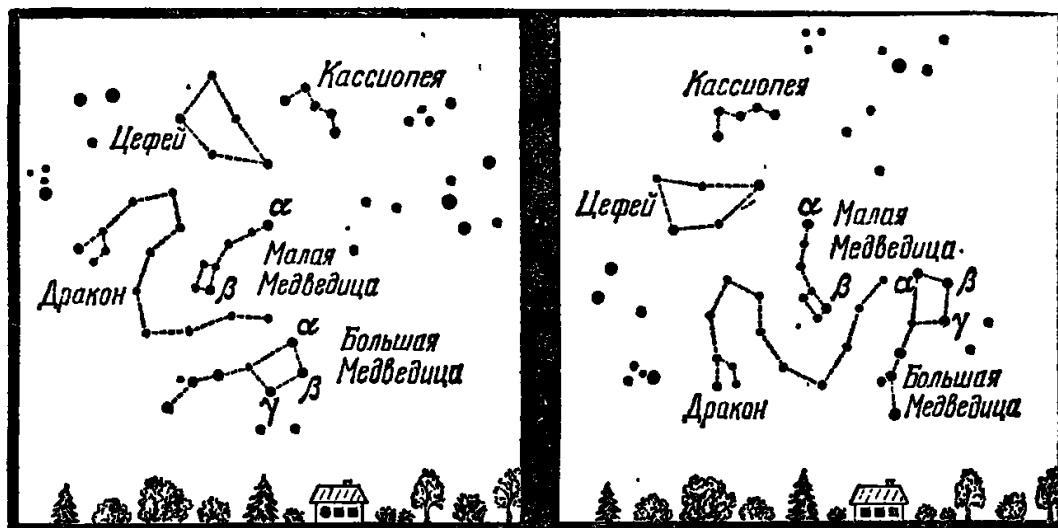


Рис. 1.2.

географической широте данной местности. Так, в районе Северного полюса Земли Полярная звезда находится над головой (ось мира вертикальна), а вблизи экватора — у самого горизонта.

§ 1.6. Угловые измерения на небе. Большинство объектов, которые исследуются в астрономии, недоступно непосредственному наблюдению, поэтому все сведения о них могут быть получены только на основе всестороннего изучения приходящего от них света (или других излучений). О том, как анализируется свет качественно и количественно, будет рассказано дальше. Пока что нам важно, что по направлению луча света, приходящего от небесного тела (светила), можно установить его положение на небе. Это делается путем **у г л о в ы х и з м е р е н и й**.

Так, угол между зрительной трубой, направленной на небесное тело, и плоскостью горизонта называется его **в ы с о т о й н а д г о р и з о н т о м**. Угол между направлениями на две звезды определяет **у г л о в о е р а с с т о я н и е** между ними. Разумеется, угловое расстояние между небесными телами характеризует только их взаимное расположение на небе. Если, например, две звезды находятся друг от друга на малом угловом расстоянии и кажутся расположенными рядом, то это вовсе не означает, что они действительно близки между собой. Одна из них может быть во много раз дальше от Земли, чем другая. Фотографируя звездное небо и измеряя на фо-

тографиях расстояния между звездами, астрономы составляют звездные атласы и карты, схемы и списки точных координат звезд.

Угловые измерения на небе производят не только при разнообразных астрономических наблюдениях, но и широко используют с давних времен в навигации для ориентирования по Солнцу и звездам. В настоящее время по Солнцу и звездам осуществляют ориентацию спутников и космических кораблей.

Угловые измерения необходимы также для определения размеров небесных тел. Нетрудно понять, что видимые размеры светила зависят от расстояния до него. Например, угловой диаметр Солнца, т. е. угол между направлениями на диаметрально противоположные точки солнечного диска, составляет $0,5^\circ$. Луна примерно в 400 раз меньше Солнца, но во столько же раз ближе к Земле; поэтому она имеет такой же угловой диаметр и во время солнечных затмений может полностью закрыть от нас диск Солнца. Звезды же так далеки от нас, что в самые сильные телескопы видны в виде точек, хотя известно, что многие из них гораздо больше Солнца.

§ 1.7. Определение расстояний до небесных тел на основе измерения параллаксов. При определении расстояний до небесных тел мы не можем выполнять прямые измерения, и поэтому для этой цели используют различные косвенные методы. Важнейший из них —

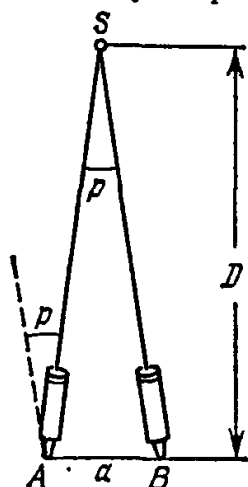


Рис. 1.3.

метод тригонометрического параллакса.

Если смотреть на какой-либо предмет из разных точек (например, на кончик карандаша, поочередно закрывая то левый, то правый глаз), то можно заметить, что его положение на фоне более далеких предметов изменяется. *Изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя называют параллаксом.* Расстояние между точками, из которых производится наблюдение, называют *базисом* (в рассмотренном примере это расстояние между глазами).

Измерив параллакс, можно вычислить расстояние до удаленного объекта. Подобный принцип используется в дальномере.

В этом приборе базисом служит расстояние между двумя объективами. Определив угол p (рис. 1.3) между направлениями на объект S из точек A и B и зная базис $AB=a$, можно вычислить расстояние D до объекта. Заметим, что из точки, где расположен объект S , базис виден под углом p . Расстояние D до объекта всегда несравненно больше базиса a , и угол p всегда очень мал. Если базис перпендикулярен к направлению на объект, то его можно принять равным длине дуги окружности с радиусом D . Тогда $a=Dp$, где угол p выражен в радианах. Отсюда

$$D=a/p. \quad (1.1)$$

С помощью измерения параллаксов вычисляют расстояния до