

*Ч.Киттель, У.Найт, М.Рудерман*

## **МЕХАНИКА**

Книга представляет собой первый том курса общей физики, созданного преподавателями Калифорнийского университета в г. Беркли. Один из авторов этой книги, выдающийся физик-теоретик Ч. Киттель, известен советскому читателю по переводам ряда его работ. Книга содержит систематическое изложение физических основ механики с современной точки зрения. В ней имеется много примеров и задач различной степени трудности, она прекрасно иллюстрирована.

### **Содержание**

Предисловие общего редактора русского перевода	7
Предисловие редактора перевода I тома	8
Из предисловия к Берклеевскому курсу физики	10
Предисловие к I тому	13
Указания для преподавателей	15
Указания для студентов	19
Система обозначений	20
<b>Глава 1 Введение</b>	<b>23</b>
1.1. Окружающий нас мир (23) 1.2 Геометрия и физика (28). 1.3. Оценки кривизны мирового пространства (31). 1.4. Геометрия в меньшем масштабе (34). 1.5. Инвариантность (36). Задачи (37). Дополнение Простая астрономия Солнечной системы (37) Приборы для физических исследований (44).	
<b>Глава 2. Векторы</b>	<b>45</b>
2.1. Термины и понятия. Векторная система обозначений (45). 2.2. Произведения векторов. Скалярное произведение двух векторов (55). 2.3. Векторное произведение (59). 2.4. Векторы в декартовой системе координат (63). 2.5. Часто применяемые векторные тождества (69). Задачи (69). Дополнение 1 Векторы и сферические полярные координаты (72). Дополнение 2 Кристаллические решетки и обратная решетка (73). Математическое дополнение 1 Равенство векторов в сферическом пространстве (75) Математическое дополнение 2. Обобщенная векторная система обозначений в декартовых координатах (76). Из истории физики. Дж.В.Гиббс (77).	
<b>Глава 3. Принципы относительности Галилея</b>	<b>78</b>
3.1 Формулировка законов движения Ньютона (78). 3.2. Инерциальные системы отсчета (81). 3.3. Абсолютное и относительное ускорение (88) 3.4 Абсолютная и относительная скорость (89). 3.6. Преобразование Галилея (90). 3.6. Сохранение импульса (95). 3.7. Химические реакции (99). 3.8. Силы инерции (101). 3.9. Закон всемирного тяготения Ньютона (107). Задачи (109). Дополнение. Скорость и ускорение во вращающихся системах координат (111) Математическое дополнение 1. Дифференцирование произведений векторов (117) Математическое дополнение 2 Угловая	

скорость как векторная величина (117). Из истории физики. Опыт с жидкостью во вращающемся сосуде и представления Ньютона об абсолютном и относительном движении (118).

**Глава 4. Простые задачи нерелятивистской динамики** **120**

4.1. Сила, действующая на заряженную частицу. Гауссова система единиц (120). 4.2. Заряженная частица в однородном постоянном электрическом поле (126). 4.3. Заряженная частица в однородном переменном электрическом поле (130). 4.4: Заряженная частица в постоянном магнитном поле (132). 4.5. Размерности (135). 4.6. Магнитная фокусировка при повороте на угол  $180^\circ$  (137). 4.7. Принцип ускорения заряженных частиц в циклотроне (138). Задачи (139). Дополнение 1 Движение протона во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях (142). Дополнение 2. Преобразования систем отсчета (144) Математическое дополнение. Комплексные числа (147). Из истории физики. Изобретение циклотрона (153).

**Глава 5. Сохранение энергии** **159**

5.1. Законы сохранения в природе (159). 5.2. Определение понятий (160). 5.3 Сохранение энергии (164). 5.4. Кинетическая энергия (167). 5.5. Потенциальная энергия (174). Задачи (187). Из истории физики. Открытие Цереры и Нептуна (190).

**Глава 6. Сохранение импульса и момента импульса** **192**

6.1. Сохранение импульса (192). 6.2. Сохранение момента импульса (203). 6.3. Инвариантность по отношению к вращению (209). 6.4. Момент импульса Солнечной системы (213). 6.5. Внутренний момент импульса элементарных частиц (214). Задачи (215). Дополнение. Столкновение метеоритов с атмосферой (217).

**Глава 7. Гармонический осциллятор** **219**

7.1. Математический маятник (220) 7.2. Масса на пружине (227). 7.3. Контур, состоящий из емкости  $C$  и самоиндукции  $L$  (231). 7.4. Трение (232). 7.5. Затухающий гармонический осциллятор (234). 7.6. Добротность  $Q$  (238). 7.7. Гармонический осциллятор, совершающий вынужденные колебания (239) 7.8. Принцип суперпозиции (246). Задачи (246). Дополнение 1. Точное решение задачи о колебании математического маятника (251). Дополнение 2. Ангармонический осциллятор (262). Дополнение 3. Модулирование параметров осциллятора (параметрическое усиление) (254), Математическое дополнение. Комплексные числа и гармонический осциллятор, совершающий вынужденные колебания (256).

**Глава 8. Элементарная динамика твердых тел** **258**

8.1. Уравнения движения вращающегося тела (258). 8.2. Кинетическая энергия вращательного движения (270) 8.3 Уравнения Эйлера (274). 8.4. Прецессия спина в постоянном магнитном поле (277). 8.5. Простой гироскоп (279). Задачи (281).

<b>Глава 9. Силы, действующие по закону обратных квадратов</b>	<b>284</b>
9.1. Сила взаимодействия между материальной точкой и тонким шаровым слоем (286), 9.2. Сила взаимодействия между материальной точкой и сплошным шаром (289). 9.3. Собственная гравитационная и электростатическая энергия (290) 9.4. Характеристические длины и характеристические числа (293) 9.5. Силы, действующие по закону обратных квадратов, и статическое равновесие (296) 9.6. Орбиты планет (296). 9.7 Задача двух тел. Приведенная масса (298) 9.8 Задача о движении одного тела (303). 9.9. Законы Кеплера (311). Задачи (314). Дополнение 1. Теорема о вириале (318). Дополнение 2. Числовой расчет орбиты (327).	
<b>Глава 10. Скорость света</b>	<b>331</b>
10.1. Скорость света $c$ как одна из основных физических постоянных (331). 10.2. Измерение $c$ (332). 10.3. Эффект Доплера (344). 10.4. Скорость света в инерциальных системах отсчета при относительном движении (350). 10.5. Опыты Майкельсона и Морли (353). 10.6. Инвариантность величины $c$ (358). 10.7. Предельная скорость (358). Задачи (361). Дополнение. Излучение гамма-лучей при отсутствии отдачи (363).	
<b>Глава 11. Преобразование Лоренца для длины и времени</b>	<b>365</b>
11.1. Преобразование Лоренца (366). 11.2. Сокращение длины (373). 11.3. Замедление времени, измеряемого движущимися часами (376). 11.4 Часы, движущиеся с ускорением (383). Задачи (384). Математическое дополнение. Пространство — время (386). Из истории физики. Одновременность в специальной теории относительности (394).	
<b>Глава 12. Релятивистская динамика. Импульс и энергия</b>	<b>399</b>
12.1. Сохранение импульса (количества движения) (400). 12.2. Релятивистское выражение энергии (404). 12.3. Преобразование импульса и энергии (405). 12.4. Взаимосвязь массы и энергии (408). 12.5. Работа и энергия (412). 12.6. Частицы с массой покоя, равной нулю (414) 12.7. Преобразование скорости изменения импульса (417). 12.8. Постоянство заряда (418). Задачи (418). Из истории физики. Закон взаимосвязи массы и энергии (420).	
<b>Глава 13. Простые задачи релятивистской динамики</b>	<b>422</b>
13.1 Ускорение заряженной частицы постоянным продольным электрическим полем (422). 13.2. Заряженная частица в магнитном поле (426). 13.3. Система центра масс и пороговая энергия (428). 13.4. Антипротонный порог (431). 13.5. Релятивистское уравнение ракеты (432) Задачи (443). Из истории физики. Синхротрон (435).	
<b>Глава 14. Принципы эквивалентности</b>	<b>439</b>
14.1. Инертная и гравитационная массы (439). 14.2. Гравитационная масса фотона (442) 14.3 Принцип эквивалентности (446). Задачи (446). Из истории физики. Маятники Пьютона (447).	

<b>Глава 15. Частицы современной физики</b>	<b>448</b>
15.1. Стабильные и нестабильные частицы (448). 15.2. Массы (457). 15.3. Заряд (459). 15.4. Время жизни (460). 15.5. Прочие характеристики (464). 15.6. Четыре основных вида сил в природе (465). Задачи (466). Из истории физики. 1. Резерфордовское рассеяние и ядерная модель атома (466). 2. Пузырьковые камеры (472).	
Приложение Таблица физических постоянных	475
<b>Предметный указатель</b>	<b>477</b>

#### Предметный указатель

Аберрация света 369	— карликовая 315
— — звезд 333—337	—, сжатие 323—326
Акселерометр 103	—, форма 210—212
Анггармонический осциллятор 225, 252—253	<i>Галилей</i> 85
Антипротонный порог 431—432	Галилея преобразование 90—93, 366—367, 371
Античастицы 449	— принцип относительности 89—90
Астрономическая единица длины (а.е.) 312	Гармонический осциллятор 177, 183, 219
Атом Бора — Резерфорда 448—449	— —, время релаксации 232
Барионы 456, 465	— —, вынужденные колебания 239
<i>Бергстранд</i> 332, 342	— — <sub>i</sub> — — <sub>f</sub> поглощение мощности 244
<i>Бор Н.</i> 449	— —, диссипация мощности 236
Боровский радиус 294	— — затухающий 234—238
<i>Бредли Д.</i> 333	— —, коэффициент затухания 232
Бэватрон 431	—, уравнение движения 223
Вектор четырехмерный 393	— —, энергия 220, 228-230
Векторное поле 123	<i>Гаусс</i> 29, 30
— —, его применения 61—63	Гауссова система единиц 120—126
Векторы 45—69	<i>Гиббс</i> 46, 77
—, дифференцирование 48—52	Гпрокомпас 281
—, произведения 59—60, 66	Гпромагнитное отношение 277
—, сложение 47, 69	Гпроскоп 279
Взаимодействие силовое, типы 465—466	Гпроскопическая стабилизация 283
Возраст Вселенной 350	Главные оси 273
Вращательный момент 203	Гравитационная длина 295
Время жизни частиц 456, 460	— масса 108, 439,
— релаксации 232, 252	— постоянная 184
Вселенная, возраст 350	— сила 121, 284, 314
—, радиус 350, 395	— энергия 290—291
Галактика 84, 87, 211, 315	Двойные звезды 315
—, гравитационная энергия 291	Динамика релятивистская 381—448