

Оглавление

Предисловие редакторов перевода 5
Предисловие 7
Указания для студентов и преподавателей 14

1 Введение 15

- 1.1. Наука и творческая деятельность 15
- 1.2. Модели, теории и законы 19
- 1.3. Измерение и его погрешность 20
- 1.4. Единицы измерения, стандарты и системы единиц СИ 22
- 1.5. Основные и производные величины 24
- 1.6. Размерности и анализ размерностей 25
- 1.7. Порядок величины; быстрая оценка 28
Заключение 29
Вопросы 30
Задачи 31

2 Движение: кинематика в одном измерении 32

- 2.1. Средняя путевая скорость 33
- 2.2. Системы отсчета 34
- 2.3. Замена единиц измерения 35
- 2.4. Средняя скорость по перемещению 36
- 2.5. Мгновенная скорость 37

- 2.6. Ускорение 40
- 2.7. Равноускоренное движение 43
- 2.8. Падающие тела 47
- *2.9. Переменное ускорение – графическое исследование и использование математического анализа 51
- *2.10. Переменное ускорение; численное интегрирование 55
Заключение 58
Вопросы 59
Задачи 60

3 Кинематика в двух и трех измерениях 65

- 3.1. Векторы и скаляры 65
- 3.2. Сложение векторов; графические методы 66
- 3.3. Вычитание векторов и умножение вектора на скаляр 68
- 3.4. Аналитический метод сложения векторов; составляющие и проекции 69
- 3.5. Единичные векторы 72
- 3.6. Относительная скорость 73
- 3.7. Векторная кинематика 76

- 3.8. Баллистическое движение 80
- 3.9. Равномерное вращательное движение 84
- 3.10. Неравномерное вращательное движение 87
 - Заклучение 87
 - Вопросы 88
 - Задачи 89

4

Динамика: законы Ньютона 94

- 4.1. Сила 94
- 4.2. Первый закон Ньютона 95
- 4.3. Масса 97
- 4.4. Второй закон Ньютона 99
- 4.5. Законы или определения? 102
- 4.6. Третий закон Ньютона 103
- 4.7. Сила тяжести 106
- 4.8. Применение законов Ньютона; векторы сил 108
- 4.9. Силы трения и движение по наклонной плоскости 112
- 4.10. Рекомендации по решению задач 118
 - Заклучение 118
 - Вопросы 119
 - Задачи 120

5

Динамика вращательного движения; гравитация и обобщение Ньютона 125

- 5.1. Динамика движения по окружности 125
- 5.2. Закон всемирного тяготения Ньютона 132
- 5.3. Векторная форма

- записи закона всемирного тяготения Ньютона 136
- 5.4. Сила тяготения вблизи поверхности Земли 137
- *5.5. Гравитационная и инертная масса 140
- 5.6. Спутники и невесомость 141
- 5.7. Законы Кеплера и обобщение Ньютона 143
- 5.8. Виды сил в природе 147
- *5.9. Поле тяготения (гравитационное поле) 148
 - Заклучение 150
 - Вопросы 150
 - Задачи 151

6

Работа и энергия 156

- 6.1. Работа, совершаемая постоянной силой 156
- 6.2. Скалярное произведение двух векторов 159
- 6.3. Работа, совершаемая переменной силой 160
- 6.4. Кинетическая энергия и теорема о связи энергии и работы 165
- 6.5. Потенциальная энергия 170
- 6.6. Другие виды энергии 175
- 6.7. Преобразование энергии 175
 - Заклучение 176
 - Вопросы 177
 - Задачи 178



Сохранение энергии 182

- 7.1. Консервативные силы и теорема о связи работы и энергии 182
- 7.2. Механическая энергия и ее сохранение 186
- 7.3. Закон сохранения энергии 192
- 7.4. Значение закона сохранения энергии 195
- 7.5. Гравитационная потенциальная энергия и вторая космическая скорость; центральные силы 196
- *7.6. Кривые потенциальной энергии; устойчивое и неустойчивое равновесие 199
- 7.7. Мощность 204
Заключение 207
Вопросы 208
Задачи 209



Сохранение импульса; системы многих тел и столкновения 214

- 8.1. Центр масс 214
- 8.2. Нахождение положения центра масс 217
- 8.3. Центр масс и поступательное движение 222
- 8.4. Импульс и его связь с силой 223
- 8.5. Сохранение импульса 225
- 8.6. Столкновения и импульс силы 227
- 8.7. Сохранение импульса и энергии

при столкновениях 231

- 8.8. Упругие столкновения в одном измерении 233
- *8.9. Упругие столкновения в двух и трёх измерениях 238
- *8.10. Система отсчета, связанная с центром масс (СЦМ) 241
- *8.11. Неупругие столкновения 242
- *8.12. Системы с переменной массой 244
Заключение 247
Вопросы 248
Задачи 250



Вращательное движение тела вокруг оси 257

- 9.1. Угловые переменные 258
- 9.2. Кинематические уравнения для вращательного движения с постоянным угловым ускорением 262
- 9.3. Векторные свойства угловых величин 263
- 9.4. Момент силы 266
- 9.5. Динамика вращательного движения: момент силы и момент инерции 270
- 9.6. Вычисление моментов инерции 275
- *9.7. Почему катящийся шар замедляется? 279
- 9.8. Момент импульса и его сохранение 282

10

- 9.9. Кинетическая энергия вращения 286
Заключение 291
Вопросы 293
Задачи 294

Вращательное движение; общий случай 301

- 10.1. Векторное произведение 302
- 10.2. Момент силы 303
- 10.3. Момент импульса частицы 304
- 10.4. Момент импульса и момент силы для системы частиц; общий случай движения 306
- *10.5. Доказательство общего соотношения между τ и L 308
- 10.6. Момент импульса и момент силы для твердого тела 310
- *10.7. Вращательный дисбаланс 313
- 10.8. Сохранение момента импульса 315
- 10.9. Вращающееся колесо 316
- *10.10. Вращающийся волчок 318
Заклучение 320
Вопросы 321
Задачи 322

11

Равновесие, упругость и разрушение тел 326

- 11.1. Статика; равновесие сил 326
- 11.2. Центр тяжести 327

- 11.3. Условия равновесия 328
- 11.4. Упругость и модуль упругости; напряжение и деформация 333
- 11.5. Разрушение тел 338
Заклучение 340
Вопросы 341
Задачи 341

12

Гидростатика и аэростатика (покоящиеся жидкости и газы) 347

- 12.1. Плотность вещества 347
- 12.2. Давление в жидкостях и газах 348
- 12.3. Атмосферное давление и избыточное давление 352
- 12.4. Измерение давления 353
- 12.5. Закон Паскаля 355
- 12.6. Выталкивающая сила и закон Архимеда 356
- *12.7. Поверхностное натяжение 360
- *12.8. Капиллярность 363
- *12.9. Отрицательное давление и когезия воды 365
Заклучение 367
Вопросы 367
Задачи 369

13

Гидродинамика (движущиеся жидкости и газы) 372

- 13.1. Характеристики течения 372
- 13.2. Поток жидкости и уравнение не-

14

- разрывности 373
- 13.3. Уравнение Бернулли 375
- 13.4. Вязкость 381
- *13.5. Ламинарное течение в трубах; формула Пуазейля 383
- *13.6. Турбулентное течение в трубах; число Рейнольдса 386
- *13.7. Движение тела в жидкости; осаждение частиц и лобовое сопротивление 387
- Заклучение 389
- Вопросы 390
- Задачи 390

Колебания 395

- 14.1. Колебания пружины 395
- 14.2. Гармонические колебания 398
- 14.3. Энергия гармонического осциллятора 404
- 14.4. Связь гармонических колебаний с равномерным движением по окружности 406
- 14.5. Математический маятник 407
- *14.6. Физический маятник 410
- 14.7. Затухающие гармонические колебания 412
- 14.8. Вынужденные колебания; резонанс 415
- *14.9. Сложение двух гармонических колебаний 419
- Заклучение 420
- Вопросы 421
- Задачи 422

15

Волновое движение 428

- 15.1. Характеристики волнового движения 429
- 15.2. Типы волн 433
- 15.3. Энергия, переносимая волнами 438
- 15.4. Математическое описание бегущей волны 440
- 15.5. Принцип суперпозиции 444
- 15.6. Отражение волн 445
- 15.7. Преломление 447
- 15.8. Интерференция 450
- 15.9. Дифракция 452
- 15.10. Стоячие волны; резонанс 454
- Заклучение 458
- Вопросы 460
- Задачи 461

16

Звук 465

- 16.1. Характеристики звука 465
- 16.2. Математическое описание продольных волн 467
- 16.3. Интенсивность звука 469
- 16.4. Источники звука: колеблющиеся струны и столбы воздуха 472
- *16.5. Качество звука 477
- 16.6. Интерференция звуковых волн; биения 478
- 16.7. Эффект Доплера 481
- *16.8. Ударные волны и акустический удар 485
- Заклучение 487

Вопросы 488
Задачи 489

17

Температура, тепловое расширение и закон идеального газа 493

- 17.1. Атомы 494
- 17.2. Температура, термометры и температурные шкалы 497
- 17.3. Газовый термометр постоянного объема 499
- *17.4. Тепловое равновесие; нулевое начало термодинамики 500
- 17.5. Тепловое расширение 503
- *17.6. Тепловые напряжения 506
- 17.7. Газовые законы и абсолютная температура 507
- 17.8. Закон идеального газа 510
- 17.9. Закон идеального газа на молекулярном уровне; число Авогадро 513
- 17.10. Парциальное давление 514
- *17.11. Температурная шкала идеального газа; стандартный термометр 515
Заключение 518
Вопросы 519
Задачи 520

18

Кинетическая теория 524

- 18.1. Закон идеального газа и температура с микроскопи-

ческой точки зрения 524

- 18.2. Распределение молекул по скоростям 530
- 18.3. Испарение, давление пара и кипение 532
- 18.4. Влажность 535
- 18.5. Реальные газы и фазовые переходы; критическая точка 537
- *18.6. Уравнение Ван-дер-Ваальса 541
- *18.7. Средняя длина свободного пробега 544
- *18.8. Диффузия 546
Заклучение 552
Вопросы 553
Задачи 554

19

Теплота 558

- 19.1. Ранние теории теплоты; теплород 558
- 19.2. Теплота в процессе переноса энергии; механический эквивалент теплоты 559
- 19.3. Различие между температурой, теплотой и внутренней энергией 561
- 19.4. Внутренняя энергия идеального газа 562
- 19.5. Теплоемкость 563
- 19.6. Теплота фазового перехода 566
- 19.7. Передача теплоты; теплопроводность 569
- 19.8. Передача теплоты; конвекция 572
- 19.9. Передача теплоты; излучение 573
Заклучение 576
Вопросы 577
Задачи 578

20 Первое начало термодинамики 583

- 20.1. Работа, совершаемая при изменении объема; изотермический и изобарический процессы 584
- 20.2. Первое начало термодинамики 586
- 20.3. Применение первого начала термодинамики для описания некоторых простых термодинамических процессов 589
- 20.4. Теплоемкости газов и принцип равномерного распределения энергии 592
- 20.5. Адиабатическое расширение газа 597
- *20.6. Адиабатический характер звуковых волн 599
Заключение 600
Вопросы 600
Задачи 601

21 Второе начало термодинамики 605

- 21.1. Необходимость в дополнительном начале термодинамики 605

- намики 605
- 21.2. Тепловые двигатели и холодильники 606.
- 21.3. Эффективность тепловых двигателей и второе начало термодинамики 610
- 21.4. Двигатель Карно; обратимые и необратимые процессы 613
- 21.5. КПД двигателя Карно и второе начало термодинамики 615
- 21.6. Энтропия 618
- 21.7. Энтропия и второе начало термодинамики 621
- 21.8. От порядка к беспорядку 626
- 21.9. Недоступность энергии 629
- *21.10. Статистическая интерпретация энтропии и второе начало термодинамики 630
- *21.11. Термодинамическая шкала температур; абсолютный нуль температур 633
Заключение 635
Вопросы 636
Задачи 637

Ответы к задачам с нечетными номерами 641