

В.А. Яковенко Г.А. Заборовский
С.В. Яковенко

ОБЩАЯ ФИЗИКА

Механика

Утверждено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника
для студентов учреждений высшего образования
по педагогическим специальностям
физико-математического профиля

Под общей редакцией
В.А. Яковенко



Минск
«Вышэйшая школа»
2015

Яковенко, В. А. Общая физика. Механика : учебник для вузов / В. А. Яковенко, Г. А. Заборовский, С. В. Яковенко ; под общ. ред. В. А. Яковенко. — Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 382, [1] с. : ил., табл. — Библиография : с. 379. — Предм. указ. : с. 373—378.

УДК 531/534(075.8)

ББК 22

Ч/З № 1 — 2 экз.

Учебник создан на базе лекций, в течение ряда лет читаемых в Белорусском государственном педагогическом университете имени Максима Танка. Особое внимание уделено выяснению физического смысла и содержания основных понятий и законов механики, развитию у студентов физического мышления, формированию умения ставить и решать конкретные задачи.

Для студентов учреждений высшего образования по педагогическим специальностям физико-математического профиля. Будет полезен преподавателям средних специальных и общеобразовательных учреждений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	6
1. Кинематика материальной точки	10
1.1. Механическое движение. Перемещение. Траектория	10
1.2. Скорость	15
1.3. Ускорение	19
1.4. Законы равномерного и равноускоренного движения	24
1.5. Движение материальной точки по окружности	32
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	<i>37</i>
2. Динамика материальной точки	39
2.1. Взаимодействие тел. Сила	39
2.2. Фундаментальные взаимодействия	41
2.3. Первый закон Ньютона. Инерция	44
2.4. Второй закон Ньютона. Масса тела	46
2.5. Импульс. Общая формулировка второго закона динамики	49
2.6. Третий закон Ньютона	53
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	<i>54</i>
2.7. Единицы измерения и размерности физических величин	56
2.8. Международная система единиц	59
2.9. Эталоны основных единиц СИ в механике	63
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	<i>65</i>
3. Динамика механических систем	67
3.1. Импульс механической системы. Центр масс	67
3.2. Уравнение движения системы. Закон сохранения импульса	70
3.3. Движение тела переменной массы	74
3.4. Движение ракет. Формула Циолковского	77
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	<i>79</i>
4. Работа и энергия	81
4.1. Работа силы. Мощность	81
4.2. Кинетическая энергия	84

4.3. Работа силы тяжести. Потенциальная энергия	87
4.4. Закон сохранения механической энергии	89
4.5. Применение законов сохранения импульса и энергии при анализе удара	92
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	98
5. Принцип относительности в механике	101
5.1. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея	101
5.2. Силы инерции при ускоренном поступательном движении системы отсчета	106
5.3. Силы инерции, действующие на тело во вращающейся системе отсчета	110
5.4. Движение тела во вращающейся системе отсчета. Сила Кориолиса	116
5.5. Влияние вращения Земли на движение тел. Маятник Фуко	122
5.6. Границы применимости классической механики	126
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	131
6. Механика твердого тела	135
6.1. Поступательное движение абсолютно твердого тела	135
6.2. Вращательное движение	136
6.3. Момент силы. Пара сил	139
6.4. Уравнение динамики вращательного движения тела	144
6.5. Момент импульса. Уравнение моментов	148
6.6. Закон сохранения момента импульса	151
6.7. Вычисление моментов инерции тел	153
6.8. Теорема Штейнера	156
6.9. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела	158
6.10. Свободные оси	161
6.11. Гироскоп. Гироскопический эффект и его применение	165
6.12. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия	169
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	171
7. Силы в механике	173
7.1. Всемирное тяготение	173
7.2. Поле тяготения	177
7.3. Инертная и гравитационная масса	181
7.4. Небесная механика. Законы Кеплера	182

7.5. Движение тел в гравитационном поле. Космические скорости	185
7.6. Невесомость и перегрузки	190
7.7. Основные этапы в области освоения космоса	193
7.8. Роль белорусских космонавтов, науки и техники Республики Беларусь в освоении и исследовании космического пространства	196
7.9. Упругие силы. Закон Гука	198
7.10. Связь между деформацией и напряжением	203
7.11. Энергия упругой деформации	206
7.12. Силы трения. Внешнее и внутреннее трение	209
7.13. Трение качения	214
7.14. О природе сил трения. Роль трения в природе и технике	216
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	220
8. Механика жидкостей и газов	224
8.1. Механические свойства жидкостей и газов	224
8.2. Равновесие жидкости и газа. Закон Паскаля. Закон Архимеда	226
8.3. Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли	232
8.4. Применение уравнения Бернулли. Закон сохранения импульса текущей жидкости	237
8.5. Движение вязкой жидкости	243
8.6. Движение тел в жидкостях и газах	247
8.7. Подъемная сила крыла самолета. Эффект Магнуса	251
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	257
9. Колебательное движение	260
9.1. Гармонические колебания	260
9.2. Характеристики гармонического колебательного движения	262
9.3. Колебания систем под действием упругих и квазиупругих сил	266
9.4. Энергия колебательного движения	272
9.5. Сложение колебаний одинакового направления	275
9.6. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний	280
9.7. Затухающие колебания	285
9.8. Вынужденные колебания	289
9.9. Резонанс. Добротность колебательной системы	293
9.10. Колебания в нелинейных системах	295
9.11. Колебания связанных систем	299
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	303

10. Волновое движение	305
10.1. Образование и распространение волн в упругой среде	305
10.2. Уравнение плоской бегущей волны	309
10.3. Скорость распространения волн	313
10.4. Фазовая и групповая скорости волн	316
10.5. Энергия волнового движения	318
10.6. Принципы Гюйгенса и Гюйгенса — Френеля. Закон отражения и преломления волн. Дифракция	322
10.7. Интерференция волн	326
10.8. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны	329
10.9. Кинетическая и потенциальная энергия стоячей волны	331
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	334
 11. Акустика	 336
11.1. Волновая природа звука	336
11.2. Источники звука	338
11.3. Скорость звука	342
11.4. Распространение звука	345
11.5. Архитектурная акустика	349
11.6. Акустический резонанс. Анализ звуков	350
11.7. Характеристики звукового поля. Объективные характе- ристики звука	352
11.8. Субъективные характеристики звука	357
11.9. Отражение и поглощение звуковых волн	359
11.10. Эффект Доплера	362
11.11. Применение ультразвука	365
11.12. Инфразвук	369
<i>Вопросы и задания для самостоятельной работы</i>	371
 Предметный указатель	 373
Рекомендуемая литература	379