

УДК 53(075.8)  
ББК 22.3я73  
К89

**Кузнецов С.И.**

**К89** Курс физики с примерами решения задач. Основы механики: учебное пособие / С.И. Кузнецов; под ред. В.В. Ларионова; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 249 с.

ISBN 978-5-98298-893-5

В пособии изложены все разделы курса физической механики. Даны разъяснения основных законов, явлений и понятий классической механики, релятивистской механики и рассмотрены основные положения общей теории относительности. Учитываются наиболее важные достижения в современной науке и технике, уделяется большое внимание физике различных природных явлений.

Цель пособия – помочь студентам освоить материал программы, научить активно применять теоретические основы физики как рабочий аппарат, позволяющий решать конкретные задачи, связанные с повышением ресурсоэффективности. Пособие ориентировано на организацию самостоятельной работы студентов. В нем анализируется решение многих физических задач, приводятся задачи для самостоятельного решения и ответы к ним.

Предназначено для межвузовского использования студентами технических специальностей очной и дистанционной формы обучения.

**УДК 53(075.8)**  
**ББК 22.3я73**

### *Рецензенты*

Доктор физико-математических наук, профессор  
заведующий кафедрой теоретической физики ТГУ  
*А.В. Шаповалов*

Доктор физико-математических наук, профессор  
заведующий кафедрой общей информатики ТГПУ  
*А.Г. Парфенов*

ISBN 978-5-98298-893-5

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011  
© Кузнецов С.И., 2011  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2011

*Как говорила в сказке Королева:  
«Сначала казнь, а приговор потом».*

*Юрий Кукин. Песня канатоходца*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	6
КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ КНИГОЙ.....	8
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ .....	10
ОБОЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В КНИГЕ .....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	12
<b>ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ ФИЗИКИ И ЕЁ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ.....</b>	<b>14</b>
1.1. Предмет физики.....	14
1.2. Теория и эксперимент в физике .....	15
1.3. Физика и другие науки.....	17
1.4. Пространственно-временные отношения .....	19
<b>ГЛАВА 2. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ.....</b>	<b>22</b>
2.1. Понятие механики. Модели в механике.....	22
2.2. Система отсчета, тело отсчета. Сведения о векторах .....	23
2.3. Кинематика материальной точки.....	26
2.4. Кинематика твердого тела .....	33
Контрольные вопросы. Упражнения .....	36
Примеры решения задач .....	37
Задачи для самостоятельного решения .....	42
<b>ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ.....</b>	<b>46</b>
3.1. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы .....	46
3.2. Масса и импульс тела.....	48
3.3. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции .....	49
3.4. Третий закон Ньютона .....	50
3.5. Импульс произвольной системы тел .....	50
3.6. Основное уравнение динамики поступательного движения произвольной системы тел .....	52
3.7. Закон сохранения импульса и однородность пространства.....	53
Контрольные вопросы. Упражнения .....	55
Примеры решения задач .....	56
Задачи для самостоятельного решения .....	60
<b>ГЛАВА 4. СИЛЫ В МЕХАНИКЕ .....</b>	<b>63</b>
4.1. Виды и категории сил в природе .....	63
4.2. Сила тяжести и вес тела .....	64
4.3. Упругие силы .....	65

4.4. Деформация сдвига*	70
4.5. Силы трения	71
Контрольные вопросы. Упражнения	73
Примеры решения задач	74
Задачи для самостоятельного решения	78
<b>ГЛАВА 5. НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА</b>	<b>82</b>
5.1. Уравнение Ньютона для неинерциальных систем отсчета	82
5.2. Центробежная и центростремительная силы	83
5.3. Вклад вращения Земли в ускорение свободного падения	84
5.4. Сила Кориолиса	86
Контрольные вопросы. Упражнения	89
Примеры решения задач	90
Задачи для самостоятельного решения	93
<b>ГЛАВА 6. ЭНЕРГИЯ. РАБОТА. МОЩНОСТЬ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ</b>	<b>97</b>
6.1. Кинетическая энергия. Работа и мощность	97
6.2. Консервативные силы и системы	99
6.3. Потенциальная энергия	100
6.4. Закон сохранения механической энергии	103
6.5. Условие равновесия механической системы	104
6.6. Применение законов сохранения*	105
Контрольные вопросы. Упражнения	109
Примеры решения задач	111
Задачи для самостоятельного решения	118
<b>ГЛАВА 7. ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА</b>	<b>122</b>
7.1. Вращательное движение твердого тела относительно точки	122
7.2. Вращательное движение твердого тела относительно оси	125
7.3. Расчет моментов инерции некоторых простых тел. Теорема Штейнера	127
7.4. Кинетическая энергия вращающегося тела	129
7.5. Закон сохранения момента импульса	130
7.6. Фундаментальность законов сохранения и их связь с симметрией пространства и времени	132
7.7. Сходство и различие линейных и угловых характеристик движения и связь между ними	134
Контрольные вопросы. Упражнения	136
Примеры решения задач	137
Задачи для самостоятельного решения	140
<b>ГЛАВА 8. ТЕОРИЯ ТЯГОТЕНИЯ НЬЮТОНА. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА</b>	<b>144</b>
8.1. Теория тяготения Ньютона	144
8.2. Поле тяготения. Напряженность гравитационного поля	147

8.3. Работа в поле тяготения. Потенциал поля тяготения .....	148
8.4. Принцип эквивалентности масс* .....	152
8.5. Законы Кеплера. Космические скорости .....	153
Контрольные вопросы. Упражнения .....	157
Примеры решения задач .....	158
Задачи для самостоятельного решения .....	164
<b>ГЛАВА 9. ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗОВ.....</b>	<b>167</b>
9.1. Поверхностное натяжение жидкости .....	167
9.2. Смачивание. Капиллярные явления .....	168
9.3. Давление в неподвижных жидкостях и газах .....	170
9.4. Уравнение неразрывности .....	172
9.5. Уравнение Бернулли и его применение* .....	173
Применение уравнения Бернулли.....	175
9.6. Течение жидкости. Вязкость .....	176
Контрольные вопросы. Упражнения .....	178
Задачи для самостоятельного решения .....	182
<b>ГЛАВА 10. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ</b>	
<b>ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>186</b>
10.1. Принцип относительности Галилея. Закон сложения скоростей .....	186
10.2. Принцип относительности Эйнштейна .....	190
10.3. Преобразования Лоренца.....	191
10.4. Следствия из преобразований Лоренца.....	192
10.5. Сложение скоростей в релятивистской механике.....	196
10.6. Релятивистская механика .....	199
10.7. Взаимосвязь массы и энергии покоя .....	202
Контрольные вопросы. Упражнения .....	206
Примеры решения задач .....	207
Задачи для самостоятельного решения .....	212
<b>ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ</b>	
<b>ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ*.....</b>	<b>215</b>
11.1. Обобщение закона тяготения Ньютона.....	215
11.2. Принцип эквивалентности сил инерции и сил тяготения .....	216
11.3. Теория тяготения Эйнштейна. Основные положения ОТО .....	217
11.4. Следствия из принципа эквивалентности, подтверждающие ОТО .....	219
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>224</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>225</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ .....</b>	<b>227</b>
<b>ГЛОССАРИЙ.....</b>	<b>235</b>
<b>ПЕРСОНАЛИИ.....</b>	<b>241</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>245</b>