

Gustav Robert Kirchhoff

VORLESUNGEN ÜBER
MATHEMATISCHE PHYSIK.
MECHANIK

Г. Р. Кирхгоф

МЕХАНИКА

**Лекции
по математической физике**

Перевод с четвертого немецкого издания

Под редакцией
А. Т. Григорьяна и Л. С. Полака

Издание второе, стереотипное

МОСКВА



URSS

ББК 22.3я44, 22.251, 22.311

Кирхгоф Густав Роберт

Механика. Лекции по математической физике: Пер. с нем. / Под ред. А. Т. Григоряна и Л. С. Полака. Изд. 2-е, стереотипное — М.: КомКнига, 2006. — 392 с.

ISBN 5-484-00349-0

В настоящей книге представлены лекции по механике Г. Р. Кирхгофа (1824–1887), которые являются одним из классических произведений, посвященных теоретической механике. Своеобразный подход автора к проблеме основ механики и широкий охват материала делают ее интересной и полезной и в настоящее время. При переводе представлялось существенно важным по возможности передать стиль и характер книги, что заставило сохранить некоторые из тех терминов и выражений, которые устарели или не прижились в науке.

Книга может быть полезна специалистам — механикам, математикам, физикам, а также преподавателям, аспирантам и студентам естественных вузов.

Издательство «КомКнига». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 9.

Подписано к печати 24.10.2005 г. Формат 60×90/16. Печ. л. 24,5. Зак. № 284.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 11А, стр. 11.

ISBN 5-484-00349-0

© Л. С. Полак,
примечания, 1962, 2006
© КомКнига, 2006

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	E-mail: URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете: http://URSS.ru
	Тел./факс: 7 (095) 135-42-16
	Тел./факс: 7 (095) 135-42-46

2410 ID 32867



9 785484 003495 >

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Предисловие ко второму изданию	4
Предисловие к третьему изданию	4
Предисловие к четвертому изданию	4
Лекция первая. (Задача механики. Определение материальной точки. Скорость. Ускорение или ускоряющая сила. Движение тяжелой точки. Движение планеты вокруг Солнца. Правило параллелограмма сил. Дифференциальные уравнения задачи трех тел)	5
Лекция вторая. (Движение несвободной материальной точки. Простой маятник. Движение системы точек, для которой имеют место уравнения связей. Масса материальной точки. Движущая сила. Лагранжевы уравнения механики)	15
Лекция третья. (Принцип Даламбера. Работа. Принцип Гамильтона. Потенциал, или силовая функция. Равновесие. Принцип возможных перемещений)	25
Лекция четвертая. (Теорема живой силы. Устойчивость равновесия. Теоремы о движении центра тяжести. Движение системы вокруг ее центра тяжести. Теоремы площадей. Моменты вращения)	32
Лекция пятая. (Определение положения твердого тела. Бесконечно малое смещение твердого тела. Винтовое движение. Зависимость момента вращения системы сил от осей координат. Главный момент вращения)	37
Лекция шестая. (Живая сила движущегося твердого тела. Моменты инерции. Главные оси. Дифференциальные уравнения движения твердого тела для случая, когда оно свободно, и для случая, когда одна его точка закреплена)	48
Лекция седьмая. (Интегрирование дифференциальных уравнений движения твердого тела, которое вращается вокруг закрепленной точки и на которое не действуют никакие силы. Устойчивость вращения вокруг осей наибольшего и наименьшего моментов инерции. Случай равенства двух из трех главных моментов инерции. Вращение тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Интегрирование полученных дифференциальных уравнений при некоторых предположениях)	56
Лекция восьмая. (Измерение силы тяжести. Маятник. Маятник, соответствующий простому. Обратный маятник. Опыты Бесселя с маятником. Влияние воздуха. Изменение силы тяжести с высотой и с географической широтой)	69
Лекция девятая. (Влияние вращения Земли на движение тел на ее поверхности. Центробежная сила. Отклонение свободно падающего тела от отвесной линии. Опыт с маятником Фуко)	76
Лекция десятая. (Относительные перемещения частей тела. Расширение линии, поверхности, объемного элемента. Изменение бесконечно малой частицы твердого тела складывается из поступательного перемещения, вращения и растяжения по трем взаимно перпендикулярным направлениям. Главные удлинения. Движение по поверхности тела и по поверхности соприкосновения двух тел)	84

Лекция одиннадцатая.	(Давления. Зависимость компонент давления от направления и положения элемента поверхности, к которому оно относится. Равенство давлений на обеих сторонах поверхности соприкосновения двух тел. Внутренние силы. Значение компонент сжимающей силы в жидкостях и упругих твердых телах)	97
Лекция двенадцатая.	(Гидростатика. Равновесие жидкости возможно только при силах, имеющих однозначный потенциал. Свободная поверхность жидкости есть эквипотенциальная поверхность Тяжелая жидкость Тяжелая вращающаяся жидкость. Вращающаяся жидкость, частицы которой притягиваются одной точкой или между собой по закону Ньютона Сжатие Земли Давления, которые жидкость производит на сосуд, в котором она заключается, или на погруженное твердое тело. Принцип Архимеда)	110
Лекция тринадцатая.	(Капиллярные явления. Потенциал капиллярных сил. Главный радиус кривизны и линии кривизны Увеличение поверхности при бесконечно малых перемещениях ее точек Дифференциальные уравнения поверхности соприкосновения двух тяжелых жидкостей. Граничные условия. Величина силы, удерживающей в равновесии тело, способное двигаться только в одном направлении и соприкасающееся с двумя жидкостями. Примеры такой силы)	118
Лекция четырнадцатая.	(Интегрирование дифференциальных уравнений для поверхности соприкосновения двух тяжелых жидкостей в случае, когда эта поверхность есть поверхность вращения и когда расстояния рассматриваемых точек от оси вращения очень малы или очень велики. Первое и второе приближение)	129
Лекция пятнадцатая.	(Гидродинамика Дифференциальные уравнения Лагранжа и Эйлера Вращение жидких частиц. Вихревые линии и вихревые нити. Потенциал скоростей. Многозначность потенциала скоростей в многосвязном пространстве)	138
Лекция шестнадцатая.	(Несжимаемая жидкость. Потенциал масс, сосредоточенных в одной точке или непрерывным образом распределенных по поверхности или по объему. Потенциал двойного слоя. Теорема Грина. Представление некоторой функции V , которая удовлетворяет в некоторой области уравнению $\Delta V=0$ и вместе со своими первыми производными однозначна и непрерывна, через сумму потенциалов простого слоя и двойного слоя, распространенных по поверхности области. Условия, достаточные для определения V . Линии тока и нити гока Случай, когда рассматриваемая область простирается в бесконечность Многозначные решения уравнения $\Delta \phi=0$. Потенциал масс, зависящий от двух координат)	148
Лекция семнадцатая.	(Преобразование уравнения $\Delta \phi=0$ к произвольным ортогональным координатам. Эллиптические координаты. Течения по линиям, пересекающим нормально систему софокусных эллипсоидов. Представление потенциала скоростей этих течений как потенциала слоя. Объем жидкости, протекающей через сечение в единицу времени. Сопротивление. Линии тока, пересекающие нормально систему софокусных гиперболоидов)	167
Лекция восемнадцатая.	(Потенциал однородного эллипсоида. Потенциал однородного бесконечно длинного цилиндра. Покоящийся эллипсоид в текущей жидкости Линии тока в случае, когда эллипсоид обращается в эллипсоид вращения или в шар. Твердое тело, движущееся в жидкости данным образом, исследуется движение жидкости. Случай, когда тело — эллипсоид или шар. Движение в жидкости двух тел. Ближайшее рассмотрение случая двух бесконечно малых шаров)	182
Лекция девятнадцатая.	(Дифференциальные уравнения движения тела в жидкости, на которое действуют данные силы Применение к этому случаю принципа Гамильтона. Движение тел при отсутствии внешних сил. Упрощение задачи через предположение некоторой симметрии Шар. Тело вращения. Движение в жидкости двух бесконечно малых шаров. Силы взаимодействия между ними)	198
Лекция двадцатая.	(Вихревое движение. Прямые и параллельные вихревые нити. Движение нескольких подобных нитей бесконечно малых сечений. Прямые вихревые нити, заполняющие сплошным образом цилиндр эллиптического сечения. Круговые вихревые нити с общей осью Движение вихревого кольца и двух вихревых колец бесконечно малого сечения)	212

- Лекция двадцать первая.**
(Функции комплексного переменного. Их применение к нахождению действительного движения жидкостей. Подобное в малых частях отображение некоторой части плоскости на другую. Линейные функции. Многозначные функции. Изображение одного серпа на другом) 230
- Лекция двадцать вторая.**
(Жидкие струи. Струя, вытекающая из сосуда определенного вида. Струя, встречающая плоскую стенку. Плоская стенка в потоке бесконечной ширины. Давление на эту стенку) 243
- Лекция двадцать третья.**
(Движение воздуха или другой сжимаемой жидкости, на частицы которой не действуют никакие силы. Случай, когда существует потенциал скоростей, и скорость есть величина бесконечно малая. Вывод условий, определяющих потенциал скоростей. Плоские волны; отражение последних. Шаровые волны. Вычисление потенциала скоростей из начальных данных для случая, когда воздушная область безгранична. Движение неизменяемого шара в воздухе. Колебания шара. Интенсивность производимых тонов Колебания двух малых шаров) 257
- Лекция двадцать четвертая.**
(Простые тоны. Применение теоремы Грина к потенциалу скоростей простого тона. Плоские волны. Стоячие и движущиеся колебания Собственные тоны столба воздуха Колебания воздуха в открытой трубе Резонанс Шаровые волны Колебания воздуха в области, размеры которой бесконечно малы по сравнению с длиной волны. Кубическая трубка Вычисление резонанса и высота тона кубической трубки для эллиптического или круглого отверстия. Вычисление резонанса и высота тона цилиндрической трубки при известных условиях) 268
- Лекция двадцать пятая.**
(Движение несжимаемой жидкости, на частицы которой действуют силы. Истечение тяжелой жидкости из отверстия в сосуде Теорема Торричелли. Установившееся движение жидкого эллипсоида, частицы которого взаимно притягиваются по закону всемирного тяготения. Установившееся движение жидкого эллипсоида относительно вращающейся системы координат Бесконечно малые колебания тяжелой жидкости Волны тяжелой жидкости конечной высоты Неустановившееся движение жидкого эллипсоида, частицы которого притягиваются по закону всемирного тяготения) 288
- Лекция двадцать шестая.**
(Течение несжимаемой жидкости. Вывод дифференциальных уравнений и граничных условий. Течение жидкости по длинной цилиндрической трубе. Введение допущений, что жидкость прилипает к твердому телу, с которым соприкасается, и что скорости бесконечно малы. Равномерное вращение жидкости шара относительно диаметра или эллипсоида вращения относительно оси симметрии в случае, когда снаружи жидкость не ограничена, или ограничена концентрической шаровой поверхностью, или соответственно поверхностью софокусного эллипсоида. Вычисление момента сил, действующих на шар или эллипсоид Сопротивление шара, равномерно поступательно движущегося в жидкости. Вращательные колебания шара. Колебания шара, при которых центр движется взад и вперед по прямой линии) 306
- Лекция двадцать седьмая.**
(Равновесие и движение упругого твердого тела. Вывод дифференциальных уравнений для тела, обладающего различными упругими свойствами по разным направлениям Число упругих постоянных, вообще, 21; оно уменьшается при наличии плоскостей симметрии и для изотропного тела сводится к двум. Задача о равновесии имеет только одно решение. Когда на частицы тела не действуют силы, то оно может быть в равновесии, если компоненты сжатия постоянны. Всестороннее сжатие, коэффициент упругости. Равновесие изотропных цилиндров, на поверхности оснований которых известным образом распределены давления. Продолжение вычисления для случая кругового сечения. Равновесие полого шара, на поверхности которого действует постоянное нормальное давление) 322
- Лекция двадцать восьмая.**
(Конечные деформации бесконечно тонкого, первоначально цилиндрического стержня Расширение бесконечно малого элемента последнего Упрощение, происходящее от того, что сечение есть эллипс, или его плоскость есть плоскость симметрии. Потенциал сил, производимых расширением Живая сила стержня Равновесие стержня под влиянием сжимающих сил, приложенных по концам его. Аналогия относящейся сюда задачи с задачей о движении

твердого тела вокруг неподвижной точки. Стержень может представлять винтовую линию. Равновесие изогнутого стержня, бывшего первоначально винтовой линией)	336
Лекция двадцать девятая. (Бесконечно малые деформации бесконечно тонкого первоначально цилиндрического стержня. Изгиб и кручение в случае изотропного и ненапряженного стержня. Изгиб напряженного стержня. Метод Гравезанда определения коэффициентов упругости проволоки. Изгиб горизонтальной проволоки от собственного веса. Продольные и крутильные колебания стержня. Поперечные колебания ненапряженного стержня. Поперечные колебания слабо напряженной и сильно напряженной струны)	354
Лекция тридцатая. (Равновесие и движение бесконечно тонкой первоначально плоской изотропной пластинки. Расширение малой части пластинки. Потенциал сил, производимых расширением. Бесконечно малая деформация. Равновесие при предельных перемещениях. Дифференциальные уравнения поперечных колебаний свободной пластинки. Интегрирование последних для круглой пластинки. Поперечные колебания напряженной мембраны)	371
Примечания (Л. С. Полак)	385
