

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. С.М.КИРОВА

Г. А. РОЗМАН

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ПСКОВ • ПГПУ • 2005

ББК 22.
Р 649

Печатается по решению кафедры физики
и редакционно-издательского совета ПГПУ им. С.М.Кирова

Розман Г.А.
Р649 Теория относительности. - Псков: ПГПУ, 2005. -256 с.
ISBN 5-87854-343-5

Книга является учебным пособием. В Части 1 изложена Специальная теория относительности, в Части 2 - Общая теория относительности. Книга предназначена учителям, студентам и школьникам.

Р649

Автор благодарен Государственному управлению образования и науки Псковской области за финансирование издания данного учебного пособия.

ISBN 5-87854-343-5

© Розман Г.А., 2005
© Псковский государственный педагогический университет
им. С.М. Кирова
(ПГПУ им. С.М.Кирова), 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

В данной книге ранее изданные учебные пособия автора по специальной и общей теориям относительности подверглись переработке. Это объясняется как тем, что обе теории помещены в одну книгу и поэтому не требуется некоторого дублирования материала. Кроме того, с момента издания учебного пособия по специальной теории относительности (СТО) прошло более десяти лет. За это время частично изменилась терминология в СТО (в этот процесс автор внес определенный вклад), найдены новые методические приемы изложения. В текст общей теории относительности (ОТО) внесен дополнительный материал. Таким образом, данная книга, по сути дела, является новым произведением автора.

Специальная теория относительности (СТО), систематическому, но общедоступному изложению которой посвящена 1-я часть данной книги, является современным физическим учением о свойствах пространства, времени и движения, одним из краеугольных камней современного физического миропонимания, основой научной картины мира. СТО проложила дорогу научно-технической революции второй половины XX в., она оказала революционизирующее влияние на социальные, экономические и культурные стороны жизни человеческого общества. Отсюда следует, что каждый культурный человек должен знать основы этой науки.

Изложение ведется на основе историко-логического метода. Рассказ начинается с рассмотрения представлений классической физики о пространстве, времени и движении, вскрывается их ограниченность, что, естественно, требует построения новой теории. Читатель почувствует всю “драму идей”, связанных с содержанием СТО, ее противоречие “здравому смыслу”, убедится в объективности выводов СТО.

Изложение ОТО в одной книге с СТО логично, так как развивает далее современное учение о свойствах пространства и времени. В СТО использовались лишь инерциальные системы отсчета (ИСО), она не учитывала влияния на свойства пространства и времени гравитационного поля. Часть 2-я,

посвященная изложению ОТО, дополнена более детальным рассмотрением приложений ОТО к космологическим проблемам.

В книге использован относительно простой математический аппарат, все расчеты проведены подробно. Отдельные параграфы посвящены решению специально подобранных количественных и качественных задач.

Эта книга предназначена учителям, студентам и учащимся средней школ, а также всем, кто интересуется состоянием современной физики.

Доктор физико-математических наук,
Почетный профессор ПГПУ
Г. А. Розман

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Часть 1. Специальная теория относительности	5
§1. Классические представления о пространстве, времени и движении. Метризация пространства и синхронизация часов в классической физике	5
§2. Принцип относительности Галилея. Формулы Галилея. Абсолютные и относительные величины в классической физике. Инвариантность законов классической механики	10
§3. Решение задач с выбором различных систем отсчета	19
§4. Принцип относительности и классическая электродинамика. Эфир. опыты по обнаружению эфира	26
§5. Постулаты Эйнштейна, их кажущаяся противоречивость. Относительность одновременности, времени и длины	35
§6. Формулы преобразования координат и времени в СТО (формулы Лоренца). Кинематические следствия из формул Лоренца	41
§7. Задачи по кинематике СТО	54
§8. Интервал, его инвариантность. Два вида интервала. Световой конус	60
§9. Четырехмерный мир Минковского	66
§10. Четырехмерный вектор импульса. Формула Эйнштейна	69
§11. Эффект Доплера	78
§12. Масса частиц идеального и реального газов. Дефект массы	82
§13. Решение задач по динамике СТО	85
§14. Релятивистское 4-х-мерное уравнение движения	102
§15. Релятивистское трехмерное уравнение движения	107
§16. Инвариантность уравнений электродинамики	110
§17. Относительность деления единого электромагнитного поля на электрическое и магнитное	115
§18. Инварианты электромагнитного поля	119
§19. Физическая картина мира и СТО	120
§20. Познание продолжается... ..	123
ПРИЛОЖЕНИЯ	125
Приложение 1. К выводу формул Лоренца.	125
Приложение 2. Нахождение коэффициентов a, d, g	125
Приложение 3. “Парадоксы” СТО	126
Приложение 4. Существует ли “релятивистская масса”?	131

Приложение 5. Как возник миф о “релятивистской массе”	133
Приложение 6. Организация и методика проведения занятий по факультативу “Основы специальной теории относительности”	139
Приложение 7. К 100-летию создания специальной теории относительности 2005 год - год Альберта Эйнштейна (из резолюции ООН)	144
Приложение 8. Кто автор той теории, которую мы называем “Специальная теория относительности”?	150