

کتابخانه

۲۲۳۴ ۲۱۲

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه تهران

نظریه‌ی میدان کوانتومی

به زبان ساده

راهنمای خودآموز

نویسنده: دیوید مک‌ماهون

مترجمان:

دکتر علی خرمیان

(استاد دانشگاه سمnan)

زهرا کرملو

سرشناسه	McMahon, David (David M) : مک‌ماهون، دیوید ام.
عنوان و نام پدیدآور	: نظریه‌ی میدان کوانتومی به زبان ساده راهنمای خود آموز / نویسنده دیوید مک‌ماهون؛ مترجمان علی خرمیان، زهرا کرملو.
مشخصات نشر	: سمتان: دانشگاه سمتان، انتشارات، ۱۴۰۰. مشخصات ظاهری: ۳۴۸ص: مصور، جدول.
شابک	: 978-622-7237-37-5 وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: نمایه.
یادداشت	: عنوان اصلی: Quantum field theory demystified: a self-teaching guide, 2011
یادداشت	: چاپ قبلی کتاب حاضر با ترجمه میترا صحرایی ده‌مجنونی، سمانه بایسته توسط نوپردازان، ۱۳۹۱ (۳۲۸ ص.) (با فروست) فیبا دریافت کرده است. یادداشت: واژه‌نامه. یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۳۱-۳۳۲.
موضوع	: موضوع: Quantum field theory نظریه‌ی میدان کوانتومی
موضوع	: موضوع: Particles (Nuclear physics) ذرات بنیادی
موضوع	: موضوع: Field theory (Physics) نظریه‌ی میدان (فیزیک)
شناسه افزوده	: شناسه افزوده: خرمیان، علی، ۱۳۴۷ - مترجم
شناسه افزوده	: شناسه افزوده: کرملو، زهرا، ۱۳۵۳ - مترجم
رده بندی کنگره	: رده بندی دیویی: ۵۳۰/۱۴۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۷۶۹۰۸ QC ۱۷۴/۴۵
	: اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا



نظریه‌ی میدان کوانتومی

به زبان ساده

راهنمای خودآموز

- ✓ مترجمان: دکتر علی خرمیان - زهرا کرملو
- ✓ نویسنده: دیوید مک‌ماهون
- ✓ طرح جلد: اسماعیل شجاعی
- ✓ نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۴۰۰
- ✓ ناشر: انتشارات دانشگاه سمتان
- ✓ شمارگان: ۵۰۰ جلد
- ✓ قیمت: ۱/۱۰۰/۰۰۰ ریال

ISBN: 978-622-7237-37-5



شابک:

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمتان می باشد.

مراکز پخش: سمتان: روبروی پارک سوکان- پردیس شماره ۱ - انتشارات دانشگاه سمتان- تلفن: ۲۳۳۱۵۳۲۲۷۰.

وب سایت: www.press.semnan.ac.ir

تهران: میدان انقلاب - ابتدای خیابان ۱۲ فروردین - پلاک ۹ - تلفن: ۱۵-۰۲۱۶۶۹۶۶۱۱۴ - انتشارات سیمای دانش

پیشگفتار مترجمان

این کتاب به عنوان کتابی درسی در آموزش مقدماتی نظریه‌ی میدان کوانتومی تدارک دیده شده است. این کتاب در سطح مقدماتی به مباحثی همچون فیزیک ذرات و نسبیت خاص، نظریه‌ی میدان لاگرانژی، معادله‌ی دیراک، قوانین فاینمن، الکترودینامیک کوانتومی، و انتگرال مسیر پرداخته و مطالب متنوعی از مباحث پیرامون آن را ارائه می‌دهد. این کتاب از یک سو برای دانشجویی مبتدی، ساده و از سویی دیگر برای یک دانشجوی پیشرفته در درک عمیق این حوزه‌ی جذاب از فیزیک، به اندازه‌ی کافی چالش برانگیز است.

یادگیری نظریه‌ی میدان کوانتومی مستلزم پیش‌زمینه‌ای در فیزیک و ریاضیات است. گرچه این کتاب برای استفاده از دانشجویان فیزیک طراحی شده است، اما به‌طور خاص برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در رشته‌ی فیزیک و به‌عنوان مقدمه‌ای در آموزش نظریه‌ی میدان کوانتومی طراحی شده است. این کتاب را می‌توان به‌عنوان آغازی در یادگیری مکانیک کوانتومی پیشرفته و معرفی مبتدیان در فیزیک ذرات بنیادی نیز در نظر گرفت. با این وجود، مباحث موجود در کتاب به‌اندازه‌ی کافی مستقل است به‌طوری که می‌توان از این کتاب به‌عنوان مکمل هر یک از کتاب‌های درسی استاندارد در آموزش نظریه‌ی میدان کوانتومی برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری فیزیک استفاده کرد.

دانشجویان رشته فیزیک می‌توانند با آموزش مقدماتی نظریه‌ی میدان کوانتومی، قدرت درک

فیزیکی خود در بررسی مسائل پیچیده نظریه‌ی میدان کوانتومی را به‌طور چشم‌گیری افزایش دهند. این کتاب به‌روشی ساده و روشن به تحریر درآمده است. در این کتاب تعادل خوبی بین توضیحات و مثال‌ها وجود دارد که موجب می‌شود مطالب در آن ساده و جذاب نمایان شوند. این مجموعه، تعدادی از مثال‌ها را به‌همراه بحث و حل کامل آنها ارائه می‌دهد. در انتهای هر فصل همراه با جمع‌بندی، سوالات تشریحی و یا چند گزینه‌ای وجود دارد. جواب سوالات هر فصل در آخر کتاب آورده شده است.

به‌طور کلی، این کتاب برای کمک به کتاب‌های درسی در نظریه‌ی میدان کوانتومی برای دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری فیزیک پیشنهاد می‌شود.

از آقای مهندس رثوفی به خاطر زحمات و حمایت‌های ایشان در مرحله نهایی و چاپ این اثر قدردانی می‌کنیم. همچنین از خانم‌ها عادله و منا فامیلی فرد و نیز آقای مهدی اکبرزاد که در تهیه و آماده‌سازی این اثر همکاری داشته‌اند، تشکر می‌کنیم.

علی‌رغم همه‌ی تلاش‌ها، ترجمه‌ی این کتاب بی‌شک بدون نقص نخواهد بود. ما را با نظرات و پیشنهادهای سازنده‌ی خود یاری فرمائید.

علی خرمیان

زهرا کرملو

فهرست مطالب

پیشگفتار

۱۲

۱۵

۱۹

۲۷

۳۱

۳۵

۳۶

۳۶

۳۷

۳۸

۳۸

۱ فیزیک ذرات و نسبیت خاص

نسبیت خاص

مروری اجمالی بر فیزیک ذرات

ذرات بنیادی

مکانیسم هیگز

وحدت بزرگ

ابرتقارن

نظریه‌ی ریسمان

خلاصه

آزمون

۴۱

۴۱

۴۵

۴۹

۲ نظریه‌ی میدان لاگرانژی

مکانیک لاگرانژی پایه

کنش و معادلات حرکت

تکانه‌ی کانونیک و هامیلتونی

۴۹	نظریه‌ی میدان لاگرانژی
۵۵	تقارن‌ها و قوانین پایستگی
۵۸	جریان‌های پایسته
۶۰	میدان الکترومغناطیسی
۶۴	تبدیلات پیمانه‌ای
۶۹	خلاصه
۷۰	آزمون
۷۱	۳ مقدمه‌ای بر نظریه‌ی گروه
۷۱	تعاریف
۷۲	نمایش گروه
۷۴	پارامترهای گروه
۷۵	گروه‌های لی
۷۷	گروه دوران
۷۸	نمایش دوران‌ها
۸۲	$SO(N)$
۸۷	گروه‌های یکانی
۹۴	عملگرهای کازیمیر
۹۴	خلاصه
۹۵	آزمون
۹۷	۴ تقارن‌های گسسته و اعداد کوانتمی
۹۷	اعداد کوانتمی جمع‌پذیر و ضرب‌پذیر
۹۸	پاریتت
۱۰۳	مزدوج بار
۱۰۶	نقض CP
۱۰۸	قضیه‌ی CPT
۱۱۰	خلاصه
۱۱۱	آزمون

۱۱۳	۵ معادله‌ی دیراک
۱۱۴	میدان دیراک کلاسیکی
۱۱۶	افزودن نظریه‌ی کوانتومی
۱۱۹	شکل ماتریس‌های دیراک
۱۲۱	برخی ویژگی‌های خسته کننده‌ی ماتریس‌های دیراک
۱۲۵	اسپینورهای الحاقی و ویژگی‌های تبدیل
۱۲۶	نمادگذاری خط مورب (slash)
۱۲۷	جواب‌های معادله‌ی دیراک
۱۳۲	جواب‌های فضای آزاد
۱۳۷	خیزها، دوران‌ها و هلیسیته
۱۳۹	اسپینورهای ویل
۱۴۲	خلاصه
۱۴۳	آزمون
۱۴۵	۶ میدان‌های اسکالر
۱۴۶	دستیابی به معادله‌ی کلاین – گوردون
۱۵۴	تفسیر مجدد میدان
۱۵۴	کوانتش میدان از میدان‌های اسکالر
۱۶۶	حالت‌ها در نظریه‌ی میدان کوانتومی
۱۶۷	تجزیه‌ی فرکانس مثبت و منفی
۱۶۸	عملگرهای تعداد
۱۷۰	نرمالیزه کردن حالت‌ها
۱۷۱	آمار بوز-اینشتین
۱۷۴	حاصل ضرب‌های نرمال و ترتیب زمانی
۱۷۵	میدان اسکالر مختلط
۱۷۸	خلاصه
۱۷۸	آزمون

۱۸۱	۷ قوانین فاینمن
۱۸۴	تصویر برهم‌کنش
۱۸۶	نظریه‌ی اختلال
۱۹۰	مبانی قوانین فاینمن
۱۹۴	محاسبه‌ی دامنه‌ها
۱۹۶	مراحل ساخت دامنه
۱۹۷	ثابت‌های جفت‌شدگی
۱۹۸	انتشارگرها
۲۰۴	نرخ واپاشی و طول عمر
۲۰۵	خلاصه
۲۰۵	آزمون
۲۰۷	۸ الکترودینامیک کوانتومی
۲۰۹	مرور مجدد الکترودینامیک کلاسیکی
۲۱۳	میدان الکترومغناطیسی کوانتیزه
۲۱۵	ناوردایی پیمانه‌ای و QED
۲۱۸	قواعد فاینمن برای QED
۲۳۳	خلاصه
۲۳۳	آزمون
۲۳۵	۹ شکست تقارن خودبه‌خود و مکانیسم هیگز
۲۳۸	شکست تقارن در نظریه‌ی میدان
۲۴۱	جملات جرمی در لاگرانژی
۲۴۴	حاشیه‌ای پیرامون یکاها
۲۴۵	شکست تقارن خودبه‌خود
۲۴۹	لاگرانژی‌های با ذرات متعدد
۲۵۲	مکانیسم هیگز
۲۵۸	خلاصه
۲۵۸	آزمون

۲۶۱	۱۰ نظریه‌ی الکتروضعیف
۲۶۲	اسپینورهای راستگرد و چپگرد
۲۶۳	لاگرانژی دیراک بدون جرم
۲۶۴	میدان‌های لپتونی برهم‌کنش‌های الکتروضعیف
۲۶۶	بارهای برهم‌کنش الکتروضعیف
۲۶۸	تبدیلات یکانی و نظریه‌ی میدان‌های پیمانه‌ای
۲۷۳	آمیختگی ضعیف یا زاویه‌ی واینبرگ
۲۷۳	شکست تقارن
۲۷۶	جرم‌دار کردن میدان‌های لپتونی
۲۷۸	جرم‌های پیمانه‌ای
۲۸۶	خلاصه
۲۸۶	آزمون
۲۸۹	۱۱ انتگرال‌های مسیر
۲۸۹	انتگرال‌های گاوسی
۲۹۵	انتگرال‌های مسیر اساسی
۳۰۰	خلاصه
۳۰۰	آزمون
۳۰۳	۱۲ ابرتقارن
۳۰۴	رئوس کلی ابرتقارن
۳۰۵	ابر بار
۳۰۸	مکانیک کوانتومی ابرتقارنی
۳۱۳	مدل ساده شده‌ی وس-زمینو
۳۱۴	لاگرانژی $SUSY$ ساده
۳۲۰	خلاصه
۳۲۰	آزمون
۳۲۳	پاسخ پرسش‌ها و آزمون نهایی