

۱۴۱۹۳۹

فیزیک ذرات

راهنمایی برای مبتدیان

www.ketab.ir

نویسنده: برایان آر. مارتین

مترجم: مهدی (یاشار) مجتهدزاده

ویراستار علمی: امیرنظام امیری

سبزان

Martin, Brian Robert

: مارتین، بریایان رابرت

سرشناسه

: فیزیک ذرات : راهنمایی برای مبتدیان / نویسنده بریایان آر. مارتین ؛ مترجم

عنوان و پدیدآور

مهدی (یاشار) مجتهدزاده.

: تهران: سبزان، ۱۳۹۴.

مشخصات نشر

: ۲۲۸ ص.

مشخصات ظاهری

: 978-600-117-164-2

شابک

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

: عنوان اصلی: Particle physics : a beginner's guide, c2011.

یادداشت

: ذرات بنیادی

موضوع

: مجتهدزاده، مهدی، ۱۳۶۰ - مترجم

شناسه افزوده

: امیری، امیرنظام، ۱۳۷۱ -، ویراستار علمی

شناسه افزوده

: QC۷۹۳/۲/م۲ف۹ ۱۳۹۴

رده‌بندی کنگره

: ۵۳۹/۷۲

رده‌بندی دیویی

: ۴۱۱۱۳۵۱

شماره کتابخانه ملی



انتشارات سبزان

میدان فردوسی - خیابان موسوی (فرصت) - ساختمان ۵۴ تلفن: ۸۸۳۴۷۰۴۴ - ۸۸۳۱۹۵۵۸

فیزیک ذرات

راهنمایی برای مبتدیان

• نویسنده: بریایان آر. مارتین

• مترجم: مهدی (یاشار) مجتهدزاده

• ویراستار علمی: امیرنظام امیری

• ناشر: سبزان

• خدمات نشر: واحد فنی سبزان

۸۸۳۴۸۹۹۱-۸۸۳۱۹۵۵۷

• نوبت چاپ: سوم - ۱۴۰۰

• تیراژ: ۲۷۰ نسخه

• قیمت: ۶۶,۰۰۰ تومان

• چاپ و صحافی: کامیاب

فروش اینترنتی از طریق سایت‌آی‌آی کتاب www.iiketab.com

شابک ۲-۱۶۴-۱۱۷-۶۰۰-۹۷۸-2-978-600-117-164-2

فهرست مطالب

پیشگفتار نویسنده ۷

۱- ذرات و نیروها

- جرم و وزن ۱۲
- نماد علمی اعداد ۱۳
- اتم‌ها قابل تقسیم شدن هستند ۱۳
- درون اتم‌ها و هسته ۱۷
- مسیری به سوی کوارک‌ها ۲۰
- نیروها و میدان‌ها ۲۲
- گذشته، حال و آینده ۲۶

۲- نظریه و آزمایش

- کشف هسته ۳۱
- واحدهای اندازه‌گیری در فیزیک ذرات ۳۵
- فوتون‌ها و نوترینوها ۳۶
- فوتون‌ها ۳۸
- اسپین و پاد ذرات ۴۰
- نظریه‌های میدان کوانتومی و نمودارهای فاینمن ۴۶

۳- شتاب دهنده‌ها و باریکه‌ها

- شتاب دهنده‌های طبیعی و ساختگی ۵۱
- شتاب دهنده‌های خطی و دایروی ۵۳
- برخورد دهنده‌ها و ماشین‌هایی با اهداف ثابت ۵۹
- باریکه‌های ذرات ۶۴

۴- آشکارسازها

- میکروسکوپ‌هایی برای شناسایی ذرات ۶۷
- بنای آشکارساز ۶۸
- امولسیون‌ها، اتاق‌های حباب و اتاق‌های ابر ۷۱
- آشکارسازهای گازی و نیمه‌رسانا ۷۶
- شمارشگرهای جرقه‌ای، شمارشگرهای چرنکوف و کالریمترها ۷۸
- آشکارسازهای چند جزئی ۸۰

۵- هادرون‌ها و مدل کوارکی

- ذرات ناشناخته ۸۳
- رزونانس ۸۸
- مدل‌های ترکیبی و روش‌های هشت‌گانه ۹۰
- مدل کوارکی ۹۵
- رنگ ۹۹

۶- QCD، جت‌ها و گلئون‌ها

- شواهد مستقیم دال بر وجود کوارک‌ها ۱۰۳
- شواهد مستقیم مبنی بر وجود رنگ ۱۰۸
- کرومودینامیک کوانتومی ۱۰۹
- جت‌ها و مدارک مستقیم برای گلئون‌ها ۱۱۵

۷- برهم کنش‌های ضعیف

- ۱۱۹.....چندگانه‌های لپتونی و اعداد لپتونی
۱۲۵.....ترکیب‌یافتگی نوترینو و جرم‌های آن
۱۳۱.....واباشی هادرونی
۱۳۳.....تقارن
۱۳۴.....تقارن فضا - زمان و پایداری

۸- افسون، ته و سر

- ۱۴۱.....کوارک‌های افسون
۱۴۶.....نسل سوم
۱۴۹.....طیف‌سنجی کوارک
۱۵۲.....نقض CP و مدل استاندارد

۹- یکپارچه‌سازی الکتروضعیف و منشأ جرم

- ۱۵۹.....برهم کنش‌های ضعیف خشی و شگفتی
۱۶۱.....یکپارچه‌سازی الکتروضعیف و جرم‌های بوزون
۱۶۵.....چه تعداد نوترینو؟
۱۶۷.....برهم کنش‌های الکتروضعیف
۱۶۸.....منشاء جرم

۱۰- فراسوی مدل استاندارد

- ۱۷۳.....نظریه وحدت بزرگ
۱۷۶.....ابر تقارن
۱۸۰.....نظریه ریسمان
۱۸۳.....ماهیت نوترینو

پیشگفتار نویسنده

اینشتین می‌گوید: «رمز و راز نهایی جهان هستی در شناخت و فهم آن است.» فیزیک ذرات سعی دارد تا به شناخت کوچک‌ترین اجزای سازنده ماده که در کیهان وجود دارد، بپردازد. در این کتاب به شرح علمی این موضوع و در ابتدا ظهور آن از فیزیک هسته‌ای و همچنین تحقیقات احتمالی این موضوع علمی در آینده خواهیم پرداخت.

این سؤال اساسی که «ماده چیست؟» تاریخچه‌ای بسیار طولانی دارد. مردمان زیادی در اعصار و فرهنگ‌های مختلف و در طول هزاران سال به دنبال پاسخی برای این پرسش بودند. باور عمومی این است که ماده از اجزائی تشکیل شده که به مقادیر کوچک‌تر قابل تقسیم نمی‌باشند. این اجزاء اتم نام دارند، اصطلاحی که از یک کلمه یونانی به معنی «چیزی که دیگر قابل تقسیم شدن نیست» برگرفته شده، هر چند امروزه می‌دانیم که اتم‌ها نیز قابل تقسیم شدن به اجزای کوچک‌تر هستند.

با توجه به این تعریف، جای تعجبی نیست که اولین سؤالات درباره ماهیت ماده، کاملاً گمانه‌زنی‌های فلسفی بوده است. این تلاش، امروزه در قالب فیزیک ذرات ادامه پیدا کرده و در ابتدا از امری دوگانه یعنی اتحاد و سادگی مشتق شده:

اشتیاق برای درک و توضیح دامنه گسترده‌ای از پدیده‌ها در قالب فرضیات فزاینده. فیزیک ذرات می‌کوشد تا پاسخی به سؤالات بنیادی از جمله اینکه «اجزای تشکیل‌دهنده ماده چیستند؟» و اینکه آنها چگونه با یکدیگر در تعامل و برهم‌کنش هستند.

بهترین نظریه فیزیک ذرات در حال حاضر، که به مدل استاندارد معروف است، موفق‌ترین نظریه فیزیکی است که تاکنون ارائه شده است. این نظریه حاصل تلفیق ابداعی نظری و تجربه‌های مبتکرانه است. در قرن هفده، اهمیت مشاهدات تجربی، شناخته شد (شعار انجمن سلطنتی در سال ۱۶۶۰ که مضمون آن این است که به حرف هیچ‌کس گوش نکن) و در علم مدرن رابطه متقابل میان نظریه و تجربه از اهمیت فراوانی برخوردار است. هیچ نظریه‌ای، تا زمانی که از سوی تجربه و آزمایش تأیید نشده، پذیرفته نمی‌شود، بنابراین در این کتاب در این باره که چگونه آزمایشات فیزیک ذرات انجام می‌شوند و چگونه ذرات تولید و شناسایی می‌شوند، بحث می‌کنیم.

محور اصلی این مقدمه، توضیح چگونگی ظهور مدل استاندارد، شامل اینکه چگونه این نظریه بنا شد و چگونه فرضیات آن توسط آزمایش‌های مختلف مورد امتحان قرار گرفت، می‌باشد. آنچه در این مدت کوتاه به دست آمده بسیار چشم‌گیر است. همچنین به بررسی این ایده که چگونه کوارک‌ها از مطالعات ذرات، ظهور پیدا کردند، پرداخته و نیز اینکه چگونه یکی از نیروهای چهارگانه طبیعت - برهم‌کنش قوی - کوارک‌ها را به یکدیگر متصل کرده و ذرات قابل مشاهده را پدید می‌آورند و همچنین درباره ظهور نظریات درباره این برهم‌کنش‌ها بحث خواهیم کرد. همچنین به توضیح اینکه چگونه مدل استاندارد از طریق اتحاد برهم‌کنش ضعیف با الکترومغناطیس، کامل شد، می‌پردازیم.

زمانی که فیزیکدان بزرگ آلمانی، ماکس پلانک، در سال ۱۸۷۵ وارد دانشگاه مونیخ شد، به او توصیه شد به سراغ علم نرود، چرا که دیگر چیزی برای

کشف کردن باقی نمانده است. تاریخ به ما می‌گوید که فروتن باشیم. مدل استاندارد در توضیح ذرات و برهم‌کنش میان آنها، بسیار موفق بوده است، ولی کارهای زیادی برای انجام دادن باقی مانده است. در میان سؤالات مهمی که بی‌پاسخ مانده‌اند، این سؤال مطرح است که ذرات چگونه جرم‌دار می‌شوند، هرچند اکثر فیزیکدانان بر این عقیده‌اند که این مسئله مهم به زودی حل خواهد شد، آن هم از طریق طراحی آزمایش‌های جدید و شناسایی ذره‌ای به نام «بوزون هیگز»، ذره‌ای که در تولید جرم در مدل استاندارد، نقش مهمی دارد.^۱ همچنین مدل استاندارد، درباره گرانش، نیروی طبیعی که همگی با آن آشنا هستیم، چیزی نمی‌گوید. نتایج تحقیقات در قرن بیست و یکم از مدل استاندارد فراتر رفته و آزمایش‌های جدید منجر به ظهور نظریات نوینی شده است. این تحقیقات شامل مطالعه محدوده انرژی‌هایی است که بلافاصله پس از پیدایش کیهان به وجود آمده‌اند؛ چیزی که هنوز دسترسی به آن ممکن نیست. فیزیک ذرات در حال ادغام با کیهان‌شناسی و سؤالاتی درباره منشأ اولیه کیهان است. زمانی که به این موضوع برسیم، به برجسته‌ترین سؤالات و پاسخ به آنها و همچنین کشف پدیده‌های بسیار بویا خواهیم پرداخت.

فیزیک ذرات، برای افراد غیر فیزیکی، مستلزم ورود به دنیایی از مفاهیم ناآشنا و غریب از جمله کوارک‌ها، گلئون‌ها، پادماده و نیروهایی است که در زندگی روزمره معنای چندانی ندارند. به این دلیل، ساختار این کتاب همواره از یک مسیر تاریخی محض، پیروی نمی‌کند. همچنین این کتاب به تمامی کشف‌های انجام شده اعتبار خاصی نمی‌دهد، چرا که این اکتشافات می‌توانند ادامه داشته باشند و بهتر است این کار به تاریخدانان واگذار شود. تحقیقات در

۱- کشف این ذره در سال ۲۰۱۲ میلادی جایزه نوبل را به ارمغان آورد. برای اطلاعات بیشتر به منبع زیر می‌توانید مراجعه کنید:

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/

زمینه فیزیک ذرات در قرن گذشته، سرشار بوده از پیچیدگی‌ها و بالا و پایین‌ها. در این کتاب سعی شده تا مفاهیم فیزیک ذرات نه بیش از حد ساده شوند و نه اینکه حقایق آن به طور محض و آن‌گونه که امروزه وجود دارند، با جزئیات بیان شوند. در عوض، به شرح توضیحاتی می‌پردازیم تا خوانندگان به این نکته توجه کنند که چگونه به این مرحله از درک و فهم خود رسیده‌ایم و اینکه چگونه تحقیقات در این زمینه، توسط نظریه و آزمایش‌های مختلف، پیشرفت و توسعه داشته است. در این کتاب به طور عمدی از علائم علمی، بسیار کم استفاده شده، مگر چند عبارت ساده ریاضی؛ هیچ محاسبات واقعی در این کتاب صورت نگرفته است. هدف ما نیز از این کار، این بوده که پیچیدگی‌های ریاضیاتی، خواننده را از علاقه‌مند شدن و به دست آوردن یک نمای کلی از موضوع دور نکند. در نهایت، واژه‌نامه‌ای مفصل در کتاب گنجانده شده تا خوانندگان بتوانند عبارات ناآشنا را فراگرفته با معانی آنها آشنا شوند.

در تهیه این کتاب از کمک‌ها و پیشنهادات ارزنده سردبیر مجموعه راهنمای مبتدیان (Beginners Guide)، مارشا فیلون و همچنین سردبیر انتشارات Oneworld، رابین دنیز، بهره فراوان برده‌ام. همچنین مایلم از جوتز، از کالج لندن و همچنین از پیتر کالموس، از دانشگاه کوبین ماری (Queen mary) لندن برای اختصاص وقت و مطالعه رونوشت اولیه این کتاب و پیشنهادات مفیدشان تشکر و قدردانی کنم. هرگونه خطا و کمی و کاستی در این کتاب بر عهده شخص اینجانب می‌باشد.

برایان آر. مارتین، آوریل ۲۰۱۰