

مقدمه‌ای بر تئوری ذره
(پدیده‌های الکترومغناطیسی در ذرات)



تألیف:

پیام طبیبی زاده

گروه فیزیک و نجوم، مؤسسه تیزهوشان علامه حلی



نشر شاملو

زمستان سال ۱۳۹۵ خورشیدی، مشهد

نام پدیدآور: طیبی زاده، پیام

عنوان: مقدمه‌ای بر تئوری ذره

مشخصات نشر: مشهد: شاملو، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۱۷۶ ص.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۶-۶۹۴-۵

وضعیت فهرست نویسی: فیبای مختصر

یادداشت: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

مقدمه‌ای بر تئوری ذره

(پدیده‌های الکترومغناطیسی در ذرات)

تألیف: پیام طیبی زاده

ویراستار علمی: مهندس سید حسین حنیفی یزدی

حروف نگار: مهندس راضیه احمدی

صفحه‌آرا: مهندس نرگس بهارلو

طراح جلد: سیده فرزانه موسوی

نمادها و عکس‌های متن: دکتر سعید علمدار میلانی

ناظر چاپ: کاظم شاملو

تاریخ تألیف: ۱۵ بهمن ۱۳۹۲

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۵

تعداد صفحات: ۱۷۶ صفحه

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۰/۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۶-۶۹۴-۵

سازات شاملو

با اهتمام مؤسسه تیزهوشان علامه حلی

کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است.

مشهد- نیش صیاد شیرازی ۵- مجتمع ستا - واحد ۳۱۳

تلفن: ۳۸۹۴۳۲۲۳ (۰۵۱) - همراه: ۰۹۱۵۱۱۵۶۰۸

shamlo.pub@gmail.com



نشر شاملو

هر پدیده‌ای که در جهان به نام ماده نامیده می‌شود متشکل از ذرات بنیادی است. یعنی همه اجسام، از بدن ارگان زنده تا کهکشان‌ها و ماده سازنده کهکشان، سیستم‌هایی هستند مملو از ذرات بنیادی. این ذرات در هر مرحله‌ای که واقع می‌شوند در درجه سازمان یافتگی‌شان با هم تفاوت دارند و نه از ماهیت خود. نتیجتاً، وجود ذرات بنیادی که ذرات اصلی تشکیل دهنده ماده هستند، باید در تمامی پدیده‌های جهان ملموس باشند. فیزیک ذرات بنیادی و بطور کلی مکانیک کوانتومی، درک جدید و عمیق‌تری را در مورد ساختار و تکامل اجسام منفرد مانند اتم‌ها، مولکول‌ها، بلورها، سنگ‌ها، سیارات، ستارگان و در نهایت کل جهان ارائه می‌دهد. پارادایم‌های مکانیک کوانتومی برای تشریح ویژگی‌ها، ساختار ذرات بنیادی به معرفی مفاهیمی ذره‌بینی همانند اسپین، بار لپتونی، بار باریونی، اسپین ایزوتوپی، زوجیت، مکملیت، تولید ذره - پاد ذره، اصل طرد پائولی، دوگانگی موج - ذره و در نهایت تئوری وحدت بزرگ پرداخته است. هر ذره، به وسیله مجموعه‌ای از اعداد مشخص می‌شود که آن را از دیگر ذرات متمایز ساخته و ویژگی‌های آن را تشریح می‌کند. برخی از خصوصیات ثابت بوده و جزو مشخصات آن می‌باشند. این در حالی است که دیگر ویژگی‌ها، به دنیای اطراف آن مرتبط بوده است. لازم به ذکر است که توجه به ماده و ماهیت آن، همانطور که در این کتاب شرح آن رفته است، در همه تمدن‌های گذشته مدون بشر وجود دارد. اگر چه تاریخ علم فیزیک، مکتب اتمگرایی (یا اتمیسم) را به فیزیکدانی به نام لئوکیپوس، اهل میلئوس و دموکریت، اهل آبدرا در تراس یونان، که حدود قرن پنجم قبل از میلاد زندگی کرده، نسبت داده‌اند. اما با تحقیق در آثار علمی بدست آمده به قدمت آن‌ها به چند ده هزار سال قبل از دموکریت می‌رسد؛ یعنی تمدن‌های شکل گرفته در بین النهرین، ایران باستان و ساحل رود نیل، دره ایندوس، و همچنین در امتداد رودخانه‌های چین، افاده می‌گردد که دانشمندان و متفکران در اقوام مذکور، هزاران سال قبل از دموکریت به ماهیت ماده انرژی توجه و دقت داشته و چنان مطمئن از خواص مضاعف ذرات تشکیل دهنده جهان به زبان علمی آنروز سخن رانده و نظم و آهنگ منبعث از نیرویی یگانه که محیط و محاط و مملو از ذات ذرات بنیادی تا کهکشان‌ها می‌باشد توضیح داده‌اند.

شاعر آلمانی، یوهانس ولفگانگ فون گوته (۱۸۳۲ - ۱۷۴۹) چنین می گوید:

«طبیعت نمایشی بدیع و حیرت آور است. آیا خودش آن را می بیند؟ نمی دانم ولی این نمایش برای ماست و ما با آگاهی تنها از پشت، گوشه ای از آن را می بینیم... این نمایش همیشه تازه است، چرا که پی در پی و بصورتی خستگی ناپذیر دیدنی های تازه ای می آفریند. هر نمایشی و هر منظره ای جلوه خاصی از خود طبیعت است... انسان بیش از هر چیز دیگری می خواهد در هر لحظه از زندگی خود را نزدیک به آن احساس کند، آنرا بشناسد و درک کند. چنین است که انسان طبیعت را بررسی می کند و از آن درس می گیرد؛ در ژرفای نور و رنگ و صدا و... نفوذ می کند، راز آن ها را بر ملا می سازد و سرانجام در برابر راز بزرگ هم آهنگی طبیعت قرار می گیرد».

فیزیک ذرات بنیادی، به مطالعه، تحقیق و بررسی ساختار درونی ماده و برهم کنش های بین «ماده و میدان» می پردازد. تاریخ کشفیات این علم نشان می دهد، که می توانیم با توجه به قوانین مکانیک کوانتومی و فیزیک مدرن، ذرات بنیادی را در یک مدل جدید به نام مدل استاندارد و نیز تئوری ذره پیش بینی نه اییم. این مدل می گوید که همه پدیده های مشاهده شده در جهان را می توانیم بر حسب سه نوع ذره (لپتون ها، کوارک ها و ذرات واسطه) تشریح کنیم. هر کدام از این ذرات نیز براساس نیروی برهم کنش خاصی، می توانند تشریح کننده پدیده های فیزیکی مختص به خود باشند.

نیروهای بنیادی عبارتند از نیروهای گرانشی، الکترومغناطیسی، هسته ای قوی، هسته ای ضعیف و الکتروضعیف. برهم کنش گرانشی در فیزیک ذرات بنیادی، به علت جرم بسیار اندک ذرات در مقایسه با بقیه برهم کنش ها قابل صرف نظر کردن است. از مهم ترین برهم کنش های ماده و میدان می توان به برهم کنش های الکترومغناطیسی اشاره کرد که در بسیاری از پدیده های جهان اطراف ما نیز در حال رخ دادن است. سرچشمه همه این برهم کنش ها بارهای الکتریکی بوده و ذره واسطه ای که حامل نیرو بین بارها است نیز فوتون است. پیشرفت مبانی فیزیک مدرن (مکانیک کوانتومی)، نشان می دهد که می توان این برهم کنش ها را به میدان خود ذرات نسبت داد. این نظریه جدید که تحت عنوان **الکترودینامیک کوانتومی** معرفی می گردد، قابلیت دارد همه پدیده های الکترومغناطیسی ذرات بنیادی را پوشش دهد. پیوند بین نوکلئون ها در بطن هسته ما را به سمت یک نیروی جدید در طبیعت هدایت می نماید. نیروی جاذبه بسیار بالای این نیرو در ابعاد هسته، سبب می شود که هسته ها به وسیله نیروی دافعه الکترومغناطیسی پروتون ها، واپاشی نکنند. این نیرو کوتاه برد می باشد. به مناسبت اینکه این نیرو در ابعاد هسته تجلی دارد،

نتیجتاً تشریح آن فقط به کمک مکانیک کوانتومی امکان پذیر است. از آنجا که ذراتی که مورد بررسی و تحقیق واقع می شوند بسیار کوچک بوده و دارای سرعت بسیار بالایی هستند، نتیجتاً قانونی که بر هم کنش این ذرات را تفسیر کند همان **تئوری کوانتومی میدان** است. هدف **دینامیک ذرات بنیادی**، این است که مجموعه‌ای از این قوانین را پیش‌بینی کند که در **تئوری میدان کوانتومی** بطور صحیح رفتار ذره را تشریح می‌کند. این نظریه از خصوصیت لاگرانژی بر هم کنش کننده به نیج می‌شوند و این خود از روی اصل بقا که تابع نیروی در دست مطالعه است تعیین می‌گردد.

هنوز چندی از چاپ کتاب «**دوره مفهومی فیزیک (مکانیک برداری)**» سپری نشده بود که دانش پژوهانم در جریان کلاس‌های المپیاد خواستار کتابی در خصوص «**پدیده‌های الکترومغناطیسی در ذرات**» بودند و نسبتاً بر آن شدم که با گردآوری مجدد آن‌ها در فضای در یک کتاب به صورت مبسوط به آن «**تئوری بر تئوری ذره**» بپردازم.

کتاب حاضر، حاصل مجموعه‌ای است از جزوات و دست‌نوشته‌های «**الکترومغناطیس و اپتیک مدرن**» که طی سالیان متمادی در کلاس‌های المپیاد فیزیک مؤسسات عالی و دانشگاهی، نظیر دبیرستان تیزهوشان علامه حلی تهران، نمونه زمانی، ابن سینا، نمونه تهرانی مقدم، مدرسه و مؤسسه رسا، کانون فرهنگی آموزش (قلمچی)، مؤسسه جابربن حیان، پیام نور و ... تدریس شده است. پیشتر نیز زوایایی از تحقیقات مبحث سوری ذره و امواج الکترومغناطیسی را در کتاب «**الکترومغناطیس میدان موج و لیزر**» (چاپ اول، ۱۳۸۹، انتشارات سرفراز) به دانش پژوهان ارائه نموده بودم.

دست‌نویس این متن به صورت جزوات آموزشی در بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۴ خورشیدی به رشته تحریر در آمده است. کتاب پیش روی شما نیز حاصل حروفنگاری خانم‌ها، مهندس راضیه احمدی و مهندس نرگس بهارلو است. لازم می‌دانم در اینجا از مدیر گروه فیزیک مؤسسه تیزهوشان علامه حلی، مهندس سید حسین حنیفی یزدی نیز مراتب قدردانی را بجا آورم. لازم می‌دانم از همکار عزیز آقای مهندس امیر خسرو پورمهر نیز نهایت سپاسگزاری را داشته باشم.

کتاب حاضر در دو بخش مجزا تهیه شده است. بخش نخست، تحت عنوان درآمدي بر تئوري ذرات بنيادي، مکانیک کوانتومي و نظريه اتمي است و برگرفته از تتبعات فیزیکدانان، حکما، متفکران شرق و غرب و همچنین تحقیقات عملي و نظري نگارنده در فیزیک کوانتومي می باشد.

بخش دوم کتاب تحت عنوان مقدمه ای بر تئوري ذره به ارائه جزواتي مختصر در حواشی این تئوري می پردازد. امید آنکه مورد توجه و قبول اهل نظر قرار گیرد. مقدمه را با جمله ای از نابغه اعصار، بنیانگذاری مکانیک کلاسیک، آیزاک نیوتون (۱۷۲۷ - ۱۶۴۳) به پایان می دهیم:

«من سعی کردم به صورتی ممکن است در نظر جهانیان جلوه گر شوم. اما به نظر خودم چنین می آید که همچون کودک خردسالی هستم که در ساحل دریا به بازی مشغولم و گاه و بیگاه سنگ ریزه ای صاف تر از سنگ های دیگر یا صدفی زیباتر از صدف ها به دست می آورم. در حالی که اقیانوس عظیم حقیقه، در برابر من گسترده است و مرا بر آن آگاهی نیست.»

در ره تحصیل علم کوش همه روز و شب	راه مده بر دلت غصه و رنج و تعب
خسته مشو صبر کن، روی مگردان ز کار	نیوه صبرت پیام، می رسد ای هوشیار
علم بود برتر از سیم و زر روزگار	سیم و زر روزگار، علم دهد بیشمار

پیام طیبی زاده

گروه فیزیک و نجوم، دانشکده تیزهوشان علامه حلی

۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۵ خورشید

تهران

مقدمه‌ای بر تئوری ذره

بخش ۱: درآمدی بر تئوری ذرات بنیادی، مکانیک کوانتومی و نظریه اتمی

۱	مروری بر تئوری‌های اتمی در ذرات
۱۶	تاریخ تحول مفاهیم در نظریه اتمی
۳۸	پارادایم مکانیک کوانتومی

بخش ۲: مقدمه‌ای بر تئوری ذره

فصل ۱: تئوری ذره

۶۳	تئوری ذره
۶۶	معادله وحدت موج
۷۲	تولید جفت ذره - پاد ذره
۸۲	میدان الکترومغناطیسی میکروسکوپی بی‌باردار
۸۹	میدان الکتروضعیف برای الکترون و پوزیترون

فصل دوم: اتم هیدروژن و ثابت ساختار ریز

۹۷	اتم هیدروژن و ثابت ساختار ریز
----	-------------------------------

فصل سوم: ساختار فوترون؛ این ذره بنیادی

۱۰۵	دیباچه
۱۰۵	ساختمان میدان‌های قوی برای فوترون
۱۱۱	حرکت یک ذره باردار در یک میدان الکترومغناطیسی قوی
۱۱۶	وحدت معادله موج ۱۹ - ۱ با معادلات ساکن شرودینگر و کلاین - جوردن

فصل چهارم: ساختار اتمی، انرژی‌های یونیزاسیون و اثرات نسبیتی

۱۲۹	مقدمه‌ای بر انرژی‌های یونیزاسیون
۱۳۳	اثرات نسبیتی در حالت پایه انرژی‌های یونیزاسیون

فصل پنجم: تئوری وحدت میدان‌ها

۱۴۷	درآمد
۱۴۸	مقدمه
۱۴۹	میدان گرانشی اتم هیدروژن
۱۵۴	اتم آهن و میدان گرانشی آن
۱۵۸	وحدت میدان‌ها در قالب تئوری نسبیت عام
۱۶۸	منابع و مراجع لاتین

www.ketab.ir