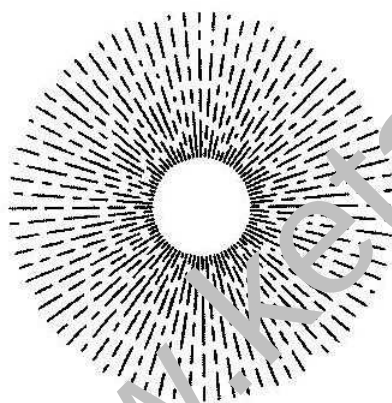


پیکرة الکتر و مغناطیسی نور

(زواياى الکتر و مغناطیسی)

مجموعه کتب آکادمی فیزیک (۲)



تألیف: پیام طیبی راده

گروه فیزیک و نجوم، مؤسسه تیزهوشان علامه طباطبائی



نشر شاملو

تایستان سال ۱۳۹۶ خورشیدی، مشهد

طیبی زاده، پیام،	سرشناسه
پیکره الکترومغناطیسی نور (زوایای الکترومغناطیسی) / پیام طبیی زاده.	عنوان و نام پدیدآور
مشهد: شاملو، ۱۳۹۶.	مشخصات نشر
۳۵۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.	مشخصات ظاهری
مجموعه کتب آکادمی فیزیک؛ ۲.	فروست
۹۷۸-۶۰۰-۶۶۱۱-۴۰-۲	شابک
فیبا	وضعیت فهرست نویسی
الکترومغناطیس -- راهنمای آموزشی (عالی)	موضوع
Electromagnetism -- Study and teaching (Higher)	موضوع
الکترومغناطیس -- مسائل، تمرینها و غیره (عالی)	موضوع
Electromagnetism -- Problems, exercises, etc. (Higher)	موضوع
QC۷۶۰/۱ ب ۹۱۱۹۶	رده بندی کنگره
۳۷۱/۷۶	رده بندی دیویی
۴۰۱۷۸۸۵	شماره کتابشناسی ملی



پیکره الکترومغناطیسی نور

زوایای الکترومغناطیسی

پیام طیبی زاده

لیتوگرافی: پارسا

نوبت چاپ: اول، تابستان ۹۶

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۷۰/۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۶۱۱-۰۰۲

ISBN: 978-600-6611-40-2

کاتالوگ: نادمی فیزیک

<https://t.me/helliphysicsacademy>

انتشارات شاملو

کلیه حقوق برای «مؤلف» محفوظ است.



9 786001 166402

مشهد - نبش صیاد شیرازی ۵ - مجتمع ستا - واحد ۲۱۳

تلفن: ۳۳۳۳۳۳۳۳ (۰۵۱) - همراه: ۰۹۱۵۱۱۱۵۶۰۸

shamlo.pub@gmail.com



نشر شاملو

مقدمه:

واژه لاتین Scientia، از ریشه Scire به معنی آموختن و دانستن، در گسترده‌ترین مفهوم آموزش یا دانش است اما واژه Science به عنوان اصطلاحی کوتاه‌شده برای علوم فیزیکی به کار می‌رود به معنی به معنی اقدام قاعده‌مند در جهت تولید و سازماندهی هدف‌مند دانش است که در قالب تفسیرهای قابل آزمایش و پیش‌بینی‌هایی درباره جهان صورت می‌گیرد. هرچند نزدیک‌ترین معادل آن در زبان آلمانی Wissenschaft هنوز هم همه شاخه‌های علوم را شامل نمی‌شود. با مطالعات کتب تاریخ علم در می‌یابیم که منشأ علوم، پدیده‌های طبیعی مانند حرکت ستارگان، نورستارگان در شب، تغییر زمان و... بوده است. به همین نسبت علم اندازه‌شناسی بایست با مشاهده طلوع و غروب خورشید آغاز شده باشد. در واقع گمان نزدیک به یقین شاید این باشد که یکی از بزرگ‌ترین گرمی‌های جوامع بشری در روزگاران باستان، نگاه کردن به آسمان و تعقیب حرکت اجرام آسمانی بوده است. در پیشینه‌های تاریخی تمدن‌های آتلانتیس، لموریا (مو)، مصر، چین، هند، یونان و ایران باستان نیز «علم اندازه‌شناسی» بسیار دیده می‌شود که آثار و بقایای بجا مانده‌هایی از نحوه محاسبات دقیق آن‌ها دارد. نخستین کسانی که به مدون کردن محاسبات و نظریات خود علاقه نشان دادند نیز فیلسوفانی از ناحیه یونان باستان بودند. علم فیزیک از شاخه‌های بسیار گسترده تشکیل شده است که همه آن‌ها حاصل تلاش‌های شبانه‌روزی فیزیکدانانی است که عمر خردی را صرف کشف قوانین پیچیده هستی کرده‌اند و در حال حاضر نیز می‌کنند و در هر زمان نیز پیشرفت فیزیک به علت پژوهش‌های درگذشتگان است و در آینده نیز فیزیکدانان امروز مقدمه‌ای هستند بر کشفیات علمی آیندگان. لئونارد دو داوینچی در آغاز قرن هفدهم میلادی می‌نویسد: «یگانه ترجمان عالم طبیعت آزمایش است. در نتیجه، باید همیشه به تجربه پرداخت و هر کاری را به هزار شکل آزمود». ایکوجینووناکا، استاد دانشگاه برکلی، معتقد است که تنها بشر است که می‌تواند نقش اصلی در خلق دانش را ایفا کند.

علم نورشناسی یکی از مباحث ویژه علم فیزیک است که همواره مدنظر فیزیکدانان و حکما و فلاسفه در همه اعصار بوده و هست و به‌طور مکرر در تألیفات گرانقدر دانشمندان موردنظر

بوده است. فلسفه‌های باستانی در خصوص ماهیت نور و ساختار آن تحقیقات بسیاری انجام داده‌اند که در کتب تاریخ علم فیزیک مندرج است. همچنین فلسفه حکمت اشراق سهروردی بر ماهیت و مراتب نور استوار است و همان‌طور محی‌الدین بن‌عربی نیز در کتب «تجلیات» و «حیات» تجزیه و تحلیل‌های بسیاری در مراتب نورشناسی هندسی و جکمی انجام داده است. به این مناسبت، در این کتاب هدف این است که نظریات مختلف پیرامون «ماهیت نور» را در دوران‌های مختلف از فیزیک باستان، فیزیک کلاسیک و مکانیک کوانتومی مورد بررسی قرار داده و در نهایت بینشی نامحدود در خصوص «ساختار و ماهیت فیزیکی نور» ارائه دهم. پیشتر نیز زوایای تحقیقات نظریه کوانتومی را در کتب «الکترومغناطیس میدان موج و لیزر (۱۳۹۰)»، «تئوری ذره (۱۳۹۵)» و «تئوری ریسمان (۱۳۹۶)» به زیور طبع آراسته بودم.

پیکره الکترومغناطیس نور که به لحاظ تاریخی در سه بخش تنظیم شده است به تشریح «پیکره نور» در «حالات الکترومغناطیسی» می‌پردازد.

چون طبق مندرجات مکانیک کوانتومی «نور یک تابش الکترومغناطیسی و حاوی فوتون است»، در این کتاب پیکره الکترومغناطیس نور یا زوایای الکترومغناطیسی را ارائه داده‌ام. مقصود از واژه «پیکره»، ساختار و ماهیت یک ذره نور است و برهم‌کنش آن با میدان‌های الکترومغناطیس و حرکت نور در میدان‌ها. دسته‌بندی مطالعه علم نورشناسی از زوایای تاریخی به صورت زیر است:

- اپتیک هندسی: انتشار نور به خط راست، سرعت محاسبه‌شده، پدیده تابش و بازتابش، شکست، رنگین‌کمان و...
 - اپتیک ذره‌ای: بررسی خواص نور با در نظر گرفتن ماهیت ذره‌ای آن.
 - اپتیک موجی: پدیده‌های تداخل و پراش، ماهیت الکترومغناطیسی نور، قطبش و...
 - اپتیک کوانتومی: مدارهای اتمی، چگالی‌های احتمال، ترازهای انرژی، کوانتوم‌ها و...
- مجموعه‌ای دیگر از «کتب آکادمی فیزیک (۲)» و این‌بار با عنوان «پیکره الکترومغناطیسی نور یا زوایای الکترومغناطیسی» نگاهی نوین به ساختار نور و بینشی نامحدود در مفاهیم

نورشناسی هندسی و اپتیک کوانتومی است. این کتاب از نقطه نظر تاریخی به سه بخش کلی تقسیم می شود:

الف) فیزیک باستان: در فصل اول مروری داریم بر پیشینه تاریخی «اپتیک» تا اواخر قرن شانزدهم میلادی که تأکید همه فیزیکدانان این دوره بر ماهیت «ذره ای» نور است.

ب) فیزیک کلاسیک: در فصل دوم به ارائه نقطه نظرات فیزیکدانانی نظیر گالیله، نیوتون، فرما تا ماکسول، هرتز و ... پرداخته شده است. از قرن ۱۷ تا ۱۹ میلادی نیز که دوران طلایی فیزیک کلاسیک است دو رویکرد «ذره ای» و «موجی» برای نور بحث روز می باشد.

ج) فیزیک نوین: فصل چهارم تا دهم نیز به دوران فیزیک نوین، یعنی مکانیک کوانتومی (۱۹۰۰)، نسبیت (۱۹۰۵ و ۱۹۱۶) پرداخته شده است. در این دوران تئوری «موج - ذره ای نور» مطرح است و فوتون به عنوان یک ذره بنیادی مطرح شد و لیزرها به عنوان دست پرور تکنولوژی نوری ساخته شدند.

ذات طبیعت با نواوغ و دانشمندان را پیلندی جاودانی است؛ هر عهده که یکی از آن ها می بندد، دیگری لاجرم وفا می کند. طبق همین اصل، تحقیقات علم فیزیک گسترش پیدا می کند. مشاهده، طرح پرسش، فرضیه سازی، آزمایش و در نهایت ارائه تئوری یا قانون نیز از ارکان یک پژوهش علمی و دانش بنیان است و در این مسیر این اثر اصلی بشر از دیرباز هماهنگی حواس پنجگانه و ساختمان دماغی او می باشد. مطابق با کنشهایی که ما به عنوان فیزیکدان انجام می دهیم و آن ها را از طریق نگاشتن کتب، مقالات، جزوات و ... خطبات علمی ارائه می دهیم جهان را در مراتب مختلف وجودی تعریف می کنیم و بسیاری از روایای مخفی حیاتی را در لابلای سطور علمی مندرج می کنیم. دکارت در کتاب «گفتار در روش» می نویسد: «هیچکس چیزی را که از دیگری می آموزد مانند آنچه که خود ابتکار نموده به خوبی درک نمی کند». ما در نیمه دوم قرن بیستم میلادی با گام های سریع تری پدیده های جدیدی را در علم فیزیک کشف کرده و تعاریف شایسته تری را نسبت به ارتباط «نور»، «الکترومغناطیس»، «فیزیک کوانتومی» و هم آهنگی آن ها با «انرژی» ارائه دادیم. مهم ترین و در عین حال کم طرفدارترین رشته علمی روز نیز فیزیک است که این مباحث شگفت انگیز را دنبال نموده و

به بنیان‌های اصلی این جهان بسیط لایتنهای دست پیدا می‌کنند. ما در قرن حاضر به ارتباط همه جانبه ذرات و امواج پی برده‌ایم و در تئوری ریسمان به دنبال «نظریه وحدت بزرگ» هستیم تا ماهیت یکپارچه طبیعت را بنا بر شایستگی‌های آن تشریح کنیم. طبق اصول و دقایق فیزیک کوانتومی و تئوری ریسمان، جهان وجودش را یگانه اعلام کرده و ریسمان‌های جواذب که خود از تجلیات نور هستند اعلام یکپارچگی در بطن ذرات بنیادی دارند. در این میان فوتون نیز به عنوان یکی از ذرات بنیادی در آمار بوزون‌ها است و حامل موج الکترومغناطیسی می‌باشد و نور را متقل می‌کند. در حقیقت نور، حیات است؛ رابطه نور و حیات را ساده‌تر از این نمی‌توان بیان نمود. با توجه به اینکه شرط علم، عمل و افاضه است بنابراین مجموعه جزوات و تحقیقاتی را که طی چندین سال تدریس در مراکز آموزش عالی و کلاس‌های المپیاد «آکادمی فیزیک و نجوم» مراکز سرکادهای درخشان تألیف و تدریس کرده بودم در این کتاب دسته‌بندی و مدون نمودم. بیشتر این آثار لازم برای مطالعه این کتاب دروس تخصصی فیزیک است که عبارت‌اند از اپتیک، الکترومغناطیس، الکترودینامیک، محیط‌های الکترومغناطیس، مکانیک کوانتومی، تئوری میدان کوانتومی، نسبیت خاص و نسبیت عام.

در خاتمه: کتاب «پیکره الکترومغناطیسی نور (زایای الکترومغناطیسی)» افسانه‌های علمی نورشناسی را از ابتدا تا اپتیک کوانتومی دنبال می‌کند و ویکرد اصلی آن پژوهشی/ترویجی است. آنچه در این کتاب مندرج شده است نتیجه تحقیقات دانش‌بنیان و مطالعات علمی و عملی چندین ساله نگارنده در علم نورشناسی است. در نهایت کتاب را به معلمی تقدیم می‌نمایم که بدون راهنمایی و تعلیماتش مجموعه آثار و تحقیقات علمی من روشنایی صبح سحر را در فجر صادق هرگز نمی‌دید.

مسئله نور بخوان از پیام روی نما جانب دارالسلام

یافت به تحقیق ز عین شهود مسئله وحدت نور وجود

چهارشنبه، ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۶ خورشیدی

۱۰ می ۲۰۱۷ میلادی

تهران - نیاوران

سخن ناشر

تمایل به کسب علم، دانش و دانشمندپروری ریشه‌ای کهن در تاریخ مدون و غیر مدون تمدن بشریت دارد. در عصر حاضر که علوم فیزیکی به کمک تجهیزات آزمایشگاهی نوین سرعت بیشتری دارد بر جامعه فیزیکدانان لازم است که در این راه پیشگام و در پیشرفت علم فیزیک سهیم باشند. از جمله راه‌های سهیم بودن در یک چنین مسیر علمی، طبع و نشر آثار دانشمندان پژوهشگران در زمینه‌های علوم تجربی، نظیر فیزیک، و عرضه برخواندوست‌داران کسب علم و دانش عالیه بشری است. پیشرفت علمی و دانش‌بنیان بازتاب میزان تفکری است که فرهیختگان در مقاله علم به عمل به منصف ظهور می‌رسانند. این ناشر، چاپ و نشر آثار ارزنده محققان و هیئت‌کاز را سرلوحه اهداف خود داشته و دارد که طبع و نشر «مجموعه کتب آکادمی فیزیک» نیز بر این راستا است. کتاب «پیکره الکترومغناطیسی نور (زوایای الکترومغناطیسی)» اثری دیدنی از استاد پیام طیبی‌زاده است که توسط نشر شاملو منتشر می‌شود. این مجموعه حاصل سارهای متعددی تدریس مشارالیه در مراکز آموزش عالی و کلاس‌های المپیاد فیزیک و نجوم مراکز اسناد درخشان می‌باشد و هم نتیجه تحقیقات و تجربیات نگارنده در زمینه‌های مختلف علم فیزیک. در این اثر نگارنده علاوه بر جنبه‌های تخصصی الکترودینامیک و بررسی تحلیلی ساختار درجه دوم و بیرونی نور، به بررسی دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان کهن نیز پرداخته است و همچنین چکیده افکار فلاسفه و فیزیکدانان باستان را با رویکردی تطبیقی در فیزیک نوین به خواننده ارائه می‌دهد. در حقیقت این کتاب بازگوکننده یک تفکر نامحدود در زمینه نورشناسی است که از دوران باستان تا عصر حاضر را پیگیری می‌کند. امید آنکه طبع و نشر این‌گونه آثار به غنای هرچه بیشتر جامعه علمی کمک کرده و نام پژوهشگران و پیام‌آوران چنین آثاری در صحیفه مجد تاریخ علم و مکتب معرفت ثبت گردد.

فهرست فصل‌ها

شماره	عنوان فصل	صفحه
۱	مروری بر علم نورشناسی از آغاز تا اواخر قرن ۱۶ میلادی	۱
۲	علم اپتیک از قرن ۱۷ تا ۱۹ میلادی	۲۹
۳	الکترومغناطیس و علم اپتیک در قرن بیستم	۴۳
۴	تئوری الکترومغناطیس و فوتون	۹۳
۵	حرکت نور در میدان‌ها	۱۲۷
۶	حرکت ذرات آزاد	۱۶۱
۷	پیکر الکترومغناطیسی نور	۱۸۳
۸	زوایای انکسار و اعطایی	۲۲۳
۹	محیط‌های الکترودینامیکی	۳۶۹
۱۰	تکنولوژی نور در لیزر	۳۱۳

فهرست مطالب

فصل اول: مروری بر علم نورشناسی از آغاز تا اواخر قرن ۱۶ میلادی

- ۱ پیدایش علم اپتیک هندسی
۲۵ تکامل علم اپتیک

فصل دوم: علم اپتیک از قرن ۱۷ تا ۱۹ میلادی

- ۲۹ نورشناسی در قرن هفدهم میلادی
۳۱ تئوری موجی نور
۳۶ تئوری موجی نور در قرن ۱۸ میلادی
۳۹ مروری بر «موج نور» در قرن ۱۹ میلادی

فصل سوم: الکترومغناطیس و علم اپتیک در قرن بیستم

- ۴۳ پیوند پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی
۴۴ الکترومغناطیس کلاسیک
۵۷ اپتیک در قرن بیستم میلادی
۶۳ معادلات ماکسول و امواج الکترومغناطیس
۷۳ الکترومغناطیس و تئوری نسبیت
۸۲ تئوری نسبیت عام

فصل چهارم: تئوری الکترومغناطیس و فوتون

- ۹۳ فلسفه نور و مراتب آن
۱۰۶ نخستین جزء نور؛ فوتون
۱۱۶ پدیده کامپتون
۱۲۰ تولید جفت ذره - پادذره

فصل پنجم: حرکت نور در میدان‌ها

- ۱۲۷ معادله موج واحد
۱۴۶ ذره آزاد در مکانیک کوانتومی
۱۵۲ ثابت ساختار ریز و اتم هیدروژن

فصل ششم: حرکت ذره آزاد

- ۱۶۱ سرعت گروه و حرکت بسته موج
۱۶۴ انتشار بسته موج یک آزاد در فضای پیکربندی
۱۶۶ انتشار بسته موج یک ذره آزاد در فضای تکانه
۱۷۲ ذره آزاد در تئوری ذرات بنیادی
۱۷۴ فیزیک ذرات بنیادی و تئوری وحدت بزرگ

فصل هفتم: پیکر الکترومغناطیسی نور

- ۱۸۳ تابش الکترومغناطیس و ماده
۱۸۸ پیکره الکترومغناطیس و میدان هسته‌ای قوی
۱۹۶ ساز و کار میان‌های قوی
۲۰۳ اتم هسته‌ای
۲۱۳ حرکت ذره باردار در یک میدان الکترومغناطیسی قوی
۲۲۰ وحدت معادله موج و معادلات ساک-سرو-لینگ و کلین-جوردن

فصل هشتم: زوایای الکترومغناطیسی

- ۲۲۳ زوایای الکترومغناطیسی نور و گراویتینو
۲۴۵ واپاشی گراویتون در Two-Body
۲۵۶ معرفی ساختار گراویتینو برای ماده تاریک
۲۶۲ گراویتینو در بطن ماده تاریک

فصل نهم: محیط‌های الکترومغناطیس

- ۲۶۹ انتشار موج الکترومغناطیس در کره تئوری ذره
۲۸۹ وابستگی ضرایب گذردهی و فرکانس
۲۹۵ تشعشع یک ذره باردار شتاب‌دار
۳۰۰ تشعشع میدان در بی‌نهایت
۳۰۳ تشعشع نور توسط الکترون‌ها

فصل دهم: تکنولوژی نور در لیزر

۳۱۳	درآمدی بر تکنولوژی لیزر
۳۱۶	مونوکروماتیکی
۳۱۷	جهت پذیری لیزر
۳۲۲	توزیع انرژی و عملکرد لیزر
۳۲۷	وارونگی تراکم
۳۳۰	لیزر
۳۳۳	لیزرهای سه ترازه و چهار ترازه
۳۳۷	منابع و مآخذ