

فیزیک ایتوالکترونیک

(جلد اول)

میکائیل پارکر

ترجمه:

مسعود جبّاری

قهرمان سلوکی نژاد

زهرا عباسی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

۱۳۹۳

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد مرودشت

سرشناسه

: پارکر، میکایل ا، -

Parker, Michael A.

عنوان و پدیدآور

: فیزیک اپتوالکترونیک (جلد اول) / تالیف میکایل پارکر، ترجمه مسعود جباری،

قهرمان سلوکی نژاد، زهرا عباسی.

مشخصات نشر

: مروتدشت: دانشگاه آزاد اسلامی واحد مروتدشت، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری

: ۳۷۶ ص. مصور، جدول، نمودار.

شابک

: 978-964-10-2955-7 ج ۱: ۲۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت

: کتابنامه.

یادداشت

: عنوان اصلی: Physics of Optoelectronics, 2005

موضوع

: الکترونیک کی نور کی - مواد.

شناسه افزوده

: جباری، مسعود، ۱۳۵۷ - مترجم

شناسه افزوده

: سلوکی نژاد، قهرمان، - مترجم

شناسه افزوده

: عباسی، زهرا، - مترجم

شناسه افزوده

: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مروتدشت.

رده بندی کنگره

: ۱۳۹۳ ۹ ف ۲ پ / TA۱۷۵۰

رده بندی دیویی

: ۶۲۱/۳۸۱۰۴۵

شماره کتابشناسی ملی: ۳۵۶۲۰۱۸

فیزیک اپتوالکترونیک (جلد اول)

میکایل پارکر / ترجمه مسعود جباری، قهرمان سلوکی نژاد، زهرا عباسی

چاپ اول / ۱۳۹۳ / ۲۰۰۰ جلد / چاپ: فخر ایران

شابک: ۷-۲۹۵۵-۱۰-۹۶۴-۹۷۸ / قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

آماده سازی برای چاپ: آوند اندیشه (۰۹۱۷۷۰۰۲۰۷۴)



حق چاپ برای دانشگاه آزاد اسلامی

واحد مروتدشت محفوظ است.

مطالعه الکترونیک نوری به بررسی ماده، نور و اثر متقابل آن‌ها می‌پردازد. نظریه حالت جامد و کوانتوم، توضیحات بنیادی و مهمی را در مورد ماده فراهم می‌سازند. فیزیک حالت جامد نشان دهنده تاثیر ساختار بلوری و خروج از ساختار بلوری بر روی حامل‌های الکترونیکی است. الکتروپنایمیک کلاسیک و کوانتومی، اصول مربوط به نور و تعاملات آن را با ماده مورد بررسی قرار می‌دهد. کتاب حاضر فیزیک مهندسی لیزر را در فضای مناسب جهت بررسی انتشارات اخیر از لحاظ نظری، تجربی و ساختار مورد ارزیابی قرار می‌دهد. فیزیک اپتو الکترونیک از موارد مقدماتی تا یافته‌ها در متون پیشرفته تر گسترش یافته است. چنین مجموعه گسترده‌ای نیاز به استفاده از بسیاری از منابع بعد از هر فصل به‌عنوان مراجع پیشنهادی دارد. فیزیک الکترونیک نوری نیازهای دانشجویان و اساتید را با یک پیش زمینه استاندارد در مهندسی و فیزیک هدف قرار می‌دهد. در این راستا دانشجویان سال اول و دوم (در رشته‌های علوم و مهندسی) و به خصوص کسانی که به تحقیق و پیشرفت می‌اندیشند، بیش از همه می‌توانند از این مفاهیم استفاده نمایند. متن کتاب شامل متون کافی برای دانشجویان کارشناسی است که خواهان یادگیری درباره گسیلنده‌های نیمه‌هادی هستند و این متون برای دوره‌های تدریس در دانشگاه سیراکوس در طی یک دوره شش ساله مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانشجویان این دانشگاه از رشته‌های مختلف می‌آیند اما اکثراً در رشته مهندسی الکترونیک و کامپیوتر به تحصیل مشغولند. فیزیک الکترونیک نوری متمرکز بر مشخصه‌های میدان‌های نوری و تعاملات آن‌ها با ماده است. شاید لیزر، برای مثال دیود گسیلنده نوری و آشکارساز نوری نشان دهنده بهترین نوع برهم‌کنش باشند. به همین دلیل کتاب با معرفی لیزرها و ال ای دی‌ها آغاز می‌گردد و به توضیحات مهمی در مورد معادلات نرخ به‌عنوان توصیف بنیادی از فرآیندهای گسیل و آشکارسازی می‌رسد. معادلات نرخ، برهم‌کنش ماده-نور را در جمله بهره نشان می‌دهند. این کتاب در واقع مفاهیم و اصول مکانیکی نظریه کوانتوم را خلاصه نموده و به بازنگری آن‌ها در فضای هیلبرت می‌پردازد. مفاهیم ریاضی مورد نیاز، متمرکز بر جبر خطی برای بردارها و

عملگرها هستند. این مفاهیم تصاویری را مطرح می‌سازند که اغلب مطالعات اولیه نظریه کوانتومی فاقد آن هستند و به عبارت دیگر موضوع را بیش‌تر قابل درک می‌کنند. این اشکال به‌طور صحیحی اصول ریاضی را ارائه نمی‌دهند و تنها به انتقال معنا یا شیوه تفکر در مورد یک مفهوم کمک می‌کنند. نظریه کوانتوم ذرات و میدان‌ها را به فرمولاسیون‌های هامیلتونی و لاگرانژی مکانیک کلاسیک مرتبط می‌سازد. استخراج برهم‌کنش میدان- ماده از اصول اولیه نیازمند هامیلتونی و لاگرانژی میدان الکترومغناطیسی است. مفاهیم دینامیکی یکی از فصول کتاب است و بازنگری فرمولاسیون مربوط به اصول مجموعه گسسته ذرات و محیط‌های پیوسته را مطرح می‌سازد. در بقیه مباحث مربوط به دینامیک به نظر کوانتومی اشاره خواهیم کرد که برای میدان‌های نوری، انتقال و بهره‌نیمه‌هادی از اهمیت زیادی برخوردار است. این فصل شامل عملگر چگالی، نظریه اختلال وابسته به زمان و نوسانگر هماهنگ از دیدگاه عملگری است. توضیح لیزرها و ال‌ای دی‌ها بدون بحث و بررسی ماهیت نوری که این ابزار تولید می‌کنند، کامل نمی‌شود. در بهترین شرایط، گسیل نور به دیدگاه کلاسیکی یک حالت همدوس که دارای دامنه و فاز مناسبی است، تقریب زده می‌شود. اما این توصیف نه از میدان‌های نوری حاصل از معادلات ماکسول اطلاعات کافی را در مورد توصیف میدان نور کوانتومی فراهم می‌آورد و نه به درک پیشرفتهای اخیر در زمینه‌های اپتیک کوانتومی و ارتباطات با نویز کم می‌پردازد. این کتاب به بررسی میدان‌های الکترومغناطیسی "کوانتیزه" می‌پردازد و کوانتوم مربوطه را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. در بخش آخر این کتاب نیز به بررسی تعاملات نور- ماده پرداخته شده است و نظریه مربوط به اختلال وابسته به زمان و قانون طلایی فرمی را مورد بررسی قرار می‌دهد. پس از بررسی چگالی حالت‌ها و توابع موج بلاخ از حالت جامد به استخراج بهره از قانون طلایی فرمی اشاره خواهد شد. این در حالی است بهره برهم‌کنش نور و ماده را در بحث از منابع اپتیکی و آشکارسازها توضیح می‌دهد. اما قانون طلایی فرمی به‌طور کامل اثرات محیط را به حساب نمی‌آورد. این نظریه به‌طور معمول عملگر چگالی را اجرا می‌کند و معادله لیوویل را در جهت توصیف نظریه پهن‌شدگی برخوردی و اثرات اشباع به کار می‌گیرد. کتاب به‌طور خلاصه به بررسی مبدأ نظریه اتلاف-افت‌وخیز این مواد می‌پردازد که از آن جمله می‌توان به اپتیک کوانتومی، گسیلنده‌های درمقیاس نانو، آشکارسازها، اپتیک غیرخطی و مطالعات استاندارد لیزرهای Q-سوئیچ و قفل‌کننده مد، تقویت‌کننده‌های پارامتری، لیزرهای حالت جامد و گاز اشاره نمود.

فهرست مطالب

۱۹	۱ / آشنایی با لیزرهای نیمه هادی
۲۰	۱.۱ مؤلفه های پایه و نقش بازخورد
۲۴	۲.۱ ویژگی های پایه ای لیزرها
۲۴	۱.۲.۱ طول موج و انرژی
۲۶	۲.۲.۱ جهت گیری
۲۶	۳.۲.۱ تک رنگی و درخشندگی
۲۷	۴.۲.۱ زمان همدوسی و طول همدوسی
۲۸	۳.۱ معرفی ساختارهای گسیل کننده
۲۸	۱.۳.۱ لیزرهای صفحه ای و گسیل کننده لبه ای
۲۹	۲.۳.۱ لیزرهای گسیل کننده سطح کاواک عمودی (VCSELS)
۳۰	۳.۳.۱ لیزر موجبر مدفون
۳۰	۴.۳.۱ لیزر تزریق جانبی
۳۰	۵.۳.۱ دیود گسیل کننده نور
۳۰	۶.۳.۱ تقویت کننده لیزر نیمه هادی
۳۱	۷.۳.۱ لیزر گازی
۳۱	۸.۳.۱ لیزر حالت جامد
۳۲	۴.۱ معرفی ماده و پیوندها
۳۲	۱.۴.۱ دسته بندی ماده
۳۵	۲.۴.۱ جدول تناوبی و تشکیل پیوند
۳۸	۵.۱ مقدمه ای بر نوارهای انرژی و گذارها
۳۸	۱.۵.۱ مبدأ درک مستقیم نوارها

۴۱	۲.۵.۱ نوارهای غیرمستقیم، نوارهای حفره سبک و سنگین
۴۲	۳.۵.۱ مقدمه‌ای بر گذارها
۴۳	۴.۵.۱ آشنایی با نمودارهای لبه نوار
۴۶	۵.۵.۱ حالت‌های شکاف انرژی نوار و نقص‌ها
۴۸	۶.۵.۱ مکانیسم‌های بازترکیب
۵۲	۶.۱ آشنایی با پیوند pn برای دیود لیزری
۵۲	۱.۶.۱ تکنولوژی پیوند
۵۴	۲.۶.۱ نمودارهای لبه نوار و پیوند pn
۵۶	۳.۶.۱ آمار غیرتعادلی
۵۸	۷.۱ آشنایی با نور و اپتیک
۵۸	۱.۷.۱ طبیعت موجی-ذره‌ای نور
۶۰	۲.۷.۱ روش کلاسیکی کنترل نور
۶۲	۳.۷.۱ موجبر پله‌ای
۶۵	۴.۷.۱ ضریب تحدید (محدودیت)
۶۶	۸.۱ آشنایی با نویز در ترکیبات الکترونیکی نوری
۶۸	۱.۸.۱ خلاصه‌ای بر نویز برای سیستم‌ها
۶۹	۲.۸.۱ نویز جانسون
۷۳	۳.۸.۱ نویز فرانکس پایین
۷۳	۴.۸.۱ منبع اثر ساچمه‌ای
۷۷	۵.۸.۱ بزرگی اثر ساچمه‌ای

مسایل

۸۳	۲ / مقدمه‌ای بر دینامیک لیزر
۸۳	۱.۲ معرفی و مقدمه‌ای بر معادلات نرخ
۸۵	۱.۱.۲ ساده‌ترین معادلات نرخ
۸۶	۲.۱.۲ فاکتور محدودسازی نوری
۸۷	۳.۱.۲ نرخ فوتون و حامل کل
۸۷	۴.۱.۲ جمله پمپ و راندمان کوانتومی داخلی

۸۹	۵.۱.۲ باز ترکیب
۹۲	۶.۱.۲ انتشار خود به خود
۹۳	۷.۱.۲ ائتلاف نوری
۹۵	۲.۲ انتشار تحریک شده، جذب و بهره
۹۵	۱.۲.۲ بهره گذرا
۹۷	۲.۲.۲ بهره گذر واحد
۹۸	۳.۲.۲ بهره ماده
۱۰۱	۴.۲.۲ شفافیت ماده
۱۰۲	۵.۲.۲ مقدمه‌ای بر وابستگی انرژی به بهره
۱۰۳	۶.۲.۲ معادلات نرخ رخداد
۱۰۶	۳.۲ منحنی‌های توان-جریان
۱۰۷	۱.۳.۲ چگالی فوتون در برابر چگالی تعداد پمپ-جریان
۱۱۱	۲.۳.۲ توضیحات در مورد چگالی آستانه
۱۱۲	۳.۳.۲ توان بر حسب جریان
۱۱۵	۴.۳.۲ توان بر حسب ولتاژ
۱۱۵	۵.۳.۲ برخی توضیحات در مورد بهره
۱۱۶	۴.۲ روابط برای طول عمر کاواک، بازتاب و تلفات داخلی
۱۱۶	۱.۴.۲ روابط داخلی
۱۲۰	۲.۴.۲ روابط خارجی
۱۲۱	۵.۲ پهنای نوار مدولاسیون
۱۲۱	۱.۵.۲ مقدمه‌ای بر تابع پاسخ و پهنای نوار
۱۲۴	۲.۵.۲ آنالیز سیگنال کوچک
۱۲۸	۶.۲ مقدمه‌ای بر نویز شدت نسبی و قضیه واینر کین چین
۱۲۹	۱.۶.۲ تعریف اساسی از شدت نویز نسبی
۱۲۹	۲.۶.۲ فرضیات اساسی
۱۳۲	۳.۶.۲ قضیه ائتلاف افت وخیز
۱۳۵	۴.۶.۲ تعریف نویز شدت نسبی به عنوان یک هم‌بستگی:

۱۳۸	۵.۶.۲ تئوری واینر-کین چین
۱۴۰	۶.۶.۲ مشتق متناوب از فرمول
۱۴۲	۷.۶.۲ روابط نویز لانگوین
۱۴۳	۸.۶.۲ تعاریف جایگزین برای نویز شدت نسبی
۱۴۴	۷.۲ نویز شدت نسبی برای لیزرهای نیمه‌رسانا
۱۴۵	۱.۷.۲ معادلات نرخ با منابع نویز لانگوین و چگالی طیفی
۱۴۹	۲.۷.۲ هم‌بستگی نویز لانگوین
۱۵۴	۳.۷.۲ نویز شدت نسبی
۱۵۶	مسایل

۳ / لیزر و الکترومغناطیس کلاسیک

۱۶۶	۱.۳ مرور کوتاهی بر معادلات ماکسول و روابط سازنده
۱۶۶	۱.۱.۳ بحث درباره معادلات ماکسول و کمیت‌های مربوطه
۱۷۱	۲.۱.۳ رابطه‌ی بین میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در خلأ
۱۷۳	۳.۱.۳ رابطه بین میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در دی‌الکتریک‌ها
۱۷۴	۴.۱.۳ شکل کلی موج عبوری مختلط
۱۷۵	۲.۳ معادله‌ی موج
۱۷۵	۱.۲.۳ مشتقات معادله موج
۱۷۶	۲.۲.۳ بردار موجی مختلط
۱۷۸	۳.۲.۳ تعاریفی برای ضریب مختلط، نفوذپذیری الکتریکی و بردار موج
۱۷۹	۴.۲.۳ اندازه kn
۱۸۱	۵.۲.۳ رابطه تقریبی برای بردار موج
۱۸۲	۶.۲.۳ عبارات تقریبی برای ضریب شکست و نفوذپذیری الکتریکی
۱۸۳	۷.۲.۳ مغناطیس‌پذیری و انرژی دادن (پمپ)
۱۸۶	۳.۳ شرایط مرزی برای میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی
۱۸۶	۱.۳.۳ میدان الکتریکی عمود بر سطح مشترک
۱۸۹	۲.۳.۳ میدان‌های الکتریکی موازی با سطح
۱۹۱	۳.۳.۳ شرایط مرزی برای میدان الکتریکی کلی

۱۹۱	۴.۳.۳ میدان مغناطیسی مماس
۱۹۳	۵.۳.۳ میدان مغناطیسی عمود بر سطح مشترک (بدون مغناطش)
۱۹۳	۶.۳.۳ میدان مغناطیسی اختیاری
۱۹۳	۷.۳.۳ روابط کلی و خلاصه
۱۹۶	۴.۳ قوانین بازتاب، قانون اسنل و بازتاب پذیری
۱۹۶	۱.۴.۳ شرایط مرزی
۱۹۸	۲.۴.۳ قانون بازتاب
۲۰۰	۳.۴.۳ بازتاب پذیری فرنل و قابلیت انتقال برای میدان‌های الکتریکی عرضی
۲۰۲	۴.۴.۳ میدان‌های TM
۲۰۲	۵.۴.۳ نمودار بازتاب پذیری بر حسب زاویه
۲۰۲	۵.۳ بردار پوینتینگ
۲۰۳	۱.۵.۳ معرفی انتقال توان برای میدان‌های حقیقی
۲۰۶	۲.۵.۳ مکانیسم انتقال توان و ذخیره انرژی
۲۰۹	۳.۵.۳ بردار پوینتینگ برای میدان‌های مختلط
۲۱۱	۴.۵.۳ شار توان در سراسر یک مرز
۲۱۵	۶.۳ تئوری پراکندگی الکترومغناطیسی و ماتریس انتقال
۲۱۶	۱.۶.۳ معرفی تئوری پراکندگی
۲۱۹	۲.۶.۳ دامنه‌های توان
۲۲۱	۳.۶.۳ ضرایب عبور و بازتاب
۲۲۵	۳.۶.۴ ماتریس‌های پراکندگی
۲۲۹	۵.۶.۳ ماتریس انتقال
۲۳۳	۶.۶.۳ مثال‌های استفاده از ماتریس‌های پراکندگی و انتقال
۲۳۸	۷.۳ لیزر فابری-پرو
۲۳۸	۱.۷.۳ مفهوم ماتریس انتقال جهت لیزر فابری-پرو
۲۴۴	۲.۷.۳ مدهای طولی و شرط آستانه
۲۴۹	۳.۷.۳ باریک‌سازی خط

۲۵۲	۸.۳ مقدمه‌ای بر موجبرها
۲۵۳	۱۸.۳ ساختار پایه
۲۵۴	۳۸.۲ مقدمه‌ای بر موج‌های الکترومغناطیسی برای موجبری
۲۵۵	۳۸.۳ رابطه مثلثاتی
۲۵۶	۴۸.۳ شرط برش (قطع) از نظر اپتیک هندسی
۲۵۹	۵۸.۳ ضریب شکست موجبر
۲۶۱	۹.۳ رویکرد فیزیک نور به موجبر
۲۶۱	۱۰.۳ معادلات موج
۲۶۳	۲۰.۳ راه‌حل‌های کلی
۲۶۴	۳۰.۳ یازبینی شرایط مرزی
۲۶۵	۴۰.۳ راه‌حل‌ها
۲۶۸	۵۰.۳ یک عبارت برای نقطه قطع
۲۷۰	۱۰.۳ پاشندگی در موجبرها
۲۷۱	۱۰.۳ نمودار پاشندگی
۲۷۳	۲۰.۳ فرمولی برای پاشندگی
۲۷۴	۳۰.۳ محدودیت‌های پهنای نوار
۲۷۵	۱۱-۳ جریان جابه‌جایی و هدایت نوری
۲۷۶	۱۱.۳ جریان جابه‌جایی
۲۷۸	۲۰.۳ روابط توان
۲۷۹	۳۰.۳ ولتاژ القا شده به وسیله بار در حال حرکت
۲۸۰	مسایل

۲۹۰	۴ / مبانی ریاضی
۲۹۱	۱.۴ فضاهای هیلبرت و برداری
۲۹۱	۱.۴ تعریف فضای برداری
۲۹۲	۲.۴ ضرب داخلی، نرم و متریک
۲۹۳	۳.۴ فضای هیلبرت

۲۹۴	۲.۴ نماد گذاری دیراک و فضای برداری اقلیدسی
۲۹۴	۱.۲.۴ کت‌ها، براها و براکتهای فضای اقلیدسی
۲۹۵	۲.۲.۴ مبنای کامل بودن و بسته بودن فضای اقلیدسی
۲۹۷	۳.۲.۴ فضای برداری دوگان اقلیدسی
۲۹۹	۴.۲.۴ ضرب داخلی و نرم
۲۹۹	۳.۴ فضای هیلبرت
۳۰۰	۱.۳.۴ فضای هیلبرت برای توابع با بردارهای پایه گسسته
۳۰۱	۲.۳.۴ مجموعه پایه پیوسته از توابع
۳۰۳	۳.۳.۴ تصویر توابع در فضای مختصات
۳۰۹	۴.۳.۴ مجموعه پایه سینوسی
۳۰۹	۵.۳.۴ مجموعه پایه کسینوسی
۳۱۰	۶.۳.۴ مجموعه پایه سری‌های فوریه
۳۱۱	۷.۳.۴ تبدیل فوریه
۳۱۴	۴.۴ روش متعامد و بهنجارسازی گرام-شمیت
۳۱۵	۵.۴ عملگرهای خطی و نمایش‌های ماتریسی
۳۱۵	۱.۵.۴ تعریف عملگر خطی و ماتریس‌ها
۳۱۷	۲.۵.۴ معادله ماتریس
۳۱۹	۳.۵.۴ ترکیب عملگرها
۳۱۹	۴.۵.۴ مقدمه‌ای بر معکوس عملگر
۳۲۰	۵.۵.۴ دترمینان
۳۲۱	۶.۵.۴ رد
۳۲۲	۷.۵.۴ ترانزاده و مزدوج هرمیتی ماتریس
۳۲۲	۸.۵.۴ بسط بردار پایه عملگر خطی
۳۲۳	۹.۵.۴ فضای هیلبرت برای عملگرهای خطی
۳۲۵	۱۰.۵.۴ تبصره‌ای درباره ماتریس‌ها
۳۲۵	۶.۴ جبر عملگرها و جابه‌جاگرها (جابه‌جایی)
۳۲۸	۷.۴ عملگرها و ماتریس‌ها در فضای ضرب تانسور
۳۲۸	۱.۷.۴ فضاهای ضرب تانسور

۳۲۹	۲.۷.۴ عملگرها
۳۳۰	۳.۷.۴ ماتریس های عملگرهای ضرب مستقیم
۳۳۲	۴.۷.۴ نمایش ماتریسی بردارهای پایه برای فضای ضرب مستقیم
۳۳۴	۸.۴ عملگرهای یکانی و تبدیلات تشابه
۳۳۴	۱.۸.۴ ماتریس های دوران متعامد
۳۳۶	۲.۸.۴ تبدیلات یکانی
۳۳۸	۳.۸.۴ تجسم تبدیلات یکانی
۳۳۹	۴.۸.۴ تبدیلات تشابه
۳۴۰	۵.۸.۴ رد و دترمینان
۳۴۱	۴.۹ عملگرهای هرمیتی و معادله ویژه برداری
۳۴۱	۱.۹.۴ عملگرهای الحاقی، خودالحاقی و هرمیتی
۳۴۳	۲.۹.۴ ماتریس های الحاقی و خودالحاقی
۳۴۵	۳.۹.۴ ویژه بردارها و ویژه مقادیر عملگرهای هرمیتی
۳۴۹	۴.۹.۴ اصل عدم قطعیت هایزنبرگ
۳۵۱	۱۰.۴ رابطه بین عملگرهای هرمیتی و یکانی
۳۵۲	۱۱.۴ عملگرهای انتقال
۳۵۳	۱.۱۱.۴ فرم نمایی عملگر انتقال
۳۵۴	۲.۱۱.۴ عملگر انتقال مکان
۳۵۵	۳.۱۱.۴ کت انتقال مختصات مکانی
۳۵۶	۱۲.۴ توابع در مختصات دوران یافته
۳۵۶	۱.۱۲.۴ توابع دورانی
۳۵۸	۲.۱۲.۴ عملگر دوران
۳۶۰	۱۳.۴ نمادگذاری دوتایی
۳۶۲	۱۴.۴ فضای مینکوفسکی
۳۶۵	مسایل