

مقدمه‌ای بر لیزر

مؤلف

ابراهیم عطاران کاخکی

عضو هیئت علمی گروه فیزیک دانشگاه فردوسی مشهد

عنوان و نام پدیدآور	مقدمه ای بر لیزر / تألیف ابراهیم عطاران کاخکی
مشخصات نشر	نشر مشهد، مشهد، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری	۲۰۲ ص.؛ مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۱۵۷-۴۳-۹
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	لیزر - الف. عنوان
رده بندی کنگره	۶۸۸ / ۶ م ۷ / QC
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۶۶
شماره کتابشناسی ملی	۸۱۳۶۰۶۵



نشر مشهد

مقدمه ای بر لیزر

تألیف

دکتر ابراهیم عطاران کاخکی

وزیری، ۲۰۲ صفحه، ۵۰۱ نسخه، چاپ دوم (اول ناشر)، پاییز ۱۳۹۳

امور فنی و چاپ: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۱۵۷-۴۳-۹

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ است

فهرست مطالب

۱۱	پیشگفتار مؤلف
۱۳	فصل اول - ویژگی های نور لیزر
۱۳	تاریخچه کوتاه
۱۴	ماهیت نور
۱۸	ویژگی های نور لیزر
۲۵	فصل دوم - فیزیک لیزر
۲۵	مقدمه
۲۶	جذب و نشر (ضرایب انیشتاین)
۳۰	رابطه بین زمان حیات و ضریب A_{21}
۳۱	تأثیر ضریب شکل بیناب
۳۵	تقویت نور
۴۰	شرط آستانه
۴۰	محاسبه شرط آستانه
۴۲	رابطه زمان مشخصه سنج با مشخصات فیزیکی آن
۴۵	معادلات آهنگ
۴۸	سیستم های سه ترازی

۵۴	سیستم‌های چهار ترازی
۶۰	توان خروجی لیزر
۶۵	رابطه بین توان خروجی و انرژی موجود در کاواک
۶۶	فصل سوم - لیزر و اجزاء آن
۶۶	مقدمه
۶۷	نوسانگر
۶۸	محاسبه تعداد مدهای ارتعاشی
۷۱	نوسانگر باز
۷۴	ضریب کیفی
۷۵	محاسبه پهنای بیناب
۷۸	انتخاب مد
۷۹	اثر ضریب شکل بیناب جذب در کاهش مدهای ارتعاشی
۸۰	روشهای انتخاب مد
۸۱	سنجه فابری - پرو و کاهش مد طولی
۸۲	تداخل سنج فاکس - اسمیت
۸۴	استفاده از منشور
۸۵	استفاده از توری تفرقی در انتخاب مد طولی
۸۶	مد عرضی در کاواک باز
۸۸	لیزرهای تپی
۸۸	بستاور مکانیکی

کلید زنی Q	۹۰
روش الکترواپتیکی کلید زنی Q	۹۰
روش صوت نوری	۹۲
روش استفاده از مواد جاذب اشعاعی	۹۳
قفل شدگی مد	۹۴
فصل چهارم - مشددهای نوری	۹۸
مشددهای مسطح و تقابص آنها	۹۸
مشددهای کروی	۹۹
مشددهای پایدار	۱۰۳
انواع مشددهای کروی	۱۰۵
مشدد کروی هم کانون	۱۰۵
مشددهای کروی و هم مرکز	۱۰۶
مشدد مسطح	۱۰۷
مشدد نیم کروی	۱۰۷
مشددهای ناپایدار	۱۰۹
فصل پنجم - دمش یا پمپاژ	۱۱۱
دمش نوری	۱۱۱
بازدهی پمپاژ	۱۱۴
پمپاژ الکتریکی	۱۱۵
روش شیمیائی	۱۱۷

۱۱۸	 روش صوتی
۱۱۹	 فصل ششم - انواع لیزر
۱۱۹	 مقدمه
۱۲۰	 لیزرهای حالت جامد
۱۲۱	 لیزر جامد یاقوت
۱۲۶	 لیزر نئودیمیم یاک (Nd:YAG)
۱۲۷	 لیزر نئودیمیم - شیشه
۱۲۸	 لیزرهای گازی
۱۲۹	 لیزر گازی اتم خنثی
۱۳۲	 لیزر گاز یونی، لیزر آرگون Ar^+
۱۳۴	 لیزرهای گاز مولکولی
۱۳۴	 لیزر گاز مولکولی CO_2
۱۳۷	 لیزر CO_2 با جریان طولی
۱۳۹	 لیزر CO_2 با محفظه بسته
۱۳۹	 لیزر CO_2 موجبر
۱۴۰	 لیزر CO_2 با جریان عرضی TE
۱۴۱	 لیزر CO_2 با جریان عرضی در فشار جو TEA
۱۴۱	 لیزر CO_2 گاز دینامیکی
۱۴۲	 لیزر نیتروژن N_2
۱۴۳	 لیزرهای اگزیمِر (Excimer)

لیزرهای شیمیائی	۱۴۴
لیزرهای مایع (رنگهای آلی)	۱۴۶
لیزرهای مرکز رنگ	۱۴۹
لیزر نیم رسانا	۱۵۰
دیودهای نور گسیل پیوندی	۱۵۰
لیزر نیم رسانا	۱۵۶
لیزر الکترون آزاد	۱۵۹
فصل هفتم - کاربردهای لیزر	۱۶۲
مقدمه	۱۶۲
لیزر در برهم کشش با ماده	۱۶۳
لیزر به عنوان مته	۱۶۴
جوش کاری	۱۶۴
برش های لیزری	۱۶۴
آلباز کاری سطحی	۱۶۵
علامت گذاری و مینیاتوری	۱۶۵
لیزر در پزشکی	۱۶۶
طیف سنجی لیزری	۱۶۹
کاربرد تسلیحاتی لیزرها	۱۷۱
لیزر در گداخت گرما هسته ای	۱۷۲
لیزر در غنی سازی	۱۷۳

۱۷۵	لیزر در ارتباطات
۱۷۵	اندازه‌شناسی و بازرسی
۱۷۵	هم محور سازی
۱۷۶	لیزر در مسافت سنجی
۱۷۷	اندازه گیری سرعت‌های کم
۱۷۹	ژئوسکپ نوری
۱۸۰	تمام نگاری
۱۸۵	فرآوری اطلاعات
۱۸۷	ذخیره سازی نوری
۱۸۹	چاپگرهای لیزری
۱۹۱	کاربردهای نمایشی لیزر
۱۹۳	پیوست ۱ - ایمنی لیزر
۱۹۵	پیوست ۲ - محاسبه چگالی مدها در یک موجبر
۱۹۷	منابع
۱۹۹	نمایه

لیزر شاخه جدیدی از دانش نورشناسی است. این شاخه از علم هم در زمینه نظری و هم در کاربرد، به سرعت در حال رشد و تکامل است. کلمه لیزر (Laser) به همین شکل در تمام فرهنگ‌ها وارد شده است و جایگزینی برای آن وجود ندارد. حتی کودکان این کلمه را همچون یک کلمه از فرهنگ مادری خود به کار می‌برند و اغلب به عنوان نور شگفت‌انگیز از آن یاد می‌نمایند.

فیزیک لیزر در اواخر قرن بیستم به عنوان یکی از دروس دانشگاهی به خصوص برای دانشجویان رشته فیزیک وارد سرفصل‌ها گردیده و با استقبال فراوان دانشجویان مواجه شده است. فهم دقیق اصول علم لیزر نیاز به آشنایی کامل با مباحثی از جمله الکترومغناطیس، اپتیک جدید، طیف‌سنجی، مکانیک کوانتومی و کوانتم الکترونیک دارد. به این دلیل کتابهایی که تاکنون در این زمینه نوشته و یا ترجمه گردیده است، از پیچیدگی خاصی هم از نقطه نظر ریاضیات به کار رفته و هم از نظر مفاهیم فیزیک برخوردار است و این امر سبب شده است که دانشجویان دوره‌های کارشناسی نتوانند بسادگی از آن‌ها استفاده نمایند.

تجربیات چندین ساله در امر تدریس این درس برای دانشجویان و بخصوص دانشجویان رشته فیزیک، مرا به آن داشت که مطالب ارائه شده در کلاس درس جمع‌آوری و تدوین گردد و به عنوان یک کتاب نسبتاً ساده در دسترس علاقه‌مندان قرار گیرد. انتظار و توصیه‌های همیشگی اینجانب به دانشجویان آن بوده است که برای تکمیل یافته‌های خود بعد از این کتاب به کتابهای منتشر شده چه به زبان اصلی و چه به بعضی از ترجمه‌ها مراجعه نمایند. البته مطمئن هستم که دانشجویانی که وارد دوره‌های تحصیلات تکمیلی در شاخه لیزر می‌شوند، پس از کسب اطلاعات مقدماتی از این کتاب به سراغ کتابهای اصلی تر از جمله به کتابهای الکترونیک کوانتومی خواهند رفت و به آنچه در این کتاب آمده است بسنده نخواهند کرد.

لازم به تذکر است که مطالب کتاب طوری تنظیم شده است که دانشجویان رشته‌های

غیر فیزیک نیز بتوانند از آن استفاده نمایند. مطمئن هستم که کاربران لیزر با مراجعه به این کتاب خواهند توانست با اصول اولیه لیزر آشنا شوند و از آن بهره‌مند گردند.

در تدوین کتاب سعی شده است که در فصل اول ویژگی‌های نور لیزر در مقایسه با نور معمولی بر شمرده شود تا خوانندگان با توجه به این ویژگی‌ها، اهمیت آشنایی با لیزر را بشناسند و به مطالعه فصل‌های بعد آن بپردازند.

در فصل دوم اصول فیزیک لیزر با حداقل روابط ریاضی لازم بررسی شده است، و اگر چه برای دانشجویان رشته فیزیک مطالعه این فصل لازم و ضروری است اما سایر استفاده کنندگان نیازی به مطالعه و درک دقیق مطالب این فصل ندارند.

فصل سوم به توصیف و نحوه کار اجزای تشکیل دهنده یک لیزر اختصاص یافته است. لذا هم دانشجویان و هم کاربران می‌توانند با مطالعه این فصل با صنعت لیزر اما به طور ساده آشنا شوند. فصل چهارم به روش‌های تحریک تحت عنوان دمش، فصل پنجم به شرح انواع نوسانگرها و مشددهای به کار رفته، فصل ششم به توصیف انواع لیزرهای مهم و متداول و بالاخره فصل هفتم به توضیح اجمالی بعضی از کاربردهای مهم لیزر اختصاص یافته است. مسلم است که به دلیل نوع کار، کاستیهایی وجود دارد و امید است که هم دانشجویان و هم خوانندگان اینجانب را از نواقص موجود و نیز از راهنمایی‌های ارزنده‌شان که موجبات کامل تر شدن کتاب در ویرایش‌های بعدی خواهد شد بی‌بهره نگذارند.

ابراهیم عطاران کاخکی

۱۳۸۱