



آزمایش‌ها و مفاهیم پایه

گردآورنده:

افشان شیرکوند

تحت نظارت:

دکتر عزالدین مهاجرانی

سرشناسه	: شیرکوند، افشان، ۱۳۵۶-
عنوان و نام پدیدآور	: فیزیک نور آزمایش‌ها و مفاهیم پایه / گردآورنده افشان شیرکوند؛ تحت نظارت عزالدین مهاجرانی؛ ویراستار عاطفه فرهادی.
مشخصات نشر	: تهران: مدرسه، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۱۱۲ ص: مصور (رنگی).
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۰۸-۱۳۸۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص: ۱۰۳ - ۱۰۴.
موضوع	: نور -- راهنمای آموزشی (متوسطه)
موضوع	: (Light -- Study and teaching Secondary)
موضوع	: نورشناسی هندسی -- راهنمای آموزشی (متوسطه)
موضوع	: (Geometrical optics -- Study and teaching Secondary)
موضوع	: فیزیک -- راهنمای آموزشی (متوسطه)
موضوع	: (Physics -- Study and teaching Secondary)
شناسه افزوده	: مهاجرانی، عزالدین
شناسه افزوده	: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، انتشارات مدرسه
ردیفی کنگره	: ۱۳۹۶ ف۹۹/ش۹۳۶۳ QC
ردیفی دیربی	: ۵۳۵/۰۷۶
جمله‌بشناسی ملی	: ۵۰۰۸۹۲۲



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی / وزارت آموزش و پرورش

آزمایش‌ها و مفاهیم پایه

فیزیک نور

مؤلف: افشان شیرکوند

تحت نظارت: دکتر عزالدین مهاجرانی

ویراستار: عاطفه فرهادی

طراح گرافیک: سمانه احمدی

طراح جلد: رضا دالوند

چاپ اول: ۱۳۹۷

تیراژ چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی: خاورمیانه

چاپ و صحافی از: چاپ بلوط

حق چاپ محفوظ است

ISBN 978-964-08-1382-9

نشانی: تهران، خیابان سپهبدقزنی، پل کریمخان زند،

کوچه شهید محمود حقیقت طلب، شماره ۸

تلفن: ۸۸۸۰۰۳۲۴-۹

دورنویس (فاکس): ۸۸۹۰۳۸۰۹



www.MadresehPub.ir



MadresehPub



MadresehPub

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است



نور و مفاهیم علمی مرتبط با آن از جالب‌ترین جنبه‌های فیزیکی این هستی به شمار می‌رود. به کمک نور، دریچه‌ای از عظمت خلقت جهان و قانونمند بودن آن به روی بشر گشوده شده است. چشم، طبیعی‌ترین ابزاری است که به وسیله آن موجودات زنده می‌توانند نور و بسیاری از مفاهیم مربوط به جهان پیرامون خود را درک کنند. به راستی، چه راهی بهتر از انجام دادن آزمایش برای یادگیری وجود دارد؟ این کتاب با طرح مفاهیم علمی پایه درباره نور، دانش‌پژوهان را قادر می‌سازد آزمایش‌های مختلف را در زمینه نورشناسی درک کنند و طرح دقیقی از قوانین هم علمی مدرن ارائه دهند. روش‌های آزمایشی مرحله به مرحله، ارائه شکل‌های گوناگون و توضیح روشن نتیجه‌گیری‌ها، دانش‌آموزان را قادر می‌سازد که از طریق این آزمایش‌ها و با ساده‌ترین راهنمایی‌ها بهترین نتیجه را بگیرند. پروژه‌های مربوط به علوم نور در پی اثبات این است که پدیده‌های گوناگون نوری طی چه فرایندی به وجود می‌آیند و چگونه مواد مختلف تحت تابش نور قرار می‌گیرند. همچنین سعی شده است چگونگی تابش نور توسط یک لامپ الکتریکی، تشکیل سایه‌ها، ساختن پریسکوپ، تشکیل رنگین‌کمان و شمادای دیگر از حقایق علمی به زبانی ساده و علمی توصیف شود. افراد علاقه‌مند برای انجام دادن این آزمایش‌ها در خانه و مدرسه، به مواد و اشیای کم و ساده و بدون بطری، مقوا، سیم، میخ، چوب پنبه، کاغذ، آهن ربا، باتری و لامپ نیاز دارند.

خواندن این کتاب به دانش‌پژوهانی که به یادگیری مفاهیم و کاربردهای علوم نور و غنی‌سازی اطلاعات خود در این زمینه علاقه‌مندند، توصیه می‌شود. کتاب به بررسی سلسله مفاهیم نورشناسی هندسی و موجی، که هر کدام توصیفی از پدیده‌های فیزیک نوری خاصی است، می‌پردازد و برای دانش‌آموزان و والدین آنها، دبیران علوم و دیگر علاقه‌مندان به فراگیری مفاهیم علمی نورشناسی مناسب است. خوانندگان بر اساس علاقه و درک خود از مفاهیم کتاب می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر و عمیق‌تر در زمینه موضوع‌های مرتبط، به منابع علمی پیشرفته‌تر فیزیک نور مراجعه کنند.

۹	مقدمه
۱۰	علم نورشناسی (اپتیک)
۱۰	نور چیست؟
۱۱	مفاهیم عمومی نورشناسی

فصل ۱: نورشناسی هندسی ۱۵

۱۵	انتشار نور
۱۸	آیا می‌توانیم در تاریکی ببینیم؟
۱۹	یا می‌توانید رشته داخل یک لامپ مات را ببینید؟
۲۱	سایه‌ها چگونه تشکیل می‌شوند؟
۲۲	ما حرکتگی و خورشید گرفتگی
۲۵	بازتاب نور
۲۷	شکست نور
۲۹	چگونه پر توها را نور را می‌کنیم؟
۲۹	بازتاب کلی
۳۲	آب کدام لیوان شیرین تر است؟
۳۴	پدیده سراب چگونه است؟
۳۵	آینه‌ها
۳۶	تشکیل تصویر در آینه‌ها
۳۹	بازتاب‌های چندگانه
۴۰	عدسی‌ها
۴۲	تشکیل تصویر در عدسی‌ها
۴۳	ذره‌بین
۴۴	خواندن با شیشه
۴۴	اتاقک تاریک
۴۶	دوربین عکاسی
۴۷	چشم شما هم یک ابزار اپتیکی است
۵۰	عیوب انکساری چشم
۵۱	چگونه گرد و غبار به دیدن کمک می‌کند؟
۵۱	رنگ‌های جادویی
۵۲	رنگ‌های نور و ترکیب رنگ‌ها
۵۴	آشکارسازی نور فرو سرخ با استفاده از یک دوربین دیجیتالی

۵۵	■ آشکارسازی نور فرو سرخ توسط دماسنج
۵۶	■ تراز لیزری
۵۷	■ چگونه پریسکوپ بسازیم؟
۵۹	■ چگونه تلسکوپ بسازیم؟

فصل ۲: نورشناسی موجی ۶۳

۶۳	■ تداخل نور
۶۵	■ نوارهای تداخلی موآره
۶۷	■ تداخل دو شکاف یانگ
۷۰	■ پراش نور
۷۲	■ منشور
۷۴	■ توری پراش
۷۷	■ تشکیل رنگین کمان
۷۹	■ آسمان آبی
۸۱	■ چگونه فواره نور بسازیم؟
۸۲	■ چرا حباب‌های صابون رنگی به نظر می‌رسند؟
۸۴	■ قطبشگر نور
۸۶	■ آیا شکر هم می‌تواند قطبش نور را تغییر دهد؟
۸۸	■ چشمه‌های تولید نور
۸۸	■ چشمه‌های نور طبیعی
۸۹	■ انواع نور طبیعی بر اساس جهت تابش
۹۰	■ نور خورشید
۹۲	■ چشمه‌های نور مصنوعی
۹۳	■ چشمه نور حرارتی
۹۴	■ چشمه‌های نور رشته‌ای
۹۵	■ چشمه‌های نور گازی تخلیه الکتریکی
۹۸	■ لیزر و سرگرمی با نور لیزر
۱۰۱	■ سرگرمی با لیزر

۱۰۳	■ منابع
۱۰۵	■ واژه‌نامه
۱۱۱	■ ضمیمه

مقدمه

آیا تاکنون جهان برامون خود را بدون نور تصور کرده‌اید؟ ما برای دیدن به نور نیاز داریم. در واقع، بیشترین اطلاعات مربوط به جهان را به کمک نور و از راه دیدن به دست می‌آوریم. این نور، خواه از چشمه‌های طبیعی مانند خورشید و ماه، خواه از چشمه‌های مصنوعی مانند کبریت، شمع یا لامپ تأمین شود، رکن لازم برای دیدن اشیاء طبیعت اطراف ماست. نور نیز همانند گرما، صوت و الکتریسیته، شکلی از انرژی است که می‌توان از آن برای انجام دادن برخی فعالیت‌ها بهره برد. هر چیزی در صورتی که به اندازه‌ای گرما داده شود، قبل از آنکه به حالت دیگری از ماده تبدیل گردد، می‌تواند نور بتابد. اعتقاد بر این است که گرما اتم‌های یک ماده را برمی‌انگیزد و در واقع، باعث انگیزش برخی از الکترون‌های آن اتم، که حالت‌های معینی دارند، می‌شود. به واسطه برانگیختگی الکترونی، این الکترون‌ها می‌توانند با دریافت انرژی از یک حالت اتمی پایین‌تر به حالت اتمی دیگری، که معمولاً بالاتر است، بپرند. با برگشت این الکترون‌های برانگیخته به حالت پایدارتر اولیه، بسته‌هایی از انرژی (فوتون) پدید می‌شود. یک خط از این فوتون‌های منتشر شده، پرتو تابشی نور را تشکیل می‌دهند. یک گروه از این پرتوها نیز باریکه نور را به وجود می‌آورند. فوتون‌های نور از اشیای نور دهنده گسیل می‌شوند و به چشم ما می‌رسند و به این ترتیب، چشم ما اجسام را می‌بیند.

نظریه دیگر، توضیح نور با بهره بردن از قوانین پیچیده‌تر فیزیکی الکترومغناطیس و امواج طرح شده است که در آن فرض می‌شود نور به شکل امواج (شبیه انتشار امواج در آب) منتشر می‌گردد. طول موج نور تقریباً کوتاه و دارای ابعادی در حدود یک پنجاه هزارم اینچ است. برعکس امواج صوت که فقط در محیط مادی منتشر می‌شوند، امواج نوری در خلأ یا در فضای خالی از هوا قابلیت انتشار دارند. سرعت انتشار نور به صورت ۳۰۰ هزار کیلومتر در هر ثانیه به عنوان سریع‌ترین سرعت انتشار موج تا کنون محاسبه شده است.

■ علم نورشناسی (اپتیک)



ما در زندگی روزمره خود با نور و آثار آن در محیط اطرافمان سرو کار داریم؛ بنابراین، نورشناسی یا علم اپتیک برای توصیف آنچه بر پایه نور در اطراف ما اتفاق می‌افتد، لازم است. دوربین دیجیتالی شما، موشواره بی‌سیم مورد استفاده در رایانه‌ها، دیسک‌های موجود در بازار و... نمونه‌هایی از فناوری توسط داده شده مبتنی بر علم نور

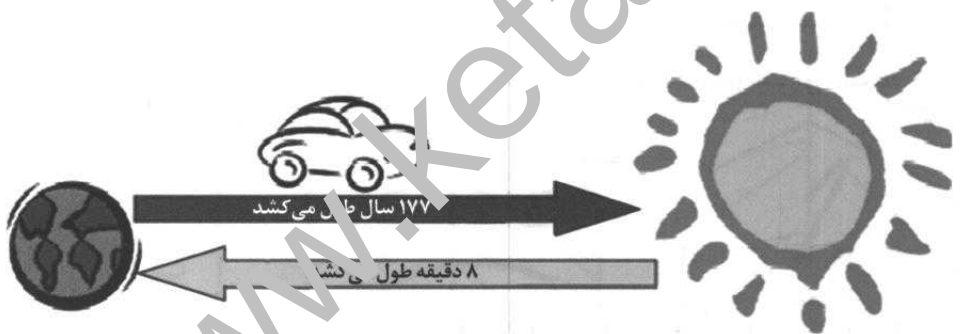
هستند. اپتیک علم شناخت نور و پدیده‌های نوری است. به طور ویژه، اپتیک شاخه‌ای از علم فیزیک است که توصیف می‌کند نور در برخورد با مواد چگونه رفتار و برهم کنش می‌کند. به عبارت تخصصی‌تر، اپتیک که شاخه‌ای از علم فیزیک است، تابش امواج نوری (نور فرابنفش، مرئی و فرو سرخ) و برهم کنش این امواج با مواد مختلف را مورد مطالعه قرار می‌دهد. همچنین، ابزارهای نوری برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر درباره این برهم کنش‌ها، در علم اپتیک توسعه می‌یابند. به طور خلاصه، علم مطالعه و شناخت نور را اپتیک می‌گویند. علم اپتیک به دو شاخه اپتیک هندسی و اپتیک موجی تقسیم می‌شود. در هر کدام از شاخه‌های اپتیک هندسی و موجی، مفاهیم اپتیکی و کاربردهای خاصی از علم نورشناسی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بسیار خوب، حالا می‌توانید درباره نور فکر کنید. تغییر و مشخصات نور می‌تواند برای کشف و کنترل جهان پیرامون و حل برخی مشکلات آن استفاده کرد. با کسب اطلاعات از اینکه نور در شرایط مختلف چگونه رفتاری دارد، دانشمندان و مهندسان می‌توانند فناوری‌های بسیار مفیدی برای داشتن جهانی بهتر ایجاد کنند. آیا می‌توانید از کاربرد نور و اپتیک در اطراف خود مثال‌های بیشتری بیاورید؟ آیا می‌توانید نمونه‌ای از رویدادهایی را که در دنیای اطراف ما با دخالت نور در حال وقوع است، پیدا کنید و اساس فیزیکی آن را توضیح دهید؟ نور در چه زمینه‌های علمی دیگری به کار می‌آید؟

■ نور چیست؟

آیا تاکنون به ماهیت فیزیکی نوری که دنیای ما را روشن می‌کند، اندیشیده‌اید؟ آیا درباره چگونگی تولید نور کنجکاوانه جست‌وجو کرده‌اید؟ نور صورتی از انرژی است که تابش موج الکترومغناطیسی نامیده می‌شود. برخلاف محدوده گسترده امواج پرانرژی و الکترومغناطیسی خطرناک، امواج نور جز در مواردی که

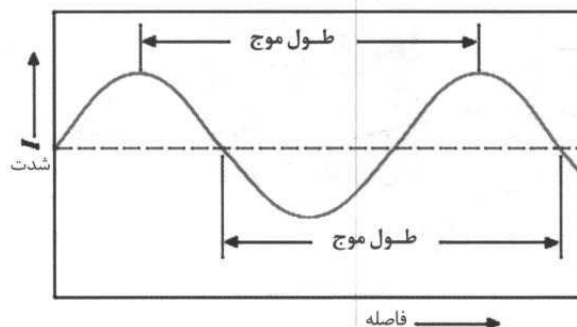
سبب آفتاب سوختگی می‌شوند، مضر و خطرناک به حساب نمی‌آیند. در میان طیف امواج الکترومغناطیسی همچون امواج رادیویی، پرتوهای ایکس و امواج کیهانی چشم انسان فقط می‌تواند امواج نوری را ببیند. آیا می‌توانید علت آفتاب سوختگی توسط نور خورشید را توضیح دهید؟ آیا تاکنون علت مضر بودن آفتاب سوختگی را جویا شده‌اید؟

دربارهٔ چگونگی حرکت نور باید بگوییم که نور بسیار سریع و در خط مستقیم منتشر می‌شود و مسیر مستقیم نور را پرتو نور گویند. سرعت نور بالاترین سرعتی است که تاکنون بشر در جهان کشف کرده است. این مقدار تقریباً برابر است با ۳۰۰ هزار کیلومتر در هر ثانیه؛ بدین معنی که نور خورشید حدود ۸ دقیقه طول می‌کشد تا فاصله زمین تا خورشید را که برابر با ۱۴۹ میلیون کیلومتر است، طی کند. آیا چنین سرعتی کم به نظر می‌رسد. حال اگر خراشیم فاصله زمین تا خورشید را با ماشینی با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت طی کنیم، ۱۷۷ سال طول می‌برد تا به خورشید برسیم.



■ مفاهیم عمومی نورشناسی

به فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی موج (یا بین هر دو نقطهٔ تکراری موج که شکل یکسان دارند) طول موج گفته می‌شود و آن را با علامت λ نشان می‌دهند.

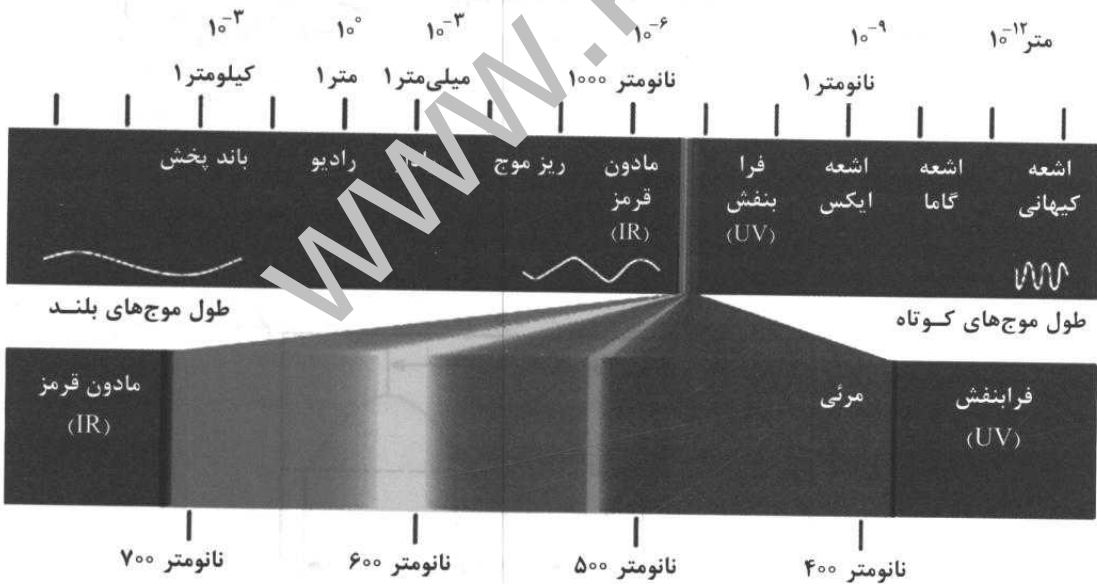


شکل ۱. نمودار طول موج یک موج نوری منتشر

در قسمتی از تابش الکترومغناطیسی، که به نور معروف است، طول موج مشخص کننده رنگ تابش است. با تعیین رنگ، انرژی و طول موج می توان یک موج را نسبت به دیگر موج ها سنجید. برای مثال، طول موج های کوتاه در طیف مرئی (۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) در ناحیه نور بین آبی و بنفش قرار می گیرد؛ در حالی که رنگ قرمز دارای طول موج های بلندتری است. بر اساس آنچه در بخش قبلی درباره مضر بودن آفتاب سوختگی بیان شد، آیا می توانید محدوده ای از امواج الکترومغناطیسی را که سبب آفتاب سوختگی می شوند، پیدا کنید؟

هر موج علاوه بر طول موج، یک بسامد دارد که با یکای هرتز^۱ اندازه گیری می شود و معیار اندازه گیری تعداد تکرار یک موج در واحد زمان است. براین اساس، نور تک فام نوری است که فقط شامل یک بسامد باشد. آیا می توانید انواعی از نور تک فام را نام ببرید؟ آیا نور خورشید و نور لامپ و مهتابی محیط اطراف شما تک فام اند؟ چه وجیهی برای تک فام بودن یا نبودن این نورها دارید؟

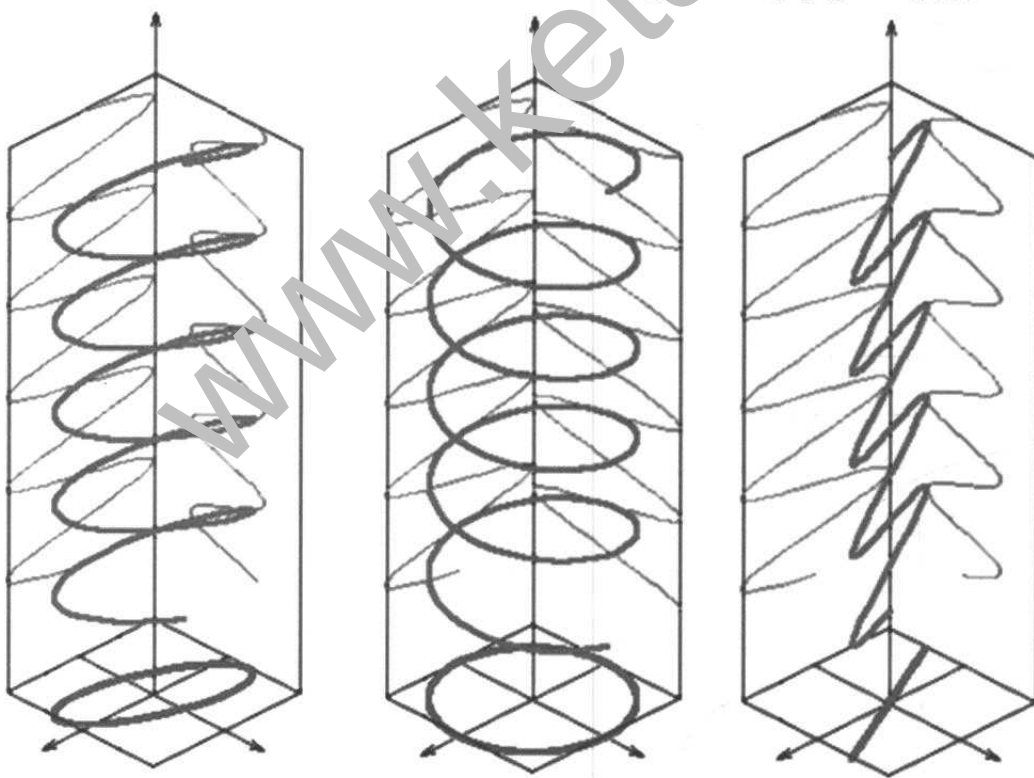
حاصل ضرب طول موج در فرکانس موج برابر با مقداری ثابت است که سرعت موج نامیده می شود. این سرعت برای تمام امواج الکترومغناطیس در خلأ مقدار ثابتی است که سرعت نور نامیده می شود و تقریباً برابر ۳۰۰ هزار کیلومتر در هر ثانیه در خلأ است.



شکل ۲. طیف امواج الکترومغناطیسی برحسب طول موج آنها

^۱. Hz

قطبش نور از دیگر مفاهیم مهم در زمینه اپتیک است. نور نوعی تابش الکترومغناطیسی است که از ترکیب دو میدان الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده است. تابش الکترومغناطیسی شامل میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی متغیر با زمان است که این دو میدان بر هم عمودند و موج در امتداد هر دوی آنها انتشار می‌یابد. قطبش نور نشان دهنده جهت ارتعاش بردار میدان الکتریکی نور نسبت به راستای انتشار آن است. در واقع، وقتی درباره قطبش نور صحبت می‌کنیم، صرف‌نظر از میدان مغناطیسی، فقط شکل نوسان میدان الکتریکی نور برای ما اهمیت دارد. شکل نوسان میدان الکتریکی مسیری است که میدان الکتریکی، در صفحه عمود بر راستای انتشار، روی آن حرکت می‌کند. شکل این مسیر، نوع قطبش را تعیین می‌کند؛ مثلاً وقتی میدان الکتریکی روی یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند، قطبش دایره‌ای و وقتی مسیر حرکت یک خط است، قطبش خطی داریم. سه نوع کلی قطبش عبارت‌اند از: قطبش بیضی‌گون، قطبش دایره‌ای و قطبش خطی که در واقع قطبش خطی و دایره‌ای هم حالت‌های خاصی از قطبش بیضی‌گون هستند. شکل زیر نمایشی از این سه قطبش نور است.



قطبش بیضی‌گون

قطبش دایره‌ای

قطبش خطی

شکل ۳. نمایش سه قطبش خطی، دایره‌ای و بیضی‌گون نور

در محیط اطراف ما چشمه‌های نور قطبیده متعددی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به لیزر، تلویزیون LCD، نور آسمان و بازتاب از سطوح صیقلی اشاره کرد. به نظر شما، نور خورشید قطبیده است یا غیرقطبیده؟ برای جواب خود چه استدلالی دارید؟

www.ketab.ir