

تداخل وپراش در فیزیک مهندسی

تألیف: دکتر حیدر مهدوی کنده

عنوان و نام پدیدآور : تداخل و پراش در فیزیک مهندسی / تالیف حیدر مهدوی.

مشخصات نشر : اردبیل: محقق اردبیلی، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری : ۱۰۵ ص.

شابک : 978-600-344-110-1

وضعیت فهرست : فیا

نویسی

یادداشت : کتابنامه.

موضوع : تداخل الکترومغناطیسی

موضوع : پراش

موضوع : نورشناسی

رده بندی کنگره : TK۷۸۶۷/۱۲/م۹ت۴ ۱۳۹۳

رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۲۲۴

شماره کتابشناسی ملی : ۳۶۱۸۲۳۵

نام کتاب: تداخل و پراش در فیزیک مهندسی

مؤلف: حیدر مهدوی

ناشر: محقق اردبیلی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شیران نگار

نوبت و سال چاپ: اول ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۴۴-۱۱۰-۱

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۲۰۰۰ ریال

آدرس : اردبیل سه راه دانش-بازار معطری - طبقه فوقانی -

پلاک ۸ تلفن ۰۴۵۳۳۲۴۰۰۸۱

۶	مقدمه.....
۹	فصل ۱: تداخل.....
۱۰	۱-۱ مقدمه ای بر تئوری موجی نور.....
۱۱	۱-۱-۱ پرتو نور، جبهه موج و سطح موج.....
۱۲	۱-۱-۲ موج تخت و موج کروی.....
۱۶	۱-۲ اصل هویگنس.....
۱۸	۱-۲-۱ اختلاف فاز و اختلاف راه.....
۱۹	۱-۲-۲ چشمه های نور همطور و ناهمطور.....
۲۰	۱-۲-۳ همطورسی دو موج.....
۲۲	۱-۳ ریاضیات تداخل.....
۲۲	۱-۳-۱ روش جبری برای تداخل امواج.....
۲۳	۱-۳-۲ تداخل پرتو های چند گانه.....
۲۵	۱-۳-۳ توزیع شدت.....
۲۷	۱-۳-۴ همطورسی مکانی و زمانی.....
۳۰	۱-۳-۵ تئوری همطورسی جزئی (نوارهای قابل مشاهده).....
۳۲	۱-۳-۶ شروط اساسی تداخل تقویت شده.....
۳۴	۱-۴ تداخل دو باریکه تقسیم شده از جبهه موج.....
۳۴	۱-۴-۱ آزمایش دو شکاف ینگ.....
۳۹	۱-۴-۲ دو منشور فرنل.....
۴۱	۱-۴-۳ جابه جایی (تغییر مکان نوار ها).....
۴۴	۱-۵ فیلم شکل گیده. تقسیم دامنه.....
۴۶	۱-۶ حلقه نیوتن.....

۴۹	مسائل حل شده.....
۵۹	تمرین ها.....
۶۳	فصل دوم: پراش (انکسار).....
۶۳	۱-۲ مفهوم پراش.....
۶۶	۱-۱-۲ طبقه بندی پراش.....
۶۸	۱-۲-۲ روش های ایجاد الگوهای پراش.....
۶۹	۱-۳-۲ نظریه ی پراش فرانهوفر.....
۷۰	۱-۴-۲ تک روزه.....
۷۱	۱-۵-۲ توزیع شدت.....
۷۴	۱-۶-۲ عرض زاویه ای.....
۷۶	۱-۷-۲ دو روزه.....
۷۹	۲-۲ مروری مجدد بر آزمایش ینگ.....
۸۰	۱-۲-۲ طیف های مفقود نظم.....
۸۱	۲-۲-۲ کمینه انکسار.....
۸۱	۲-۳ تعمیم به Π روزه.....
۸۲	۱-۳-۲ رنده ی نسخه.....
۸۶	۲-۴-۲ عیب های تصاویر بصری.....
۸۶	۱-۴-۲ محدودیت دقت.....
۸۷	۲-۴-۲ معیار رلیت.....
۸۸	۲-۴-۳ پهنای نوار و پخش.....
۹۰	۲-۴-۴ توانایی واضح نمایی یک رنده.....
۹۱	مسائل حل شده.....
۹۱	سئوالات.....
۱۰۰	تمرین ها.....

رشته های فنی و مهندسی با علوم پایه خیلی به هم نزدیک هستند، وقتی به هر رشته فنی دقت می کنیم می بینیم که اساس آن مفاهیم اصول اولیه شاخه ای از علوم پایه به خصوص علم فیزیک می باشد. به عبارت دیگر رشته های فنی صحنه عمل و کاربرد علوم پایه در صنعت و تکنولوژی می باشد. کشور های در جهان معاصر از قدرت و توانایی تکنولوژیکی برتری برخوردارند که از علوم پایه برتر برخوردار بوده و آن را کاربردی می کنند. کتاب حاضر بر گرفته از فیزیک مهندسی تألیف دکتر R.K.KAR استاد دانشگاه کلکته (انتشار اول آوریل ۲۰۰۶ و انتشار دوم سپتامبر ۲۰۰۸ - انتشارات New Central book agency(p) Ltd 8/1 Chintamani Das Lane, Kolkata 700 009) را در نمایشگاه بین المللی کتاب ۲۰۱۰ ابوظبی تهیه کردم و با بررسی محتویات و سرفصل های آن مطالب جالب توجه از موضوعات مختلف فیزیک در آن یافتم که تقریباً اکثر شاخه های فیزیک کاربردی را به نوعی پوشش می دهد کمتر کتابی با این همه سرفصل خوب و جامع یافت می شود. هر چند به نظر می رسد با توجه به حجم زیاد غلطیهای تایپی مخصوصاً در فرمولها دارداما کتاب بسیار جامع و مفیدی است. کلیه مطالب آن را برای دبیران و همکاران محترم فیزیک توصیه می کنم بنده به این دلیل که بخشهایی از کتاب را به سرفصل های کتاب فیزیک پیش دانشگاهی (امواج) خیلی نزدیک یافتم. موضوع تداخل را با بیان مبانی تاریخی و نظری و تحلیلی از همه مهمتر کاربردی بحث کرده است دو فصل کتاب را با عناوین تداخل و پراش (امواج مکانیکی و الکترو مغناطیسی) برای بحث انتخاب کردم که امیدوارم جهت مطالعه همکاران محترم فیزیک و همپنودانش افزایی دانش آموزان مستعد مفید واقع شود. خیلی دوست داشتم مطالب بیشتری را تهیه کنم اما ضیق وقت و مشکلات دیگر اجازه نداد بیشتر از این آماده کنم. در پایان از همه همکاران و مسئولین محترم مجتمع امام خمینی (ره) ابوظبی و سرپرستی مدارس جمهوری اسلامی در امارات و مدارس خارج از کشور تشکر می کنم.

حیدر مهنوی کنده

اپتیک را شاخه ای از علم می دانیم که به طبیعت و انتشار نور و بینایی می پردازد، گرچه نور و بینایی بوسیله فیلسوفان قدیم، مترادف تصور میشد. ولی الان می دانیم که بینایی یک پدیده کاملاً متفاوت از نور بوده و یک فرایند کاملاً پیچیده فیزیولوژیکی است که اپتیک فیزیولوژیکی نامیده میشود. علم بررسی طبیعت و انتشار نور فیزیکی، اپتیک نامیده میشود که بهتر است آنرا اپتیک موجی بنامیم زیرا در پدیده هایی مانند تداخل (فصل ۱)، پراش (فصل ۲) طبیعت موجی نور به کار رفته و این پدیده ها با طبیعت دوگانگی نور قابل فهم نیستند. در اپتیک هندسی طول موج نور بسیار کوچک فرض می شود. نور هندسی و پرتوهای اپتیکی (مطالعه خواص آینه ها و عدسی ها) با انتشار مستقیم الخطی بودن نور و اپتیک موجی (مطالعه پراش و تداخل) به طبیعت موجی نور بستگی دارد. ماکسول نظریه ای را مطرح کرد که بر اساس آن نور مانند موج رفتار می کند نه بصورت ذره، در اپتیک نیوتنی ذرات نور بصورت حرکت مقداری تیر (پیکان) حرکت می کنند که اصطلاحاً پرتو نامیده میشوند که تنها روی خط راست حرکت می کنند این پرتو ها به تمام جهات حرکت می کنند و به نظر نمی رسند با هم تداخل انجام دهند. هویگنس این سوال را بر علیه تئوری دوگانه مطرح که اگر نور شبیه تعداد تیر روی خط راست در حرکت است چگونه بقیه تیرها بدون برخورد از میان آنها عبور می کنند؟ در هر صورت اختلاف بین طرفداران تئوری موج و حامیان ذره ای بودن نور (که به غیر از نیوتن همه ضعیف بودند) توسط هامیلتون از بین رفت زیرا او نشان داد که اپتیک هندسی حالت حدی اپتیک موجی است. ($\lambda \rightarrow 0$). هر نوع انحراف از مسیر حرکت مستقیم نور، هر قدر هم که کوچک باشد، به نام پدیده پراش شناخته می شود. به همین علت، پراش به طور رایجی به صورت انحنای نور در اطراف یک مانع تعریف می شود. حرکت بر خط غیر مستقیم فقط در امواج رخ می دهد. بنا براین، پراش نمونه ی دیگری است که امواج خصیصه ای منحصر به فرد از خود نشان می دهند.

اولین مرجع به پدیده پراش در کارهای لئوناردو داوینچی (1452-1519) بزرگترین نقاش و نابغه همه جانبه کشف شد. گرچه، پدیده های پراش توسط دانشمند گریمالدی در یک کتاب که در سال 1665، دو سال پس از مرگش چاپ شده بود، به دقت توصیف شدند. هوک همچنین حضور نور در را در سایه ی هندسی مشاهده کرد و اولین کسی بود که این نظریه که نور متشکل از ارتعاشات سریعی است که آبی یا با سرعت بسیار زیاد در هر لحظه طی هر مسافتی پخش می شود ارائه کرد و معتقد بود که در یک رسانه ی همگن هر ارتعاش کره ای را تولید خواهد کرد که مرتباً بزرگتر خواهد شد.

فرق بین تداخل و پراش اینست که اگر دو تاموج که با ترکیب شوند، تداخل صورت می گیرد، اما اگر چشمه ها به تعداد زیاد وجود داشته باشند، به نظر می رسد که کلمه پراش غالباً استفاده می شود. در هر دو

حالت، ما در واقع شدت توزیع را برای دو پرتو (تداخل) یا بیشتر پراش (انکسار) تحت شرایط هندسی متفاوت می بینیم به عبارت دیگر از تداخل امواج در فضا نوارهای روشن و تاریک تشکیل می شود که معادلات عمومی آنها. اگر به طور عمومی از لحاظ ریاضی سخن بگوییم، برای تداخل دو موج Ψ_1 و Ψ_2

$$\Psi_1 = a_1 \cos(kx - \omega t + \delta_1)$$

$$\Psi_2 = a_2 \cos(kx - \omega t + \delta_2)$$

a_1 و a_2 که دامنه موجها بوده با برهم نهی موجها

$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2 = a \cos(kx - \omega t - \varepsilon)$$

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\delta_2 + \delta_1) \text{ و}$$

$$\tan \varepsilon = \frac{a_1 \sin \delta_1 + a_2 \sin \delta_2}{a_1 \cos \delta_1 + a_2 \cos \delta_2}$$

که از مقادیر کوچک ε چشمپوشی می کنیم.

اگر فرض کنیم $a_1 = a_2 = a_0$ باشد در آن صورت معادله نهایی تداخل دو موج به صورت زیر در می آید.

$$a^2 = 4a_0^2 \cos\{(\delta_2 - \delta_1)/2\}$$

خواهد بود.

معادله را برای پراش به صورت

$$\Psi_1 = a_1 e^{-i(kx - \omega t)} e^{i\delta_1} = p_1 e^{i(kx - \omega t)}$$

که دامنه مختلط است با جمع تعداد زیادی از امواج هارمونیک تخت با بسامد مشابه $p_1 = a_1 e^{i\delta_1}$

$$\Psi = \sum_n \Psi_n = (p_1 + p_2 + \dots + p_n) e^{-i(kx - \omega t)} = a e^{-i(kx - \omega t)}$$

$a = \sum p_n$ که دامنه برابری می باشد. معادله نشان می دهد که دامنه برابری مختلط با جمع دامنه های

مختلط منحصر به فرد برابری است.

در کل، می توانیم بگوییم که دو پدیده تداخل و پراش بیانگر حالات فیزیکی یکسان پدیده انطباق و ترکیب امواجی هستند که در یک زمان و در یک مکان از فضا تلاقی می کنند. حداکثر حالت انطباق یکی از دو حالت تقویت (reinforcement) یا ابطال (cancellation) امواج است که به آن ها به ترتیب تداخل سازنده و یا ویرانگر نیز می گویند. کلمات تداخل و پراش به حالات گوناگون آزمایش و تنظیم و بررسی می شوند که در جدول زیر نشان داده شده اند.

تعداد شکاف ها	اسم پدیده
(sharp edge) لبه تیز	پراش
یک شکاف	پراش
دو شکاف	تداخل
n شکاف	پراش

اگر تفاوتی میان پراش و تداخل باشد، در صورتی که آنرا تفاوت بنامیم، به علت قراردادی است که نوارهای انکسار حاصل انطباق موج های ثانویه مختلف هستند که از قسمت های مختلف همان جبهه موج می آیند در حالی که نوار تداخل نتیجه ی انطباق دو موجی است که از دو چشمه مرتبط همدوس (coherency) جدا از هم می آیند. پراش بخش امواج نوری با عبور آنها از یک شکاف یا مانع است. تداخل وقتی رخ می دهد که امواج نوری یکسان با هم تلاقی می کنند؛ این امواج گاهی همفازند یعنی برآمدگیهای آنها روی هم می افتد، و گاهی نیز ناهمفازند، یعنی برآمدگی یک موج با فرورفتگی موج دیگر تلاقی می کنند. دانشمند انگلیسی توماس یانگ آزمایشی ترتیب داد که در آن نور عمل پراش را با عبور از یک شکاف انجام می داد. در این آزمایش امواج نوری با هم تداخل کردند و در جاهایی که همفاز بودند نوارهای روشن و در جاهایی که ناهمفاز بودند نوارهای تاریک را به وجود آوردند.