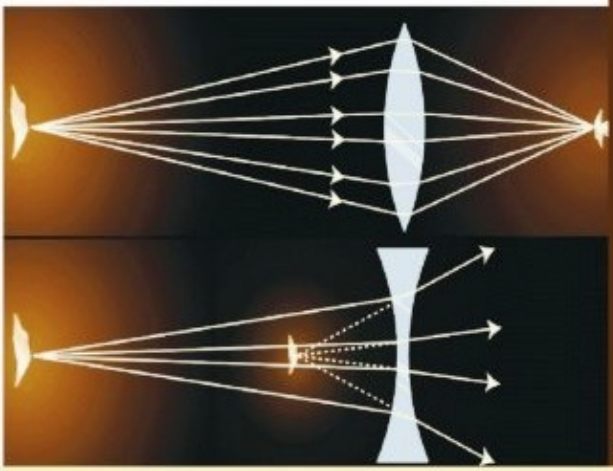
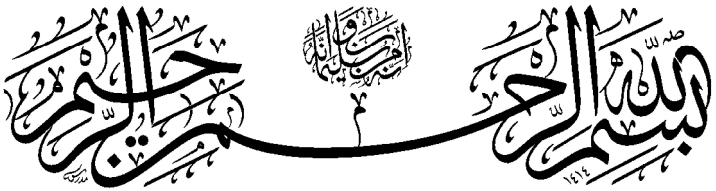
پوهنځی طب هرات

نور و فزیک جدید



پوهنوال غلام قادر دهگان

۱۳۹۱



(بخاطر برادر گرامی ام شهیدصوفی غلام حیدر که
آموختنم آموخت و اندیشیدن)

نور و فزیک جدید

اسم کتاب	نور و فزیک جدید
مؤلف	پوهنوال غلام قادر دهگان
ناشر	پوهنځی طب هرات
ویب سایت	www.hu.edu.af
تاریخ نشر	۱۳۹۱
چاپ	مطبعه افغانستان تایمز، کابل
داونلود	www.ecampus-afghanistan.org
تیراژ	۱۰۰۰

کتاب هذا توسط موسسه همکاری های اکادمیک آلمان (DAAD) از بودیجه وزارت خارجه فدرالی آلمان تمویل شده است.
امور اداری و تخنیکی کتاب توسط موسسه افغانیک انجام یافته است.
مسؤلیت محتوا و نوشتن کتاب مربوط نویسنده و پوهنځی مربوطه میباشد.
ارگان های کمک کننده و تطبیق کننده مسؤل نمی باشند.

اگر میخواهید که کتابهای تدریسی شما چاپ گردد، با ما به تماس شوید:
داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی، کابل
تیلفون دفتر ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰
ایمیل wardak@afghanic.org

آی اس بی ان 978849280827- 4

تمام حقوق نشر و چاپ همرای نویسنده محفوظ است

پیام
وزارت تحصیلات عالی

در جریان تاریخ بشریت کتاب برای کسب علم و دانش نقش عمده را بازی کرده و جز اساسی پروسه درسی بوده که در ارتقای کیفیت تحصیلات دارای ارزش خاص میباشد.از اینرو باید با در نظر داشت ستندردها و معیارهای شناخته شده جهانی و ضروریات جوامع کتب و مواد درسی جدید برای محصلین آماده و چا پ گردد.

از اساتید محترم موسسات تحصیلات عالی کشور قلبا اظهار سپاس و قدردانی مینمایم که با تقبل زحمات در جریان سالهای متمادی با تالیف و ترجمه کتب ممد درسی دین ملی خود را ادا نموده اند و از سایر اساتید و دانشمندان گرانقدر نیز صمیمانه تقاضا مینمایم که دررشته های مربوطه خود کتب و سایر مواد درسی را تهیه نمایند تا بعد از چاپ در دسترس محصلین گرامی قرار داده شوند.

وزارت تحصیلات عالی وظیفه خود میداند تا جهت ارتقای سطح دانش محصلین عزیز کتب و مواد درسی جدید و معیاری را آماده نماید.

در اخیر از وزارت خارجه کشور آلمان ، موسسه DAAD، سایر ادارات و اشخاصیکه زمینه چاپ کتب طبی اساتید محترم پوهنځی های طب کشور را مهیا ساخته اند صمیمانه تشکر مینمایم و امیدوارم که این کار سودمند ادامه یافته و به سایر بخش ها نیز گسترش یابد.

بااحترام
پوهاند دوکتور عبیدالله عبید
وزیر تحصیلات عالی
کابل ۱۳۹۱

چاپ کتب درسی پوهنځی های طب

استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمبود ونبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار میرود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو میباشند، آنها اکثرا به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده مینمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین فوتوکاپی میگردد.
برای رفع این مشکلات در دو سال گذشته ما چاپ کتب درسی پوهنځی های طب پوهنتون ها ی کشور را آغاز نمودیم وتا اکنون ۶۰ عنوان کتب درسی را چاپ نموده و به تمام پوهنځی های طب افغانستان ارسال نموده ایم.

این در حالی است که پلان ستراتیژیک وزارت تحصیلات عالی (۲۰۱۰ – ۲۰۱۴) کشور بیان می دارد:
« برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق وعلمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های دری و پشتو زمینه مساعد گردد. برای ریفورم در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به دری و پشتو حتمی و لازمی میباشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زود تر دسترسی بیابند.»
استادان و محصلین پوهنځی های طب با مشکلات زیاد مواجه اند. تدریس به میتود کهنه ،عدم دسترسی به معلومات و مواد جدید درسی و استفاده از کتب و چپتر های که به کیفیت بسیار پایین در بازار دریافت میگردد از جمله مشکلات عمده در این راستا میباشد. باید آن عده از کتاب هاییکه توسط استادان تحریر گردیده اند جمع آوری و چاپ گردند. با درنظرداشت حالت بحرانی کشور جنگ زده ما به دوکتوران ماهر و ورزیده نیاز داریم تا بتوانند در بهبود و ارتقای تحصیلات طبی و صحت عامه در کشور سهم فعال بگیرند. از اینرو باید توجه زیادتر برای پوهنځی های طب جلب گردد.
تا به حال ما به تعداد ۶۰ عنوان کتب مختلف طبی برای پوهنځی های طب ننگرهار، خوست ، هرات ، کندهار ، بلخ هرات و کابل را چاپ نموده ایم و پروسه چاپ ۵۰ عنوان دیگر جریان دارد که یک نمونه آن همین کتابی است که فعلا در دسترس شما قرار دارد. قابل یاد آوری است که تمام کتب چاپ شده مذکور بصورت مجانی برای پوهنځی های طب کشور توزیع گردیده اند.

به اثر درخواست وزارت محترم تحصیلات عالی، پوهنتون ها، استادن محترم ومحصلین عزیز در آینده می خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی (ساینس ، انجنیری ، زراعت و سایر بخش ها) و پوهنځی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنځی های مختلف را چاپ نماییم.

از آنجاییکه چاپ نمودن کتب درسی یک پروژه پروگرام ما بوده، بخش های کاری دیگر ما بطور خلاصه قرار ذیل اند :

1. چاپ کتب درسی طبی

کتابی که در اختیار شما است، نمونه از فعالیت های ما میباشد. ما میخواهیم که این روند را ادامه دهیم تا بتوانیم در زمینه تهیه کتب درسی با پوهنتون های کشور همکاری نماییم و دوران چپتر و لکچرنوت را خاتمه دهیم و نیاز است تا برای موسسات تحصیلات عالی کشورسالانه به تعداد ۱۰۰ عنوان کتاب درسی چاپ گردد.

۲. تدریس با میتود جدید و وسایل پیشرفته

در جریان سال ۲۰۱۰ توانستیم در تمام صنوف درسی پوهنځی های طب بلخ، هرات، ننگرهار، خوست و کندهار پروجیکتورها را نصب نماییم. برای ایجاد محیط مناسب درسی باید تلاش گردد که اطاق های درسی و کنفرانس و لابراتوارها مجهز به مولتی میدیا، پروجکتور و سایر وسایل سمعی و بصری گردند.

۳. ارزیابی ضروریات

وضعیت فعلی (مشکلات موجوده و چالش های آینده) پوهنځی های طب باید بررسی گردد و به اساس آن به شکل منظم پروژه های اداری، اکادمیک و انکشافی به راه انداخته شود.

۴. کتابخانه های مسلکی

باید در تمام مضامین مهم و مسلکی کتب به معیارهای بین المللی به زبان انگلیسی خریداری و به دسترس کتابخانه های پوهنځی های طب قرار داده شود.

۵. لابراتوارها
در پوهنځی های طب کشور باید در بخش های مختلف لابراتوارهای فعال وجود داشته باشد.

۶. شفاخانه های کدری
هر پوهنځی طب کشور باید دارای شفاخانه کدری باشد و یا در یک شفاخانه شرایط برای ترینـنگ عملی محصلین طب آماده گردد.

۷. پلان ستراتیژیک
بسیار مفید خواهد بود که هر پوهنځی طب در چوکات پلان ستراتیژیک پوهنتون مربوطه خود دارای یک پلان ستراتیژیک پوهنځی باشد.

از تمام استادان محترم خواهشمندیم که در بخش های مسلکی خویش کتب جدید تحریر، ترجمه و یا هم لکچرنوت ها و چپتر های خود را ایدیت و آماده چاپ نمایند. بعدا در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به شکل مجانی به دسترس پوهنځی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود. همچنان در مورد نکات ذکر شده پیشنهادات و نظریات خود را به آدرس ما شریک ساخته تا بتوانیم مشترکاً در این راستا قدم های مؤثرتر را برداریم.
ازمحصلین عزیز نیز خواهشمندیم که در امور ذکر شده با ما و استادان محترم همکاری نمایند.

از وزارت محترم خارجه آلمان ومؤسسه DAAD (همکاری های اکادمیک آلمان) اظهار سپاس و امتنان مینماییم که تااکنون چاپ 90 عنوان کتب طبی درسی را به عهده گرفته که از آن جمله پروسه چاپ 50 عنوان آن جریان دارد. از پوهنځی طب پوهنتون ماینز آلمان (Mainz/Germany) و استاد پوهنځی مذکور دوکتور زلمی توریال ، Dieter Hampel و موسسه افغانیک نیز تشکر میکنیم که در امور اداری و تخنیکی چاپ کتب با ما همکاری نمودند.

بطور خاص از دفاتر جی آی زیت (GIZ) و CIM (Center for International Migration and Development) یا مرکز برای پناهنده

گی بین المللی و انکشاف که برای من امکانات کاری در طی دو سال گذشته در افغانستان را مهیا ساخته است نیز اظهار سپاس و امتنان مینمایم.

از دانشمند محترم پوهاند دوکتور عبیدالله عبید وزیر تحصیلات عالی ،محترم پوهنوال محمد عثمان بابری معین علمی وزارت، محترم پوهندوی دوکتور گل حسن ولیزی معین اداری و مالی، روسای محترم پوهنتون ها، پوهنځی های طب و استادان گرامی تشکر مینماییم که پروسه چاپ کتب درسی را تشویق وحمایت نمودند.

همچنان از همکاران محترم دفترهرکدام دوکتور محمد یوسف مبارک، عبدالمنیر رحمانزی، احمد فهیم حبیبی ، سبحان الله و همت الله نیز تشکر مینمایم که در قسمت چاپ نمودن کتب همکاری نمودند.

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی
کابل، نومبر سال ۲۰۱۲ م

نمبر تیلیفون دفتر: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل آدرس: wardak@afghanic.org
textbooks@afghanic.org

ناشر اکتسابی: ستوارت جان سن ناشر ارشد تولیدات: الیزابت وین منیجر ارشد تولیدات: باب سمیت تزئین کننده ارشد: کرین ردیس کنچولی ناشر نگارش: انا ملهورن ناشر تصاویر: سار اویت و هیلری نومنتزئین کننده متون: لی گولدستین تزئین کننده پوش: دیود لیوی تصویر روی پوش از کمپنی **IBM** و مرکز تحقیقاتی المندن.

هنر خطاطی آن توسط کمپنی هنری امینجرنگ.

اندازه خط این کتاب ۱۲/۱۰ به خط تایمز اومن توسط تکنالوژی معلومات عصری تزئین ، چاپ و جلد توسط کوریر ویست فورد شده است. پوش آن توسط لی های ترتیب شده است.

این کتاب از ورق های بدون اسید تهیه شده است.

حق چاپ محفوظ است.

Copyright © 1990, 1962, 1978, 1992, 2002 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

هیچ بخشی از این کتاب قابل تولید دوباره ، ذخیره یا انتقال آن به هر شکل و وسیله ای مثلاً از طریق برق میخانیکی ، کاپی ، ضبط ، اسکن و

غیره به استثنای اجازه قانونی ۱۰۷ و ۱۰۸ ، ۱۹۸۷ ایالات متحده امریکا بدون اجازه ناشر ، نویسنده و مسؤلین به شرط آنکه به ازای هر ورق قیمت مناسب برای مرکز حق چاپ کتب که دارای نمبر فکس ۷۵۰-۴۴۷۰ (۹۷۸) است بپردازند میتوانند چاپ کند تقاضا برای اجازه پخش آن از طرف اداره داده میشود.

برای خرید کتاب، مشتریان به شماره تلیفون (۲۲۵-۴۹۴۵) به تماس شوند.

.....

مقدمه برای جلد ۳ و ۴

این چاپ پنجم کتاب درسیست که در سال ۱۹۶۰ چاپ شده و بنام فزیک برای شاکردان ساینس و انجینری توسط دیود هالیدی و رابرت سنگ به رشه تحریر درآمده است. در طی چهار دهه استندرد های برای کورس های مقدماتی سروی را فراهم کرده و از نگاه وضوع و تکامل عرضه خود مشهور است.

در چاپ حاضر ما تقلا کردیم تا درجه تفهیم کتاب را بدون کم کرده محتویات آن افزایش دهیم.

دوباره نویسی متن های آن به صورت اساسی انجام شده تا مواد درسی را برای شاگردانیکه جدید به موضوع وارد میشوند بسیار آسان و ساده نماید. ما کوشش کردیم تا مثال های جامع برای تمام مسائل اختصاصی و عمومی در اثنا تشریح فصل را فراهم سازیم. سیمای این چاپ تغیرات در روش آموزگاری و هم در ترتیب مواد در فصل ها می آورد و کسانیکه با جلد چهارم آن آشنا اند مقالات یکسانی را در این کتاب خواهند دید ولی با یک ترتیب معکوس. در ساختن این چاپ تازه ما جویای نظرهای

خواننده های قبلی شدیم و نیز نتایج فزیک تحصیلی را در نظر گرفتیم. تغیراتی که ما در این آورده ایم قرار ذیل است.

۱:- جمع آوری دوباره سبب حذف دو فصل از بخش اول شد و فصل های بخش دوم با شماره گذاری دوباره از شماره ۲۵ شروع شده است که نمایندگی از فصل ۲۷ چاپ چهارم میکند.

۲:- شاگردان معمولاً در محاسبات توزیع چارچ های متمادی ساحه برقی که یک طرز عمل تصوری معلق است مشکل دارند. اقدام بخاطر رسیدگی زودتر به مشکلات تصوری ، ما معرفی پروسه را با ارتباط به قوه الکتریکی کردیم نه با ساحه برقی به طور مثال در فصل ۲۵ ما در مورد محاسبه قوه های اعمالی که در یک خط چارچی نشان دادیم.
شاگردان معولاً درک بالاتری از قوه ها دارند نسبت به ساحه ، به این ترتیب ما می توانیم که طرز العمل های الجبری با قرینه فزیکی بوجود آوریم. بعداً محاسبات در باره ساحه و پوتانشیل خواهیم کرد. برای دلیل های مشابه ما معرفی طرح های نظری را در فصل ۲۵ در قرینه با قوه که موافق به معرفی فصل چهاردهم جلد اول که در باره قوه جاذبه است طرح کردیم.

۳:- قانون پخش را در فورد که در فصل قوانین گازات در چاپ قبلی بود به بحث ساحه برقی فصل ۲۶ این کتاب منتقل شد.

۴:- در فصل ۲۷ (قانون گازات) ما بحث خود را در رابطه بین جریان برق و ساحه خطی توسعه دادیم و حالا بحث در باره طرح های قراردادی قانون گازات به توزیع چارچ های متمادی قبل از ارائه آنها به هادی می پردازیم.

۵:- فصل ۲۹ (خاصیت الکتریکی) یک فصل جدید است که مواد در هادی و **Dielectrid** که در چاپ پیشتر به دو فصل خاذن و جریان گفته شده بود حالا با هم آمیخته شده است و به این وسیله می توانیم فرق بین مواد عایق و هادی را در ساحه برقی به آسانی تشخیص دهیم.

۶:- تحقیقات فزیکی تحصیلی نشان میدهد که شاگردان مشکلات عمده در شناخت سرکت های مستقیم دارند بنا بر این ما پیشکش های خود را درباره سرکت های **multi loop** آلات اندازه گیری کاهش دادیم.

۷:- حالا ما معرفی خود را در منابع ساحه مغناطیسی (فصل ۳۳) شروع می کنیم با پیشکش ساحه ای بخاطر یک چارچ مفرد حرکی و بعداً به بحث در باره یک عنصر معمولی می پردازیم این عمل میتواند یک برابری خوبی را در معرفی بخش مغناطیس که در فصل آینده کرده میشود (بحث در باره قوه یک چارچ مفرد حرکی نسبت به قوه یک عنصر معمولی) باشد. ما همچنان محاسبه

مستقیم یک ساحه محوری یک سلونوئید را با استفاده از قانون **Biot-savart** پیش از تکرار محاسبه و با استفاده از قانون امپیر مهیا ساختیم.

۸:- معرفی مومنت مغناطیس دو قطبی تا به فصل ۳۵ (خاصیت مغناطیس مواد) به تعویق افتاده است. این عمل به خاطریکه از یاد افتادن تکالیف بر شاگردان جلو گیری شود همرای مواد جدیدی که در فصل اول ساحه مغناطیسی به واسطه که یک ارتباط منطقی برای دسترسی به معرفی مغناطیس دو قطبی در قرینه ای که بصورت مستقیم به کار می افتد مهیا کنیم انجام شده است. ما تا به اندازه بحث اتم و خاصیت مغناطیسی هستوی را در اینجا با ترجیح در تعویق افتادن بحث های در باره جزئیات تا اینکه اندکی بعد از فصل معرفی اصل ساختمان اتم همراه با چرخ الکترون را مختصر کرده ایم.

۹:- ما فصل های ۴۰ ، ۴۱ ، ۴۲ و ۴۳ چاپ گذشته را در فصل ۳۸ و ۳۹ چاپ فعلی شکل داده ایم. فصل ۳۸ حالا به بحث در باره معادله ماکسول ، تطبیق آنها در امواج الکترو مغناطیسی و موادی که در فصل های ۴۰ و ۴۱ چاپ چهارم آماده می پردازیم. فصل ۳۹ به معرفی خاصیت امواج نوری به شمول انعکاس و انکسار و همچنان موادی که قبلاً در فصل ۴۱ ، ۴۲ و ۴۳ ظاهر شد ارتباط میدهد . تشکیل تصاویر

توسط آئینه مستوی در فصل ۴۰ ظاهر میشود طوریکه با بحث تشکیل تصویر توسط آئینه و عدسیه ها موافقت دارد.

۱۰:- در چاپ چهارم مقالاتی از فزیک جدید در میان متن ها عموماً در بخش که بنام (**Optional**) (اختیاری) نامیده میشد می درخشید.

در این چاپ استفاده از مثال هایکه در فزیک جدید در میان متن ها مناسب است ادامه می دهیم ولی بخش جدائی در فزیک جدید به فصل های ۴۵ تا ۵۲ پیوسته است، که به بحث در باره فزیک کوانتم و تطبیق آن به اتم اجسام جامد و هسته می پردازد. ما بر این انتقاد داریم که فزیک نسبیت و کوانتم اجزا ضروری برای معرفی در این کتاب هستند. ولی قضاوت در باره این مضامین توسط یک رابطه منطقی بهتر قابل فهم است نسبت به یک تشریح مجزا. مطابق با چاپ چهارم ما ادامه دادیم با جایگزین ساختن فصل های در باره نسبت مخصوص بین میخانیک قدیم یا کلاسیک در جلد اول که اعتقاد ما در باره اینکه نسبت متعلق به فصل های کلاسیک، سینماتیک و میخانیک است.

از فصل ۴۵ تا ۴۸ که بحث در باره فزیک کوانتم و تطبیقات آن به اتم اساساً دوباره از چاپ چهارم نوشته شده است. فصل ۴۵ تجارب قدیمی که خاصیت ذروی تششعات الکترومغناطیسی را معرفی (تشعشع حرارتی ، اثر فوتوالکتریک بخش کاپتون) میکند.

با وجودیکه مدرک غیر مبهم که برای امواج دو گانگی نور فقط از تجارب انتخابی تاخیر جدید بوجود می آید که حالا ما در فصل ۴۵ بحث میکنیم . نظر به اصل مواد شرودینگر
(**Schrodinger**) حالا در فصل ۴۵ بحث میشود همرای تطبیقات جزئی برای پوتانشیل ویل ها (**Wells**) و اتم هایدورجن در فصل ۴۷.
فصل ۴۸ که در باره ساختمان اتم بحث میکند مانند فصل ۵۲ چاپ چهارم است، همرای مواد اضافی جدید در خاصیت مغناطیسی اتم. مواد آخر این فصل عمدتاً با چاپ قبل متفاوت است.
ست سوالات (که همه کلید بخش ها فصل شده بود) بطور آگاهانه چاپ و جایگزین به دو گروپ شده است:
تمرینات و سوالات، تمرینات که کلید اش بخش ها است عمدتاً دوباره به حیث تطبیقات مواد تحد بخش پیشکش میگردد . و هدف آن اینست که شاگردان با مفاهیم، فورمول های مبهم، واحدات، ابعاد وغیره آشنا گردند.
سوالاتی که کلید برای بخش متن نیست معمولاً تقاضای استفاده مفاهیم را از بخش های مختلف یا حتی از فصل های قبلی می نماید .بعضی سوالات شاگرد را آگاه میسازد تا که تخمین کند یا که مستقلانه معلوماتی که ضرورت دارد تا سوال را حل کند جایگزین کند را چاپ و گروپ بندی تمرینات و سوالات ما همچنان بعضی از مسایل را در چاپ قبلی بود

حذف نمودیم . یک سوال متمم مسایل از دست رفته ای را مانند انتخاب سوالات و تمرینات جدید را پیوست خواهد داد ، مانند قبل که جوابات مسائل طاق در آخر کتاب ذکر میشد. حالا جوابات مسائل جفت در کتاب استاد موجود است. سوالاتی انتخابی نیز در آخر هر فصل درج شده است. سوالاتی انتخابی که عموماً تصوری در ذات است و معمولاً بینش غیر عادی درمواد.

جوابات، سوالات انتخابی به کتاب استاد در دسترس است سوالات کامپیوتری همرای ورق جدا شناسائی تکنیک جدید را تقاضا میکند یا سمبول های روش کار دستی مثل **Maple** و **Mathematica** توسعه مواد آخر فصل ها تحت نظر و معاونت واقعی آقای پاول استانلی استاد دانشگاه لوترین کالیفورنیا صورت گرفته است. ما مسرور هستیم تا از بصیرت و ابتکارات این شخص در این پروژه مستفید شدیم.

ما کوشش کردیم تا کتاب درسی را که معرف یک سروی کامل و دقیق برای معرفی فزیک در این کتاب است توسعه بدهیم با وجودیکه این امر مهمی است که ادعا کنیم. بعضی از استاد ها میخواهند تمام متن را از شروع تا ختم مخصوصاً در کورس یکساله تعقیب نمایند برای ایشان مهم است روش های متناوب در این متن وجود دارد.

معلمی آرزو دارد که به بحث در باره بعضی مقالات با یک تعمق عالی فکری بپردازد

(این اشخاص معمولاً میگویند : کم، زیاد است) قادر خواهند بود تا از بین این روش ها متن انتخاب کنند بعضی بخش های فرعی بنام (**Optional**) (اختیاری) نامگذاری شده است ، نشان میدهد که بدون نقص در ادامه درس و یا مفهوم آن میتوان از آن صرف نظر کرد که متعلق به طرح کورس یا دیگر بخش ها و یا حتی تمام فصل ها میتواند بعضی نکات آن صرف نظر شود کتاب معلم مانند نسخه همراه برای اختصار معلومات کتاب است، حتی اگر یک پیشگش کامل متن باقی بماند و شاگرد کنجکاو موفق به فهم نکات حذف شده شود که از نظر وسیع بودن موضوع شاگرد مستحق جایزه میگردد. ما آرزو میکنیم که متن های این کتاب به نحوی مانند نقشه جاده رعایت فزیک را بکند راه های بسیاری صحنه ای و مستقیم باید گرفته شود و تمام جاده ها ضروریست که استفاده شوند. در سفر اول مسافر مشتاق ممکن است تشویق شودتا برگردد در جستجوی مناطقی که در سفر های قبلی حذف شده بود.

متن این کتاب در دو جلد موجود است. جلد اول در برگیرنده سینماتیک، میخانیک و ترمودینامیک است و جلد فعلی در برگیرنده الکترومغناطیس، نور و فزیک کوانتم و تطبیقات آن است.

ضمایم موجود شامل :

- کتاب کلید جوابات برای استاد.
- کتاب برای استاد.

- منابع **CD** برای استاد.
- ذخیره سوالات.
- کتاب کلید جوابات برای شاگردان.
- رهنمائی مطالعه برای شاگردان.
- فزیک وانمود سازی.
- کارخانگی های **Egrade**.
- سیستم اداری.

در تهیه این چاپ ما از نصایح یک و نیم انتقاد کننده گان که بصورت انفرادی و جمعی نظریات و انتقادات با دقت خود را تقریباً در هر صفحه این کتاب پیشکش کرده اند مستفید شده ایم :

ریچارد برکیری – از دانشگاه لویولا

دونا کارمونی – از دانشگاه پوردو

ریچارد کرسمن – از دانشگاه کوست گارد امریکا

پاول دکسن – از دانشگاه ایالتی کالیفورنیا

جان فیدرسی – از انستیوت تکنالوژی نیوجرسی

دیود گویندا – از یونیورستی تکزاس

ستیورت گیزز – از یونیورستی شیگاگو

جیمز گیر هارت – از یونیورستی واشنگتن

جان گربز - از یونیورستی ایالت سان جوز

مارتین اک ورد – از یونیورستی ایالت اداهو
جانتن هال – از دانشگاه ایالت نیسلوانیا
اوشیری کارمون – از دانشگاه دیا بلوویلی
جیم ناپلتانو – از استیتوت پولی تخنیک رینلر
دونالد نالگی – از دانشگاه تکزاس
دوگلوز اوشرف – از دانشگاه استانفورد
هاروی پیکر – از دانشگاه ترینتی
انیونی بیتاکو – از دانشگاه عامه پیما
رابرت – از دانشگاه ایالت اوهایو
جان توتانگ – از دانشگاه ستیل

ما عمیقاً مدیون این اشخاص برای سعی و بینش که برای نویسنده مهیا کرده بودند هستیم.

ما نصایح گروپ فزیک تحصیلی دانشگاه واشنگتن را مخصوصاً از پاول هرنول و لیلن مک دورمات را به دیده قدر مینگریم. ما از حمایت همیشه گی کارکنان شرکت جان ویلی و پسران که در تهیه این پروژه مهیا کرده بودند سپاسگذاریم ما مخصوصاً از اداره و کنترول آقای استیورت جانسن و کوشش آنها در تکمیل کتاب تشکری می کنیم. معاونت اصلی در ساختن این کتاب در حصه کیفیت متن توسط ناشر آن الیزابت سوان ، ناشر عکس الاری نیومن، ناشر طرح تصویر انا ملهارن و تزئین کننده

کرین کینچول انجام شده است. که بدون مهارت و کوشش این اشخاص انفرادی این پروژه ممکن نبود.

با وجود بهترین کوشش های نویسنده و ناشرین ممکن است بعضی اشتباهات حتمی الوقعی موجود باشد و ما نظریات اصلاحات استفاده کننده گان را از طریق ارتباطات بخاطر آموزش بهتر به فال نیک میگیریم ما تمام ارتباطات و پیام خواننده گان را می خوانیم ولی با عرض تاسف که قادر به جواب دادن همه نخواهیم بود با وصف این ما خواننده گان را با فرستادن نظریات شان با آدرس انترنیتی ذیل تشویق میکنیم.

www.wiley.com/college/halliday

فهرست مندرجات

عنوان صفحه

فصل اول

امــواج نـــوری

۱ – ۱ طیف الکترومغناطیس ---------- ۱
نور ---------- ۳
شعاعات تحت قرمز ---------- ۳
امواج میکروسکوپی ---------- ۵
امواج رادیویی ---------- ۶
شعاعات ماورای بنفش ---------- ۷
شعاع X ---------- ۹
شعاع گاما ---------- ۹
۱ - ۲ نور قابل دید ---------- ۱۰
۱ – ۳ سرعت نور ---------- ۱۵
سرعت نور در جسم ---------- ۲۱

انتشار نور در اجسام (اختیاری) ---------- ۲۳
۱ - ۴ انعکاس و انکسار امواج نوری ---------- ۲۵
انعکاس و انکسار موج الکترومغناطیسی ---------- ۲۹
اشتقاق قانون انعکاس ---------- ۳۶
اشتقاق قانون انکسار ---------- ۴۴
۱ – ۵ انعکاس کلی داخلی ---------- ۵۳
۱ - ۶ اثر دوپلر برای نور ---------- ۶۱
اشتقاق اثر نسبی دوپلر ---------- ۶۹
اثر متقاطع دوپلر ---------- ۷۳
سوالات چند گزینه ای ---------- ۷۸
سوالات ---------- ۸۶
تمرینات ---------- ۹۳
مسائل ----------
۱۰۹
مسئله کامپیوتری ---------- ۱۲۰

.....

فصل دوم

آئینه ها و عدسیه ها

۲ - ۱ تشکیل تصویر بوسیله آئینه ها و عدسیه ها -- ۱۲۱

اوپتیک هندسی و موجی ---------- ۱۲۴

۲ – ۲ آئینه های مستوی ---------- ۱۲۷

تصویر یک جسم -------- ---------- ۱۳۱

تصویر معکوس ---------- ۱۳۴

۲ - ۳ آئینه های کروی ---------- ۱۳۹

معادله آئینه ---------- ۱۴۱

علامه های قرار دادی ---------- ۱۴۳

ترسیم شعاع ---------- ۱۴۸

استحصال معادله آئینه ---------- ۱۵۳

۲ – ۴ سطوع شکاننده کروی ---------- ۱۵۸

استحصال فورمول سطح شکاننده ---------- ۱۶۴

۲ - ۵ عدسیه های نازک ---------- ۱۶۷

علامت های قرار دادی ---------- ۱۶۹

ترسیم شعاع ---------- ۱۷۳

استحصال فورمول عدسیه های نازک ---------- ۱۷۵
سیستم دو عدسیه ---------- ۱۸۱
۲ - ۶ اسباب های اپتیکی ---------- ۱۸۸
ذره بین ساده ---------- ۱۸۹
میکروسکوپ مرکب ---------- ۱۹۳
تلسکوپ منکسره ---------- ۱۹۵
سوالات چند گزینه ای ---------- ۱۹۹
سوالات ---------- ۲۰۷
تمرینات ---------- ۲۱۵
مسائل ---------- ۲۳۳
مسئله کامپیوتری ---------- ۲۴۲

.....

فصل سوم

تـداخـل

۳ - ۱ تداخل دو منبع ---------- ۲۴۳

۳ - ۲ تداخل دو شکاف ------------------ ۲۴۷

تجربه دو سوراخی یانگ (Young) -------- ۲۵۴
۳ – ۳ ارتباط ، چسپیده گی (کوهرنس)------- ۲۵۷
۳ – ۴ شدت در تداخل دو شکاف ---------- ۲۶۲
انطباق امواج ------------------------ ۲۶۸
۳ - ۵ تداخل در فلم نازک ---------------- ۲۷۳
تغییر فاز در انعکاس --------------------- ۲۷۶
معادله برای تداخل فیلم های نازک----------- ۲۷۹
برگشت نور و تغییر فاز در انعکاس نوری ------- ۲۹۰
۳ – ۶ تداخل سنج مایکل سن ------------- ۲۹۳
تداخل سنج مایکل سن و انتشار نور ----------- ۲۹۷
سوالات چند گزینه ای ------------------ ۳۰۳
سوالات ---------------------------- ۳۱۱
تمرینات --------------------------- ۳۱۹
مسائل ----------------------------- ۳۳۱

....

فصل چهارم

تــفــرق

۴ - ۱ تفرق و نظریه موجی نور ------------- ۳۳۷
۴ - ۲ تفرق در درز منفرد ----------------- ۳۴۵
۴ - ۳ شدت در تفرق درز واحد ------------
۳۵۱
محاسبه شدت -------------------------
۳۵۶
۴ – ۴ تفرق در شکاف دایروی ------------
۳۶۴
۴ - ۵ تداخل دو شکاف و ترکیب تفرق -------
۳۷۰
اشتقاق فازی معادله ۴ - ۱۷ ---------------- ۳۸۲
سوالات چند گزینه ای ------------------ ۳۸۶
سوالات ---------------------------
۳۹۲

تمرینات ---------------------------- ۳۹۵
مسائل ---------------------------- ۴۰۶
مسائل کامپیوتری ---------------------- ۴۱۱

زمستـان
۱۳۸۵

تصدیق

بخشی از کتاب (۴) Physics تآلیف Resnick, Halliday, krane یعنی فصول ۳۹، ۴۰، ۴۱ و ۴۲ که مربوط موضوعات نور هندسی و موجی میباشند از زبان انگلیسی به دری توسط محترم پوهنمل غلام قادر دهگان استاد پوهنتون هرات ترجمه گردیده از آغاز تا انجام مطالعه و دو بار به مترجم آن جهت اصلاحات لازم، ضروری و موضوعات و پارگراف های که از ترجمه باز مانده بودند فرستاده و رهنمای لازم نموده ام ترجمه آخر یا بار سوم آن که تاب حاضر میباشد به دقت و حوصله مندی بیشتر صورت گرفته است.

کتاب به روش معمول کتاب نویسی با کار برد اصطلاحات مروجه علم فزیک به زبان سلیس، روان و عام فهم ترجمه شده است. از اینکه خلا و کمبود کتب درسی در پوهنتون ها مشکلات محصلان را دو چند ان ساخته این ابتکار استاد محترم دهگان را به دیده قدر نگریسته و یک قدم

نیک و به موقع در راستای پر کردند خلا کمبود کتاب و رفع مشکلات محصلان میدانم.

من از ترجمه کتاب حاضر که به تمام امانت داری و رعایت اصول کتاب نویسی انجام شده است تصدیق نموده و برای ترفیع به رتبه علمی پوهندوی در صورت تکمیل سایر شرایط کافی میدانم لهذا ترفیع محترم پوهنمل غلام قادر دهگان از رتبه علمی پوهنمل به رتبه علمی پوهندوی پیشنهاد می نمایم. در آخر برای محترم استاد دهگان از درگاه ایزد متعال خواهان موفقیت های هر چه بیشتر در زندگی علمی شان می باشم.

پوهندوی زلمی احمدزی

استاد دیپارتمنت فزیک پوهنځی ساینس پوهنتون کابل

پیشگفتار

در شرایط امروزی کشور عزیز ما افغانستان توجه به کمبود استادان مسلکی در رشته ریاضیات و فزیک عدم هم آهنگی پروگرام های درسی، محدودیت جدی کتب و نشر آن و عوامل دیگری نیز موجود است که عرصه تدریس ریاضیات و فزیک را در مربوطات معارف و تحصیلات عالی دچار مشکلات نموده است، اکثراً شاگردان که وارد موسسات تحصیلات عالی میگردنند، در فراگیری مضامین فوق دچـــار سر درگــومی و قسماً با دشواری های زیادی مواجه اند.

بنا برین لازم است تا برنامه های دروس فزیک سال اول تحصیلات عالی طوری طـــرح ریزی شود که متمم معلومات دوره لیسه محصلان بوده و در عین زمان با نیاز مندی های آینده شان هم آهنگ باشد ، مبتنی بر همین مصلحت گـــرچه کتب معتبر از اساتید محترم پوهنتون های کابل در رشته های مختلف فزیک و ریاضیات بدست داریم که از نظر متن و

محتوا خیلی با ارزش است، و استفاده شایان میگردد، ولی من هم نظر به دساتیر اعضا محترم دیپارتمنت پاراکلنیک و ضرورت مبرم وظیفه گرفتم تـا یک بخشی از کتاب نور و فزیک جدید که یکی از جمله معتبر ترین کتب جدیـد فـزیک بـــوده کـــه در سال ۲۰۰۲=۱۳۸۰ در تهران تدوین شده و فهرست بندی آن بر اساس مـعـــلومات CIP است. شماره استاندرد بین المللی کتاب ۹-۳۲۰۵۷-۷۴۱-۰ بوده و در چهار جلد قـــرار ذیل ترتیب و تنظیم شده است:

جلد اول : فزیک میخانیک.

جلد دوم : فزیک مایعات ، امواج و حرارت.

جلد سوم : فزیک برق و مغناطیس.

جلد چهارم : نور و فزیک جدید.

و از جلد چهارم ، چهار فصل ترجمه شده است که قرار ذیل اند :

فصل اول : شامل امواج نوری، نور و شعاعات .....

فصل دوم : شامل آئینه ها و عدسیه ها .....

فصل سوم : چون تداخل و مسائل مربوط آن.

فصل چهارم : محتوا تفرق و سوالات چند گزینه ای مربوط آن.

این مجموعه برای محصلان موسسات تحصیلات عالی خصوصاً پوهنحی هـــای ساینس، طب، تعلم و تربیه و انجینری مفید است. و مولف این کتاب پروفیسور دیود هـالیدی... بوده در پوهنتون های ایران و امریکا

تدریس میگردد، در اخیر از همکاری و رهنمای های بی دریغ استاد محترم پوهندوی زلمی احمدزی ، استاد فزیک پوهنحی ساینس پوهنتون کابل که در ترتیب و تنظیم آن بنده را نهایت همکاری خسته گی ناپذیر را نموده از صمیم قلب سپاسگذارم و همچنان از استاد محترم پوهاند الحاج عبدالظاهر استانگزی معاون علمی پوهنتون کابل اظهار امتنان می نمایم . و هم جای دارد که از حیدر ناصر که بنده را در کامپیوتر و دیزاین معاونت کرده تشکر کنم. و هم از تمام علاقه مندان و اهل علم و دانش استدعا دارم تا از نظریات و پیشنهادات خویش بنده را مطلع سازند.

با احترام

غ . ق . دهگان

زمستان ۱۳۸۵

بنام خدا

فصل ۱

امـــواج نـــوری

در این فصل درباره خاصیت امواج نوری به شمول تشعشع قابل دید، سرعت انتشار در خلأ و ماده، تغییر جهت وقتیکه نور با مرز دو محط بر خورد میکند که سرعت انتشار در آن متفاوت باشد و اثر دوپلر (تغییر فریکونسی مربوط به حرکت منبع و ناظر بیننده) بحث نموده آنرا مورد مطالعه قرار می دهیم. از اینکه چیز اساسی وجود ندارد که نور را از دیگر نوع موج الکترومقناطیسی نیز میتواند صدق کند. این فصل به حیث یک پل بین مباحث امواج الکترومقناطیسی در فصل قبلی و بحث اپتیک که موضوع فصل آینده ما است خواهد بود.

۱-۱ طیف الکترومقناطیس:*

* Specturm یک کلمه لاتینی است به معنی شکل (Form) یا appearance لغات آشنا دیگری از همین ریشه (spectaele) و (Species) می باشد، نیوتن این لغات را برای تشریح کمان رستم که در نتیجه عبور دسته نور از منشور شیشه ئی بوجود می اید معرفی نموده و بکار برد. امروز ما در باره طیف الکترومقناطیسی صحبت می نماییم تا انواع مختلف تشعشع الکترومقناطیسی را مطابق فریکونسی و یا طول موج آنها از کوچک تا طویل طبقه بندی نموده نشان دهیم، ما همچنان در باره طیف سیاسی که نشان دهند وسعت نظریات سیاسی از محافظه کاری تا ازادی خواهی یا لیبرال بودن صحبت می نمائیم.

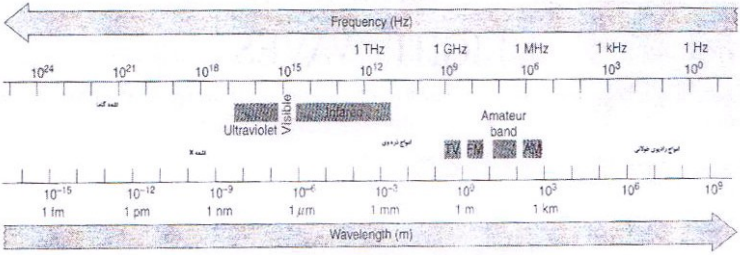
در زمان ماکسول نور و اتصال شعاع تحت قرمز و ماورای بنفش تنها انواع شناخته شده شعاعات الکترومقناطیس بودند. طیف الکترومقناطیس که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. شامل ساحه وسیع از شعاعات مختلف از منابع متنوع است. از نظر ماکسول ما نتیجه میگیرم با وجودیکه این شعاع ها از نظر خاصیت تولید و طریقه که ما آنرا دریافت میکنیم اختلاف عمده دارند ولی دیگر خواص شان به طور عموم با هم مشابه اند.

تمام آنها می تواند که در بخش های برق و مقناطیس توضیح شوند و تمام آنها در خلأ سرعت سیر مساوی دارند (سرعت نور).

در حقیقت نظر به اساس آنها طول موج و فریکونسی مختلف دارند. نام های که به ساحات مختلف طیف در شکل ۱-۱ نشان داده شده اند باید با طریقه های مختلفی که امواج تولید و جذب میشوند انجام شوند. به غیر از اختلاف در طول موج دیگر کدام طریقه مثبته که موج در ساحه قابل دید را از موج در ساحه تحت قرمز تفریق کند وجود ندارد. امواج اشکال یکسان و توضیح ریاضیکی مشابه دارند کدام شکاف در طیف وجود ندارد و نه کدام سرحد نیز بین کتگوری های مختلف وجود دارد. ساحات معینه طبق قانون برای استفاده های دیگر اختصاص داده می شوند مثلاً نشرات تلویزیون AM و یا FM.

اجازه بدهید که بعضی از انواع شعاعات الکترومقناطیس را با جزئیات بیشتر مطالعه نماییم.

۱:- نور: ساحه قابل دید طیف آن است که برای ما و شما خوب آشنا باشد بخاطریکه به حیث یکنوع گیرنده های توافق کرده (چشم) داریم که با شعاعات شدید الکترومقناطیس که بوسیله آفتاب تولید می شوند حساس هستند. نزدیکترین منبع خارج ارضی محدوده طول موج ساحه قابل دید بین ماوردی بنفش $400nm$ تا به $700nm$ سرخ است. لذا می تواند بوسیله اجتماع رقیق اتم ها انتشار یابد مانند گاز که در آن نور خاصیت اتم های انفرادی را دارد و یا توسط اجتماع غلیظ اتم ها مانند یک جامدی که در آن نور خاصیت تمام جسم را دارد، مطالعه نوری که بوسیله آفتاب و یا ستاره ها دورتر آزاد می شود می تواند به ما معلوماتی درباره ساختمان کیمیاوی، درجه حرارت و حرکت آن بدهد.

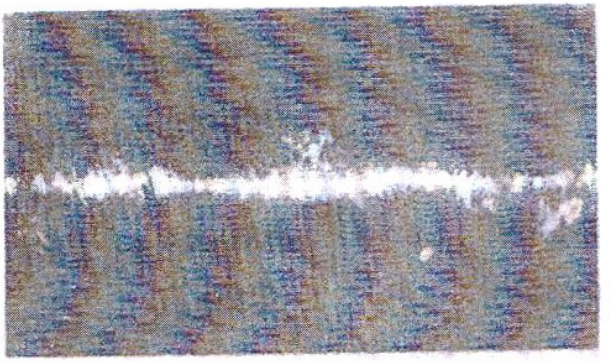


شکل ۱-۱: طیف الکترومقناطیسی. هر دو مقیاس طول موج و فریکونسی بصورت لگارتمیک میباشند.

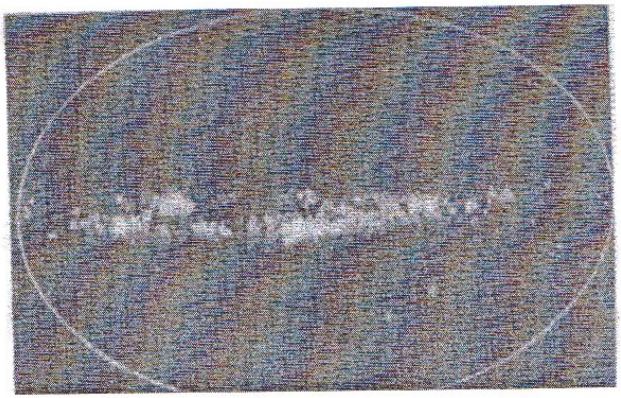
۲:- شعاعات تحت قرمز: شعاع تحت قرمز که طول موج طولانی تر از اشعه قابل دید دارد از $(0,7\mu m$ تا $1mm)$ بطور عموم بوسیله اتم ها

و یا مالیکول ها آزاد می شوند. وقتیکه حرکت دورانی و یا اهتـزازی شـان را تغییر میدهند شعاع تحت قرمز بعضـی اوقـات بنـام شـعاع گرمـا نیـز یـاد میشود بخاطریکه این اشعه بـا حـرارت کـه بوسـیله تشعشـعات انتقـال داده میشود هم آهنگ است. مانند جسمی که انرژی را بدست می آورد و یا از دست میدهد. اجسایم را با حرارت در ساحه که مـا بطـور نارمـل تصـادف میکنیم شدیدترین شعاعات خود را در ساحه تحت قرمز آزاد میکند.

اتم های که شعاع تحت قرمز از فضا (ساحه) به ما معلومات ارائـه میـدارد. آنهای که از شعاع حداقل دید بسدت آمده است.



شکل ۱-۲: $a-$ تصویر مادون قرمز مسیرهای شـیری کهکشـان کـه توسـط سـتلایت *IRAS* اخذ شده است.



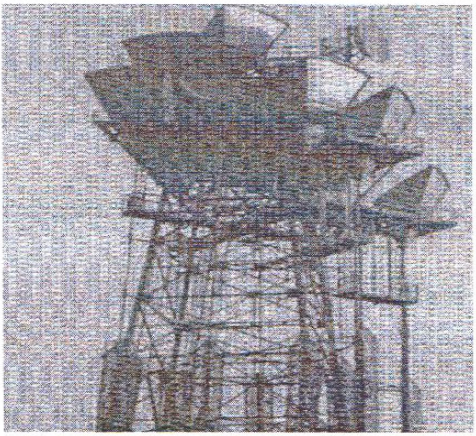
b– تصویر قابل دید مسیر شیری قسمت های تصویر قابل دیده خصوصاً قسمت های نزدیک مرکز کهکشان توسط خاک و ابرها بصورت تاریک درآمده و بالای تصویر مادون قرمز تاثیری ندارد در دو مورد ذیل کهکشان و طرف راست مرکز ابرهای کوچک و بزرگ *Magellanicis* اند که کهکشان های باهم قرین با مسیرهای شیری را نشان میدهد.

۳:- امواج میکروسکوپی: امواج میکروسکوپی میتواند مانند امواج کوتاه رادیویی حساب شوند با طول موج وصفی بین $(1mm - 1m)$ بطور عموم بوسیله ساختمان های حرکی (جنبنده) الکتریکی تولید می شوند. مثلاً در صورت موجودیت های اجاق های $(Micro\ waves)$ بطور عموم برای مکالمات تیلفونی بکار می روند (۳-۱) در توازن عالم جهان مملو از شکایات که بقایای حادثه $(big\ bing)$ که اصلیت جهان در

حـدود 10^{10} سـال قبـل نشـان میدهـد ایـن تشعشـعات تقریبـاً در سـاحه *MicroWave* در طیف هستند.

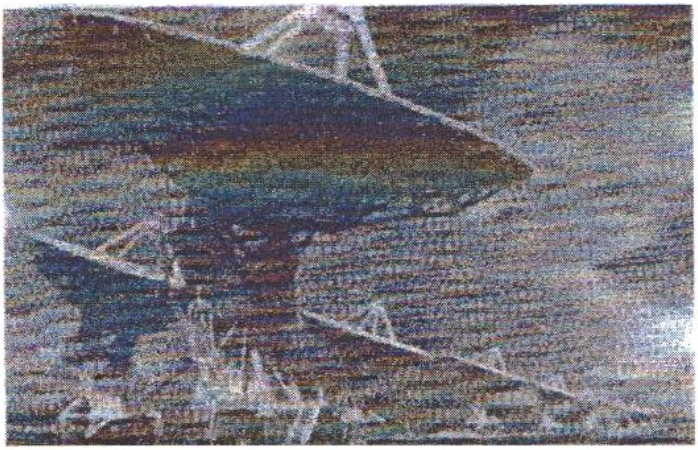
۴:- امواج رادیویی: امواج رادیـویی طـول مـوج طـولانی تـری از $1m$ دارند. آنها متیوانند بوسیله الکتـرون هـای کـه در سیسـتم هـا شـرکت های الکتریکی در حال حاضر اهتزاز دارند تولید شوند و آنتن ها میتواننـد بدون انتقال و دریافت امواج رادیویی کـه سـیگنال هـای ($AM-FM$ و TV) را انتقال میدهند استفاده میشود.

همچنان منابع تولید کننده امواج نوری خـارجی ارضـی وجـود دارنـد کـه شدیدترین آن آفتاب است. که آزاد سازی امواج رادیوی آن می تواند بـا امواج رادیویی و تلویزیونی روی زمین مداخله کند سیاره مشتری هم یک منبع فعال آزاد سازی امواج رادیویی است. چنـین امـواجی کـه بـام سـتاره شناسی رادیویی یاد میشود به ما معلومـات زیـادتر در بـاره جهـان ارزیـابی فراهم میکند. شکل ۱-۴ مثالی از رادیوتلسکوپ بوده و شکل ۱-۵ نقشـه از امواج رادیویی می باشد.



شکل ۱-۳: یک مرکز تقویه کننده موج می باشند که وظیفه اخذ و انتقال دوباره سیگنال های که مسئول تأمین ارتباطات بین مسافه های طولانی است.

۵:- شعاعات ماورأی بنفش: شعاعات با طول موج کوتاه تری از اشعه قابل دید شعاع ماورأی بنفش را شروع میکند $(1nm - 400nm)$ که میتواند بوسیله الکترون ها و همچنان بوسیله منابع حرارتی مانند آفتاب تولید شوند. قرارگرفتن در معرض شعاع ماورأی بنفش می تواند سبب آفتاب سوختگی و حتی سرطان پوست شود. لذا جای خوشبختی است که تعدادی از شعاعات ماورأی بنفش بوسیله اتموسفیر زمین جذب میشوند. بخاطر این جذب باید ستاره شناس ماورأی بنفش به معلومات از دیدگاه مدار زمین متکی باشد.



شکل ۱-۴: یکی از دیش آنتن های رادیوتلسکوب های با قطر $25cm$ در $(very\,l\arg e\,array)$ در نزدیکی $SOCORRO$ در $New\,mexieo$ دیش آنتن های ۲۷بصورت (Y) شکل در مسیر خطوط آهن تنظیم شده ان که هر پایه اش ده میل طول دارد این تنظیم مشابه به دیش واحدی با قطر 20 میل است.

شکل ۱-۵: یک تصویر رادیویی مسیر شیری کهکشان با شکل ۱-۲ مقایسه کنید.

این تصویر با طول موج $73cm$ گرفته شده است این اشعه اکثراً توسط الکترون های پر انرژی که ذریعه ساحات مقناطیسی موجود در کهکشان منحرف میشوند تولید میشوند تجلی قوی که از سطح کهکشان بیرون میزند ولی در شکل ۱-۲ ظاهر نشده را در نظر داشته باشید.

۶:- شعاع X: شعاع x با طول موج وضعی بین $(0,01nm-10nm)$ میتواند با طول موج های مجزا در اتم ها بوسیله انتقالاتی که شامل الکترونهای که بطور محکم پهلوی هم واقع شده اند تولید شوند و همچنان میتواند در یک ساحه متناوب از طول امواج وقتیکه پارچه ها چارچ دار میشوند مانند الکترون های که از سرعت شان کاسته میشود بخاطریکه شعاع x از انساج صاف عبور کرده می تواند لاکن از استخوان عبور کرده نمی تواند مورد استفاده زیادی در طبابت پیدا کرده است.
بطور عادی ستاره ها آزادکننده های قوی شعاع x نیستند لیکن در سیستم ستاره ای جفتی ماده از یک ستاره میتواند شعاع x تولید کند وقتیکه حرارت و سرعت داده شود طوریکه در ستاره دیگربیفتد.

۷:- شعاع گاما (γ): شعاع γ که کمترین طول موج را در طیف الکترومقناطیسی دارد در اثر تخریب هسته های رادیواکتیو و اجزای عناصر مشخص آزاد میشوند (کمتراز $10\,pm$) بیشترین قدرت نفوذیه از

شعاعات الکترومقناطیسی دارند و قرار پائین درجه حرارت شعاع γ در وجود برای گرفتن تصویر اجزای داخلی برای داکتران بکار میرود. هر جز از هسته رادیواکتیو شعاع اشعه γ مخصوص بخود را آزاد میکند و این آزاد شدن شعاع γ از ستاره ها و کهکشان ها به ما شواهد درباره موجودیت عناصر مخصوص و موجودیت پروسه های خاص هستوی در جهان میدهد.

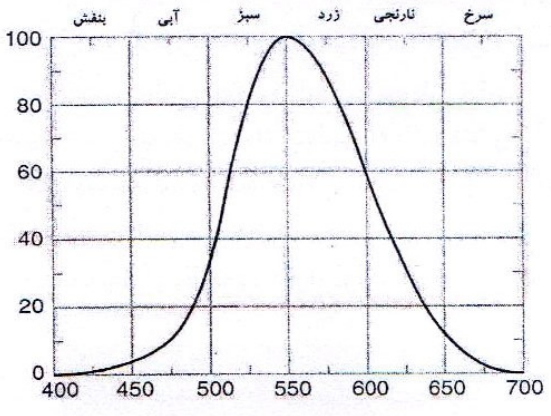
از توضیحات فوق دانسته میشود که منابع طبیعی و مصنوعی شعاعات الکترومقناطیسی وجود داردو همچنان میتوانید ببینید که مطالعه شعاعات الکترومقناطیسی و در تمام طول امواج می تواند برای افزون علم خود درباره ساختمان و تکامل جهان استفاده شود. مطالعات ما درچند فصل آینده بر طبیعت طول موج آن متمرکز خواهد بود هر چند بعضی از تجارب پیشنهاد میکند که نور به حیث امواج صاف مختلف محسوب شوند بلکه بحیث بندل های فشرده الکترومقناطیسی انرژی که فوتون نامیده میشود حساب شود.

۱-۲ نور قابل دید: ما نور قابل دیدی را بطور عملی اینطور تعریف می کنیم که نور عبارت از شعاع الکترومقناطیسی است که چشم به آن حساس است حساسیت به اشیامختلف شاید متفاوئت باشد لیکن انسان ها

شعاعات با طول موج بین $(400nm - 700nm)$ دریافت میکنند در این محدوده حساسیت به شعاعات با طول امواج مختلف ثابت نیستند زیادترین حساسیت نزدیک $(555nm)$ که به رنگ زرد – سبز برابری میکند واقع میشود. حساسیت و سرعت در طول موج کوتاه و طولانی کاهش مییابد ما به سختی می توانیم ساحه نور قابل دید را تعیین کنیم جائیکه حساسیت برابر ۱% یا قله است $430nm$ از امواج آبی و $690nm$ امواج سرخ. منابع نور قابل دید متکی بر حرکت الکترونها است الکترونها در اتم ها می توانند از کمترین حالت انرژی به زیادترین حالت انرژی ارتقأ کنند به عباره دیگر بطور مثال وسیله گرم کردن یک ماده و یا بوسیله عبور جریان الکتریکی از زمانیکه الکترونها به پائین ترین سطح خود سقوط میکنند اتم شعاعات را آزاد میکند که در ساحه قابل دید طیف باشد. آزاد سازی نور قابل دید مشخصاً مانند یکدیگرند در حالیکه الکترون های بیرونی آنهایی اند که انتقالات را می سازند. آشناترین منبع نور قابل دید آفتاب است سطح آن شعاعاتی را در طول تمام طیف الکترومقناطیس منتشر میکند لیکن شدیدترین تشعشع آن در ساحه است که ما آنرا ساحه قابل دید توصیف کردیم.

شدت تشعشع آفتاب در قله در طول موج تقریا $550nm$ که با قله حساسیت متوسط دریافت انسان برابری میکند. این به ما می آموزاند که در انتخاب طبیعت چشمان ما طوری باز میشوند که حساسیت آن با طیف

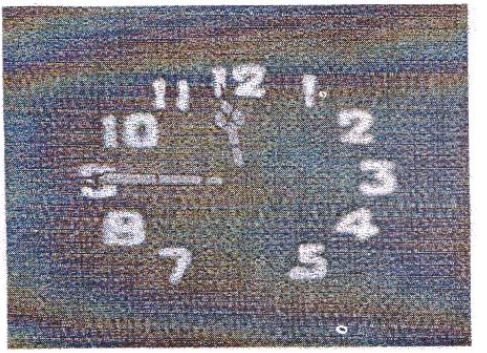
آفتاب برابری کند تمام اجسامیکه شعاع الکترومقناطیسی آزاد می کنند بنام شعاع حرارتی یاد میشوند. بخاطریکه درجه حرارت آن اجسام مانند که شعاع حرارتی آن قابل دید است بنام $(Incasdoscent)$ سفید شونده از گرما یاد میشود. و دیگر اشیأ معمول سفید شونده از گرما فلامنت ها گروپ های معمولی است و ذغال تابنده یا درخشان داخل آتش ذغال چوب است.



شکل ۱-۶: ارتباط حساسیت چشم انسان با تابعیت از طول موج.

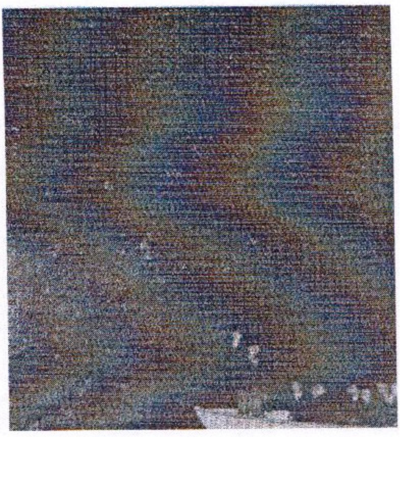
سفید شدن در اندک گرما بطور نورمال با اجسام گرم هماهنگ است بطور وضعی درجه حرارت بالاتر از $1000^{o}C$ ضرورت است. همچنان امکان دارد که نور از اجسام سرد منتشر شود این حادثه بنام $(Lu\,\min escence)$ یاد می شود. مثال های شامل چراغ های فلورسنت

روشن کننده و دریافت کننده های تلویزیوئن در صورت موجودیت چراغ فلورسنت یک جریان الکتریکی از داخل گاز در یک تیوب سبب میشود که الکترونها به یک حالت بالاتری انرژی قرار گیرند وقتی که الکترون ها به حالت اصلی انرژی بر گردند آنها انرژی زیاد خود را به طوری شعاع ماورای بنفش آزاد میکنند این شعاع بوسیله اتم های سطح داخلی تیوب بسته جذب می شوند و بعداً شعاع قابل دید را آزاد می سازند. و در صورت ساعت ها تاباندن نور ضمناً سبب هیجان میشود. اجسام درخشان می توانند به دو کتگوری تقسیم شوند با توجه به طول موج و مدت آزادسازی نور بعد از اینکه منبع قطع میشود 10^{-8} sec بنام فلورسنت یاد می شود بطور مثال فلورسنت اجسامی که به تابش بعد از برداشتن منبع همچنان ادامه می دهند مانند صفحه ساعت بنام فلورسنت یاد می شود و ماده که سبب این حادثه میشود بنام فوسفور می نامند.



شکل ۱-۷: یک ماده تابنده باعث میشود تا شماره ها بالای ساعت مذکور بصورت تابنده و قابل دید در آیینه از ترکیب رادیوم رادیواکتیف با فاسفور جهت انرژی القائی استفاده میکند.

لومینوسنس می توان اسباب مختلف داشته باشد وقتیکه انرژی اتمی عبور می کند. از یک عکس العمل کیمیاوی منشأ میگیرند بناً شمیلومسنس یاد می شود. اغلباً این تاثیرات از اشیا زنده بوجود می آید. مانند اجسام آٓبزی که در این حالت بنام بیالومنسنس یاد میشود شکل ۱-۸ نور همچنان بوسیله تصادف کرستل های مشخص مانند شکر منتشر میشود که این حادثه را بنام تربیلوومینسنس میتواند بوسیله خورد کردن و هم می تواند بین دندان ها در یک اطاق تاریک دریافت کنیم. دیگر عوامل لومینسنس شامل جریان الکتریکی و بر خورد اجزای کوچک با انرژی بلند است.

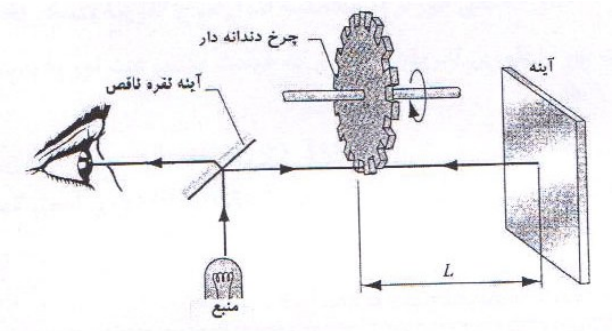


شکل 1-8 نقطه های نوری بصورت لوله های مارپیچ در یک غاز در نیوزلند تعبیه شده اند و این نور حشرات را جذب میکند و این حشرات در دام افتید و بعنوان غذا برای لارواهای این لوله های تابنده تهیه میشوند.

۱-۳ سرعت نور: به استناد نظریه ماکسول تمام امواج الکترومقناطیس در خلأ به سرعت یکسان حرکت میکنند این سرعت را ما بنام سرعت نور یاد میکنیم با وجود آنکه برای تمام شعاعات الکترومقناطیس صدق میکند نه تنها نور این سرعت یکی از اساسات ثابت طبیعت است. تا قرن ۱۷ بصورت عموم عقیده بر این بود که انکسار سرعت نور لایتناهی است. گالیله این مسئله را در یک کار مهم بحث کرد گفتگو راجع به دو موضوع علمی در سال ۱۶۳۸ انجام شد او بحث خود را به شکل گفتگو در بین اشخاص مختلف تقدیم کرد بشمول *Sagredos Simpleieio*.

Simpleieio: تجارب مهم نشان میدهد که انتشار نور ناگهانی است یا آنی است وقتی که ما یک مرمی را می بینیم که فیر می شود در یک فاصله دورتر از ما، جرقه آن بدون گذشت کدام زمان قابل ملاحظه است ولی صدای آن بعد از یک انتروال زمانی به گوش میرسد. Sagresos: - خوب – Simpleieio: تنها چیزیکه من از این تجربه خود استنباط کرده ام صوت است که با سرعت کمتر از نور حرکت کرده بگوش ما میرسد

اما واضح نمی سازد نوری که به چشم ما میرسد آنی است یا با سرعت بی حد زیاد حرکت می کند که هنوز به زمان نیاز است تا که بدانیم.
گالیله بعداً ادامه داد و یک تجربه را توضیح میدهد (که خودش انجام داده است) برای محاسبه سرعت نور او یک معاون اش روبروی هم ایستادند و به یک فاصله حدوداً $1Mile$ در شب در حالیکه یک چراغ که امکان آشکار نمودن و پت نمودن آن بود به همراه داشتند. گالیله شروع به روشن کردن چراغش میکرد. بعداً گالیله کوشش کرد که تا فاصله زمانی بین تابش نور چراغ خود را با چراغ معاون اش محاسبه کند با وجود آنکه قادر نشد تا یک قیمت برای سرعت نور تعیین کند ولی وی افتخار اولین کوشش برای محاسبه سرعت نور را دارد در سال ۱۶۷۶ رومر منجم دانمارکی که در پاریس کار میکرد و از ارزیابی نجمی استفاده کرد تا ثابت سازد که نور سرعت لایتناهی نیست. استنباط وی بر خلاف بین زمان پیش بینی شده و بدست آمده تاریکی کسوف داخلی ترین طبقه مشتری استوار بود. تقریبا پنجاه سال بعدها *James Bradley* یک منجم انگلیسی یک تکنیک متفاوتی بکاربرد که به نور ستاره استوار بود و قیمت را $3.10^8 \, m/\sec$ بدست آورد.



شکل ۱-۹ : یک دیاگرام شیماتیک اله *Fizea's* جهت اندازه گیری سرعت نور.

پیشرفت بزرگی بعد از این تا حدود یک قرن در مورد سرعت نور بوجود نیآمد. در سال ۱۸۴۹ فزیکدان فرانسوی *Loui* یک تخنیک میخانیکی را که در شکل ۱-۹ نشان داده بکار برد. یک شعاع نوری تولید مید که از یک مسیر حلقوی عبور میکرد و همچنان از یک چرخ دندانه دار که در حال دور خوردن بود عبور میکرد. چرخ در حال دوران شعاع را به پارچه ها تجزیه می کرد و پارچه های خورد به آئینه برخورد نموده در زمانیکه پارچه های خورد نوری بطور حلقوی حرکت میکرد بطرف آیینه و پس از آیینه و چرخ در حال دوران بوده و باعث غائب شدن نور می شود ارزیابی کننده نور در این حال نمی بیند وقتی که این کار واقع میشود زمان $2L/c$ شعاع نوری را بوجود میآورد بین چرخ و آئینه باید مسافه $\frac{0}{w}$

مساوی باشد. این چرخ را وادار سازد که به سرعت زاویه ای ω در زاویه θ بین مرکز دندانه چرخ و مرکز شکاف.

$$\frac{2L}{c}=\frac{\theta}{\omega} \qquad \text{ویا} \qquad c=\frac{2L\omega}{\theta}----------(1-1)$$

شعاعات تجزیه شده همچنان برای محاسبه سرعت نیوترون ها و دیگر ذرات بکار میرود. نتیجه فیزو که از این میتود استفاده کرده سرعت نور $3,133\times10^{8}\,{}^{m}\!/_{\sec}$ بود دیگر تجربه از آن به بعد بشمول فزیکدان های امریکای Michelson Abert روش های مشابه را در اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ بکار بردند. Michelson بخاطر وقت خلاصه آن قابل قدر است و جایزه نوبل سال ۱۹۰۷ را بخاطر استفاده از تکنیک های نوری بروی محاسبه دقیق را گرفت. در نتیجه این تحقیقات سرعت به $1000\,{}^{m}\!/_{\sec}$ کاهش یافت. پیشرفت تکنیک های الکترون بخصوص قیمتی که درباره *MicroWaves* صدق میکند به انجام تحقیقات جدید در ۱۹۵۰ را ه را هموار ساخت. این محاسبات نتایج را به دست داد که کار Michelson را تائید میکندو عدم موفقیت مشابه را داشت.

موفقیت در محاسبه سرعت نور در سال ۱۹۷۰ با وجود آمدن *Lasers* بدست آمد بوسیله محاسبه طول موجود فریکونسی بطور مستقیم سرعت نور میتواند از فرمول تصفیه $c=\lambda f$ این تکنیک ها منتج به خطا C در حدود $1\,{}^{m}\!/_{\sec}$ شد.

خلاصه بعضی از موفقیت های درباره سرعت نور در شکل (۱-۱) درج گردیده است. وقت محاسبه فریکونسی تقریباً یک بخش در 10^{13} خیلی دورتر از محاسبه طول موج تقریباً یک بخش در 10^{9} است در نتیجه ما سرعت نور را طوری تعریف میکنیم که قیمت سرعت نور را بدست آوریم.

$$C = 299,792,458 \, m/s$$

و تعریف ثانیه بر اساس محاسبه فریکونسی است طوریکه متر Standard دومی است که در ترم های ثانیه و قیمت C تعریف شده است.

جدول ۱-۱ گیرنده از اندازه گیری های سرعت الکترومقناطیس در فضا (خلأ).

تاریخ	تجارب کننده گان	مملکت	طریقه	سرعت Km/s	عدم قطعیت Km/s
۱۶۰۰	گالیله	ایتالیا	فانوس و دریچه	فوق العاده سریع	
۱۶۷۵	رومر	فرانسه	اقمار مشتری		
۱۷۲۹	برولی	انگلستان	بیراهی نورستاره	۳۰۴.۰۰	
۱۸۴۹	فیزو	فرانسه	چرخ دندانه دار	۳۱۳۰۰۰	
۱۸۶۲	فوکولت	فرانسه	آئینه دوار	۲۹۸۰۰	۵۰۰
۱۸۸۰	مایکلسون	آمریکا	آئینه دوار	۲۹۹۹۱۰	۵۰
۱۹۰۶	ازاودورسی	آمریکا	نظریه الکترومقناطیس	۲۹۹۷۸۲	۱۰
۱۹۲۳	مرسیه	فرانسه	امواج ایستاده درسیم	۲۹۹۷۸۲	۱۵
۱۹۲۶	مایکلسون	آمریکا	آئینه دوار	۲۹۹۷۹۶	۴
۱۹۵۰	برگ استراند	سویدن	جیودیمتر	۲۹۹۷۹۲.۲	۰.۲۵
۱۹۵۰	اسن	انگلستان	کاواک میکروموجی	۲۹۹۷۹۲.۵	۳
۱۹۵۰	بول و هانس	آمریکا	کاواک میکروموجی	۲۹۹۷۸۹.۳	۰.۴
۱۹۵۱	آسلاکسون	آمریکا	رادارشوران	۲۹۹۷۹۴.۲	۱.۹
۱۹۵۲	رنک، روت	آمریکا	طیف مالیکول	۲۹۹۷۷۶	۷
۱۹۵۲	فروم	انگلستان	داخل سنج میکروموجی	۲۹۹۷۹۲.۶	۰.۷

سرعت نور در جسم

وقتی به سرعت نور مراجعه میکنیم معمولاً منظور ما از سرعت در خلأ است. ما در بخش ۳۸ در مورد انتشار تابش الکترومقناطیس که از طریق جفت شدن در بین ساحات الکتریکی و مقناطیس صورت میگیرد، بحث کرده ایم. ما در بخش ۲۹-۶ دیده ایم که در مواد دای الکتریک ساحه الکتریکی توسط فکتور K_e (مقاومت دای الکتریک در ماده) تعویض میشود.

قسمی که در بخش ۲۹-۶ نشان داده شده راه مناسب تعریف معادلات ساحات الکتریکی در فضا برای محاسبه دای الکتریک مواد اینست که مقاومت الکتریکی $\in_0$ را به مقدار $K_e \in_0$ تعویض کنیم.

ما همچنان باید تاثیر خواص مقناطیس محیط کشت را بالای ساحه مقناطیسی انتشار امواج الکترومقناطیسی را محاسبه نمائیم، طوریکه در بخش 35-4 بحث نمودیم، موادمقناطیسی توسط قابل نفوذ پیوسته k_m تعریف میشوند و در مقایسه با ساحه برق ما می توانیم معادلات ساحه مقناطیس را در صورت تعویض مقاومت مقناطیس μ_0 با کمیت $k_m\mu_0$ تعریف نمائیم. در اجرا این توضیحات بناً ما میتوانیم که معادله ۳۸-۱۹ را تعریف نمائیم تا سرعت نور در اجسام را ارائه کند.

$$v = \frac{1}{\sqrt{k_m k_e}} \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \in_0}} = \frac{c}{\sqrt{k_m k_e}} \quad -----(2-1)$$

مـوادی کـه نـور را عبـور میدهنـد معمـولاً مقنـاطیس غیرفلـزی انـد و در اینصورت k_m از (1) تفاوت دارد که مشخصاً بیشـتر از 10^{-4} نباشـد، (بـه جـدول هـای ۳۵-۲ و ۳۵-۳ مراجعـه کنیـد). بنـاً ایـن مقاومـت دای الکتریک k_e است که سرعت نـور در اجسـام را تعیـین میکنـد. هـر چنـد مقاومت دای الکتریک که در معادله جدول ۲۹-۲ فهرست میشـوند نمـی توانند در معادله ۱-۲ استفاده شوند، زیرا این قیمت ها مشخصـات شـرایط مربوط به اجسام ساکن اند.

به یاد داشته باشید که در نتیجـه مقاومـت دای الکتریـک واکـنش دیپولهـا برای ساحه برقی خواسته شده است. اگر سـاحه مـورد نظـر بـه فریکونسـی بلند تغییر کند دیپول ها وقت واکنش را نخواهدداشت و ما نمی توانیم که مقاومت دای الکتریک ساکن را بخاطر تغییر سریع ساحه الکتریکـی بکـار بگیریم، در فریکونسی های مختلف مشخصات موج نوری $10^5 Hz$ بـوده ساحه بسیار زود بخاطر دیپول ها نوسان میکنـد تـا مکمـل مـوج را تعقیـب نماید. برعلاوه k_e در معادله ۱-۲ همراه با فریکونسی تغییـر مـی یابـد. بنـا سرعت نور در اجسام وابسته به طول موج و یا فریکونسی نور می باشد.

جدول ۱-۲ قیمت های سرعت نور در اجسام مختلف را نشان میدهد.

سرعت نور	اجسام
3,00	خلأ
3,00	هوا
2,26	آب
2,11	شکر منحل (۵۰%)
1,97	شیشه
1,24	الماس

انتشار نور دراجسام (اختیاری)

میکانیزم که انتشار نور را عهده دار است در حال فروپاشی است، در نتیجه جذب تصادفی توسط اتم ها و مالیکول های محیط کشت و ماموریت دوباره نور در ساحات مختلف فازهای این امواج منتشر شده بطرف ساحه تصادم نور رفته و باعث مداخلات تخریبی در ساحاتی عرضی میشود. سفر موازی امواج منتشر شده بسوی ساحه تصادم نور در فاز نور متصادم نیست، در نتیجه مداخله بین دو موج فاز اتصال آنها از فاز موج متصادم

متفاوت است. ما این تغییر در فاز را منحیث تغییر در سرعت رعایت میکنیم.

ساحه برقی نور متصادم باعث می شود تا الکترونها در یک اتم همراه با فریکونسی نور تصادم کننده نوسان کند. فاز موج تقسیم شده به فریکونسی نوسان اتمی متعلق است و سپس به فریکونسی موج اصلی. هرگاه امواج منتشره و تصادم کننده مقابل میشوند، فاز اتصال آنها به فاز فرق آنها مربوط بوده و سپس از این به فریکونسی، در نتیجه سرعت نور در اجسام به فریکونسی یا طول موج مربوط است. این پدیده که انتشار نامیده میشود در قسمت ۱-۴ بحث میشود.

در یک جسم برجسته، فاصله که در آن نور اصلی جذب و منتشر میشود قانون مایکرومتر است و در هوا ملی متر، در نتیجه نوری را که ما می بینیم از آفتاب بر چشمان می تابد، مستقیماً از آفتاب نمی تابد چرا که از مالیکولهای هوا می تابد که اندکی جلوی چشمان ما است.

مسئله نمونه ۱-۱:- سرعت نور زرد رنگ $\lambda = 589mm$ که تبدیل شود به $f = 5,09\times10^{14}\,Hz$ در آب $2,26\times10^{8}\,{}^{m}\!/_{s}$ است. مقاومت موثر دای الکتریک به همین فریکونسی برای آب چقدر است؟

حل: از معادله ۱-۲ استفاده میکنیم و وانمود میکنیم که دقت کافی برای محاسبه این است: $k_m = 1$ و با حل نمودن معادله ۱-۲ برای k_m و گذاشتن $k_m = 1$ در می یابیم که :

$$k_e = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{3.00\times10^8\ m/s}{2.26\times10^8\ m/s}\right)^2 = 1.76$$

این بسیار فرق می کند از مقاومت الکتریکی دای الکتریک جسم ساکن در آب که حدوداً قیمت ۸۰ را بخود میگیرد در درجه حرارت اتاق. مشکلی که مومنت دیپول ها مالیکولها ساحه برقی در زیر دارد، اختلاف ساحه برقی به همین فریکونسی پیشنهاد میشود. بصورت عموم مقاومت های دای الکتریک با فریکونسی بلند کوچکتر اند از قیمت برق ساکن که جواب میدهد.

و این معنی را میدهد که فریکونسی بلند که ساحه برقی را کم نموده کوچکتر است از برق ساکن که ساحه برقی را کاهش داده است.

۱-۴ انعکاس و انکسار امواج نوری:

وقتیکه شما به طرف یک سوراخ شیشه کلکین نگاه میکنید نور را از هر طرف مشاهده میکنید که در حرکت است. ولی تا این جا طیف الکترومقناطیس را که شامل نورمرئی هم میشود فقط در فضای خالی بی

مانع در نظر گرفته ایم. حالا میخواهیم ببینیم که این امواج چگونه از سطوح آئینه متوالی شده از شیشه و سطح آب انعکاس میکنند و بخصوص می خواهیم رفتار آنها را در عبور از چنین مواد شفافی بررسی کنیم.

در فصل بعد خواهیم دید که چنین وسایل مثل کامره عکاسی – تلسکوپ، عینک و میکروسکوپ مستلزم آگاهی از این خواص است طبق معمول آنچه در این فصل در مورد نور مرئی میگوئیم در مورد بقیه نواحی طیف الکترومقناطیس هم مصداق است. در شکل ۱۰ a -۱ اشعه نوری که بر سطح آب تابیده هم از این سطح منعکس و هم موقع ورود به آب منکسر شده است. و در شکل $10b-1$ اشعه ورود را با یک خط نشان داده ایم که همان اشعه ورودی و در استقامت انتشار است در این شکل فرض میکنیم که بالای آئینه مستوی است و جبهه های این موج به اشعه وارده عمود اند و همچنان اشعه های منعکسه و منکسره هم مشخص شده اند.

همانطوریکه در رسم می بینید زوایای وارده θ_1 و منعکسه θ_1' و منکسره θ_2 زوایای هستند که میان خط عمود بر مستوی جدائی و اشعه های مربوط تشکیل می شوند.

آزمایش نشان میدهد که قوانین ذیل بر انعکاس و انکسار حاکم اند.

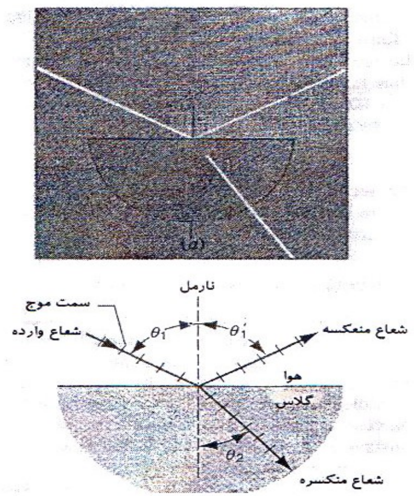
[1]: شعاعات منعکسه و منکسره در صفحه متشکل از اشعه وارده و خط عمود بر سطح مشترک در نقطه ورود یعنی در همان صفحه شکل $10b-1$ قرار دارند.

[2]: برای انعکاس $\theta_1^{'} = \theta_1$ -----------(3-1)

[3]: برای انکسار

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad ----------(4-1)$$

(a)



(b)

شکل ۱-۱۰: $a-$ یک عکس العمل که انعکاس و انکسار یک مسیر نور وارده را به یک سطح مسطح شیشه وارد میگردد را نشان میدهد.

$b-$ یک نمایش با استفاده از شعاع – زاویه وارده θ_1 شعاع زاویه منعکسه θ_1' و زاویه منکسره θ_2 را نشان داده شده است باید متوجه بود که زاویه در بین نارمل و شعاع مورد نظر محاسبه میشود.

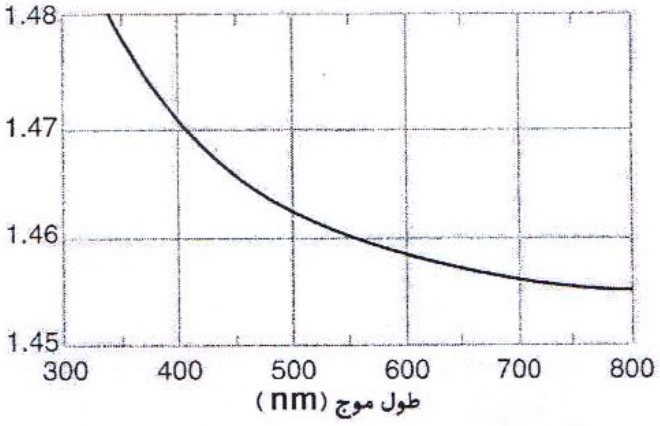
معادله ۱-۴ را به نام قانون Snells یاد میکنند که در این جا n_1 و n_2 را بنام ضریب انکسار محیط (۲) نسبت به محیط (۱) میگویند. و n ضریب انکسار بین چند محیط مادی و خلأ است.

$$n=\frac{c}{v} \quad ----------(5-1)$$

در جدول ۱-۳ ضریب انکسار چند ماده معمولی را نسبت به خلأ برای طول موج نور سیم انگستروم آورده ایم.

محیط	ضریب انکسار	محیط	ضریب انکسار
خلأ	۱.۰۰۰۰	سودیم کلوراید	۱.۵۴
هوا	۱.۰۰۰۲۹	پولی استایرین	۱.۵۵
آب 20^oC	۱.۳۳	کاربن دای سلفید	۱.۶۳
اسیتون	۱.۳۶	الماس	۲.۴۲
ایتایل الکل	۱.۳۶	آلمونیوم	۱.۷۷
شکر ۳۰%	۱.۴۹	پولسترین	۱.۵۵
شکر ۸۰%	۱.۴۹	شیشه واقعی	۱.۵۲

ضریب انکسار یک محیط نسبت به محیط دیگر عموماً با طول موج تغییر میکند. همان طوریکه در شکل ۱-۱۱ می بینید با استفاده از همین خاصیت پدیده انکسار است که می توانیم دسته امواج نوری را به طول موج های تشکیل دهنده آنها تجزیه کنیم.

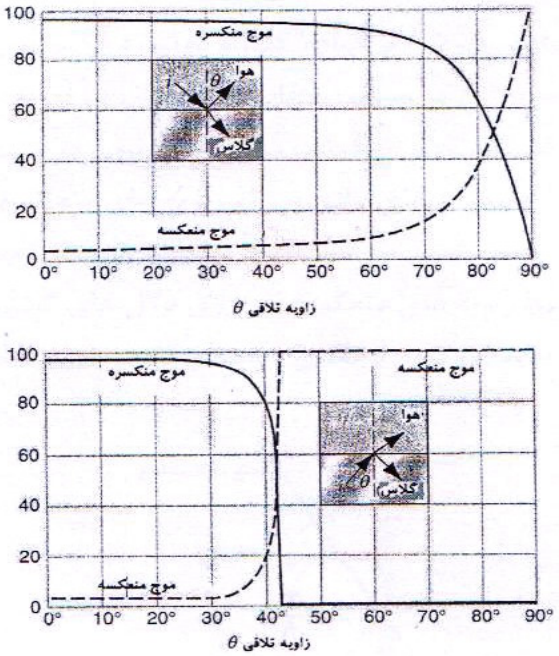


شکل ۱-۱۱: ضریب انکسار کوارتز فشرده بعنوان یک تابع طول موج.

انعکاس و انکسار موج الکترومقناطسی

قانون عمومی انکسار در تمام شعاعات x و الکترومقناطیس ذریعه سپکترم اندازه میشود. نه تنها شعاع نور نظر به معادلات ۱-۵ و ۱-۴ قانون ماکسویل که قبلاً مطالعه کردیم. ما اکثراً سطوح صاف و صیقلی را به

عنوان انعکاس دهنده خوب در نظر میگیریم اما سطوح دیگر نیز ممکن است عمل انعکاس را انجام دهند، طور مثال یک ورقه کاغذ انعکاس ذریعه ورق ما اکثراً سطوح صاف و صیقلی را بعنوان انعکاس دهنده خوب در نظر میگیریم اما سطوح دیگر نیز ممکن عمل انعکاس را انجام دهند طور مثال یک ورقه کاغذ انعکاس ذریعه ورق کاغذ که بنام انعکاس منتشره یاد میشود باعث پراکندگی زیاد و کم نور در جهات مختلف می گردد دلیل اینکه ما اشیای زیادی را در ماحول خود بصورت غیردرخشان می بینیم انعکاس منتشره میباشد تفاوت این انعکاس منتشره و آئینه مربوط به درشتی سطح منعکسه می باشد.



شکل ۱-۱۲: $a-$ فیصدی شعاع را که هنگام ورود به یک سطح شیشه ای از هوا وارد میشود نشان میدهند. $n=150$.

$b-$ مشابه یک موج در هوا که بالای سطح شیشه وارد میشود انعکاس داخلی را نشان میدهد.

مسئله نمونه ۱-۲: شکل ۱-۱۳ شعاع تصادم کننده (i) را نشان میدهد که تحت زاویه θ به آئینه صاف MM' اصابت میکند. آئینه $M'M''$ بر MM' عمود است. این شعاع را از طریق انعکاسات بعدی آن رسم کنید؟

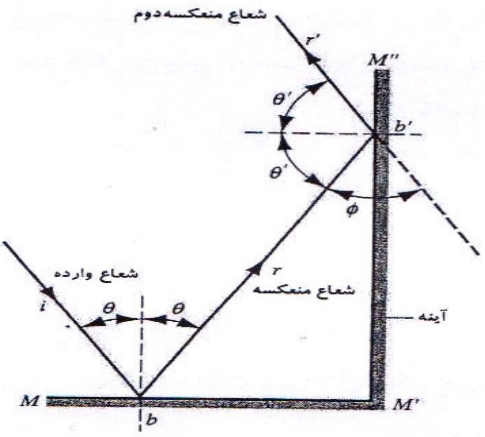
حل: شعاع منعکسه (r) زاویه θ را با نارمل در نقطه (b) می سازد و منحیث شعاع تصادم کننده بر آئینه $M'M''$ می افتد.

زاویه تصادمی θ' آن بر آئینه عبارت است از $\frac{\pi}{2}-\theta$ شعاع منعکسه دوم (r') زاویه θ' را همراه نارمل که در نقطه b' نصب شده می سازد. شعاع های (i) و (r') در قیمت های θ ناموازی اند. برای اینکه این را بفهمید داریم که:

$$\phi = \pi - 2\theta = \pi - 2\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = 2\theta$$

هرگاه زاویه داخلی متضاد دو خط (ϕ و 2θ) مساوی باشند، آن دو خط باهم موازی اند. سوال را تکرار نمائید در صورتیکه زاویه بین آنها آئینه ها ۱۲۰ درجه بیشتر از ۹۰ درجه باشند. مقیاس سه بعدی شکل ۱-۱۳ زاویه منعکس کننده است که شامل سه آئینه عمودی که مثل قسمت های مثبت آئینه های هم پایه سیستم xyz متصل اند میباشد. یک زاویه منعکسه این خصوصیت را دارد که برای هر مسیر تصادم یک شعاع تصادم کننده دوباره در مسیر مقابل انعکاس داده میشود. مسیرهای منعکسه از این پرنسیب استفاده میکنند، بناً نور چراغ های موتری که در حال آمدن باشد دوباره بطرف خود موتر انعکاس میکند، بدون در نظر داشت قسمتی که موتر به آن نزدیک میشود، زاویه چراغ های بالای سرک زاویه های منعکسه توسط اپولو منجم است، که بالای مهتاب وضع شده، تعین

سرعت شعاع لیزر منعکسه از زمین فاصله معین جدائی مهتاب و زمین را ارائه میکند زاویه های منعکسه نیز روی دگل های کشتی های خورد قابل یافت اند که در آنها جابجا شده اند تا رادارهای جستجو کننده آنها را بیشتر و آسانتر بجا بیاورند.



شکل ۱-۱۳ مانند شکل ۱-۲ یک زاویه منعکسه دو بعدی.

مسئله نمونه ۱-۳: شعاع یک نور در هوا بر سطح مسطح کوارتز تصادم کرده و همراه با نارمل زاویه 30,00 درجه را میسازد. این شعاع دو طول موج $400nm$ و $500nm$ را در بر دارد. مشخصه های انکسار برای کوارتز در این طول موج ها 1,4702و 1,4624 زاویه بین دو شعاع منکسره در کوارتز چند است؟

حـل: از معادلـه (۱-۴) $(n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2)$ داریـم، بـرای شـعاع $400nm$ برای هوا $n_1 = 1.0003$ را میگیریم.

$$(1.0003)\sin 30.00^o = (1.4702)\sin\theta_2$$

در می یابیم که:

$$\theta_2 = 19.89^o$$

برای شعاع $500nm$ داریم که:

$$(1.0003)\sin 30.00^o = 1.4624\sin\theta_2$$

یا

$$\theta_2 = 20.00^o$$

زوایه $\Delta\theta_2$ بین شعاع که عبارت از 0,11 درجه است با طول موج کوتـاه ایکه بسوی زاویه بزرگ خمیده شده که زاویـه منکسـره کـوچکتر را دارا است. با کاهش زاویه تصادم تفاوت در زاویه کاهش می یابد. 0.018^o از $\theta_1 = 5^o$ بدسـت میآیـد. در وسـایل اپتیکـی کـه در آن لینـز وجـود دارد اختلاف دو زاویه منکسره و طـول مـوج بـه انحـراف بـه پـیش میـرود کـه انحراف رنگ نگاری نامیده میشود. استفاده از زاویه های کوچک تصـادم انحراف را کاهش میدهد با وجود انحراف رنگ نگاری.

مسئله نمونه ۱-۴: همان طوریکه در شکل ۱-۱۴ می بینید اشعه ای از هوا به یک سطح منشور شیشه ای می تابد. زاویه θ طوری انتخاب میشود کـه

اشعه خارج شده از منشور هم همان زاویه θ را با وجه قایم دیگر بسازد رابطه بدست بیآورید که ضریب انکسار ماده تشکیل دهنده این منشور را بدست بدهد.

$$\alpha = \frac{1}{2}\phi \quad \text{----------} (6-1)$$

زاویه انحراف ψ برابر است با مجموعه دو زاویه متقابل داخلی در مثلث aed یعنی:

$$\psi = 2(\theta - \alpha)$$

اگر $\frac{1}{2}\psi$ را به جای α بگذاریم و معادله را برای θ حل کنیم نتیجه میشود.

$$\theta = \frac{1}{2}(\psi + \phi) \quad \text{----------} (7-1)$$

در نقطه a, θ زاویه فرود و α زاویه انکسار دلتا قانون انکسار معادله ۱-۴ می گویند.

$$\sin\theta = n\sin\alpha$$

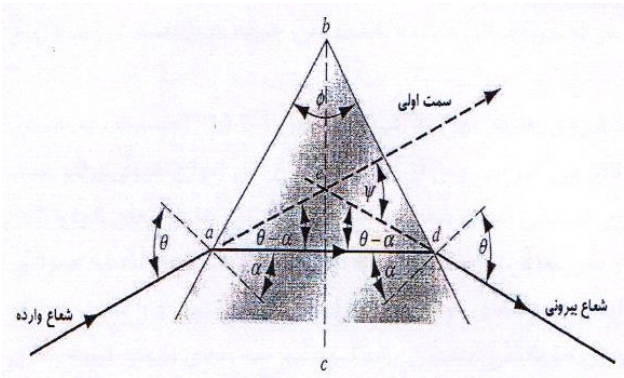
مقادیر a و θ را به ترتیب از معادلات ۱-۶ و ۱-۷ در این معادله میگذاریم که نتیجه میشود.

$$\sin\frac{\psi + \phi}{2} = n\sin\frac{\phi}{2}$$

ویا $\text{----------} (8-1)$

$$n = \frac{\sin\left(\psi + \phi\right)/2}{\sin\left(\phi/2\right)}$$

که همان رابطه دلتا که میخواستیم. این رابطه فقط در صورتی برقرار است که θ طوری انتخاب شده باشد که نور به طور متقارن از منشور عبور کند. زاویه انحراف برای چنین شرایطی به کمتر مقدار خود میرسد. اگر θ زیاد یا کم کنیم زاویه انحراف بزرگتر میشود. ψ را زاویه انحراف minimum یا اصغری می گویند.



شکل ۱-۱۴: سوال نمونه ۱-۴.

اشتقاق قانون انعکاس

قانون انعکاس نور را می توان به چند طریقه بدست آورد. ما در این جا دو طریقه را تحت مطالعه خود قرار میدهیم.

اصل هویگنس:

اگر نظریه درباره نـور نتوانـد قـوانین ماننـد انعکـاس و انکسـار را توضـیح بدهد، پـذیرفتنی نیسـت. ایـن قـوانین را میشـود از معـادلات ماکسـول هـم بدست آورد، اما برای اجتناب از پیچیدگی های ریاضی فعلاً ایـن کـار را نمیکنیم. خوشـبختانه میتـوانیم ایـن قـوانین و خیلـی از قـوانین هـای دیگـر اپتیک را بر مبنای یک نظریه نور که ساده تر است ولی جامع تـر بـوده بـه دست آوریم. این نظریه را هویگنس (فزیکدان هالنـدی) در سـال ۱۶۷۸ عنوان کرده است چیزیکه در این نظریه فرض میشـود ایـن اسـت کـه نـور یک نوع موج است و نـه مـثلاً جریـانی از ذرات، هـویگنس از نظریـه اش چیزی راجع به ماهیت این موج نمی دانست که نور موج عرضی اسـت یـا طـولی؟ از طـول مـوج هـای نـورمرئی خبـر نداشـت دربـاره سـرعت نـور اطلاعاتی کمی داشت. با این همه نظریه او رهنمای مفیدی تـا سـالها بـرای آزمایش بود و هنوز هم برای مقاصد آموزشی و بعضی منظورهـای دیگـر قابل استفاده است. البته نبایـد انتظـار داشـت کـه ایـن نظریـه هـا بـه انـدازه الکترومقناطیسی ماکسول (که کاملتراست) به ما اطلاعات بدهد.

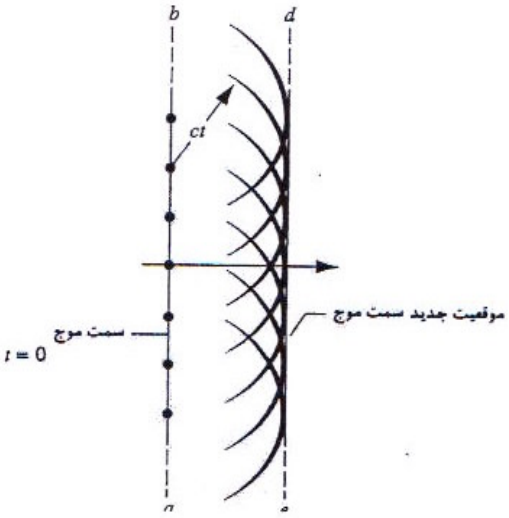
نظریه هویگنس مبتنی به یک ساخت هندسی بنام اصل هویگنس است که با استفاده از آن میتوانیم با دانستن مکان یا جبهه در یک زمان جای آن را در هر زمان آینده پیشگویی کنیم. بنابراین اصل تمام نقاط روی یک جبهه

موج را میشود چشمه های دانست که مولد موجک های کروی ثانویه اند بعد از زمان t مکان جدید این جبهه موج سطحی است که بر این موجک های ثانوی مماس اند.

این مطلب را با یک مثال خیلی ساده نشان میدهیم: اگر جبهه موجی ab در شکل ۱-۱۵ به صورت موج مستوی در فضای خالی داشته باشیم این جبهه موج بعد از زمان t متحرک خواهدبود.

طبق اصل هویگنس تعدادی از نقاط روی جبهه موج را در شکل ۱-۱۵ است، به عنوان مراکز موجکهای کروی ثانویه در نظر میگیریم، پس از زمان t شعاع این امواج کروی برابر به ct که c سرعت نور در فضای خالی است. صفحه مماس بر این کره ها در زمان t را با ad نشان میدهیم. همانطوریکه انتظار میرود این صفحه با صفحه ab موازی است و به فاصله عمودی ct از آن واقع شده است. بنابراین جبهه های موج تحت صفحه های مستوی و با سرعت c منتشر میشوند. توجه کنید که روش هویگنس متضمن یک ترسیم سه بعدی است. که شکل ۱-۱۵ فصل مشترک آنرا با صفحه کتاب نشان میدهد. شاید علی رغم آنچه مشاهده میکنیم انتظار داشته باشیم همان طور که موج از نقاط دور جبهه موج شکل ۱-۱۵ به جلو منتشر میشود به عقب هم منتشر شود اما با این فرض که شدت موجک های کروی در همه جهت ها یکی نیست و بطورپیوسته از یک ماگزیمم در جهت جلو تا یک مینومم صفر در جهت عقب تغییر

میکند این فکر را کنار میگذاریم. منقطع بودن قوسهای کروی رد شکل (۱-۱۵) حاکی از همین موضوع است.



شکل ۱-۱۵: پراکنده گی یک موج سطح مستوی یا هموار در فضا آزاد توسط ترکیب هیوگنز توضیح میشود، متوجه باید بود که اشعه مسیرافقی بین عمود بودن بالای سطح قدامی موج است.

در شکل $16a-1$ سه جبهه از امواج مستوی را می بینید که به آئینه مستوی MM' می تابد برای راحتی این جبهه ها را به فاصله یک طول موج از یکدیگر انتخاب کرده ایم.

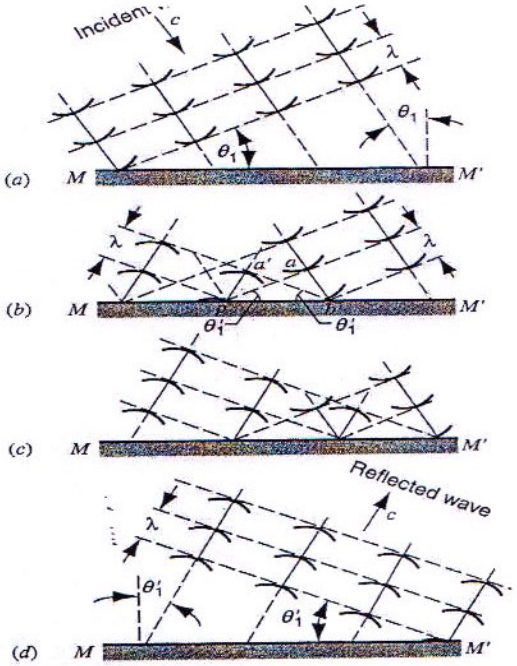
توجه کنید که زاویه میان هر یک از جبهه ها با آئینه θ_1 همان زاویه میان موج ورودی و خط عمود بر آئینه است به عبارت دیگر θ_1 زاویه وارده است. این سه جبهه موج مطابق با اصل هویگنس به هم مربوط می شوند همانطوریکه در شکل ۱-۱۵ آمده است. در شکل 1−16 موج که مرکز آن در a است پس از زمان λ/c آنقدر منبسط میشود که به نقطه که میرسد از نقطه P که روی همان جبهه شامل a است.

نور نمیتواند که به آن طرف آئینه عبور کند بلکه باید مثل یک موج (هویگنسی) کروی بطرف بالا منبسط شود. اگر سوزن پرکار را در نقطه P بگذاریم و قوسی به شعاع λ رسم کنیم جبهه موج باز تابیده باید مماس با این قوس ها باشد این مماس ها از نقطه L بگذرد. چون نقطه ه L باید روی همین جبهه موج جدید قرارگیرد توجه کنید که زاویه میان این جبهه موج و آئینه θ_1' همان زاویه میان اشعه باز تابیده و عمود به آئینه است به عبارت دیگر θ_1 زاویه انعکاس است. دو مثلث قایم الزاویه abp و $a'bp$ را در نظر بگیرید ضلع dp میان آنها مشترک است و ضلع $ab = \lambda$ با ضلع $a'p$ مساوی است. پس این دو مثلث متساوی اند و میتواند نتیجه گرفت که:

$$\theta_1 = \theta_1'$$

و این همان است که قانون انعکاس ایجاب میکند. اگر به یاد داشته باشید که ساخت اصل هویگنس سه بعدی است و قوسهای را که می بینید

نماینده سطوح کروی اند آنوقت می توانید متقاعد شوید که شعاع بازتابیده در صفحه ای قرار می گیرد که متشکل از شعاع وارده و عمود به آئینه است که این همه لازمه قانون انعکاس است.



شکل ۱-۱۶: انعکاس یک موج مستوی از یک سطح آئینه مستوی که توسط طرح هویگنس تحلیل وتجزیه شده است.

اصل فرما: در سال ۱۶۵۰ پیرفرما اصل بسیار جالبی را کشف کرد که میشود آنرا با این عبارات بیان کرد. اشعه نور در عبور از یک نقطه به

نقطه دیگر چنان مسیری را دنبال میکنـد کـه زمـان لازم بـرای طـی آن در مقایسه با مسیرهای مجاور یا مینومم باشد یا ماگزیمم و یا تغییر نکند.
قوانین انعکاس و انکسار را میشود به آسانی در این فصل بدست آورد. در شکل (۱-۱۷) دو نقطه ثابت A و B را می بینید که خط APB آنهـا را به هم وصل میکند طول کل این خط L برابر است با:

$$L = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{b^2 + (d - x)^2}$$

که x جای نقطه p یعنی محل برخورد اشعه با آئینه را نشـان میدهـد. بنـاً به اصل فرما نقطه p باید در جای قراربگیرد که مـدت سـیر نـور مینیمـوم باشد و یا ماگزیموم باشد و یا تغییر نکند. به بیان دیگر طول کل خط بایـد مینیموم باشد یا ماگزیموم یا تغییر نکند. در هر دو صورت این امر مسـتلزم آنست که:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{c}\frac{dL}{dx}$$

$$= \frac{1}{2c}\left(a^2 + x^2\right)^{-\frac{1}{2}}(2x)$$

$$+ \frac{1}{2c}\left[b^2 + (d - x)^2\right]^{-\frac{1}{2}}(2)(d - x)(-1) = 0$$

که چنین هم میتوانیم بنویسیم.

$$\frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}=\frac{d-x}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$$

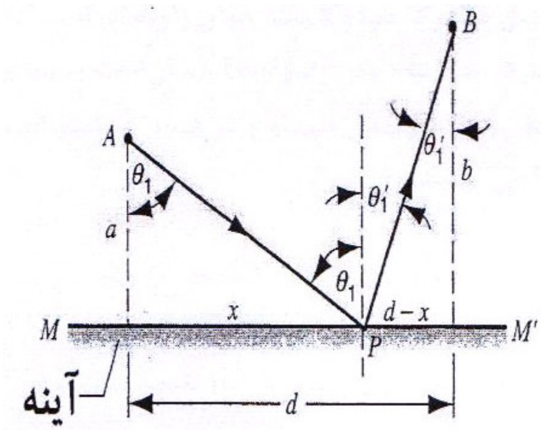
با توجه به شکل ۱-۱۷ می بینیم که میشود این معادله را بصورت ذیل نوشت.

$$\sin\theta_1=\sin\theta_1'$$

و یا

$$\theta_1=\theta_1'$$

که همان قانون انعکاس است.



شکل ۱-۱۷: انعکاس یک موج مستوی از یک سطح آئینه مستوی که توسط قانون fermat تحلیل و تجزیه شده است یک شعاع از نقطه A بعد از انعکاس در نقطه P به نقطه B میرسد.

اشتقاق قانون انکسار:

حال ما با استفاده از اصل هویگنس و فرما اشتقاق قانون انکسار را می یابیم.

اصل هویگنس: شکل ۱-۱۸ چهار مرحله از شکست سه جبهه موج متوالی از موج مستوی را در فصل مشترک میان هوا (محیط اول) و شیشه (محیط دوم) نشان میدهد برای آسانی فرض میکنیم فاصله میان

جبهه های موج λ_1 باشد. λ_1 طـول مـوج اسـت کـه در محـیط اول انـدازه گیری میشـود سـرعت نـور را در هـوا v_1 و در شیشـه v_2 میگیـریم فـرض میکنیم که:

$$v_2 < v_1 \qquad ----------(9-1)$$

این فرض برای چیزی که میخواهیم بدست میآوریم ضروری است.

در شکل $18a-1$جبهه های موج بنا به ترسیم هویگنس شـکل $15-1$ بـا هم مربـوط شـده انـد. θ_1 مانندهمان شـکل $16-1$زاویـه وارده اسـت در شکل $18b-1$ زمانی $\left(\lambda_1 / v_1\right)$ را در نظر بگیرید که طول میکشد تـا یـک موجک هویگنس که از نقطه e حرکت کرده است به نقطـه d برسـد در این مدت نوری که در نقطه h وارد شیشه میشود با سرعت کمتر حرکـت میکند و مسافتی کمتری را می پیماید که این مسافت برابر است به:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \frac{v_2}{v_1} \qquad ----------(10-1)$$

جبهه موج منکسره باید مماس باشد به قوسی که مرکز آن h و شـعاع آن λ_2 است این جبهه جدید همانطوریکه می بینید از نقطه e میگـذرد چـون این نقطه هم باید روی آن باشد توجه کنید که θ_2 یعنی جبهـه میـان مـوج منکسره و فصل مشترک هوا و شیشه همان زاویه ای است کـه میـان اشـعه منکسره و عمود این فصل وجـود دارد. بعبـارت دیگـر θ_2 زاویـه انکسـار است به این هم توجه کنید که طول مـوج در شیشـه λ_2 از طـول مـوج در

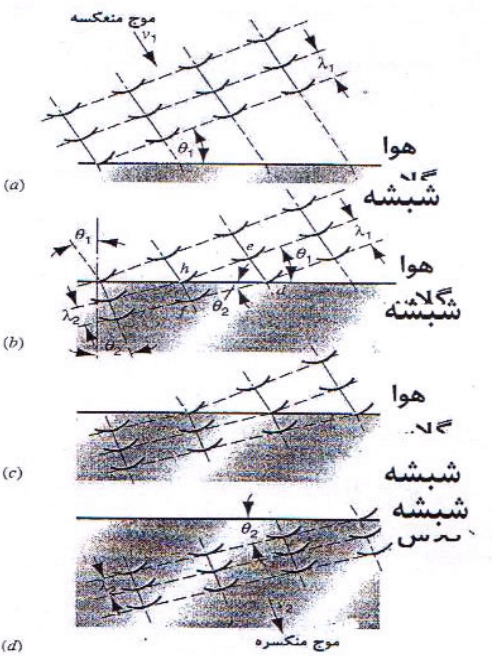
هوا λ_1 کمتر است برای مثلث های قایم الزاویه hde و hdf میتوانیم بنویسیم که:

$$\sin\theta_1 = \frac{\lambda_1}{hd} \quad \text{برای} \qquad \sin\theta_2 = \frac{\lambda_2}{hd} \quad \text{برای}$$

از تقسیم طرفین این دو معادله به یکدیگر و با استفاده از معادله ۱-۱۰ نتیجه میشود.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \qquad --------(11-1)$$

این معادله نشان میدهد که طول موج نور در هر محیط مادی از طول موج همان نور در خلأ کمتر است.



شکل ۱-۱۸: انکسار این موج مستوی را در یک سرحدمستوی که توسط طرح هیوگنز تشریح شد نشان میدهد. جهت ساده بودن و درک آسان آن موج منعکسه در شکل مذکور نشانداده نشده است به تغییرطول موج در موج منکسره توجه نماید.

ضمن معرفی فاکتور عمومی از C اجازه داریم که معادله ۱-۱۱ را چنین بنویسیم.

$$\frac{c}{v_1}\sin\theta_1 = \frac{c}{v_2}\sin\theta_2 \qquad ----------(12-1)$$

نظر به معادله ۱-۵ ، $c/v_1 = n_1$ و $c/v_2 = n_2$ ، لذا معادله ۱-۱۲ چنین بدست می آید.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad ----------(13-1)$$

که همان قانون انکسار است.

اگر یک وسیله از خلأ را داشته باشیم معادله 1-10 چنین بدست می آید.

$$\lambda_n = \lambda \frac{v}{c} = \frac{\lambda}{n} \qquad ----------(14-1)$$

جای که λ_n عبارت از طول موج نور در شاخص و یا علامت n بوده و λ طول موج در خلا میباشد. با عبور کردن از یک وسیله به وسیله دیگر هر دو سرعت نور و طول موج توسط یک عاملی کاهش می یابد. مگر به فریکونسی نور کدام تغییر وارد نمیگردد.

نظر هویگنز در رابطه انکسار نور این بود که هرگاه نور از مقابل هوا عبور کرده و داخل یک محیط غلیظ شود منکسر میگردد. که بعد از آن باید سرعت نور در هوا زیادتر است از سرعت نور که در داخل محیط غلیظ است. (معادله ۱-۹ را ببینید.) که این نظریه بالای تمامی امواج نوری

تطبیق میشود. در اولین بار نظریه ذروی نور توسط نیوتن کشف شد. توضیح نظریه انکسار سرعت نور که در مقابل محیط غلیظ منکسر میشود بزرگتر است از هوا جستجو در رابطه به محیط غلیظ در نور این بود که اگر نور ذره ئی به سطح غلیظ وارد شود زاویه منکسره را تشکیل میدهد.

اصل فرما: برای اثبات قانون انکسار اصل فرما شکل ۱-۱۹ را در نظر بگیرید. در این شکل دو نقطه A و B را در دو محیط متفاوت می بینید که خط APB آنها را به هم وصل میکند زمان رسیدن شعاع از نقطه A به نقطه B عبارت است از:

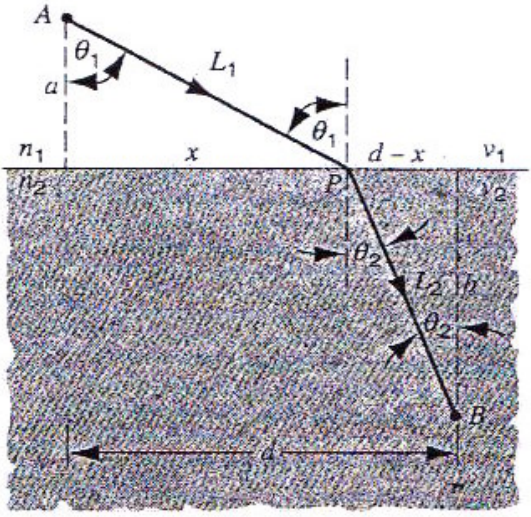
$$t = \frac{L_1}{v_1} + \frac{L_2}{v_2}$$

با استفاده از رابطه $n = c/v$ میتوان نوشت که:

$$t = \frac{n_1 L_1 + n_2 L_2}{c} = \frac{L}{c} \qquad ----------(15-1)$$

L عبارت از طول مسیر نور است که طور ذیل می توانیم بنویسیم:

$$L = n_1 L_1 + n_2 L_2 \quad ----------(16-1)$$



شکل ۱-۱۹: انکسار یک موج مستوی در یک سرحد مستوی که توسط قانون Fermat بیان شده است یک موج از نقطه A انکسار در نقطه P به نقطه B میرسد.

معادله ۱-۱۴ $\left(\lambda_n = \lambda/n\right)$ که طول مسیر شعاع نوری برابر است به طول که مانند شماره های قبلی طول موج که در خلأ است میباشد. مخلوط نکنید طول مسیر شعاع نوری را با طول مسیر هندسی که عبارت از $L_1 + L_2$ برای شعاع شکل ۱-۱۹ میباشد.

اصل فرما ایجاب میکند که زمان t در مسیر شعاع APB باید که مینیـومم باشد یا ماکزیمم و یا اینکه تغییر نکند.

$$L = n_1 L_1 + n_2 L_2 = n_1\sqrt{a^2 + x^2} + n_2\sqrt{b^2 + (d-x)^2}$$

با جایگزین کردن نتیجه در معادله 1-15 و متمایز کـردن آن چنـین نتیجـه میشود.

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{c}\frac{dL}{dx}$$

$$= \frac{1}{2c}\left(a^2 + x^2\right)^{-\frac{1}{2}}(2x)$$

$$+ \frac{1}{2c}\left[b^2 + (d-x)^2\right]^{-\frac{1}{2}}(2)(d-x)(-1) = 0$$

معادله فوق را می توانیم که به صورت ذیل بنویسیم:

$$n_1 \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = n_2 \frac{d-x}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}}$$

با توجه به شکل ۱-۱۹ می توانیم که معادله فوق را بطور ذیل بنویسیم:

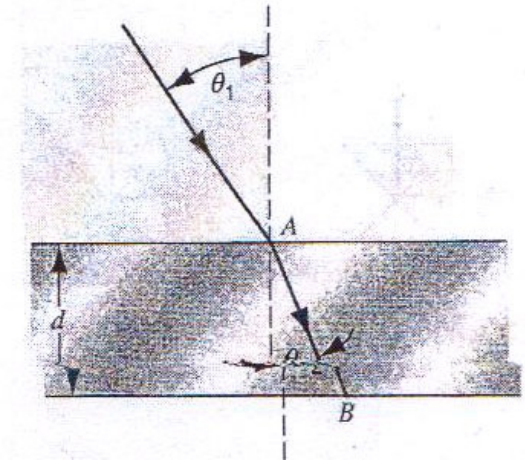
$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

که همان قانون انکسار است.

مسئله نمونـه ۱-۵: طـول مـوج شـعاع نـوری قرمـز $623nm$ تحـت زاویـه $\theta_1 = 39^o$ وارد میگردد. و به حالت نورمال خود در شیشه مایکروسـکوپی

$d = 0,78nm$ و زاویه انکسار $n = 2.52$ مانند شکل $(1-20)$ باقی می ماند. دریابید که:

a: طول موج در شیشه را b: مسیر طول نور را در جریان شیشه



شکل ۱-۲۰: مسئله نمونه ۱-۵

حل: a: با استفاده از معادله ۱-۱۴ میتوانیم طول موج را در شیشه بدست آوریم طوریکه:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n} = \frac{623nm}{1.52} = 416nm$$

b: زاویه انکسار از معادله ۱-۱۳ چنین بدست می آید.

$$\sin\theta_2 = \frac{\sin\theta}{1.52} = 0.414$$

یا

$$\theta_2 = 24.5^o$$

و طول مسیر موج واقعی از آئینه:

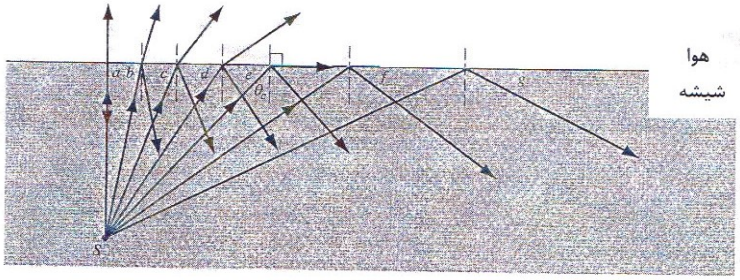
$$AB = \frac{d}{\cos\theta_2} = \frac{0.78nm}{\cos 24.5^o} = 0.857nm$$

فاصله نوری

$$L = n(AB) = 1.52(0.857mm) = 1.30mm$$

۱-۵ انعکاس کلی داخلی

شکل ۱-۲۱ اشعه های را از یک منبع نقطوی از داخل شیشه که به سطح شیشه ای که به فصل مشترک شیشه هوا می افتد نشان میدهد. به هر اندازه که زاویه وارده θ افزایش یابد ما به حالتی برمیخوریم (اشعه e را ببینید) که در آن شعاع منکسره به امتداد سطح قرارداشته و زاویه ۹۰ درجه را تشکیل میدهد.



شکل ۱-۲۱: برای زاویه بزرگتر از زاویه حدی θ_c اشعه منکسره وجود ندارد و این حالت انعکاسی کلی را نشان میدهد.

شکل ۱-۲۲: تصویر هنگام عبور از رشته های نوری از معده به روده ها کوچک میرسد.

با وضع نمودن $\theta_2 = 90^o$ مطابق به قانون انکسار (معادله ۱-۴ را ببینید) زاویه بحرانی را مییابیم.

$$n_1 \sin\theta_e = n_2 \sin 90^o \text{ ----------} (17-1)$$

یا

$$\theta_c = \sin^{-1}\frac{n_2}{n_1}$$

برای سرحد شیشه و هوا $\theta_c = \sin^{-1}\left(1.00/1.50\right) = 41.8^o$ است.

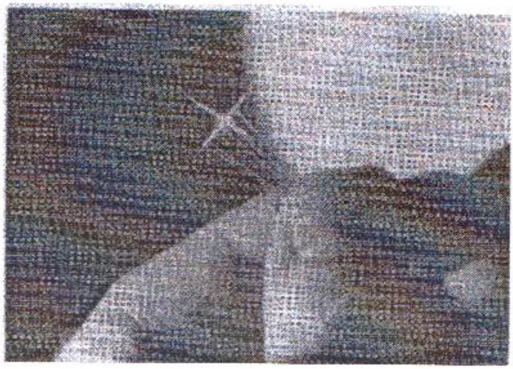
شـکل 1-12b: نشـان دهنـده اینسـت کـه ۱۰۰% انـرژی امـواج منکسـر میگردد زمانیکه زاویه وارده از ۴۱.۸ درجه بیشتر گردد.

Sin یک زاویه از یک واحد زیاد نمیشود بنأ باید $n_2 < n_1$ باشد.

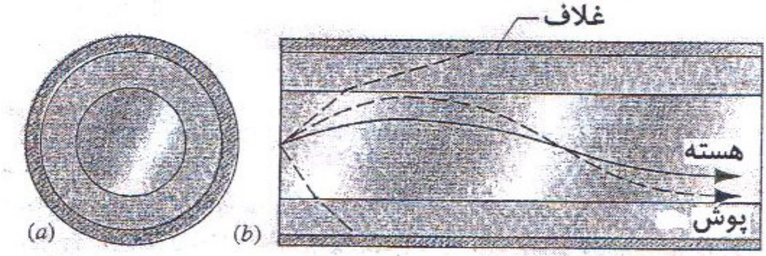
شکل ۱-۲۱ انعکاس کلی نور از یک منبع نقطه ای زمانی اتفاق می افتد که تمام زوایای بزرگتر از زاویه حـدی *S* گـردد. در زاویـه بحرانـی نـور منکسره در امتداد سطح قرار دارد. این بیان میدارد که انعکاس کلی زمانی اتفاق می افتد که شعاع وارده در وسط قاعده پـائینی انکسـار باشـد. کلمـه انعکاس کلی به معنی اینست که انعکاس بدون از دست دادن شدت واقـع میشود و فرق آن با انعکـاس هـای معمـولی از یـک آئینـه اینسـت کـه در انعکاس های معمولی شدت نور به اندازه ۴% کاهش مـی یابـد. انعکـاس کلی در وسایل رشته های نوری این را ممکن می سازد بـه فزیـک دان هـا قسمت های داخلی بدن را مشاهده کنند.

شکل ۱-۲۲ رامی بینید در این وسـایل یـک دسـته اشـعه هـای کـه یـک تصویر را تشکیل میدهد سبب دیـدن آن بـه خـارج از بـدن # میگردننـد. قطعات فیبر نوری در ارتباطات تلیفونی، انتقال معلومـات برقـی بخـار وزن نوری آنها و دوری از تداخل الکترومقناطیسی برای انتقـال سـیگنال هـا در یک سفینه استفاده می شوند.

#: رشـته هـای محـوری در طبابـت توسـط Abraham Katzer دانشـمند امریکای may 1989 صفحه ۱۲۰ را ببینید.



شکل ۱-۲۳: نور را از بین رشته های نوری انتقال میکند.



شکل ۱-۲۴: a: یک رشته نوری در مقطع عرضی نشان داده شده است قطر رشته تقریباً یکسان باموی انسان است.

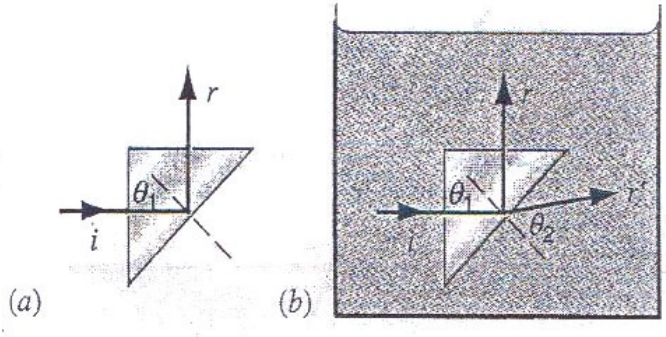
b: مطره معکوسی که نشان میدهد انتشار توسط انعکاسی کلی است هسته، پوش داخلی و پوش محافظوی در شکل نشان داده شده است.

شکل ۱-۲۳ نشان میدهد که نور از رشته های نوری بیرون میشود #.
طوری که شکل ۱-۲۴ نشان میدهد رشته ها تشکل از یک هسته مرکزی که بصورت آرام در قسمت خارج پوش داخلی که دارای ضریب انکسار کمتر است قرارگرفته اند میباشد و فقط اشعه های منکسره داخلی میتوانند در امتداد رشته ها منتشر شوند برای کاهش دادن دقیق سیگنال ها وقتی که از امتداد رشته ها ی گذرند از مواد با خالص بسیار زیاد استفاده میشود. اگر آب در دریا مانند شیشه ای که از آن رشته های نوری را می سازیم شفاف تر می بود ممکن بود که اعماق دریا را با انکسار دادن نور آفتاب تا چندین میل ببینیم.

مسئله نمونه ۱-۶: شکل $25-1a$ یک منشور مثلث القاعده ایی شیشه ای را نشان میدهد که شعاع نور طور نورمال به یک روی آن تابیده و انعکاس کلی صورت میگیرد. اگر $\theta_1 = 45^o$ باشد شما از ضریب انکسار n شیشه چی نتیجه گرفته میتوانید.
حل: زاویه θ_1 باید مساوی یا بزرگتر از زاویه حدی θ_c باشد طوریکه θ_c توسط معادله ۱-۱۷ نشان داده شده است.

امواج نوری و ارتباط تلیفونی توسط Stewart Emiller دانشمند امریکایی ۱۹۸۶ صفحه ۶۶ کشف شد.

$$\theta_c = \sin^{-1}\frac{n_2}{n_1} = \sin^{-1}\frac{1}{n}$$



شکل ۱-۲۵: a– مسئله نمونه ۱-۶ b– مسئله نمونه ۱-۷.

یا
$$n = \frac{1}{\sin\theta_c}$$

که در آن ضریب انکسار هوا n_2 برابر به یک است بخاطریکه انعکاس کلی اتفاق می افتد θ_c باید کوچکتر از ۴۵ درجه باشد، و داریم که:

$$n > \frac{1}{\sin 45^o} = 1.41$$

همچنان ضریب انکسار شیشه باید از 1.41 بیشتر گردد اگر n کوچکتر از 1.41 شود. اشعه نشان داده شده در شکل $25a-1$ در هوا اندکی منکسر میگردد به عوض اینکه کاملاً دوباره به داخل شیشه منعکس شوند.

مسئله نمونه ۱-۷: در مسئله نمونه ۱-۶ اگر منشور به آب فرو برده شود چی اتفاق می افتد با فرض اینکه $n_1 = 1.50$ و $n_2 = 1.33$ باشد؟ شکل $25b-1$ را ببینید.

حل: زاویه بحرانی جدید توسط معادله 1-17 نشان داده شده است که عبارت است از:

$$\theta_c = \sin^{-1}\frac{n_2}{n_1} = \sin^{-1}\frac{1.33}{1.50} = 62.5^o$$

زاویه واقعی وارده ۴۵ درجه کمتر از این است بناً ما انعکاس کلی نداریم همراه زاویه انعکاس ۴۵ درجه یک اشعه منکسره r وجود دارد طوریکه در شکل $25b-1$ نمایان است و همچنان اشعه منکسره r' همراه زاویه منکسره ای که طور ذیل داده شده وجود دارد.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$(1.50)\left(\sin 45^o\right) = (1.33)\sin\theta_2$$

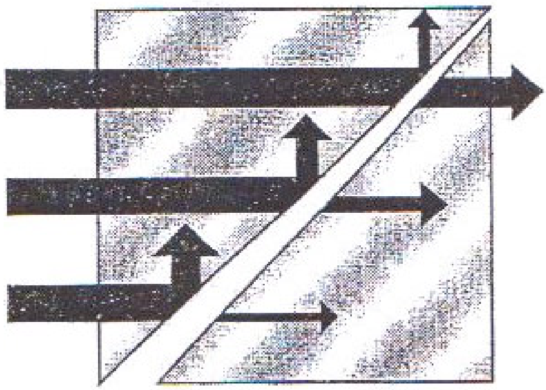
بناً $\theta_2 = 52.9^o$ بدست میآید. شما نشان دهید که اگر $n_2 \to n_1$ نماید. $\theta_c \to 90^o$ مینماید.

چطور اشعه وارده i در شکل های $25a-1$ و $25b-1$ معین میشود اگر هوا یا آب در آن طرف شیشه باشد؟

امواج عرضی در شیشه باعث بوجود آمدن ساحه برقی و مقناطیسی میشوند که فاصله که باعث نفوذ یک تعداد امواج نوری که در قسمت وسط نور دیگر داخل میشود آن را فوق العاده کاهش میدهد، این ساحه ها مانند آنها همرای امواج عرضی مشترک نشده اند. اما میتوان به حیث نمونه وسطی آنطرف آنرا شمرده میتوانیم که این نفوذ پذیری را با گذاشتن منشور شیشه ای نزدیک اولی مانند شکل ۱-۲۶ نشان داد. در محیط وسطی دو (هوا) ساحه ها همچنان منشور دوم را در برمیگیرد.

با وجودیکه امواج در قانون انکسار از ظاهر شدن در فاصله بین هوا و منشور ناممکن است انتشار آنها در منشور دوم ناممکن نیست.

از شکل ۱-۲۶ ملاحظه کنید که اشعه نوری در منشور دوم ظاهر میشود نه در هوا این حالت را بنام انعکاس کلی باطل می نامند و عموماً به امواج ارتباط دارد (برای امواج کوچک بکار نمیرود) در میخانیک کوانتم مشخصات موج مانند ذرات اثر مشابه را نشان میدهند که آنرا بنام سد نفوذ یاد میکنند یک ذره از یک ناحیه اجازه دارد میتواند به ناحیه دیگری که اجازه دارد عبور کند. با نفوذ از ناحیه که از آن منع شده است. سد نفوذ در فصل ۴۶ مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.



شکل ۱-۲۶: ازبین بردن مجموعه انکسار داخلی، ضخیم شدن شکاف هوا کوچکتر است از شدت نور در منشور دوم، امواج نوری در شکاف به مشاهده نمیرسند.

۱-۶ اثر دوپلر برای نور

در بخش ۹-۱۹ ما نشان دادیم که اگر یک منبع صوت که به طرف یک شنونده به سرعت u در حرکت باشد فریکونسی F که توسط شنونده شنیده میشود عبارت است از (معادله ۴۲-۱۹ را ببینید) که دوباره ترتیب شده و u به v تعویض شده است).

شنونده ساکن منبع در حرکت

$$f = f_0 \frac{1}{1+u/v} \quad -------(18-1)$$

در این معادله f_0 فریکونسی وقتیکه منبع ساکن است و v سرعت صوت میباشد، این تغییر در فریکونسی که بوجود میآید به نام اثر دوپلر یاد میشود. اگر منبع ساکن اما شنونده از منبع به سرعت u دور شود فریکونسی که به نظر میخورد عبارت است از (معادله ۱-۱۹ را ببینید که در آن u به v تعویض شده است.

منبع ساکن، شنونده متحرک

$$f = f_0 \left(1-u/v\right) \quad -----(19-1)$$

اگر سرعت نسبی دور شدن منبع و ناظر u در هر دو مورد یکسان میباشد. فریکونسی ها که از معادلات ۱-۱۸ و ۱-۱۹ بدست می آید متفاوت است. شاید به این فکر بی افتیم که در معادلات ۱-۱۸ و ۱-۱۹ میشود که c (سرعت نور) را به جای v (سرعت صوت) گذاشت و آن وقت آنها را در مورد نور بکار برد اما معلوم شده است که نور برخلاف صوت به محیط انتقالی که چشم و نانظر نسبت به آن در حرکت باشد ممکن نیست. این بدین معنی است که از لحاظ فزیکی در این وضعیت که منبع از ناظر دور میشود و با وضعی که ناظر از منبع دور میشود یکسان است و فریکونسی دوپلر برای هر دوی آنها باید دقیقاً یکی باشد در مورد نور باید

که معادله (۱-۱۸) و یا معادله (۱-۱۹) و یا باید که هر دوی آنها اشتباه باشد طوریکه بعداً در این بخش مطالعه میکنیم اثر دوپلر از تیوری نسبت پیش بینی میشود که:

موج نوری منبع و ناظر از هم دور میشوند.

$$f = f_0 \frac{1 - u/c}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \quad ----------(20-1)$$

معادله ۱-۲۰ فقط به حالت مخصوص که جهت انتشار نور مثل جهت حرکت نسبی s و s' است تطبیق میشود.

اگر به جای u در معادله $-u$ بگذاریم روابط مناسب که در آن منبع و ناظر به همدیگر نزدیک میشوند بدست میآید. با استفاده از تیوری باینومل می میتوانیم جذرالمربع در معادله ۱-۲۰ انکشاف دهیم یعنی:

$$\left(1 - u^2/c^2\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2}u^2/c^2 + \ldots\ldots$$

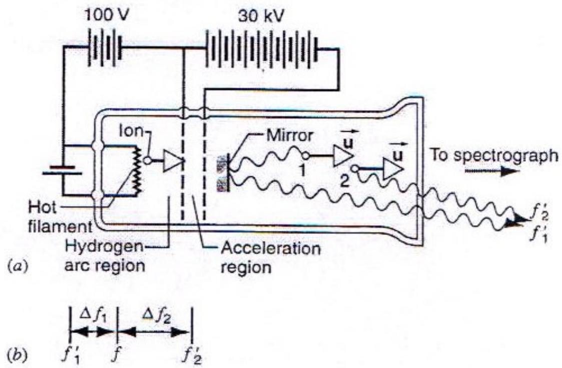
که:

$$f = f_0\left[1-\frac{u}{c}+\frac{1}{2}\left(\frac{u}{c}\right)^2+......\right] \quad -----------(21-1)$$

نسبت $\frac{u}{c}$ برای همه منابع موجود نور حتـی آنهـای کـه ابعـاد اتمـی دارنـد کوچک است. حدود که در u^2/c^2 در چنـین حـالات بصـورت غیرقابـل صرف نظر کوچک هستند و نخستین ترتیب حد $\frac{u}{c}$ یک تخمـین مناسـبی را از اثر دوپلر میدهد تجربه قدیمی نسبیت اثر دوپلر توسط H.E Ives و G.R.Stillwell انجام شده است. آنها شعاع انجام اتم هـای هایـدروجن را که در یک تخلیه گازی بوجود می آیـد بـه سـرعت u در تحـت یـک تیوب مطابق به شکل ۱-۲۷ می فرسـتند آنهـا نـوری را کـه از اتـم هـا بـه جهت مخالف u بیرون می شود بـا اسـتفاده از آئینـه و همچنـان در یـک جهت موازی u مشاهده میکنند همراه با یـک اسـپکتروگراف دقیـق آنهـا می تواند تصویر شخص همین خط طبیعی نور را بگیرنـد بـا در نظرداشـت اندازه فریکونسی خطوط بـه f_1' و f_2' کـه در شـکل $27b-1$ نشـان داده شده است نشانی میشوند همچنان ممکن است که تصویر آنهـا را در یـک صفحه تصویری یکسان بگیریم خطی که نمانده گی از نور بیرون شـده از اتم ساکن می کند مثل F ظاهر میشود مانند شکل $27b-1$ یـک مقـدار اندازه شده اساسی در تجربه عبارت از $\frac{\Delta f}{f}$ است که توسط معادله:

$$\frac{\Delta f}{f}=\frac{\Delta f_2-\Delta f_1}{f} \quad -------(22-1)$$

تعیین شده است شکل $27b-1$ را ببینید.



شکل ۱-۲۷: وسایل که درتجربه *Ives* و *Stillwell* استفاده شده است.

جدول ۱-۴: تجربه *Ives* و *Stillwell*.

$\frac{\Delta f}{f}10^{-5}$			
Speed u $\left(10^6\ m/s\right)$	*Classical*	*Relativistic*	*Experiment*
۰.۸۶۵	۱.۶۷	۰.۸۳۵	۰.۷۶۲
۱.۰۱	۲.۲۶	۱.۱۳	۱.۱
۱.۱۵	۲.۹۰	۱.۴۵	۱.۴۲
۱.۳۳	۳.۹۴	۱.۹۷	۱.۹

مقادیر را اندازه میکند که فریکونسی های نور اتم های ساکن در بین فریکونسی های f_1' و f_2' می افتد.

جدول ۱-۴ نتایج اندازه شده همراه با فرمول های تیوری نسبیت معادله ۱-۲۰ مطابقت دارد نه با فرمول های کلاسیک از تیوری انتشار صوت در مواد.

Ives و *Stillwell* نتایج تجربی خود را به عنوان ثبوت برای تقویه نظریه نسبیت انشتین آنها نظر نکردند ولی یک موضوع تیوریکه متناوب را توضیح میدارند.

ناظرین عصری نه تنها به تجارب عالی آنها بلکی به تمام ساحه های ثبوت های تجربی آنها نظر می اندازند و تجربه *Ives* و *Stillwell* را تعبیری از اثر نسبی دوپلر توضیح میدارند.

مسئله نمونه ۱-۸: یک *quasar* دور از زمین به سرعت u دور میشود، یک منجم خط طیفی نوری را از *quasar* جستجو میکند آن خط از اتم هایدروجن خارج شده است با استفاده از تیوب تخلیه هایدروجن در روی زمین که دارای طول موج $\lambda_0 = 121.6nm$ است مشاهده میشود. منجم خط طیفی هایدروجن را که از *quasar* به طول موج $\lambda = 460.9nm$ بیرون میشود دریافت میکند با فرض اینکه *quasar* از شعاع آفتاب وارد میشود سرعت نسبی ان چند است؟

حل: از معاله ۱-۲۰ که ما آنرا برای طول موج نوشته ایم داریم که:

$$\frac{c}{\lambda}=\frac{c}{\lambda_0}=\frac{1-u/c}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$$

یا ---------- (۲۳-۱)

$$\lambda=\lambda_0\sqrt{\frac{1+u/c}{1-u/c}}$$

و برای دریافت سرعت

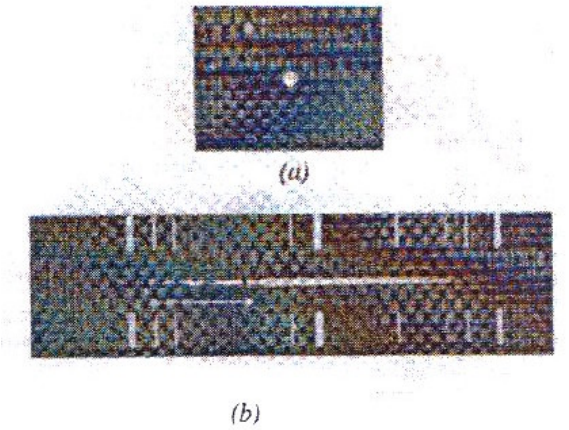
$$\frac{u}{c}=\frac{\left(\frac{\lambda}{\lambda_0}\right)^2-1}{\left(\frac{\lambda}{\lambda_0}\right)^2+1} \quad ---------(24-1)$$

همرای $\frac{\lambda}{\lambda_0}=460.9nm/121.6nm=3.79$ می یابیم که:

$$\frac{u}{c}=\frac{(3.79)^2-1}{(3.79)^2+1}=0.87$$

quasar از زمین با سرعت برابر به ۸۷ فیصد سرعت نور دور میشود این محاسبه تنها ترکیب شعاع سرعت نسبی را معین میکند.

اثر دوپلر باعث طولانی شدن و نزدیک شدن طول موج به طیف سرخ (با طول موج زیاد) از یک شی عقب کشیده شده از زمین میشود از اینرو آنرا به نام تغییر مکان سرخ یاد میکنند. شکل ۱-۲۸ یک مثال تغییر مکان سرخ را نشان میدهد که از آن ممکن است که سرعت کهکشان نسبت به زمین را مشخص نمایم. شواهدی از چنین مشاهدات نشان میدهد که تمام اشیای دور از ما دور میشوند، بنابراین رابطه خطی بین سرعت شی و فاصله آن از زمین وجود دارد. هر قدر شی دور تر باشد با سرعت بیشتری در حرکت است این حالت خطی که باعث کاهش اندازه گیری تغییر مکان سرخ میشود یکی از شواهدی ابتدائی توسط هستی است.



شکل ۱-۲۸: $a-$ کهکشان را نشان میدهد. $b-$ خط وسطی طول موج طیف نور که از کهکشان بیرون میشود نشان میدهد دودد بسته تاریک عمودی نشان دهنده

جذب طیف ها همرای کلسیم است که در کهکشان موجود است خطوط بالا و پایین در یک منبع لابراتواری برای اندازه قطر موج ثبت شده است خطوط افقی نشان دهنده اینست که خطوط کلسیم چقدر دور از جای که آنها نمایان میشوند اگر آنها از یک منبع ساکن در لابراتوار خارج شوند جابجا شده است. از این جابجای دوپلر سرعت کهکشان کاهش می یابد و $2.1000\,Km/s$ می باشد.

اشتقاق اثر نسبی دوپلر

اجازه بدهید که معادله اصلی ۱-۲۰ نسبت اثر دوپلر را ببینیم و چرا این معادله از معادلات ۱-۱۸ و ۱-۱۹ فرق دارد؟ شکل $29a-1$ نشان دهنده شنونده a است که یک منبع امواج الکترومقناطیسی را انتقال میدهد این منبع یکدسته امواج nرا خارج مینماید و شنونده S نسبت به s' با سرعت u در حرکت است. در یک زمان بسیار کوتاه که در شکل $29a-1$ نشان داده شده است که اولین دسته امواج فقط به موقعیتی خطی S است . نظر به s' فاصله طی شده امواج $c\Delta t_0$است، علامه 0 را به خاطری مینویسم که محدوده Δt_0 یک زمان مشخص را تاکید میکند. همان قسمتی که در فصل 20 واضح شد که محدوده زمان مشخص آنست که شروع و ختم محدوده زمانی در یک موقعیت یکسان اتفاق می افتد را نشان میدهد.

محدوده Δt_0 توسط s' از زمان بین خارج شدن اولین موج و موج n ام یک در یک موقعیت یکسانی در مرجع s' قرار دارند اندازه میشود.
نظر به s' طول موج λ' مجموعه فواصلی که از تقسیم n دسته موج بر تعداد دسته های موج انتقال شده است بدست می آید.

$$\lambda' = \frac{c\Delta t_0}{N} \quad ----------(25-1)$$

فریکونسی و طول موج به $c = \lambda' f_0$ ارتباط دارد بناً:

$$f_0 = \frac{c}{\lambda'} = \frac{N}{\Delta t_0} \quad ----------(26-1)$$

حالا بیاید که از یک حالت یکسانی از نقطه نظر بیننده S که نسبت به S' با سرعت u' در حرکت است ببینید.
شکل $29b-1$ نظر به s اولین دسته موج از موقعیت اصلی s' نظر به موقعیت s در زمان Δt در حرکت است و فاصله $c\Delta t$ را می پیماید.
در یک محدوده زمان یکسان s' به فاصله $u\Delta t$ انتقال میکند به نظر داشته باشید که Δt یک محدوده زمان مشخص برای s که ناظر اولین دسته موجی خارج شده میباشد نسبت زمانیکه منبع در یک موقعیت و آخرین دسته موجی سرچشمه گرفته از منبع در یک موقعیت متفاوت

دیگری میباشد نظر به n,S دسته موجی فاصله $u\Delta t+c\Delta t$ را اشغال میکند برای این طول موج λ است.

$$\lambda=\frac{u\Delta+c\Delta t}{N} \quad ----------(27-1)$$

همرای $f=c/\lambda$ و $N=f_0\Delta t_0$ از معادله 1-26 داریم که:

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{cN}{u\Delta t+c\Delta t}=f_0\frac{\Delta t_0}{\Delta t}\frac{1}{1+u/c} \quad ----------(28-1)$$

نسبت بین محدودهزمان Δt_0 و انتروال Δt توسط فرمول ۳-۲۰ متوسل میشود.

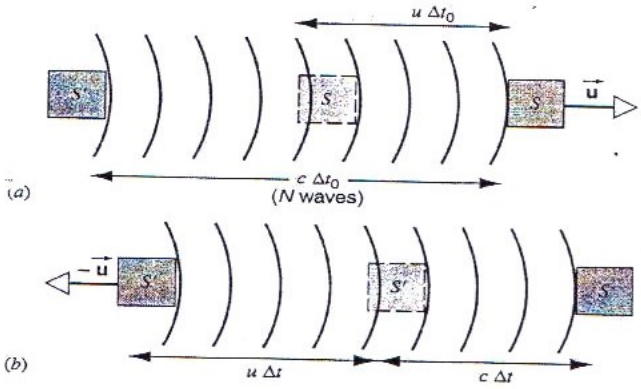
$$\Delta t=\Delta t_0/\sqrt{1-u^2/c^2}$$

$$f=f_0\frac{\sqrt{1-u^2/c^2}}{1+u/c}=f_0\frac{1-u/c}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \quad ----------(29-1)$$

که موافق به معادله ۱-۲۰ است.

چرا مشتق امواج نوری نتیجه ای میدهد که از امواج صوتی متفاوت است؟ در معادلـه ۱-۲۶ و ۱-۲۸ $c = \lambda' f_0$ و $c = \lambda f$ اسـتفاده کـردیم کـه دلالت بر این میکند که ناظرین S' و S که سرعت یکسانی بـرای امـواج نوری دارند.

و این از اصل دوم نسبت بدست میآید که نشان دهنده ایسـت کـه سـرعت نور در یک فضای خالی قیمت یکسانی برای تمام ناظرین دارد و بدون در نظرداشت اینکه حرکت نسبی آنها چیست برای امواج صوتی کـه سـرعت امواج نسبی برای حد وسطی انتقال برای بیننده ای که به سـرعت متفـاوتی در حرکت است متغیر می باشد.



شکل ۱-۲۹: $a-$ یک منبع امـواج نـور کـه از مرجع N, s' دسـته مـوج را بیـرون میکند شکل نشان میدهد که اولین دسته امواج که فوراً به S میرسد در حـال حرکـت به سرعت u میباشد. $b-$حالت یکسانی از مرجع S است.

اثر متقاطع دوپلر

معادله ۱-۲۹ برای مورد خاصی که از حرکت نسبی S و S' که در امتداد خطی که آنها را متصل میسازد استخراج نمودیم بطور عموم سرعت u ممکن است به زاویه ارتباط داشته باشد در اولین حد معادله ۱-۲۹ صورت کسر از فکتور ازدیاد زمان بدست میآید و ارتباط به بزرگنمائی دارد نه به جهت حرکت نسبی مخرج اگر چه ترکیبات u را در امتداد خط متصل S و S' را در بر دارد بنابراین فاصله $u\Delta t$ و شکل $29b-1$ و شکل 1-28 عبارت از $(u\cos\theta)\Delta t$ است در نتیجه معادله ۱-۲۹ برابر است به:

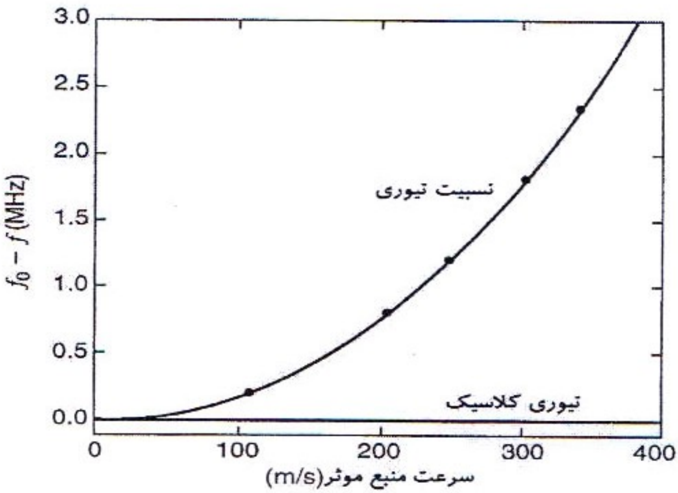
$$f = f_0 \frac{\sqrt{1-u^2/c^2}}{1+\left(u/c\right)\cos\theta} \quad ----------(30-1)$$

به حالت خصوصی که $\theta = 90^o$ باشد معادله 1-30 عبارت است از:

$$f = f_0\sqrt{1-u^2/c^2} \quad ---------(31-1)$$

معادله ۱-۳۱ اثر متقاطع دوپلر را توضیح میکند که ناظر و منبع هر دو به جهتی که آنها را با هم متصل میسازد به صورت عمود در حرکت اند اثر متقاطع دوپلر برای امواج صوتی هیچ کدام تغییری در فریکونسی وارد نمیشود و اگر منبع صوت یا ناظر بصورت متقاطع در حرکت باشند اثر متقاطع دوپلر یک اثر خالص نسبی است که هیچ شباهتی به اثر متقاطع

دوپلر قدیمی ندارد بهترین و منطقی ترین اثر متقاطع دوپلر بـرای اشـعه γ در سال ۱۹۶۳ توسط Walter Kundig با استفاده از یـک منبـع اشـعه γ در مرکز استوانه سنترفیوج و موج یا به چرخ انجام شود. یک خلاصـه از نتایج را در شکل 1-30 پیشکش شده است.



شکل ۱-۳۰: نتیاج تجربه *Kundig* (نقاط معلومات همراه با نقطه سیاه مشخص شده است) برای اثر متقاطع دوپلر همراه تیوری نسبیت معادله 1-16 موافق به همرای تیوری کلاسیک که هیچکدام اثری را پیش بینی نمی کند موافق نیست.

مسئله نمونه ۱-۹: یک ستلایت از شرق به غرب بـه ارتفـاع $h = 153Km$ در یک مدار دایروی بالای خطی استوا در دوران اسـت (شـکل ۱-۳۱ را ببینید) یک کشتی کشاف در خط استوا به مبدأ نصف النهار در صفردرجه

قرار دارد (دورتر از ساحل غربی افریقا) ستلایت امواج رادیوی را به فریکونسی $122.450MHz$ بیرون میکند به چی فریکونسی باید انتخابی صدا کشتی دور داده شود وقتیکه ستلایت

$a-$ سیستم رو به جلو باشد.

$b-$ در ۱۰ درجه غربی کشتی

$c-$ درجه شرقی کشتی چنداست؟

حل: $a-$ میگذاریم که قالب S' همرای ستلایت فوری به هوا حرکت کند قالب S در پائین کشتی باشد فریکونسی که به S' مشاهده میشود برابر به $122.450MHz$ است سرعت نسبی u در بین قالب ها توسط مدارهای ستلایت در ارتفاع h به شعاع $R = R_E + h$ که R_E شعاع زمین است معین میشود.

تعجیل جاذبه در شعاع R عبارت است از MG/R^2 است که باید به قوه جذب مرکز u^2/R که برای مدار دایروی ضروری است تطبیق شود.

$$MG/R^2 = u^2/R$$

$$u = \sqrt{\frac{MG}{R}} = \sqrt{\frac{MG}{R_E + h}}$$

$$= \sqrt{\frac{\left(5.98\times10^{24}\,Kg\right)\left(6.67\times10^{-11}\,N.m^2/Kg^2\right)}{6370Km + 153Km}}$$

زمانیکه ستلایت مستقیم به هـوا باشـد $= 7.82\times10^{3}\,{}^{m}\!/_{s} = 2.61\times10^{-5}c$

اثـــر تغییـــــر مکـــــان دوپلـــــر از معادلـــــه 1-30 همـــــرای $\theta = 90^{o}$ $f = f_{0}\sqrt{1-{}^{u^2}\!/_{c^2}}$ بدست می اید.

همرای $^{u}\!/_{c} = 2.61\times10^{-5}$ ما $^{u^2}\!/_{c^2} = 6.8\times10^{-10}$ را داریـم. مقـدار زیـر جذر از 1 توسط بعضی بخش ها تا 10^{10} تغییر میکند بنابرآن به صراحت و دقت مورد نظر ما عبارت است از :

$$f \approx f_{0} = 122.450MHz$$

$b-$ وقتی که ستلایت به هوا نباشد محاسبه زاویه θ بین سرعت ستلایت و جهت مستقیم کشتی کشف شده ضروری است (شـکل ۱-۳۱ را ببینیـد)

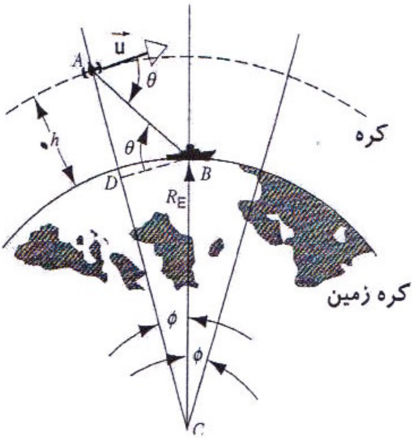
خط $AB \,/\!/\, BD$ به طور عمود رسم میکنیم $AC = R_{E} + h$ بعداً به خـاطر زاویـــه $A\hat{B}D = \theta$ باشـــد. $\cot\theta = BD / AD$ داریـــم جـــای کـــه $BD = R_{E}\sin\phi$ و $AD = AC - CD = R_{E} + h - R_{E}\cos\phi$ داریم که:

$$\cos\theta = \frac{R_{E}\sin\phi}{h + R_{E}\left(1-\cos\phi\right)}$$

$$= \frac{(6370Km)\left(\sin10^{o}\right)}{153Km + (6370Km)\left(1-\cos10^{o}\right)} = 4.428$$

یا

$$\theta = \cot^{-1}4.428 = 21.7^{o}$$



شکل ۱-۳۱: مسئله نمونه ۱-۹ یک ستلایت در یک مدار دایروی به ارتفـاع h روی سطح زمین قرار دارد یک کشتی در سطح زمین سیگنال هـا پرتـو شـده از سـتلایت را مشاهده میکند.

برای پیدا کردن فریکونسی از معادله ۱-۳۰ و بـا اسـتفاده از نتیجـه بخـش (a) که جذرالمربع آن تقریبا ۱ است و به تعویض $-u$ به u بـه خـاطری که ستلایت به کشتی نزدیک میشود میتوانیم استفاده کنیم.

$$f \approx \frac{f_0}{1-\left(\frac{u}{c}\right)\cos\theta} = \frac{122.450MHz}{1-\left(2.61\times10^{-5}\right)\left(\cos 12.7^o\right)}$$

$$\mathrm{f} = 122.447MHz$$

می بینیم که فریکونسی کـه بـه زمـین بدسـت مـی ایـد از $122.453MHz$ (نزدیـک سـتلایت) تـا $122.450MHz$(بـالای سـتلایت) انـدازه گیـری فریکونسی (تغییر مکان دوپلر) همچنان مناسب برای ستلایت است.

سوالات چند گزینه ای

۱-۱: طیف الکترومقناطیسی

۱-۲: نور مرئی

۱:- کدام رنگ نور بصورت کم توسط گیاهان جذب میشود؟

۱)سرخ ۲) زرد ۳) سبز 4) بنفش

۱-۳ سرعت نور

۲:- سرعت نور در آب کمتر از سرعت نور در هوا است وقتـی کـه اشـعه نورسرخ $\lambda = 650nm$ باشد و از هوا به اب داخل شود چی تغییری رونمـا میشود؟

۱)فریکونسی ۲)طول موج ۳) رنگ ۱ و ۲ ۴) ۱، ۲ و ۳

۳:- در کدام یک از انواع مواد ذیل نـور سـرعت زیـادتری نسـبت بـه C دارد؟

۱)دای الکتریک ۲) دای دیامگنتیک ۳)پارامقناطیسی

۴) فیرومقناطیسی

۴:- مطابق به بحث بخش ۳-۱ آیا شما فکر میکنید که نور سرخ تیزتر یا آهسته تر از میان مواد عبور میکند یا نور آبی؟

۱)نور سرخ تیز تر حرکت میکند

۲) نور آبی تیز ترحرکت میکند

۳)هر دو به عین سرعت حرکت میکند بخاطریکه رنگ یک مشخصه روانی است

۴) جواب وابستگی به مواد دارد.

۱-۴: انکسار و انعکاس امواج نوری

۵:- یک اشعه نور طوریکه در شکل 1-13 نشان داده شده است در گوشه منعکس کننده ای می تابد هر چند که زاویه وارده θ افزایش می یابد زاویه بین اشعه منعکسه اخیری و زاویه وارده :

۱)افزایش می یابد

۲) کاهش می یابد

۳) یکسان می ماند

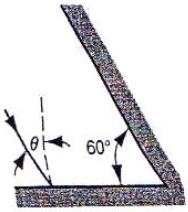
۴)سوال تا وقتی که زاویه وارده را بطور جداگانه حل ننمایم جواب داده نمی شود.

۶:- یک اشعه نور بروی یک آئینه ای که با آئینه دیگر با زاویه 60^o تلاقی است می تابد طوریکه در شکل ۱-۳۲ نشان داده شده است

هرچند که زاویه وارده θ افزایش میکند زاویه بین اشعه منعکسه و اشعه وارده:

۱)افزایش می یابد ۲) کاهش می یابد

۳) یکسان می ماند ۴) سوال تا وقتی هر زاویه وارده را بطور جداگانه حل نکنیم جواب ندارد.

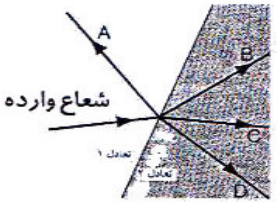


شکل ۱-۳۲: سوال ششم سوالات چند گزینه ای

۷:- یک اشعه نور در بین دو آئینه که با زاویه α (به رادیان اندازه میشود) باهم تلاقی اند می تابد یک تخمین مناسب از تعداد اعظمی دفعات که نور بالای آئینه می تابد قبل از اینکه برگردد چیست؟

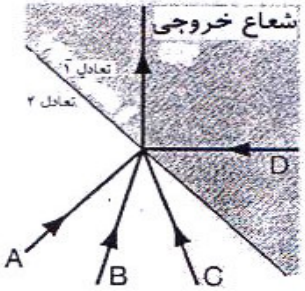
1) $\frac{2\pi}{\alpha}$ 2) $\frac{\pi}{\alpha}$ 3) $\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$ 4) $\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}$

۸:- یک اشعه نور که به سرحد بین دو جنس مطابق به شکل ۱-۳۳ برخورد میکند اجناس دارای ضریب انکسار متفاوتی اند کدام اشعه خارج شده تولید شده نمی تواند؟



شکل ۱-۳۳: سوال هشتم سوالات چند گزینه ای.

۹:- یک اشعه نور که به سرحد بین دو محیط مطابق به شکل ۱-۳۴ برخورد میکند دارای ضریب انکسار متفاوتی اند کدام اشعه وارده خارج شده را تولید کرده نمی تواند؟



شکل ۱-۳۴: سوال نهم سوالات چند گزینه ای.

۱۰:- زاویه اشعه وارده $\theta_1 = 20^o$ است و زاویه انکسار برای زاویه اشعه منکسره $\theta_r > 20^o$ است.

a- اگر زاویه وارد به ۱۰ درجه کاهش پیدا کند بعداً زاویه انکسار:

۱)هم به ۱۰ درجه کاهش خواهد یافت ۲) بـه 10^o بیشـتر کـاهش خواهد یافت

۳) به ۱۰ درجه کمتر کاهش خواهد یافت ۴)سـوال‌بـدون‌موجودیـت-معلومات زیادجواب داده نمیشود

b– اگـر بـه جـای آن زاویـه وارده تبـدیل شـود ازینـرو زاویـه منکسـره مضاعف میشود و زاویه وارده:

۱)باید مضاعف گردد ۲) باید بیشتر از مضاعف گردد

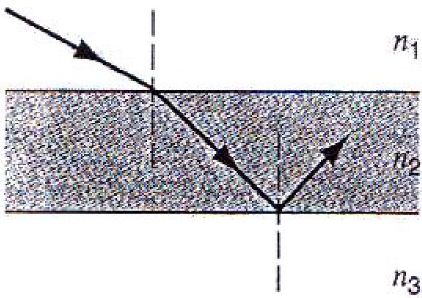
۳) کمتر از مضاعف گردد ۴) سوال بـدون موجودیـت معلومـات زیاد جواب داده نمیشود

۱-۵ انعکاس کلی داخلی

11:- نور از میان سه ماده شفاف در مسیر که بـه شـکل ۱-۳۵ نشـان داده شده اسـت میگـذرد ضـرایب انکسـار را از کـوچکترین تـا بزرگتـرین آن ترتیب دهید با توجه با اینکه انعکـاس کلـی در سـطح پـائینی محـیط دوم واقع میشود.

۱) $n_1 < n_2 < n_3$ ۲) $n_2 < n_1 < n_3$ ۳) $n_2 < n_3 < n_2$

۴) $n_3 < n_1 < n_2$

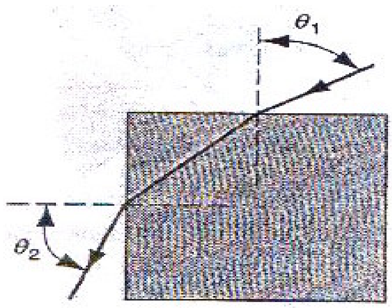


شکل ۱-۳۵: سوال یازدهم سوالات چندگزینه ای.

۱۲:- نور به سطح شیشه ای مانند شکل ۱-۳۶ برخورد میکند، θ_1 اندکی افزایش می یابد به θ_2 چی واقع میشود؟

۱) θ_2 همچنان اندکی افزایش می یابد ۲) θ_2 بدون تغییر باقی می ماند

۳) θ_2 اندکی کاهش می یابد ۴) θ_2 ناگهان- تغیرمیکندبخاطریکه انعکاس کلی مینماید



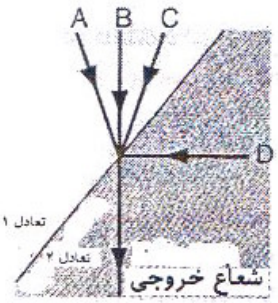
شکل ۱-۳۶: سوال دوازدهم سوالات چند گزینه ای.

۱۳:- یک گروپ به داخل آب فرو برده میشود نور به همه جهات از گروپ منتشر میشود اما مقداری از نور از سطح آب فرار میکند (با شکل ۱-۲۱ مقایسه کنید) به کسر F نور از سطح آب فرار میکند هر قدر گروپ عمیق تر به داخل آب فرو برده میشود چی واقع می شود؟

۱) F افزایش می یابد ۲) F کاهش می یابد

۳) F بدون تغییر می ماند ۴) جواب مربوط به ضریب انکسار آب میشود

۱۴:- دیده میشو که اشعه نور از سرحد بین دو جسم خارج میشود مثلیکه در شکل ۱-۳۷ نشان داده شده است اجسام ضریب های انکسار متفاوتی دارند. کدام یک از اشعه وارده نتوانسته است که اشعه رونده را تولید کند؟



شکل ۱-۳۷: سوال چهاردهم سوالات چند گزینه ای.

۱-۶ : دوپلر برای نور

۱۵: یک سیگنال رادیوی که با سرعت V هنگامی که از زمین دور میشود مشاهده میشود فریکونسی دوپلر از $96MHz$ تا $48MHz$ تغییر مینماید اگر انرا دوباره دور داده و به همان سرعت به طرف زمین بفرستیم حالا فریکونسی جابجای دوپلر سیگنال رادیویی چی خواهد بود؟

۱)بزرگتراز $192MHz$ ۲)مساوی به $192MHz$ ۳)کمتر از $192MHz$ ۴) هیچکدام

سوالات

۱:- امواج الکترومقناطیسی از فاصله دور از فضا به ما میرسد از معلوماتی که آنها با خود دارند آیا می توانیم بگوییم که جهان در حال حاضر چی قسم است؟ و در زمان انتخاب شده ای در گذشته؟

۲:- اگر شما در یک امتحان مورد سوال قرار گیرید که چی کسری از طیف الکترومقناطیسی در فاصله ای طیف نور مرئی می افتد جواب شما چی خواهد بود؟

۳:- چندین حالتی را که امواج رادیوی از امواج نور مرئی متفاوت است لست کنید؟

۴:- چی قسم شما شعاع الکترومقناطیسی را که دارای فریکونسی $10Khz$ است مشخص میکنید یا $10^{20}Hz$؟ طول موج $500nm$؟ $10km$؟ و یا $0.50nm$؟

۵:- چی طول مورد نظر و جهت $(Rabbit\ ears)$ را در آنتن یک تلویزیون معین میکند؟

۶:- چطور یک اجاق مایکرود غذا می پزد؟ شما می توانید که آب را در یک پاکت پلاستیکی در چنین بخاری بجوش بیآورید این چطور ممکن است؟

۷:- چطور حساسیت انحنا چشم مثل شکل 1-6 ممکن است که اندازه شود؟

۸:- چرا سیگنال های سرخ در زمانیکه چشم در مقابل زرد و سبز حساسیت بیشتری دارد خطرناک است؟

۹:- به ارتباط شکل 1-6،

(a) آیا شما فکر میکنید که حساسیت اعظمی طول موج ممکن است متفاوت باشد اگر شدت نور تغییر کند؟

(b) انحنأ شکل ۱-۶ برای گروه از اشخاص رنگ کور که نمی توانند نور سرخ را از سبز تغییر دهند چی می باشد؟

۱۰:- فرض کنید که چشم انسان در مقابل نور مرئی غیرحساس است ولی به مقابل نور ما تحت قرمز حساس است چی تغییرات محیطی ضرور است اتفاق بی افتد اگر شما

(a) در امتداد دهلیز قدم بزنید؟

(b) یا راننده گی نماید؟ آیا پدیده رنگ موجود می باشد؟ چراغ های ترافیکی چگونه باید نشان داده شوند؟

۱۱:- کدام سیمای نور مطابق بلندی صوت است؟

۱۲:- چطور گالیله تجربتاً دفعات عکس العمل یک منبع اشتباه در کوشش با اندازه گیری سرعت نور که در بخش ۱-۳ تشریح شد امتحان نمود؟

۱۳:- آیا شما در باره مشاهدات روزانه (که بدون وسایل تجربی است) فکر کردید تا نشان دهید که سرعت نور معین نیست، درباره برقک زدن فکر کنید و مقایرت های ممکن در بین وقت پیش بینی شده طلوع آفتاب و وقت پیش بینی شده ارتباطات رادیویی در بین زمین فکر کنید؟

۱۴:- در این بیانیه نظر بدهید بخاطری روشنی که معین شده هرگز ممکن نیست که سرعت نور اندازه شود؟

۱۵:- موضوعات سرعت نور که ممکن است در مدت زمان تدریجاً تغییر کند پیشنهاد شده است آیا شما می توانید که شواهدی را برای جدول ۱ - ۱ بدست بیاورید؟

۱۶:- در یک خلأ آیا سرعت نور به :

۱)طول موج ۲) فریکونسی ۳)شدت ۴) سرعت منبع

۵)سرعت ناظر ارتباط دارد؟

۱۷:- توضیح بدارید که چگونه محیط ماحول شما خواهد بود اگر تمام اشیا نور آفتاب را کاملاً جذب کند در یک خانه روی یک چوکی نشسته آیا می توانید که چیزی را ببینید؟ اگر یک گربه در خانه داخل شود میتوانید که آنرا ببینید؟

۱۸:- آیا برای اثبات اینکه قانون انعکاس برای تمام طول موج یکسان است در تحت حالتی که نور هندسی منتشر گردد کدام یک تجربه را می توانید که تصور کنید؟

۱۹:- یک چراغ در سرک که توسط انکسار یک کتله آب که در آن سنگریزه ها که در ساحه دید بسیار باریک میشوند اما نه در ساحه اطراف نشان داده شده است توضیح بدارید.

۲۰:- امواج کوتاه که از اروپا انتشار می نماید در آمریکا شنیده میشوند اگر چی مسیر خط مستقیم نیست چگونگی پدیده را توضیح بدارید.

۲۱:- زمان حرکت سیگنال ها از ستلایت برای گرفتن استیشن خود به زمین نظر به فریکونسی های سیگنال فرق میکند چرا؟

۲۲:- با چی فیصدی سرعت نور آبی در فیوز کوار تز از نور سرخ متمایز میشود؟

۲۳:- چطور ضریب انکسار محیط جدول ۱-۳ در ارتباط با آب را معین کرده می تواند؟ ارقام در جدول داده شده است.

۲۴:- آیا شما انتظار اینکه امواج صوتی از قوانین انکسار و انعکاس که توسط امواج نوری تعقیب میشود پیروی میکنید یا نه؟ انتشار کروی و استوانه وی امواج را با استفاده از اصل هیوگینز بحث کنید، برای امواج صوتی در هوا هم تطبیق میشود؟

۲۵:- اگر اصل هیوگینز قوانین انکسار و انعکاس را پیش بینی نماید چرا این ضروری است که نور را مثل امواج الکترومقناطیسی نمایش دهیم با تمام پیچیده گی های آن؟

۲۶:- یک شعاع نور در حال داخل شده به آب چی واقع میشود توضیح دهید؟

۲۷:- آیا این صحیح است که بگوییم بین نور مرئی و یک محیط شفافی که از آن می گذرد عمل متقابل موجود نیست؟

۲۸:- چی قسم اثر انکسار اتموسفیری در زمان غروب ظاهر میشود؟

۲۹:- ستاره ها چشمک میزنند ولی سیاره نه چرا؟

۳۰:- چرا قسمت اخیر یک حوض که عمق آن منظم باشد کم عمق تر نسبت به جای که بیننده در زاویه ای که قرار دارد دیده می شود؟

۳۱:- روز روشن و آفتابی است و شما می خواهید که یک کمان رستم را با استفاده از پیپ در پشت حویلی بسازید دقیقاً چطور انجام میدهد؟ چرا نمی توانید از زیر آن عبور کنید و یا به قسمت های اخیر آن برسید؟

۳۲:- آیا ممکن است که با استفاده از چندین منشور رنگ طیفی را تشکیل شده است از نور سفید یکجا سازید زمانیکه نور سفید از یک منشور بگذرد؟ اگر بلی چرا؟

۳۳:- توضیح بدارید که یک ماهی چی چیز را دیده می تواند زمانیکه او به یک انکسار متفاوتی به خط افقی بالای خود نگاه میکند؟

۳۴:- چرا یک الماس نسبت به شیشه که به شکل الماس قطع شده با شد بیشتر جرقه میکند؟

۳۵:- آیا این قابل توجه است که طول موج نور در وقت عبور از آب تغییر میکند ولی فریکونسی آن نه؟ توضیح بدارید؟

۳۶:- در انکسار و انعکاس چرا اشعه منکسره و منعکسه بالای مستوی که توسط امواج وارده و نارمل به سطح مشخص شده است می افتد؟ آیا کدام استثنائی وجود دارد؟

۳۷:- یک تلسکوب را با استفاده ار فایده های انعکاس کلی بسازید مفاد آن را همرای آئینه کروی مقایسه کنید.

۳۸:- چی مشخصات را باید یک شی داشته باشد تا که بتواند منحیث یک پیپ نوری موثر کار کند؟

۳۹:- یک برس دندان دارای یک دسته پلاستیکی سرخ می باشد که در ردیف آن سیخ نیلون تزئین شده است قسمت بلند سیخ سرخ معلوم میشود (نه اطراف آن) توضیح بدارید؟

۴۰:- چرا رشته های نوری انتقال دهنده خوبی معلومات نسبت به کیبل اند در باره فریکونسی های استفاده شده فکر کنید.

۴۱:- اگر اثر دو پلر یک انسباط زمانی است نه چیز دیگر یا در آن چیز دیگر وجود دارد؟

۴۲:- یک عضو از سیستم ستاره دو گانه نور مرئی را خارج میکند آنرا در یک گرافی چی قسم فریکونسی دوپلر که زمین انتقال میکند نسبت به زمین تحول میکند نشان دهید.

۴۳:- آیا شما ویک کهکشان آنقدر به فاصله دور می توانید قرار گیردکه سرعت آن مساوی به ۳۰ باشد؟

اگر چنین است چطور میتوانیم که ما یک کهکشان را ببینیم و این به خاطر اینست که آیا نور آفتاب به ما خواهد رسید؟

۴۴:- اشعه گاما تشعشع الکترومقناطیسی است که از هسته رادیو الکترو بیرون میشود در فضا باز آیا آنها با یک سرعت مشابه به سرعت نور مرئی حرکت میکنند؟ آیا سرعت به سرعت هسته که از آن خارج میشود ارتباط دارد؟

۴۵:- شاید ساده ترین مشاهده نجومی را که شما می توانید انجام دهید اینست وقتیکه آفتاب مینشیند آسمان تاریک میشود این صحیح و آشکارا است ولی به یک بحثی می توانید انجام دهید که این چنین نباشد ملاحظه کنید: با فرض نمودن یک جهان معین که منظماً توسط ستاره به صورت کم یا زیاد حول آفتاب پر شده باشد ما می توانیم بگویم که خط مستقیمی که از ناظر در هر جهت افگنده شود بلاخره به یک ستاره برخورد خواهد کرد و فاصله بین هرکدام از این ستاره ها بسیار زیاد خواهد بود، بناًء ستاره ها به ناظر ما یک تصویر بسیار ضعیفی مشخص میشوند تمایز مشخص شده تصویر مانند $\frac{1}{R^2}$ است بعباره دیگر تعداد ستاره های دور که از منبع یک تیوب گردی که شعاع آن از R به $R+dR$ افزایش می یابد مثلاً

R (با فرض اینکه r ثابت باشد) آیا شما این جمله اخیر را تائید میکنید؟ این دواثر به نظر میرسند که بصورت واضح لغو شوند همچنان آسمان شب باید دقیقاً روشن باشد تا ناظر که توسط محدودیت آفتاب به تصویر کشیده شود آیا شما کدام نقص در این مباحثه میبیند(معمولاً پارادوکس می نامند)؟

فکر کنید که درباره سرعت معین نور میزان بزرگ جهان توسعه دنیا و اشتراک جا به جای سرخ و زمان معین زندگی ستاره ها و غیره (پارادوکس آسمان آبی تاریک توسط E.R.Harrison جو زمان فزیک دان امریکای در فبروری ۱۹۷۷ صفحه ۷۹ برای بازدید تاریخی واضح سازید؟

تمرینات

۱-۱: طیف الکترومقناطیسی

۱:- نشان دهید که فریکونسی و طول موج که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است از نسبت $f\lambda = c$ پیروی میکند.

۲:- پروژه (Sea farer) یک پروگرام جا طلبانه برای ساختن آنتن بسیار بزرگ بود که امروز زیر خاک در ساحه تقریباً ۴۰۰۰ مایل مربع وسعت دهن آن میشود هدف آن انتقال دادن سیگنال های برای زیر دریایی ها

وقتیکه آنها عمیقاً به زیر دریا میرفتند اگر طول موج موثر آن 1.0×10^4 شعاع زمین میبود.

$a-$فریکونسی

$b-$ زمان خروج اشعه چی بود؟

معمولاً شعاع الکترومقناطیسی بسیار دور از هادی های مثل آب بحر نفوذ نمی کنند، آیا شما در باره کدام علتی که چرا تشعشعات باید به موثریت نفوذ کند فکر میکنید؟ درباره حدود فریکونسی صفر نیز فکر کنید؟ (چرا سیگنال ها را به فریکونسی صفر نمی فرستند؟)

۳:- $a-$ طول موج پر انرژی اشعه x وقتیکه الکترون تعجیلی $30GeV$ را در تعجیل خطی Stanford در داخل یک هدفی سختی به $0.067\ fm$ به صدا می آید تولید میشود. فریکونسی این اشعه های x چیست؟

$b-$ یک VLF موج رادیویی دارای فریکونسی $30Hz$ است طول موج چیست؟

۴:- تشعشع از یک لنز معین $HeNe$ با وجودی که در باد وجودیکه $632.8nm$ متمرکز شده است دارای عرض خطی معین $0.010nm$ است عرض خطی واحدهای فریکونسی آنرا محاسبه نمائید.

۱-۲: نورمرئی

۵:- $a-$ در کدام طول موج جسم یک ناظر استندرد نصف حساسیت اعظمی را دارد؟

b– طول موج، فریکونسی و زمانی که نور برای چشم بسیار حساس است چیست؟

۶:- چقدر دودها مکمل در قطار امواج نور با طول موج $520nm$ که از یک لینز به زمان $430Ps$ خارج میشود در بر دارد؟

۱-۳: سرعت نور

۷:- *a*– فرضاً که ما قادر به ساختن ارتباطات رادیویی همراه با ساکنین فرضی یک سیاره فرض شده با مدار که از نزدیکترین سیاره ما است که ۴.۳۴ سال نوری از ما فاصله دارد چقدر زمان برای گرفتن یک پیغام ضروری است؟

b– تکرار کنید آن را برای نیوبولا بزرگ که نزدیکترین سیاره به ما اما به فاصله 2.2×10^{6} سال نوری این ملاحظات چرا برای نتیجه گیری درباره طبیعت و ارتباطات ممکن در بین تحول ها شما را رهنمائی میکند؟

۸:- *a*– چقدر وقت را در بر میگیرد که یک سیگنال رادیویی $150km$ از ترانسمیتر به یک آنتن برسد؟

b– ما مهتاب مکملی را توسط نور منعکسه آفتاب می بینیم چقدر وقت نوری که در چشم ما داخل میشود از آفتاب بیرون میشود؟

c– زمان سفر رفت و برگشت نور در بین زمین و سفینه که در مدار زحل در حال چرخش است که $1.3\times10^{9}km$ دور است.

d– نیبولا $Crab$ که تقریباً ۶۵۰۰ سال نوری دور است فکر شده که نتیجه انفجار Supernova است که توسط منجمین چیناهی در سال ۱۵۰۰ قبل از میلاد بیان شده است تقریباً انفجارات در کدام سال اتفاق افتاده است؟

۹:- فاصله نامعین مهتاب که توسط انعکاس اشعه لایزر از انعکاس دهنده که در مهتاب Apoloo قرار دارد تقریباً $2cm$ اندازه شده است این نامعینی همرای زمان اندازه شده نقصی همراه شده است چی نامعینی در این زمان دلالت میکند؟

۱-۴: انعکاس و انکسار امواج نوری

۱۰:- یک انعکاس کننده ای که در تطبیقات نوری و مایکروموج استفاده میشد متشکل از سه آئینه مستوی مکعب بسته شده اند میباشد دارای مشخصه ایست که اشعه وارده بر گشت میکند بعد از سه انعکاس همانا با جهت آن دقیقاً برمیگردد این نتیجه را به اثبات برسانید؟

۱۱:- با استفاده از اصل Fermat ثبوت کنید که اشعه منعکسه، اشعه وارده و اشعه نارمل در یک مستوی قرار دارند؟

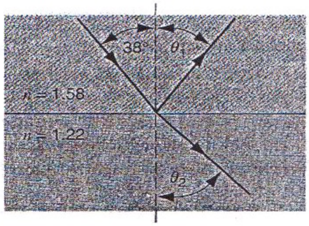
۱۲:- یک طرف چوب بداخل اب به سرعت v که بیشتر از سرعت u امواج آب است داخل شده است با تطبیق ساختمان هیوگنیز برای امواج

آبی نشان دهید که دسته امواج مخروطی تشکیل شده است و نصف زاویه α قرار ذیل داده شده است:

$$\sin\alpha = \frac{u}{v}$$

این مشهور است که قوس امواج یک کشتی یا امواج لرزنده که توسط یک کشتی که از بین هوا به سرعت بیشتر از صوت عبور میکند سبب شده است. مثل شکل ۱-۱۶

۱۳:- در شکل ۱-۳۸ زاویه (a) θ_1 و (b) θ_2 را دریافت کنید.



شکل ۱-۳۸: تمرین ۱۳.

۱۴:- نور در خلأ به سطح یک شیشه برخورد میکند در خلأ شعاع یک زاویه 32.5 درجه را همراه نارمل به سطح میسازد زمانی که بداخل گیلاس زاویه 21.0 درجه را همرای نارمل میسازد ضریب انکسار شیشه را دریابید؟

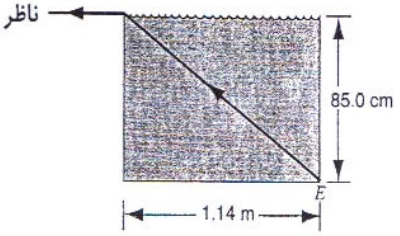
۱۵:- سرعت نور زرد سودیم به داخل یک مایع معین $1.92\times10^8\ m/s$ اندازه شده است ضریب انکسار این مایع با در نظر داشت هوا برای نور سودیم بدست آورید.

۱۶:- سرعت نور را در فیزو کوارتز با طول موج $550nm$ بدست آورید (شکل ۱-۱۱ را ببینید).

۱۷:- زمانیکه یک الکترون از بین یک محیط با سرعتی بیشتر از سرعت نور در محیط حرکت میکند امواج الکترومقناطیسی را متشعشع میسازد (اثر Cerenkov) سرعت اصغری را که باید یک الکترون در داخل مایعی با ضریب انکسار 1.54 داشته باشد تا اینکه تشعشع سازد چیست؟

۱۸:- شعاع لیزری در امتداد محور یک پایپ لاین با $1.61km$ طول حرکت میکند پایپ درجه استندرد هوا و فشار بصورت نارمل هوا در آن وجود دارد ولی آن هوا ممکن است تخلیه شود در چی حالتی میتواند که زمان حرکت برای شعاع بیشتر باشد و چقدر؟

۱۹:- زمانیکه یک تانک فلزی مستطیلی در شکل ۱-۳۹ تا قسمت اخیر آن تانک مایع ناشناخته پر شود یک ناظر همرای چشم هایش که برابر به قسمت بالای تانک قرارگرفته است فقط میتواند که گوشه E را ببیند، ضریب انکسار مایع را دریابید؟

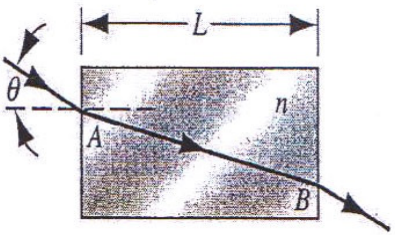


شکل ۱۰۳۹: تمرین ۱۹.

۲۰:- اشعه نور از یک منشور متساوی الاضلاع در قسمت انحراف اصغری میرود، انحراف کلی ۳۷ درجه است ضریب انکسار منشور چیست؟ (مسئله نمونه ۱-۴ را ببینید.)

۲۱:- در شکل ۱-۱۴ (مسئله نمونه ۱-۴ را ببینید) توسط ترسیم نمودن گراف اشعه با استفاده از یک نقاله نشان دهید که اگر θ برای اشعه وارده افزایش یا کاهش یابد زاویه انحراف ψافزایش مییابد.

۲۲:- نور از یک لیزر وارد یک شیشه در قسمت A شده و از B خارج میگردد شکل ۱-۴۰ را ببینید دیوار شیشه دارای طول $L = 54.7cm$ و ضریب انکسار $n = 1.63$است زاویه وارده $\theta = 24.0^o$ است زمانی که نور برای عبور نمودن از دیوار شیشه بکار دارد دریابید؟

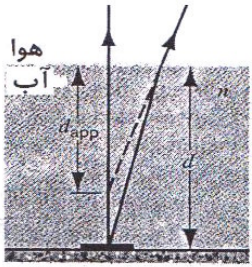


شکل ۱-۴۰: تمرین ۲۲.

۲۳:- یک دیوار در زیر سطح آب در یک دریاچه با زاویه ۲۷ درجه از قایم نگاه میکند تا ببیند یک حلقه را که در حال شنا است بروی سطح از مرکز حلقه قسمت بالا یک دودکش دیده میشود که $98m$ ارتفاع دارد قاعده دودکش از حلقه چقدر دور است؟

۲۴:- یک دکمه که $200cm$ طول و وزن آن در قاعده آن مرکز است دارد از پائین یک حوض آببازی به یک نقطه $64cm$ بالای اب توسعه می یابد نور آفتاب با زاویه ۵۵ درجه بالای افق برخورد میکند طول سایه را در سطح پائین حوض محاسبه کنید.

۲۵:- یک سکه به قسمت پائینی حوض به عمق d و ضریب انکسار n می افتد مثلیکه در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده است نشان دهید که شعاعات نور که نزدیک به نارمل هستند به نظر میرسند که از نقطه $dapp = d/n$ در پائین سطح می آیند این فاصله عمق آشکار حوض است.



شکل ۱-۴۱:- تمرین ۲۵.

۲۶:- یک منشور شیشه ای با زاویه راس ۶۰ درجه دارای ضریب انکسار $n = 1.60$ است.

$a-$ کوچکترین زاویه وارده که یک اشعه بتواند از یک طرف منشور داخل شود و از طرف دیگر خارج شوند چند است؟

b– کدام زاویه وارده بکار است برای اشعه که از منشور با قرینه عبور کند (مسئله نمونه ۱-۴ را ببینید).

۲۷:- یک لایه آب با $(n=1.33)$و $20mm$ ضخامت بالای لایه کاربن تتراکلوراید $(n=1.46)$ و $41mm$ ضخام حرکت میکند چقدر دور از سطح آب که در نزدیک نارمل دیده میشود قسمت پائینی تانک دیده میشود؟

۲۸:- عمق ظاهر یک حوض مربوط به زاویه که دیده میشود میباشد فرض کنید که شما سکه را در داخل یک حوض آب بازی پر از آب $(n=.133)$ و عمق $2.15m$ جابجا میکنید عمق ظاهر سکه پائین از سطح آب زمانیکه دیده میشود

(a) در نزدیک نارمل وارد میشود.

(b) توسط شعاعات که باعث این میشود که سکه زاویه 35.0 درجه همرای با نارمل که در قسمت پائین حوض بسازد دریابید؟

۲۹:- نوری با طول موج $612nm$ در یک خلأ به فاصله $1.57pm$ در یک وسیله با ضریب انکسار 1.51 می گذرد پیدا کنید.

(a) طول موج را در وسیله

(b) طول مسیری نوری

(c) فرق فاز را بعد از اشغال نمودن به آن فاصله با توجه به اینکه نور به عین فاصله در خلاء عبور میکند.

۳۰:- طول موج نور زرد سودیم در هوا $589nm$ است.

(a) فریکونسی آن چند است؟

(b) طول موج آن در یک شیشه که ضریب انکسار آن 1.53 است چند است.

(c) از نتایج a و b سرعت آنرا در شیشه پیدا کنید؟

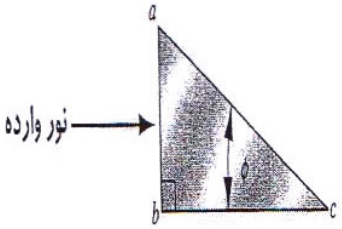
۳۱:- ثبوت کنید که طول های مسیر نوری برای انعکاس و انکسار در اشکال ۱-۱۷ و ۱-۱۹ هر کدام اصغری است زمانیکه با مسیرهای نزدیک ای که همین دو نقطه را وصل میکند مقایسه شود. (اشاره: مقدار d^2L/dx^2 را امتحان کنید).

۱-۵: انعکاس کلی

۳۲: یک اشعه نور به شکل نورمال به سطح ab یک منشور شیشه ای با ضریب انکسار $(n=1.52)$ برخورد میکند مثلیکه در شکل ۱-۴۲ نشان داده شده است.

(a) فرض کنید که منشور در آب فرو برده شود بزرگترین قیمت را برای زاویه ϕ دریابید تا که اشعه کاملاً به سطح ac انعکاس کند.

(b) ϕ دریابید اگر منشور در آب فرو برده شود.



شکل ۱-۴۲: تمرین ۳۲.

۳۳:- دو جسم A و B به ترتیب دارای ضرایب انکسار 1.667 و 1.586 هستند.

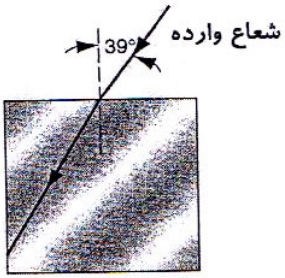
(a) زاویه بحرانی را برای انعکاس کلی در یک Interface بین دو جسم دریابید؟

(b) به کدم جهت باید که شعاعات وارده انتشار نماید اگر کاملاً منعکس گردد؟

۳۴:- یک ماهی $1.8m$ پایین از سطح یک دریاچه قرار دارد. در کدام زاویه بالای خط افق نگاه کند تا نور یک آتش را که به فاصله $92m$ دور در یک کنج قرار دارد ببیند؟

۳۵:- یک منبه نقطوی نوری $82.0cm$ پائین از سطح آب قرار گرفته است قطر بزرگترین دایره را به روی سطح آب که نور از آن خارج میشود دریابید؟

۳۶:- یک اشعه نوری بروی صفحه یک شیشه مربع شکل می افتد مثل شکل ۱-۴۳ کوچکترین ضریب انکسار شیشه چند خواهد بود اگر انعکاس کلی به سطح عمود واقع شود؟



شکل ۱-۴۳: تمرین ۳۶.

۳۷:- یک سطح امواج نور سفید که از فیوز کوارتز میگذرد به سطح مستوی کوارتز بر خورد میکند و زاویه وارده θ را میسازد آیا ممکن است برای شعاعی که انعکاس کلی نموده است که دیده شود

(a) آبی

(b) سرخ

(c) بطور کلی کدام قیمت θ باید استفاده گردد؟

(اشاره: نور سفید به رنگ آبی دیده میشود اگر طول امواج که متقابل به سرخ اند برطرف گردند).

۳۸: یک مکعب شیشه ای یک لکه کوچکی در مرکز خود دارد.

(a) کدام قسمت سطح مکعب باید پوشانیده شود تا از دیدن لکه خود داری گردد؟ جهت دیدن مدنظر نیست.

(b) کدام کسر باید پوشانیده شود؟ فرض کنید که کنار مکعب $12.6mm$ و ضریب انکسار آن ۱.۵۲ باشد (بعد انعکاس کلی را در نظر نگیرید).

۱-۶: اثر دوپلر برای نور

۳۹:- نشان دهید که بالای خط $21.1cm$ اکثراً توسط منجمین رادیویی استفاده میشود فریکونسی جابجای دوپلر میتواند تغییر نماید به سرعت شعاع Km/s با ضرب شدن توسط 0.211 به شرط اینکه $u << c$ باشد.

۴۰:- نشان دهید که برای سرعت $u << c$ جابجای دوپلر میتواند به شکل تخمینی نوشته شود.

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{u}{c}$$

جای که $\Delta\lambda$ تغییر در طول موج است.

۴۱:- یک موشک از کشتی به سرعت $0.20c$ دور میشود، نور در موشک برای مسافرین کشتی که به رنگ آبی نمایان میشود به کدام رنگ معلوم خواهد شد؟ (شکل ۱-۶ را ببینید).

۴۲:- یک سفینه که از زمین به سرعت $0.892c$ دور میشود دوباره با انتقال دادن یک فریکونسی (که در سفینه اندازه میشود) $1000MHz$ به

زمین خبر میدهد به کدام فریکونسی باید گیرنده زمین کوک گردد تا این سیگنال را بگیرد؟

۴۳:- در طیف $3C9, quasar$ بعضی از خطوط شناخته شده هایدروجن ظاهر میشود ولی بسیار دور به طرف اشعه سرخ انتقال می یابند که طول امواج آنها ۳ مرتبه بیشتر از نوریست که از اتم های هایدروجن در حال ساکن مشاهده میشود.

(a) نشان دهید که معادله کلاسیک دوپلر که فرض می نماید که نور مانند صوت رفتار می نماید سرعت برگشت بزرگتر از C میدهد.

(b) سرعت بازگشت را با در نظر داشت معادله نسبی دوپلر که پیش بینی شده پیدا کنید؟

۴۴:- جابجای سرخ تشعشع از یک کهکشان دور تشکل از نور H_γ که دارای طول موج $434nm$ است و زمانیکه در لابراتوار مشاهده میشود دارای طول موج $462nm$ است.

(a) سرعت کهکشان نسبت به زمین را بدست آورید.

(b) آیا کهکشان نزدیک میشود یا دور؟

۴۵:- طول موج جابجای دوپلر که توقع میشود از نوری با طول موج $553nm$ که از کنار حلقه آفتاب از خط استوا از سبب دوران آفتاب خارج میشود محاسبه نماید. ضمیمه c برای ارقام مورد نیاز.

۴۶:- به کدام سرعت شما باید از میان نور سرخ بروید تا که آن به نظر برسد؟ طول موج سرخ در $620nm$ و طول موج سبز در $540nm$ بگیرد.

۴۷:- در تجربه *Stillwell* و *Ives* سرعت u اتم های هایدروجن در یک حرکت مشخص $8.65\times10^5\ m/s$ بود. $\Delta f/f$ در محاسبه نماید با فرض اینکه:

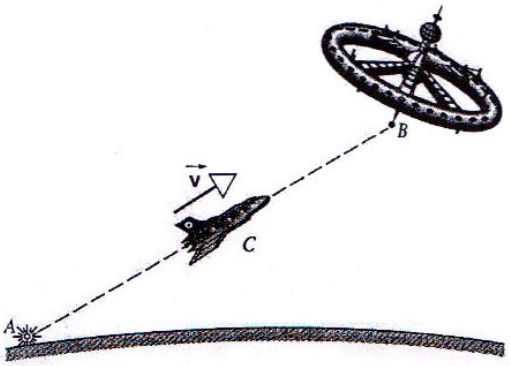
(a) که معادله ۱-۱۸ صحیح است یا نه

(b) معادله ۱-۲۰ صحیح است نتایج خود را با نتایج داده شده در جدول ۱-۴ برای این سرعت مقایسه کنید.

۴۸:- نقطه A در روی زمین درهر 6 دقیقه با نور برقی سگینال میدهد و B در یک استیشن فضای که به مناسبت زمین ضروری است C در یک راکت است که از A بطرف B با یک سرعت ثابت $0.60c$ نسبت به A حرکت میکند. (شکل ۱-۴ را ببینید)

(a) به کدام محدوده B از A سگینال میگیرد

(b) در چی محدوده C از A سیگنال میگیرد اگر C درهر دفعه نور بزند به واسطه A گرفته شود به کدام محدوده نقطه B نور نقطه C را میگیرد؟



شکل ۱-۴۴: تمرین ۴۸.

۴۹:- یک ستلایت زمین که مستقیماً از استیشن رادیو به ارتفاع $400km$ به سرعت $2.9\times10^4\ Km/h$ و فریکونسی $40MHz$ منتقل میشود، تغییرات فریکونسی را با استفاده از اثرات دوپلر با عمل نمودن محاسبه زمانی $t=0$ به فرض اینکه ستلایت بالای استیشن باشد تغییرات فریکونسی را معین کنید.

(اشاره: سرعت در فرمول دوپلر سرعت یک ستلایت حقیقی یک ستلایت نیست اما به جهت استیشن منطبق است از انحنا زمین از هر چرخش ستلایت صرف نظر شود).

۵۰:- طول موج جابجای دوپلر $\lambda-\lambda_0$ بدست آورید اثر خط $D2$ سودیم $(589.00nm)$ خارج میشود از یک منبع که به حلقه با سرعت

ثابت $0.122c$ که توسط ناظرین که در قسمت مرکز حلقه جابجا شده اند اندازه میشود.

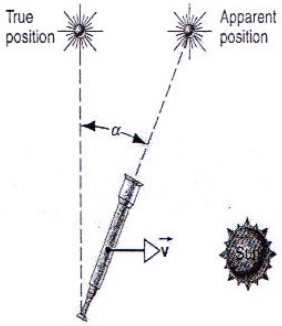
۵۱:- یک منبع امواج رادیو با فریکونسی ساکن $188MHz$ که با سرعت $0.717c$ که به دید یک کشف کننده معکوس میشود در حرکت است به کدام زاویه به خط دید یک منبع دومی با فریکونسی ساکن $162MHz$ که همچنان سرعت آن $0.717c$ است حرکت کند اثر فریکونسی های دو منبه که توسط کشف کننده گرفته میشود مساوی باشد؟

۵۲:- یک منبع نور با زوایای قایمه به ساحه دید یک کشف کننده حرکت سرعت منبع $0.662c$ است به کدام سرعت باید که یک منبع یکسانی به زاویه 75 درجه به خط دید حرکت کنند اثر جابجای دوپلر توسط کشف کننده ثبت میشود برای هر دو منبع مساوی میباشد.

مسائل

۱:- ستاره که به یک خطی که ازطریق آفتاب عمود به مستوی که زمین بدور آفتاب می چرخد موقعیت گرفته باشد در نظر بگیرید. فاصله ستاره بزرگتر است نسبت به قطر زمین نشان بدهید که به سبب سرعت معین نور یک تلسکوپ که از طریق آن ستاره دیده میشود باید به یک زاویه $\alpha = 20.5$ به خط عمود در جهت آن که زمین حرکت میکند عنوان داده

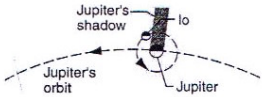
شود. شکل ۱-۴۵ را ببینید. این پدیده را ضبط میگویند و اولین بار توسط *James Bradly* توضیح شده است.

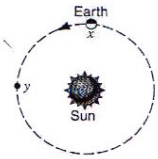


شکل 1-45: مسئله 1

۲:- در سال ۱۶۷۶ سرعت نور معین و محدوده توسط مشاهده زمان کسوف یک مشتری ۱۰ استنباط کرد (شکل ۱-۴۶ را ببینید) با اتکا به اساس شناخت مشخصات مداری ۱۰ پیش گویی شده است که سایه مشتری در وقت معین مطابق به موقعیت زمین در x و مدار وی بیرون میشود. وقتیکه زمین دقیقاً به موقعیت y بود. ۱۰ از سایه مشتری تقریباً ده دقیقه دیرتر بیرون میشود Roemer نتیجه گیری کرد که مغایرت باید که از سبب وقت اضافه که برای نور از ۱۰ به فاصله شعاع مدار زمین برود ضروری است چی قیمتی برای ارزش سرعت نور از این بررسی محاسبه شده میتواند؟

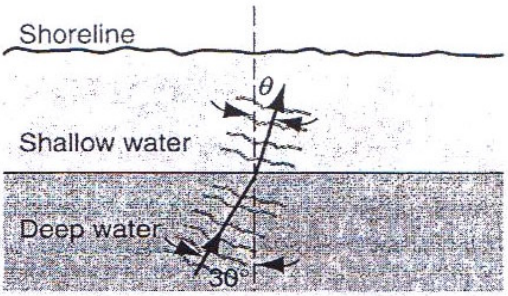
(این مشاهدات همچنین میتواند که در حد اثر دوپلر نور نیز تغییر شود ببینید که کتاب در میتود تعبیر دوپلر Roemer که توسط V.Mbabovicic و B.A.Ariein نویسنده مجله امریکای فزیک جون ۱۹۹۱. صفحه ۵۱۵).





شکل ۱-۴۶: مسئله ۲.

۳:- امواج اقیانوس به سرعت $4.0 m/s$ تحت زاویه ۳۰ درجه با نارمل قرار شکل ۱-۴۷ میرسند با فرض اینکه عمق آب ناگهان تغییر میکند و سرعت موج به $3.0 m/s$ پائین می آید نزدیک به ساحل زاویه θ بین جهت حرکت موج و نارمل چند است؟ قانون انکسار یکسانی برای نور در نظر بگیرید توضیح بدارید که چرا بیشترین امواج به نارمل نزدیک میشوند در ساحل با وجودی که از فاصله دور آنها و زوایای متفاوت می آیند.



شکل ۱-۴۷: مسئله ۳.

۴:- دو آئینه عمودی که در یک ظرف حدی تشکیل میدهند همرای آب پر شده است مانند شکل ۱-۴۸ اشعه نور از بالای نارمل به سطح آب می تابد.

(a) نشان دهید که اشعه خروجی موازی به اشعه وارده است با فرض اینکه دو انعکاس در سطح آئینه وجود داشته باشد.

(b) تحلیل را برای حالت برخورد اشعه بطور مایل تکرار کنید.

شکل ۱-۴۸:- مسئله ۴.

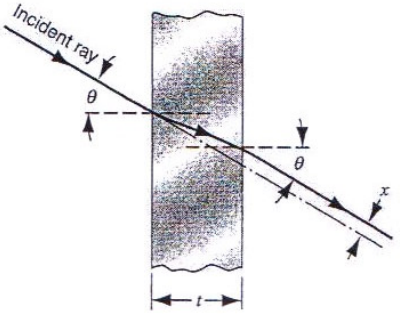
۵:- ثبوت کنید که اشعه نور به یک سطح ورق شیشه مستوی میتابد که ضخامت آن t است برخورد میکند و از جهت دیگر خود موازی به جهت اولیه خود است ولی دارای اضلاع بی جا شده به بیرون میباشد طوریکه در شکل ۱-۴۹ نشان داده شده است.

(a) نشان دهید که برای تمامی زوایای کوچک وارده θ از فرمول ذیل بدست می آید.

$$x = t\theta\frac{n-1}{n}$$

جای که n ضریب انکسار و θ به رادیان اندازه میشود.

(b) تغییر مکان در حالیکه زوایه وارده ۱۰ درجه است ازبین یک ورق شیشه به ضخامت $1.0cm$ را محاسبه نماید.



شکل ۱-۴۹: مسئله ۵.

۶:- ضریب انکسار اتموسفیر زمین به صورت یکنواخت همراه با ارتفاع آن از سطح زمین تقریباً 1,00029 به ارزش آن در فضا تقریباً 1,00000

در بالای اتموسفیر کاهش می یابد تغییرات با ملاحظات اتموسفیر که به سه چند لایه موازی تصنیف میشود تقریب میشود و در هر کدام ضرایب انکسار ثابت است همچنان در شکل ۱-۵۰ داریم که:

$$n_3 > n_2 > n_1 > 1.00000$$

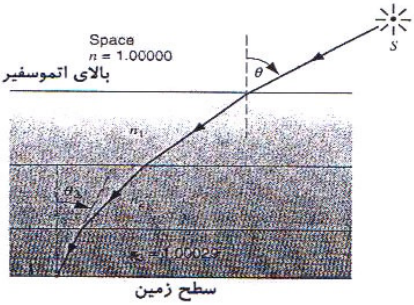
یک اشعه از یک ستاره S در نظر بگیرید که در قسمت بالای اتموسفیر به زاویه θ با افق برخورد میکند.

(a) نشان دهید که جهت θ_3 ستاره همرای افق طوریکه توسط ناظر از سطح زمین دیده میشود داریم که:

$$\sin\theta_3 = \frac{1}{n_3}\sin\theta$$

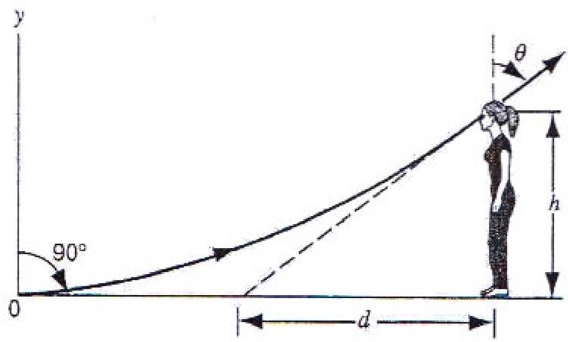
(اشاره: قانون انکسار را به جوره های متوالی لایه های اتموسفیر تطبیق شود انحنای این را مدنظر نگیرید.)

(b) انتقال ستاره که توسط ناظر به زاویه ۵۰ درجه از افق دیده میشود محاسبه نماید اثرات بسیار کوچک از جهت انکسار اتموسفیر بسیار مهم است بطور مثال آنها باید با استفاده از ستلایت به محاسبه گرفته شود تا موقعیت ثابت در روی زمین تثبیت نماید.



شکل ۱-۵۰:- مسئله ۶.

۷:- شما در اخیر خط پرواز میدان هوای ایستاده هستید شیب افقی حرارت در هوا از نتیجه ضریب انکسار هوا بالای خط پرواز نتیجه میشود تا ارتفاع y مطابق با $n = n_0(1+ay)$ جای که n_0 ضریب انکسار در خط پرواز و $a = 1.5\times10^{-6} m^{-1}$ متفاوت است چشمان شما در ارتفاع $h = 1.7m$ بالاتر از خط پرواز قرار دارد از فاصله عمودی d شما نمیتواند خط پرواز را ببینید؟ شکل ۱-۵۱ و مسئله ۶ را ببینید.



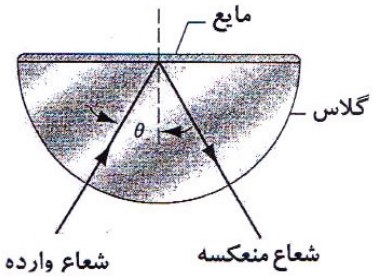
شکل ۱-۵۱:- مسئله ۷.

۸:- *Mouns* بـــه کتلـــه $106\,MeV/c^2$ و *Pions* خنثـــی بـــا کتلـــه $135\,MeV/c^2$ و هر کدام بـا مـومنتم $145\,MeV/c$ از میـان مـواد شـفاف عبور میکنند محدوده ضریب انکسار مواد را پیدا کنید تا که *Mouns* تنها شعاع *Cerenkov* را خارج سازد. (تمرین ۱۷ را ببینید.)

۹:- یک قطره مایع در یک تخته شیشه نیم دایروی قرار دارد. مثل شکل ۱-۵۲.

(a) نشان دهید که چگونه ضریب انکسار مایع با در نظر داشت انعکاس کلی را معین میکنیم ضریب انکسار شیشه نامعلوم است و باید که معلوم شودآیا ضریب انکسار به این روش معلوم میشود؟

(b) در حقیقت این میتود چقدر عملی است.

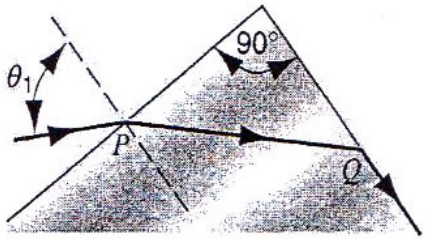


شکل ۱-۵۲:- مسئله ۹.

۱۰:- یک اشعه موج با طول موج داده شده در هوا به منشور ۹۰ درجه (شکل ۱-۵۳ را ببینید). برخورد میکند و در آنجا منعکس میشود در Q با چنین وسعت فقط در سطح راست منشور در Q آهسته برخورد میکند.

(a) ضریب انقباض منشور برای این طول موج در حد زاویه وارده θ_1 تعیین کنید که به این حالت افزایش میدهد.

(b) یک محدوده شماره ای برای ضریب انکسار منشور بدهید و نشان دهید که توسط دیاگرام اشعه ای چی اتفاق می افتد اگر زاویه وارده در P ، C بزرگتر یا d کمتر از θ_1 باشد.



شکل ۱-۵۳:- مسئله ۱۰.

۱۱:- یک منبع نقطوی نور در فاصله h تحت یک دریاچه عمیق قرار گرفته است.

(a) نشان دهید که قیمت f انرژی نور که از سطح آب بطور مستقیم فرار میکند به h ارتباط ندارد و توسط معادله ذیل بدست می آید:

$$f = \frac{1}{2}\left(1-\sqrt{1-\frac{1}{n^2}}\right)$$

جای که n ضریب انکسار آب است.

(یادداشت: جذب در بین آب و انعکاس در سطح صرف نظر شده است).

(b) این قیمت را بصورت عددی بررسی کنید.

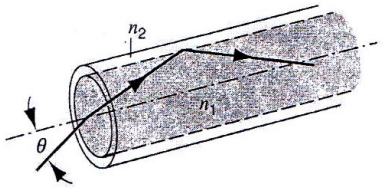
۱۲:- یک رشته نوری معین که متشکل از شیشه طبقه بندی نشده (ضریب انکسار n_1 است) توسط یک پوش محدوده شده (ضریب انکسار $n_2 < n_1$ است).

یک اشعه نور را در نظر بگیرید که رشته از هوا به زاویه θ همراه به محور رشته که در شکل ۱-۵۴ نشان داده شده داخل شده است.

(a) نشان دهید که بزرگترین ارزش ممکنه θ برای اینکه اشعه به قسمت پائین رشته منتشر میشود توسط معادله ذیل داده شده است:

$$\theta = \sin^{-1}\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

(b) با فرض اینکه شیشه و ضریب انکسار طبقه ه 1,58 و 1,53 به ترتیب داده شده ارزش این زاویه را محاسبه نمائید؟



شکل ۱-۵۴:- مسئله ۱۲:

۱۳:- در یک رشته نور (مسئله ۱۲ را ببینید) اشعه های متفاوت در امتداد رشته به مسیرهای مختلف حرکت می کند که به دفعات مختلف حرکت

دلالت میکند این سبب یک ضربه نور برای توسعه آن هرچند که در امتداد رشته حرکت میکند میشود که نتیجه از دادن معلومات زمان محو شود باید که به اصغری ترین زمان تزئین رشته شود. یک اشعه که در فاصله L در امتداد محور رشته حرکت میکند و دیگری را که به زاویه بحرانی منعکس میشود وقتیکه به مقصد یکسان حرکت میکند مانند اولی در نظر بگیرید.

(a) نشان دهید که فرق Δt در زمان وارد شده

$$\Delta t = \frac{L}{c}\frac{n_1}{n_2}(n_1 - n_2)$$

جای که n_1 ضریب انکسار مقطع است و n_2 ضریب انکسار پوش.

(b) Δt را برای رشته مسئله 12 همرای $L = 350Km$ محاسبه کنید.

۱۴:- مالیکول هایدروجن در $700Km$ به فریکونسی $457THz$ خارج میسازد.

(a) تغییرات فریکونسی نور را که مشاهده میشود از سبب حرکت مالیکول ها که به طرف ناظر به مربع جذر دوم سرعت حرکت میکند معین کنید.

(b) فریکونسی انتقالی بدست آورید اثر چنین نوری از اتم هایدروجن بجای مالیکول آن بیرون شود.

۱۵:- مایکرود که با سرعت نور حرکت میکند از یک طیاره دور که به طرف منبع در حرکت است منعکس میشود این واضح شده وقتی که

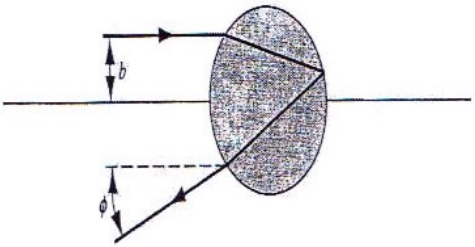
امواج منعکسه در مقابل امواج از منبع برخورد میکند فریکونسی برگشت کننده $990Hz$ است. اثر مایکرود $12.0cm$ در طول موج میباشد سرعت نزدیک شدن طیاره چند است؟

مسئله کامپیوتری

۱:- یک کمان رستم به خاطری که نور سفید از قطره کروی مطابق به شکل ۱-۵۵ نشان داده شده منعکس و منکسر میشود اتفاق می افتد.

(a) یک گراف را رسم کنید که نشان دهنده زاویه خروجی نور مثل یک کار پارامتر b است.

(b) لمیت زاویوی ϕ_1 و ϕ_2 بین شعاعات خروجی که ۸۰% نور وارده را در بر دارد پیدا کنید.



شکل ۱-۵۵: مسئله کامپیوتری ۱.

فصل ۲

آئینه هـا و عـدسیه هـا

سیستمهای نوری شامل آئینه ها و عدسیه هـا بـوده و دارائی اهمیت زیاد می باشد، مـا چنان سیستمهای را بکار می بریم که بینائی، طرح و تصویر، در روی یک صفحه تصحیح نمایم جائیکه میتوان کنسرت بوسیله مردم وقتیکه در داخل یک سینما و یا در صنف درسی بخوبی دیده شود.

در این فصل ما شکل گیری تصویر ها بوسیله آئینه ها و عدسیه ها را مورد مطالعه قرار میدهیم، ما هر دو روش جبری و گرافیکی برای تجزیه کردن شکل گیری تصویر تـوسعه خـواهیم داد، و مـا ایـن روش را به سیستم دو یا قـطعات زیادتر مـانند میکروسکوپ یا تلسکوپ تـوسعه خواهیم داد.

۲ – ۱ تشکیل تصویر بوسیله آئینه ها و عدسیه ها

زمانیکه ما برای دیدن دوست خود از آئینه و یـا عدسیه استفاده میکنیم، چیزی را مشاهده می کنیم که بطور واقعی اش نیست ، دوست تان بطور واقعی است بلکه آئینه و یا عـدسیه او را بـه شکل دیگری جلوه میدهد. ممکن است که خیلی فرق از حـالت واقعی اش داشته باشد. (اندازه دوست تان بزرگتر و یا کوچکتر به نظر میرسد.)

به فهمیدن شکل گیری یک تصویر، ما باید اول به فهمیم چطور مسیر یک تیر روشن تغییر داده شده است، موقعیکه آئینه یا عدسیه به برخوردی مواجه می شوند. برای چی چیز ما مـی توانیم که قوانین انعکاس و انکسار را بکار ببریم که در فصل (۱) توضیح داده شد.

به هر حال ما باید بفهمیم که چطور مغز مان در جریان می اندازد نوری را که از آئینه و یا عدسیه توسط چشم به ملاحظه میرسد. مغز مان یک تمایل خیلی قوی دارد که باور نماید که نور تنها در خط های مستقیم منتشر می شود . چرا زمانیکه شما به یک آئینه مستوی نگـاه میکنید، فـکر میکنید که تصویر تان به عقب آئینه تشکیل میشود.

زمانیکه شما یک شی را مـی بینید مغزتان در مقـابل نـــوری که از شی به چشم تان میرسد حساسیت نشان میدهد. مغزتان معلومات را از شی گرفته و واقعیت ها را در حافظه تان نـگـاه میدارد. تصویر شی و اطراف آن را به نمایش می گذارد.

ممکن است که مغزتان نظر به دلایل خطای حسی کاملاً از کار بی افتد. که این جریان ها مشابه به نوری است که از آئینه و یا عدسیه به ملاحظه میرسد.

نوع تصویر آن توسط یک آئینه مستوی و هم در تعدادی از موارد توسط آئینه ها و عدسیه هـای منحنی تاسیس شده است. که دارای چندین مشخصه ذیل می باشد .

۱ : - در موقعیت که تصویر قرار داشته باشد نور نمی تواند که از مقابل اش عبور کند، بطوریکه آئینه مستوی تصویر در جای ظاهر می شود که نور نمی تواند از آنجا عبور کند.

۲ : - تصویر روی یک صفحه متمرکز شده نمی تواند ، برای دیدن تصویر باید که به داخل آئینه و یا عدسیه نگاه کرد .

۳ : - یک تصویر مجازی همیشه توسط یک آئینه و یا عدسیه واحد بصورت راسته تشکیل میشود. (که در آخر این فصل مورد مطالعه قرار می دهیم). از چندین آئینه و یا عدسیه چندین تصویر حقیقی بصورت راسته و یا معکوس تشکیل میشود.

از طرف دیگر یک تصویر حقیقی دارای مشخصات ذیل است.

۱ : - بعد از برخورد نور به آئینه و یا عدسیه ، نور بصورت مستقیم از موقعیت تصویر عبور می کند.

۲ : - بنا بر این تصویر روی یک صفحه متمرکز می شود. و ضرورت به نگاه کردن به آئینه و یا عدسیه نیست (در این مورد می توانید پروژکتور صنف درسی خود را مورد بررسی قرار دهید).

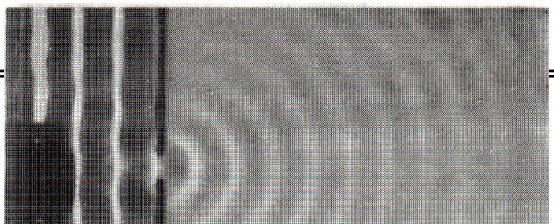
۳ : - یک تصویر حقیقی بوسیله یک آئینه منفرد تشکیل می گردد، و یا عدسیه همیشه بصورت معکوس بوده و همچنین توسط سیستم های مختلف می توانیم تصاویر حقیقی تشکیل کنیم که عمود و یا معکوس بوده باشند.

برای تجزیه کردن شکل تصویر قوانین مختلف برای آئینه و عدسیه وجود دارد، ما بحث خود را در مورد تصاویر حقیقی و مجازی توسعه داده و شما می توانید که در ضمینه تجـاربی را دنبال نماید: یک قاشق فلزی براق را از صورت تان بالا برده ، تا که تصویر معکوس تـان را بـالای آن ببینید ، بعداً قاشق را دور داده و به طرف تصویر راسته که در قاشق از صورت تا نمایان است نظر اندازید که تصویر تان در عقب قاشق نمودار میشود.

اوپتیک هندسی و موجی

شکل ۲ – ۱ نشان دهنده موجی آبی است که در یک تانکر آب تشکیل شده و از طـرف چپ به راست در حرکت است . باند های روشن و تاریکی که توسط یک کامره نشان داده می شوند ، به قسم دره ها نمودار میشوند.

بدین گونه گسترش روشنی امواج به شکل یک بخش از طول موج هستند. موج به یـک مـــانع برخورد نموده که از یک سوراخ کوچکی بریده شده ، شما می توانید ببینید که چـطور مـوج هـا خارج و شعله ور می شوند. بعد از اینکه از سوراخ میگذرند در منطقه پشت مانع محکم ظاهر می شوند. این پدیده چنانچه تفرق دانسته شده است ، تفرق که ما بحـث مـی کنیم در فصل (۴) بازگو خواهد شد .



شکل ۲ – ۱ :- تفرق موجهای آب در بازکردن یک سد. یادداشت آن در باره همان اندازه طول موج است.

موج در شکل ۲ – ۱ اندازه بازکردن به مشابهت طول موج است. اثر مشتعل کم می شود و اندازه بازکردن بزرگ تر از طول موج ساخته شده است اگراندازه بازکردن است چندین دفعه طول موج، تفرق تاثیرات اندک ، هست وبعد ازینکه گذر توسط بازکردن موج تنه در سایه هندسی بازکردن ظاهرخواهد شد موجب می شود که موج یک مانع به جای یک بازکردن دریک سد مواجه شود.

طول موج نور قابل رویت در 4×10^{-7} تا 7×10^{-7} (تا 400 nm 700) متر است.

حتی یک آئینه ریز یا عدسیه دیامتر تنها چند mm بزرگتر از طول موج نور است.

تاثیرات تفرق بدین گونه تقریبا همیشه اندک درشکل گیری تصویرها بوسیله آئینه ها و عدسیه ها هستند. این قلمرو علم نور و بینایی هندسی است که نور لبخند می زند .

مواجه شده که آن خیلی بزرگ تر از طول موج نور هست. شرایط علم نور و بینایی هندسی درتمام مورد ها درخواست خواهدکرد که ما در این فصل بحث می کنیم.

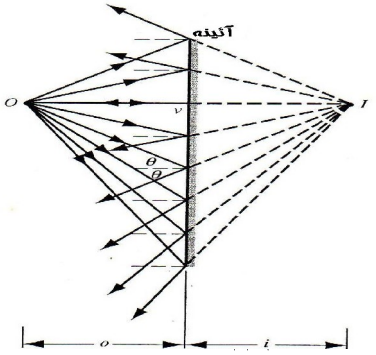
درعلم نوروبینایی هندسی ما می توانیم شکل گیری تصویرها بوسیله فرضا نور مسیرها در خط مستقیم یا شعاع ها تجزیه بکنیم . برای این دلیل ، علم نوروبینایی هندسی هم چنانچه علم نوروبینایی شعاع دانسته شده است. یک شعاع یک راه مناسب توصیف کردن سفر نور است: شعاع های عمود در یک جهت رسم شده اند که سفر موج را نشان بدهند. ما درحقیقت قبلاً شعاع ها را دربخش ۱ – ۴ به کاربرده ایم که نور نشان بدهد بطوریکه آن انعکاس یک شکست زیرمی رود.

بعبارتی دیگر، اگر تفرق موجب بشود ما درقلمرو علم نوروبینایی مادی ، هم وقتیکه علم نوروبینایی موج دانسته شده ایم برای اینکه هم اکنون ما طبیعت موج نور مخصوصا به سوی حساب درتحلیل می گیریم . تداخل را ما درفصل ۳ بحث می کنیم, وفصل انکسار در چپتر ۴ مثال تاثیرات هستندکه ما باید روش های علم نوروبینایی مادی به کاربریم.

۲ –۲ آئینه های مستوی:

در شکل ۲ – ۱ یک منبع نقطه ای نور O را می بینید که به عنوان شی در فاصله O در مقابل آئینه مستوی قرار گرفته است. نور بصورت موج کروی به آئینه می تابد که این موج کروی را در شکل با شعاع های که از نقطه o صادر میشوند نشان داده ایم.در محل بر خورد هر یک از شعاع ها را به آئینه باز تابیده رسم میکنیم اگر این شعاع های تابیده شده را به عقب امتداد بدهیم همدیگر را به پشت آئینه در نقطه I قطع میکنند که فاصله آن از آئینه برابراست با فاصله شی (I عبارت از تصویر o است).

در فصل (۱) در بحثی که در مورد انعکاس از آئینه ها داشتیم شکل (۲- ۲) نور وارده را موج مستوی در نظر گرفته بودیم که در آن شعاعات ورودی با یگدیگر موازی اند. در این مورد یک منبع نقطه ای داریم و شعاع ها که از این منبع به آئینه می تابند نسبت به یگدیگر واگرا هستند.



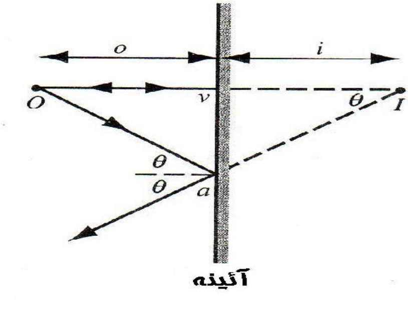
شکل ۲ – ۲ : از شی نقطه O تصویر مجازی I در آئینه مستوی تشکیل شده است. به نظر می رسد که شعاع ها از I صادر می شوند ولی در واقع نوری از این نقطه عبور نمی کند.

تصاویر یا حقیقی هستند یا مجازی در تصویرحقیقی نور واقعاً از نقطه تصویر میگذرد در تصویر مجازی رفتاری نور طوری است که گوئی از نقطه تصویر متباعد می شود. اگر چه نور از این نقطه عبور نمی کند.از تجربیات روزمره خودمان میدانیم که چنین تصاویر مجازی چقدر حقیقی به نظر می رسند و چطور جا های آنها در فضای پشت آئینه معین است . اگر چه این فضا یک دیوار خشتی اشغال کرده است.

شکل ۲ - ۳ دو تا از شعاع های شکل ۲ – ۲ رانشان میدهد. یکی بطور عمود در نقطه V به آئینه میخورد. و دیگر آن در نقطه اختیاری a به آئینه میتابد و با قسم قایم آئینه در این θ نقطه زاویه وارده را میسازد. از هندسه θ مقدماتی معلوم است که زوایای aOv و aIv هم با برابر هستند. بنا بر این دو مثلث قایم الزاویه aOv و aIv با هم متساوی اند و

$$i = -o \qquad \text{-------------} (\text{۲} - \text{۱})$$

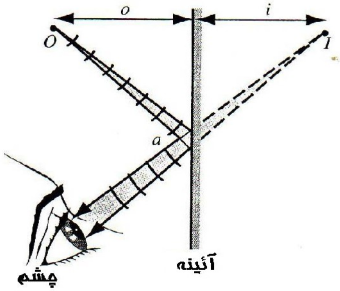
علامت منفی را برای این گذاشته ایم که نشان بدهیم I و O در دو طرف مقابل آئینه واقع شـده اند. معادله (۲ – ۱) ربطی به θ ندارد. و این یعنی که امتداد باز تابش هر شعاع که به آئینه مـی تابد از نقطه I (در پشت آئینه) می گذرد . همان طوری که قبلا هم دیدیم. برای بدست آوردن معادله (۲ – ۲) جز این θ فرض که آئینه واقعاً مستوی است و شرایط اعتبار نور هندسی بر قـرار اند هیچ تقریبی دیگری به کار نبرده ایم. از یک شی نقطه ای همیشه یک تصویر نقـطـه ای تشکیل میشود (بطوری که $i = -o$) و هیچ فرقی نمی کند که زاویه در شکل ۲ – ۳ چقدر بزرگ است.



شکل ۲ – ۳ :- دوتا از شعاع های شکل ۲ – ۲ زاویه میان شعاع Oa و قایم آئینه به دلخواه θ انتخاب شده است.

به علت محدود بودن قطر مردمک چشم تنها شعاع های که نسبتاً نــزدیک همــدیگر باشند

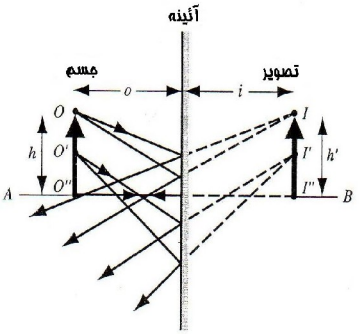
می توانند پس از باز تابش در آئینه به چشم وارد شوند. اگر موضع چشم آن بــاشد کـــه در شکل ۲ – ۴ می بینید تنها قطعه کوچکی از آئینه که دور و بر نقطه a است در تشکیل تصـویر موثر است. بقیه آئینه را میشود که پوشاند یا اصلاًجدا کرد. اگر جای چشم را عوض کنیم قطعه موثر هم عوض می شود اما تا وقتی که شی سر جای خودش بماند جای تصویر مجـازی I تغییر نمی کند.



شکل ۲ – ۴ :- باریکی کوچکی که از شعاع های گسیل شده از O پس از انعکاس در آئینه مستوی وارد چشم میشود. تنها آن قسمتی از آئینه که حول نقطه a استموثر است. قوسهای کوچک نماینده بخشهایی از جبهه های موج کروی اند.

تصویر یک جسم

اغلب ما مایل به یک تصویر منفرد از یک منبع نور نیستیم ، مگر یگ شی توسعه یافته مانند صورت یا یک جسم کامل. مانند شکل ۲ – ۵ ما شی توسعه یافته را نشان میدهیم توسط یک تیر. تمام راس ها از شی به عین فاصله از O قرار دارند. با استفاده از میتود های این فصل ما می توانیم که راس های شی O را از یک تصویر I که بنام فاصله I در عقب آئینه نامیده میشود بدست آوریم. فاصله شی و فاصله تصویر هر دو با هم یکجا شده اند توسط معادله ۲ – ۱ .



شکل ۲ - ۵ :- تصویر یک جسم در یک آئینه مستوی است.

آن هم یک مسافت I به پشت آئینه است. بدینوسیله باتوجه به هدف کامل آهنگ ساخته شده است ازمنبعهای امتیاز ما می توانستیم به طورنهایی خارج تاریخچه کامل تصویر ردیابی بکنیم.

زیرا تمام امتیاز ها روی یک هدف مسافت O از آئینه هستند و تمام امتیاز ها روی تصویر یک مسافت I پشت آئینه هستند. لازم است که محل تنهایک امتیاز تصویر بیابدکه تصویر کامل واقع بشود. معمولاً ما تصویر نوک هدف می یابیم که درآنوقت نوک تصویر واقع بشود. در آن وقت است که آسان است که تصویر کامل بیرون بکشد . تصویر "I باید از دم پیکان به طـــول AB خط قرار داشته باشد. که از "O هدف توسعه داشته و عمود به آئینه است.

برای یک هدف تمدید شده آن مناسب است که بزرگ نمایی جانبی را به m نشان بدهیم و بطوریکه ما به ساده گی اشاره بکنیم که بزرگنمائی نسبت 'h بر ارتفاع h باشد.

$$m = \frac{h'}{h^{\cdot}} \quad \text{-----------}(\text{۲} - \text{۲})$$

به طرف چپ این معادله (بدون آنکه به علامت اش کاری داشته باشیم) بزرگنمائی عرضی آئینه میگویم و آنرا با m نشان میدهیم چون میخواهیم که معکوس بودن تصویر را با بزرگنمائی منفی نشان بدهیم در این صورت داریم که:

$$m = -\frac{i}{o} \quad \text{----------(۳ – ۲)}$$

برای آئینه های کروی هر دو شکل ۲ - ۲ و ۲ – ۳ نشان میدهد که m=+1 تصویر قایم شی بوده و اندازه همان شی است که بزرگنمائی آن چنین می باشد.

۱: اگر |m|>1 باشد تصویر مربوط نظر به شی بزرگ میشود.

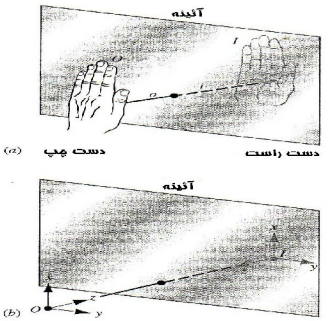
اگر |m|<1 باشد تصویر خورد میشود.

تصویر معکوس

شکل ۲ – ۶a نشان میدهد که تصویر دست چپ به دست راست ظاهر میگردد. مـا این منظور خود را تحت نام معکوس راست و چپ تفسیر مینمایم. اگر شما دست چپ خود را بلند کنید بعداً آئینه نشان میدهد بلند کردن دست راست شما را. این موضوع همیشه سوال بر انگیز بـوده

است که چرا آئینه چپ و راست را معکوساً نشان میدهد اما بالا و پائین را معکوساً نمایش نـمـی دهد.

شکل ۲ – ۶b نشان میدهد که یک آئینه شی سه بعدی را معکوس نشان میدهد . بــه ساده گی نشان داده شده بعنوان مجموعه دو طرفه سه پیکانی عمود. خط موازی پیکان های کـه به آئینه کروی (پیکانهای x و y) که یکسان با تصویر آئینه هـای شـان هستند. تنها پیکان z جـهـت اش توسط انعکاس تغییر داده شده است . بنا بر این دقیق تر بگویم کـه یـک آئینه نسبتاً سریع تر معکوس میشود از جلو به عقب نسبت به معکوس شدن از چپ به راست. تغییر شـکـل دادن دست چپ به راست توسط حس پنجگانه تعیین شده بوسیله مبادله کردن جـلـو و پشت دست.



شکل ۲ – ۶ :- (a) آئینه مستوی چپ و راست را عوض می کند. شی O دست چپ است و تصـویر I دسـت راسـت اسـت.

(b) مطـالـعـه منعکس شدن ســه پیکان شی نشان میـدهـد که معکوس شدن جلو به عقب ســـریع تـــر اســـت نسبت بـــه معکوس شدن چپ به راست.

یک شی نشان میدهد مشخصات قرار دادی دست راست را (x عبور می کند از مسیر y به سمت z) زمانیکه تصویر مشخصات قرار دادی دست چپ را نشان دهد (x عبور میکند از مسیر y بـه سمت منفی z) . که این عمل دلالت بر یک شی معکوس فزیکی می کند :

اگر ما به یک واقعیت پی ببریم که تمام انسان ها از دست راست خود استفاده میکنند ، ما در می یابیم تفاوت بین یک وضیعت فزیکی و آئینه که جسم تشکیل میشود. انسان هـا از دست راست خود استفاده میکنند ولی آئینه دست چپ شان را نمایان میکند.

اگر چه انسان ها بدو دسته از نظر صورت تقسیم می شوند ما نمی توانیم کـه تشخیص دهیم بین جهان واقعی و یا جهانی که از یک آئینه شیشه ای می بینیم. که این فرق و تمایز هم مربوط بـــه قوانین فزیک میشود. اگر قوانین فزیک تقارن راست و چپ مناسبی داشته باشد، تصویر کـه از آئینه تشکیل میشود یک تجربه بوده و همچنین یک تجربه فزیکی هم است.

در سال ۱۹۵۶ کشف شد که مقابله با یک جسم ضعیف که دلیل مسـلم شعاع رادیو اکتیو اسـت عدم این تقارن است. که مساوات یا برابری نامیده میشود . که این تجربه برای اولین بـار تقسیم شد بین اولین پایه اصلی در جهان ما و تصاویر آن.

.....

مسئله نمونه ۲ – ۱ :- حد اقل طول h یک آئینه را که برای یک شخص که دارای ارتفاع H است بیابید ، تا که انعکاس کامل آن را ببینیم.

حل : شکل ۲ – ۷ نشان میدهد که پا های شخص f ، چشم های او e و بالای سر او t می باشد ، برای اینکه شخص مذکور تمام قد خود را ببیند ، اشعه نوری tae باید که از نقطه بالای سر او به امتداد آئینه تابیده و بروی سطح آئینه در نقطه c منعکس گردیده واپس به چشمان شخص داخل گردد . همزمان اشعه نوری fce نیز از پاهای او به امتداد آئینه تابیده بعد از انعکاس در نقطه c به چشمان شخص بر میگردد.

شخص مذکور قادر است تا انعکاس کامل قد خود را ببیند (به شمول تصاویر مجازی نقاط t و f) هرگاه طول آئینه حد اقل ac باشد.

از شکل هندسی ۲ - ۷ داریم که :

$$ab = \frac{1}{2}te \qquad \text{و} \qquad bc = \frac{1}{2}ef$$

نقطه b به عین ارتفاع چشم ها قرار دارد .

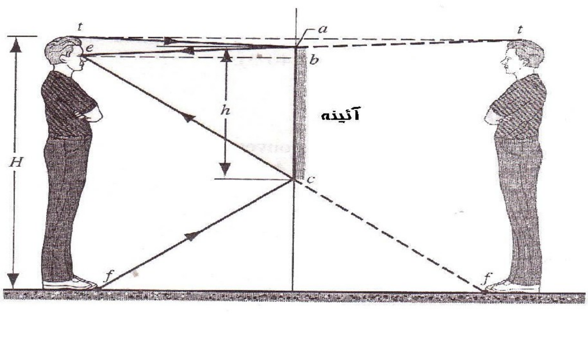
$$ac = ab + bc = \frac{1}{2}te + \frac{1}{2}ef = \frac{1}{2}tf$$

به ازاً h=ac و H=tf خواهیم داشت که :

$$h = \frac{1}{2} H$$

شخص مذکور در صورتی می تواند که تصویر کامل خود را مشاهده کند، که آئینه حد اقل بـرابر به نصف قد شخص باشد. قسمت های از آئینه که پائین تر از نقطه C قرار دارند. تصویر شخص نه بلکه تصویر کف اطاق که در قسمت جلو پا S قرار دارند را نمایش میدهد.

باید توجه داشت که فاصله شخص از آئینه در این محاسبات کدام تغییری وارد نمی نماید. گـفته های فوق برای تمامی اشیا در هر فاصله ایکه از آئینه مستوی قـرار داشته باشند صـدق میکند.



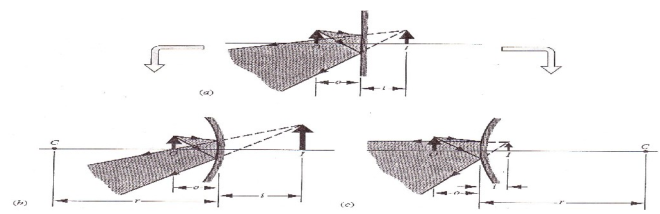
شکل ۲ – ۷ :- مسئله نمونه ۲ – ۱ .

۲ – ۳ آئینه های کروی

هرگاه ما برای یک آئینه مستوی یک مقدار انحنا بدهیم آئینه کروی بدست خواهد آمد ، در اینجا ما به طور خصوصی آئینه های را مورد مطالعه قرار میدهیم که شکل کروی دارند ، اشکال ۲ – ۸b و ۲ – ۸c اثرات را به دو طریق مختلف وانمود می سازند . در طریــق اول شکـل ۲ – ۸b آئینه مقعر است با نظر داشت موقعیت جسم.

نوت : این آئینه ها با مقایسه با آئینه های مستوی دارای بزرگنمائی تصویر اند (تصویر بزرگتر از جسم است) و تصویر به موقعیت دورتری در عقب آئینه قرار دارد (طوریکه قیمت تصویر i منفی است).

از این آئینه ها به منظور تراشیدن ریش و یا زمانیکه بزرگنمائی مطلوب بـاشد استفاده میگردد. هرچند که میدان دید کاهش خواهد نمود . شکل ۲ – ۸b فقط زمانی صدق می نماید که فاصله جسم از آئینه کوچک باشد (کوچکتر از r/2 طوریکه مشاهده می نمایم).



شکل ۲ – ۸ :- (الف) جسم O در آئینه مستوی یک تصویر مجازی i را تشکیل میدهد. (ب) اگــر آئینه خمیده باشد ، آئینه مقعر را میسازد تصویر از آئینه دور گردیده و بزرگتر میگردد. (ج) اگــر آئینه خمیده بــاشد آئینه محدب را می سازد تصویر به آئینه نزدیک گردیده و کوچکتر می گردد. نقطه C بنام مرکز انحنا آئینه کروی یاد میگردد . نقطه c مرکز کره ایست که آئینه کروی قسمت از محیط آن ساخته شده است.

در طریق دوم شکل (۲ – ۸c)آئینه محدب است با در نظر داشت موقعیت جسم.

نوت:تصویرتا اندازه کوچکتر گردیده و به آئینه نیز نزدیکتر میگردد در مقایسه با آئینه مستوی . نمونه از این نوع آئینه ها ، آئینه های دست راست و کنار موتر و آئینه های مراقبت است ، کـه در دوکان ها برای کنترول مشتری استفاده میگردد. در مقایسه با آئینه های مستوی ســاحه دید در این آئینه ها بیشتر است.

فرض نماید که آئینه کروی در شکل ۲ - ۸ انحنا پذیر می بود، اگر ما آئینه ها را طوری خم می دادیم تا شکل یک آئینه مستوی را اختیار نماید تصویر نیز موقعیت و اندازه را مشابه بـه تصویر آئینه های مستوی اختیار می نماید. فلهذا ما می توانیم آئینه های مستوی را نیز حالت بخصوص از آئینه های کروی بدانیم. طوریکه در آن شــعاع انحنا لایتناهی یا بی نهایت بـزرگتر اســت.

معادلات که آئینه ها کروی توضیح می نمایید نیز باید که به معادلات آئینه مستوی تقلیل یابند طوریکه (i=-o) میگردد ، زمانیکه شعاع به طرف لایتنهای متمایل میگردد.

معادله آئینه

در اخیر همین فصل ما معادله که فاصله شی را به O و فاصله تصویر را به i وانمود مـی سازد بدست می آوریم ما حالت بخصوص را در نظر میگیریم ، طوریکه شعاعات نورانی که از جسم به امتداد آئینه می تابد با محور آئینه زاویه کوچکی را میسازد .

و حالتی دیگری را بگیرید طوریکه ابعاد آئینه نظر به شعاع انحنا آن کوچک اند . توضیحات ما برای یک آئینه کاملاً درخشان یا به شکل نیم کره کامل صدق نمی کند.

معادله آئینه سه نقطه را در شکل ۲ - ۸ مرتبط می سازد . این نقاط عبارتند از o ، i و r شعاع انحنا آئینه . این ارتباط بوسیله معادله آئینه کروی توضیح میگردد.

$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{2}{r} \quad \text{----------(۴ – ۲)}$$

اگر ما فاصله محراقی را نیم شعاع انحنا فرض نمایم درست است .

$$f = r/2 \qquad \text{-------}(۵ - ۲)$$

لذا معادله آئینه کروی از چنین فاصله محراقی اینطور توضیح میگردد.

$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \qquad \text{----------}(۶ - ۲)$$

شکل (۲ – ۹) شعاعات موازی متلاقی با آئینه را نشان میدهد . شعاعات موازی از یک جسم که در موقعیت دوری از آئینه قرار دارند به امتداد آئینه می آیند و بعد از برخورد در محـــراق جـمع میگردند . نقطه که شعاعات جمع میگردند بنام محراق آئینه یاد گردیده و از آئینه بـه فاصـــله جسم در لایتناهی از آئینه باشد. $i = f$ میگردد. اگر $r = \infty$ در یک آئینه مستوی باشد ، معادله ۲ – ۴ با در نظر داشت معادله ۲ - ۱ به $i = -o$ تبدیل میگردد. لـذا آئینه مستوی یـک حـالت خاصی آئینه کروی است. هرگاه شعاع انحنا به طرف لایتناهی متمایل گردد معادله ۲ – ۶ بـــرای دریـافت موقعیت تصویر استفاده میشود و اندازه تصویر در مقایسه با اندازه جسم از $m = -i/o$ یعنی بزرگنمائی دریافت شده می تواند.

علامه های قرار دادی

شکل ۲ - ۹ علامه قرار دادی که باید در معادلات ۲ - ۶ و ۲ – ۴ استفاده شود را نشان میدهد . آن طرف آئینه که نور به آن برخورد میکند بنام (جهت حقیقی) یاد میگردد.

بخاطریکه در همان طرف تصویر حقیقی تشکیل میشود.

تصویر حقیقی تصویریست که توسط شعاعات متقارب تشکیل میگردد.معمولاً می توانیم بگویم که تصویر حقیقی تصویرست که در موقعیت تشکیل بالای پرده گرفته شده بتواند . در جـهت حقیقی f مثبت گرفته میشود.

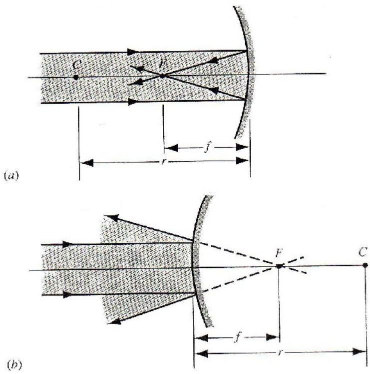
ناحیه عقبی آئینه را بنام (جهت مجازی) یاد میکنند. بخاطریکه در همان طرف تصویر مجازی تشکیل میگردد. تصویر مجازی تصویریست کـه توسط شعاعات متباعد تشکیل گردیده و بالای پرده گرفته شده نمی تواند. در جهت مجازی f منفی گـرفته میشود.

بر اساس این علامه های قرار دادی در شکل ۲ – ۸b فاصـله جسـم O مثبت اســـت.

(بخاطریکه جسم در جهت حقیقی مثبت است) فاصله تصـویر یعنی i منفی اســـت.

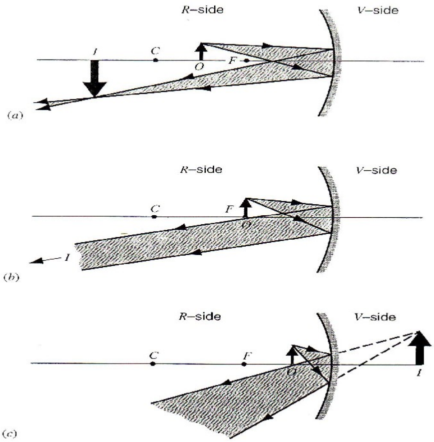
(بخاطریکه تصویر در جهت مجازی آئینه است). مرکز انحنا یعنی C به جهت حقیقی است. لذا شعاع انحنا یعنی r مثبت است. در شکل ۲ – ۸c . o مثبت و i منفی است. مثل شکل 2 – 8b اما r منفی است بخاطریکه C در جهت مجازی است.

شکل ۲ - ۱۰ فاصله تصویر را در آئینه مقعر از سه جسم در موقعیت های متقارب نشان میدهد . در شکل ۲ – ۱۰a فاصله جسم و تصویر مثبت است. بخاطریکه جسم و تصویر هـر دو در جهت حقیقی موقعیت دارند.



شکل ۲ – ۹ :- (الف) در یک آئینه مقعر شعاعات موازی در نقطه f یعنی محراق اصلی در جهت حقیقی جمع شده اند.
(ب) در یک آئینه محدب امتداد شعاعات موازی پس از انعکاس به محـراق

مجازی در جهت مجازی جمع شده اند.

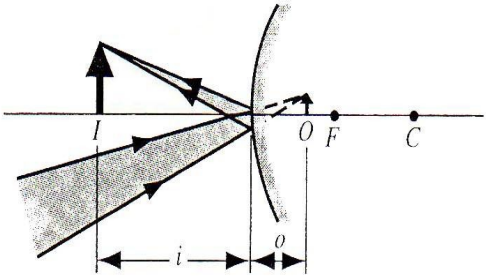


شکل ۲ – ۱۰ :- شی را به آرامی به آئینه مقعر نزدیک میکنیم. (الف) جسم دورتر از محراق قرار دارد .
(ب) جسم بین محراق و آئینه قرار دارد . بنا بر این تصاویر ایجاد شده در هر حالت چنین خواهد بود .
(a) تصویر در قسمت R تشکیل میشود . (b) تصویر در بی نهایت تشکیل میشود.
(c) تصویر در قسمت V تشکیل میشود .
در سمت مثبت شکل ۲ – ۱۰b جسم در محراق آئینه قرار دارد . بنا بر این فاصله جسم از محراق f=o است . و نظر به معادله ۲ – ۶ ما

داریم که i مساوی به لایتنائی خواهد شد . که این با موازی بودن نور در آئینه های مقعر سازگاری دارد.

در شکل ۲ – ۱۰c بزرگنمائی جانبی m که از معادله ۲ – ۳ بدست می آید منفی می باشد . بخاطریکه o و i هر دو مثبت اند . و تصویر ایجاد شده نیز معکوس می باشند (که آن هم بزرگتر از حد معمول است چگونه i بزرگتر از o است .)

در شکل ۲ – ۱۰c . o و i علامت های مختلف دارند . بنا بر این m مثبت و تصویر نیز همانطوریکه نشان داده شده است به سمت بالا خواهد بود.



شکل ۲ - ۱۱ :- تفاوت نور (در آئینه ها و عدسیه ها مانند هم نیست) در آئینه های محدب بستگی به محدبیت آئینه دارد. اگر جسم قرار گرفته در نقطه o نوری بتابد . در صورتیکه هیچ نوری در قسمت V نباشد. تصویر حقیقی i تشکیل

میگردد. بدین تربیب این بدان معنی است که تصویر حقیقی تنها زمانی تشکیل میشود که فاصله آن کمتر از فاصله محراقی باشد . (فاصله آئینه تا محراق f را فاصله محراقی میگویند) اما در حــالت مشابه می توانیم بگوئیم که تصویر آئینه های محدب همیشه یک تصویر حقیقی است .

در شکل ۲ – ۱۱ ترتیب دیگری در نظر گرفته شده است طوریکه جسم در قسمت V آئینه قـرار دارد . بنا بر این o منفی است . (سایر آئینه ها و عدسیه های مختلف نشان داده نشده اند). در شکل ۲ - ۱۱ اگرآئینه وجود نداشته باشد نور مستقیماً به جسم در نقطه o تلاقی میکند که این نقطه موقعیت جسم را نشان میدهد. و فاصله بین جسم و آئینه که منفی می باشد. را فـاصلـه جسم می گویند و فاصله تصویر مثبت می باشد. بزرگنمائی نیز مثبت اسـت. و جـهت تصــویر همانطوریکه نشان داده شده است. به سمت بالا می باشد. آیا می توانید که پیشگوی کنید کـه تصویر ایجاد شده چگونه خواهد بود اگـر محدبیت آئینه تغییر کند (یعنی آئینه محـدب، مقعر باشد) فاصله و نتیجه تصویر ایجاد شده چگونه خواهد بود؟ تصویر به سمت بالا خواهد بود یا بـه سمت پائین ؟

ترسیم شعاع

این یک فکر خوب برای چک کردن نتایج الجبری حاصله از معادلات گرافیکی آئینه می باشد . که این روش را ترسیم شعاع میگویند .
همانطوریکه در شکل ۲ – ۱۰ پیشنهاد شده است ، تصاویر حقیقی و مجازی از شعاع وارده و منعکسه شعاع های که به سطح آئینه برخورد میکنند بوجود می آیند و ما می توانیم کـــه موقعیت آنـرا مشخص کنیم که این کار را با ساده گی به کشیدن شعاع های اصلی میتوان انجام داد . کـه از تلاقی این شعاع ها تصویر مورد نظر تشکیل میشود.
شعاع های که در شکل ۲ – ۱۲ نشان داده شده اند در بر گیرنده بی نهایت شعاع می باشند. که می توانند که موقعیت تصویر ایجاد شده را بیان کنند. (منظور این است کـه بـرای نشان دادن یک دسته شعاع نوری که از میلیونها شعاع نوری تشکیل شده است. ما در اشکال کشیده شده تنها از چند شعاع نوری اصلی استفاده کنیم.) این شعاع ها لازم نیست که در واقعیت هم وجود داشته باشند . بطور مثال ممکن است که آئینه مورد نظر ما بوده و انعکاس نـور در آن فـرق کند ولی در اصول و قوانین انعکاس این موضوع خللی در انعکاسات تئوری نوری ایجاد نمی کنند . به هر حال و با این وجود برای بدست آوردن تصویر مورد نظر می توان کـه از این قـوانین استفاده کرد. و حتی با بلاک شدن تعداد زیادی از شعاع ها نیز تصویر در حالت تئوری نه عملی تشکیل خواهدشد. شعاع موجود عبارت اند از :

۱ :- شعاع های موازی با محور از محراق عبور میکنند. (شکل ۲ – ۱۲a آئینه مقعر) یا در آئینه های محدب این عملیه قابل تطبیق است . مانند شکل (۲ – ۱۲c).

۲ :- شعاع های که از محراق عبور میکنند در آئینه های محدب شکــل ۲ – ۱۲a یا ۲ – ۱۲c در آئینه های مقعر به موازات محور انعکاس میکنند.

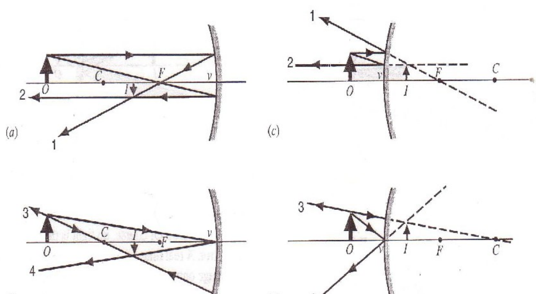
۳ :- شعاع های که از مرکز c عبور میکنند دوباره از همان مرکز c هم انعکاس میکنند .

(شکل ۱۲b – ۲ و ۱۲ d – ۲).

۴ :- شعاع های که از نقطه V عبور میکنند (v نقطه تلاقی محور با آئینه است .) با همان زاویه تابش ولی به صورت معکوس انعکاس میکند.

(شکل ۲ – ۱۲b و ۲ – ۱۲d).

دو نوع از چهار نوع شعاع ذکر شده بالا برای تعیین موقعیت تصویر استفاده میشوند مانند شکل ۲ – ۱۲ .



شکل ۱۲ – ۲ :- (a و b) برای تشکیل تصویر در آئینه های کروی چـــهار دسته شعاع ضررورت است، که تصاویر حقیقی و مجازی است. (c و d) چهار شــعــاع مشابه در آئینه های کروی محدب، که تصاویر راسته و معکوس اند.

....

مسئله نمونه ۲ – ۲ : - در حالت نشان داده شده در شکل ۲ – ۱۲a و ۲ – ۱۲b فرض کنید که f=12cm و o=36cm باشد . موقعیت تصـویر و انعـکـاس نــور را مشخص کنید .

حل : با توجه به معادله ۲ – ۶ داریم که :

$$\frac{1}{i}=\frac{1}{f}-\frac{1}{o}=\frac{1}{12cm}-\frac{1}{36cm}$$

$$i = 18\ cm$$

یـــا

با استفاده از رابطه ۲ – ۳ داریم که :

$$m=-\frac{i}{o}=-\frac{18cm}{36cm}=-0.50$$

بنا بر این اندازه تصویر $1/2$ اندازه جسم است . و چون علامت منفی دارد پس تصویر به صورت معکوس می باشد مانند شکل ۲ – ۱۲a و ۲ – ۱۲b .

....

مسئله نمونه ۲ - ۳ :- آئینه محدب نشان داده شده در شکل دارای شعاع انحنای 22cm و جسم در 14cm آئینه قرار دارد تصویر حاصله را بدست بیآورید با استفاده از حالت گرافیکی و روش الجبری.

حل : - (الف) در شکل ۲ – ۱۳ جسم و آئینه نشان داده شده است شعاع ۱ ، ۲ و ۳ نشان دهنده موقعیت تصویر می باشد، تصویر به سمت بالا و در قسمت V میباشد فاصله تصویر حدوداً نصف اندازه جسم واقعی است.

(ب) با در نظر گرفتن علامت ها شعاع منفی خواهد بود اگر مرکز انحنا در قسمت V باشد با استفاده از معادله (۲ – ۴) برای $1/i$ چنین بدست می آوریم :

$$\frac{1}{i}=\frac{2}{r}-\frac{1}{o}=\frac{2}{-22cm}-\frac{1}{+14cm}$$

و از معادله فوق چنین بدست

می آید:

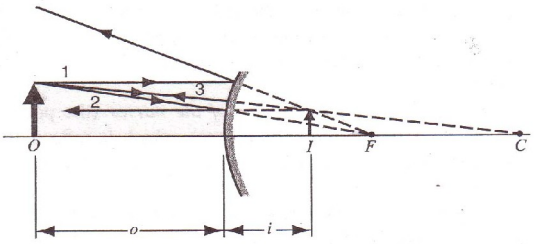
$$i = -6.2cm$$

که این مقدار با توجه به شکل گرافیکی نیز درست می باشد .

و بزرگنمائی نیز با استفاده از معادله ۲ – ۳ چنین خواهد بود:

$$m = -\frac{i}{o} = -\frac{-6.2cm}{+14cm} = +0.44$$

که با استفاده از حالت گرافیکی نیز به همین صورت بدست خواهد آمد و چون m>o است این بیانگر آن می باشد که تصویر به سمت بالا است.



شکل ۲ – ۱۳ :- مسئله نمونه ۲ – ۳ .

استحصال معادله آئینه:

در شکل ۲ – ۱۴ یک موج کروی را می بینید که از شی نقطه ای o به یک آئینه مقعر با شعاع انحنای r تابیده است یک محور مرجع مناسب خطی است که از o و از مرکز انحنای آئینه (c) می گذرد. یک شعاع که با محور زاویه دلخواه α را می سازد از o به آئینه میتابد و بعد از انعکاس در a محور را در I قطع میکند. شعاع دیگر که از شی o در امتداد محور به آئینه می تابد بعد از انعکاس در v روی خودش بر میگردد و این هم از I می گذرد. بنا بر این اقلاً برای این دو شعاع I تصویر o است این تصویر حقیقی است چون نور واقعاً از I عبور میکند حالا می خواهیم که جای I را پیدا کنیم.

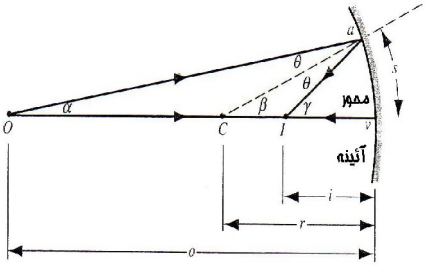
از یک قضیه هندسه استفاده میکنیم که میگوید هر زاویه خارجی مثلث با مجموع زوایای داخلی مقابل آن مساوی است بنا به این قضیه می توانیم در مورد مثلثهای oac و oal در شکل ۲ – ۱۴ بنویسم که:

$$\gamma = \alpha + 2\theta \quad \text{و} \quad \beta = \alpha + \theta$$

اگر θ را از بین این دو معادله حذف کنیم نتیجه می شود که

$$\alpha + \gamma = 2\beta$$

-------- (۷ – ۲)



شکل ۲ – ۱۴ : دو شعاع تابیده از شی بعد از انعکاس در یک آئینه کروی مقعر تقارب میشوند و تصویر حقیقی I را تشکیل میدهند.

زوایای α و β و γ را می توانیم بر حسب رادیان به صورت زیر بنویسیم.

$$\alpha \approx \frac{s}{o} \qquad \beta = \frac{s}{r} \qquad \gamma \approx \frac{s}{i} \quad (8 - ۲)$$

در روابط فوق s طول منحنی av بوده ، o و i به ترتیب فاصله جسم و تصویر و r طول شعاع انحنا است . همچنان باید متذکر شده که کاملاً مساوی به s/r بوده چون مرکز انحنا قوس av را در نقطه c تشکیل

میدهد . اما در روابط a و y رابطه به صورت تقریبی بوده در صورتیکه زوایا به اندازه کافی کوچک باشند . از جمله شعاعات که از جسم o به آئینه می تابد تنها یک زاویه محور تشکیل می دهند و این شعاعات که با محور آئینه زاویه خیلی کوچک را می سازند بنام شعاعات پاراکسل یاد میشوند . و ضرورت است که این نوع حالت ها در مقابل آئینه های مستوی تشکیل نمایم .

شکل (۲ – ۱۵) طوریکه در شکل دیده میشود . یک جسم نقطوی O در مقابل یک آئینه محدب قرار داشته و شعاعات وردی آن زوایای مانند زوایای شکل (۲ – ۱۴) تشکیل داده اند. و می توانیم که یک برداشت مانند شکل قبلی نمایم و معادله آن طبق معادله ۲ – ۴ می باشد . در شکل ۲ – ۱۵ قیمت های i و r منفی می باشد.

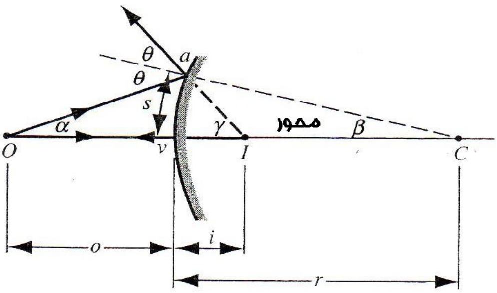
در تمرین ۱۶ این موضوع به وضاحت گفته شده است . برای دریافت بزرگنمائی از شکل ۲ – ۱۶ استفاده میکنیم . که در شکل مذکور شعاع a از جسم به آئینه تابیده بعد از انعکاس به امتداد v از بلند یا راس تصویر میگذرد.

و طبق قاعده انعکاس شعاع وردی a زوایای مساوی o را با محور آئینه میسازد.

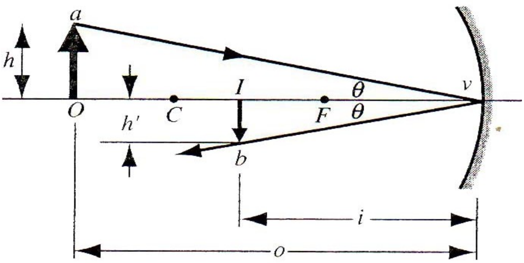
در دو مثلث قایم الزاویه aov و bIv می توانیم بنویسم که :

$$\frac{Ib}{Oa} = \frac{vI}{vO}$$

(۲ – ۹) -------------



شكل ۲ – ۵ [illegible] i را در مقابل آئینه محدب تشكیل میدهد . این شكل را با شكل ۲ – ۱۴ مقایسه نماید.



شكل ۲ – ۱۶ : - جسم o تصویر حقیقی i را در آئینه مقعر تشكیل داده است .

اگر جسم oa را h بگیریم و تصویر را 'h بگیریم این کمیات موافق مقدار های ذکر شده

(۲ – ۲) می باشد، که قبلاً هم در مورد شان بحث شده و همچنان طرف چپ مساوات ۲ – ۹ برابر است به $-h'/h$. بعد از اختصار داریم که : $m=-i/o$ طبق که در مساوات (۲ – ۳) بیان گردید.

مساوات (۲ – ۴) در بر گیرنده زوایای β ، γ و θ نمی باشد و برای تمام شعاعات پاراکسل صدق میکند . شعاعات در مقابل آئینه آنقدر می توانند حالت پاراکسل را بخود بگیرند که گذاشتن یک دیاگرام دایروی با راس v می توان حالت ماکزیمم a را تشکیل نمود. بعضاً تصاویر در مقابل آئینه های کروی حالت ثابت تشکیل شده که این حالت از انحراف کمی شعاعات بوجود می آید بخاطریکه نور شعاعات پاراکسل کاملاً نمی توان توجیه کرد. بناً یک منبع نقطوی در مقابل تشکیل تصویر نقطوی نمی دهد . تمرین ۱۲ را ببینید گاهی یک تحریف در مقابل آئینه بوجود می آید بخاطریکه از بزرگنمائی با فاصله محور آئینه تفاوت نمی کند.

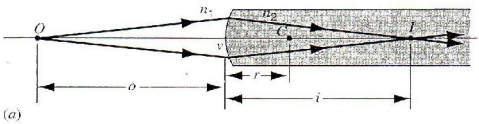
مساوات یا معادله ۲ – ۳ کاملاً برای شعاعات پاراکسل صدق میکند. اخیراً باید در نظر داشته باشیم که نور هندسی یک حالت

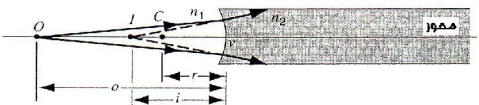
مخصوص از نور فیزیکی است . اثرات تفرق حالت طبیعی تصویر را تظاهر میسازد.

۲ – ۴ سطوح شکاننده کروی

طوریکه در شکل ۲ – ۱۷a مشاهده میکنید یک دسته شعاع از جسم نقطه ای o به یک سطح منکسره کروی با شعاع انحنا r می تابد. سطح مذکور دو محیط را از همدیگر جدا میکند . طوریکه ضریب یک محیط n_1 که شعاع از آن می تابد، و از محیط دوم n_2 می باشد. و از جسم نقطوی a یک تصویر در مرکز سطح مذکور تشکیل گردیده ولی اغلب ما به این نوع تصاویر مواجه نمی شویم. دریافت معلومات در باره تصاویر متشکله مقابل سطوح منکسره کروی بسیار ضروری است . بخاطری دانستن تصاویر در مقابل عدسیه نازک در بخش ۲ – ۵ بیان میگردد.

در شکل (۲ – ۱۷b) سطح مقعر یک تصویر مجازی را تشکیل وقتیکه $n_1 < n_2$ و تصویر مجازی در آن طوری تشکیل شده که گویا شعاعات از همان نقطه i پخش میشوند. در شکل (۲ – ۱۷c) یک سطح مقعر است که با شعاع وارده هم جهت بوده و دراین حالت $n_1 > n_2$ و یک تصویر حقیقی را تشکیل میدهد.



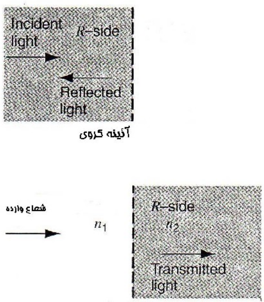


شکل (۲ – ۱۷) :- (الف) یک تصویر حقیقی در مقابل سطح کروی محدبی تشکیل شده که در
آن $n_2 > n_1$ است . (ب) یک تصویر مجازی بوده که از امتداد یافته شعاع منکسره در مرز با جهت مقعر تشکیل شده طوریکه $n_2 > n_1$ (ج) مانند ب بوده به استثنای اینکه $n_2 < n_1$ است و در حالت مذکور یعنی c یک تصویر حقیقی تشکیل میشود.

قراریکه بعداً ثبوت خواهیم نمود فاصله تصویر (i) به فاصله جسم O و شعاع انحنا r با ضرایب انکسار n_1 و n_2 دارای یک رابطه مانند ذیل اند .

$$\frac{n_1}{o} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r} \quad \text{---------} (۲ - ۱۰)$$

که این مساوات می تواند برای حل مسائل سطوح محدب و مقعر صدق میکند. تنها محدودیت که در آئینه های کروی وجـــود دارد ، عبارت از این است که شعاعات باید پاراکسل باشند.



شکل (۲ – ۱۸) :- تصاویر حقیقی معمولاً در عین جهت تشکیل میشوند ، یعنی هم جهت با شعـاع ورودی می باشند که این حالت تنها در آئینه هـــا صدق میکند . اما برای دیوپتر کروی وعـــدسیه ها تصاویر در جهت هـــای مختلف تشکیل میشود.

قیمت که در رابطه (۲ – ۱۰) وضع شده در شکل (۲ – ۱۶) خلاصه و واضح می شوند و همرای روابط در آئینه های مقعر مقایسه میشوند. اگر قرار باشد که یک تصویر حقیقی از تلاقی شعـاعات در مقابل سطح منکسره کروی تشکیل شود باید که شعاعات ورودی در جهت مخالف قـرار داشته باشند، جهت که تصویر حقیقی تشکیل میشود بنام جهت حقیقی و طرف که تصاویر مجازی با عین جهت با شعاعات ورودی

تشکیل میشوند بنام جهت مجازی یاد میشوند، قراریکه در شکل ۲ - ۱۷b نشان داده شد.

شعاع انحنا قیمت مثبت را بخود میگیرد در صورتیکه مرکز یا C به طرف جهــت حقیقی باشد و شعاع انحنا قرار شکل ۲ – ۱۷b قیمت منفی را بخود میگیرد، و در صورتیکه مــــرکز در جهت مجازی باشد، شعاع قیمت مثبت را شکل های (۲ – ۱۷a)و (۲ – ۱۷b) دارا است امـــا در b قیمت منفی را دارا می باشد.

....

مسئله نمونه ۲ – ۴ :-

یک تصویر هندسی را در مقابل یک کروی مانند شکل ۲ – ۱۷a در نظر بگیرید ، هرگاه طـــول تصویر 11cm و ضرایب انکسار یعنی $n_1 = 1.0$ و $n_2 = 1.9$ باشد و فاصله جسم نیز 19cm باشد فاصله تصویر را بدست آورید :

حل :- معادله ۲ – ۱۰ را برای n_2/i بدست آورید بعداً قیمت های بدست آمده را جایگزین نمایم می یابیم که :

$$\frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r} - \frac{n_1}{o} = \frac{1.9 - 1.0}{+11cm} - \frac{1.0}{+19cm}$$

در این جا r مثبت است چراکه مرکز یا C به جهت حقیقی مطابق به شکل ۲ – ۱۷a قرار دارد . اگر ما معادله فوق را برای i حل نمایم می یابیم که:

$$i = +65cm$$

و نتیجه آخری موافق به علامه های قرار دادی می باشد. نور معمولاً از مقابل تصــویر i عبور نموده، در این حالت تصویر حقیقی می باشد. بخاطر داشته باشید که $n_1(=1.0)$ همیشه اشاره بر وسیله می کند که نور از کدام منبع می تابد.

....

مسئله نمونه ۲ – ۵ :-

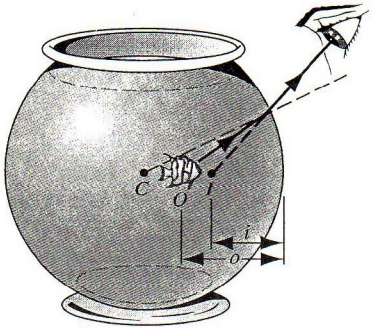
یک ماهی در جهت افقی قطر یک ظرف کروی به فاصله 10cm از کنار آن شنا میکند ، اگر شعاع کره 15cm و ضریب انکسار آب $n_1 1.33$ باشد، موقعیت ماهی را بدست آورید .

حل :- مطابق به علامه های قرار دادی و شکل هندسی ۲ – ۱۹ ، ما o را مثبت درنظر می گیریم بخاطریکه شی در جهت مجازی سطح کروی قرار دارد ، و r را منفی در نظر میگیریم بخاطریکه C به طرف مجازی قرار دارد . معادله ۲ – ۱۰ را همرای $n_2 = 1$ استفاده میکنیم که می یابیم :

$$\frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r} - \frac{n_1}{o} = \frac{1-1.33}{-15cm} - \frac{1.33}{10cm}$$

بعد از اختصار می یابیم که :

$$i = -9.0cm$$



شکل ۲ – ۱۹ : - مسئله نمونه ۲ – ۵ ، شعاع o یا شعاع که از ماهی می تابد بعد از خروج طبق قانون snell انکسار میکند .

استحصال فورمول سطح شکاننده

در شکل (۲ – ۲۰) منبع نقطه ای o را می بینید که نزدیک یک سطح شکاننده کروی به شعاع انحنای r قرار گرفته است این سطح دو محیط را که ضریب شکستهای آنها متفاوت است از هم جدا میکند. ضریب شکست محیطی که نور از آن به سطح می تابد n_1 است و ضریب شکست محیطی که در طرف دیگر این سطح قرار گرفته n_2 است.

خطی که از o و از مرکز انحنای سطح شکاننده C میگذرد محور مناسبی است که سطح را در راس v قطع میکند. از o اشعه رسم میکنیم که با محور زاویه کوچک ولی دلخواه α را میسازد. و این اشعه در a به سطح میخورد و طبق قانون می شکند و شعاع شکسته محور را در I قطع میکند.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

شعاع که از O روی محور به طرف سطح میرود موقع ورود شکسته نمی شود و آن هم از I میگذرد. بنا بر این دست کم این دو شعاع I تصویر O است.

مثلاً و قتی که داشتیم معادله آئینه را به دست می آوردیم از آن قضیه استفاده می کنیم.

که می گوید هر زاویه خارجی مثلثی برابر است با مجموعه دو زاویه داخلی مقابل بناًء به این قضیه می توانیم در مورد مثلث های COa و ICa بنویسیم.

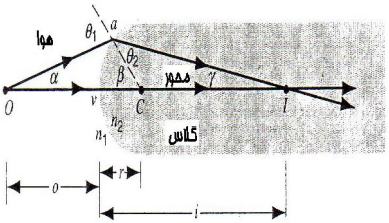
$\theta_1 = \alpha + \beta$ ----- ($\beta = \theta_2 + \gamma$ 11 – 2) و

با کوچک شدن α زاویه های β ، γ، θ_1 و θ_2 در شکل ۲ – ۳ هم کوچک مـی شوند. بـه جای ساین زاویه های خود این زاویه ها را قرار بدهیم و آن وقت میتوانیم که قانون انکسار نور را به این صورت بنویسیم.

$$n_1\theta_1 \approx n_2\theta_2 \quad \text{--------} \quad (۱۲ - ۲)$$

از ترکیب معادلات ۲ - ۱۱ و ۲ – ۱۲ نتیجه می شود.

$$n_1\alpha + n_2\gamma = (n_2 - n_1)\beta \quad \text{-------} \quad (۱۳ - ۲)$$



شکل ۲ – ۲۰ :- شی o با یک تصویر واقعی I بعد از بـرخـورد بـه یـک سطح محـدب کـروی با همـدیگـر یکجا مـی شوند.

زوایای α ، β و γ را بر حسب رادیان در شکل ۲ – ۲۰ می توانیم به صورت زیر بنویسیم.

$$\alpha \approx \frac{s}{0} \quad \gamma \approx \frac{s}{i} \quad \beta \approx \frac{s}{r} \qquad (۱۴ - ۲)$$

از این معادلات فقط دومی آنها دقیق است دو تای دیگر تقریبی اند چون I و O مراکز دایرهای که av قوسی از آنها باشند نیستند . با این همه برای شعاع های (برای α های که به قدر کافی کوچك اند) می توانیم خط های موجود در معادله ۲ - ۱۴ را تا حد مطلـوب کــوچك کنیم. اگر معادله ۲ – ۱۴ را در معـادلـه ۲ - ۱۳ قــرار بـدهیم نتیجه معـادلـه ۲ – ۱۰ مـی شـود.

۲ - ۵ عدسیه های نازك:

مثال های بسیاری در رابطه به انکسار نور توسط عدسیه هـای وجـود دارد. مـانند عدسیه در چشمان ما متمرکز کردن نور در شبکه چشم- و تصحیح کننده عدسیه هـای عینك و همچنین جبران کردن کمبودی های در بینائی ما وظیفه اجرا میکند. عدسیه های گوناگون بـرای متمرکز کردن نور در کامره های فیلم وجود دارد.در این بخش ما مورد بررسـی قـرار میدهیم مشخصات همچو عدسیه های را. در وضیعت های مختلف انکسار ظاهراٌ انکسار های متعددی دیـده میشود. این یک راه درست برای ارتباط عدسیه است. از آن جایکه اول نور از فضا به داخل کلاس تابیده و بعداً از

شیشه به چشم ما میخورد در این جا است که ما یک علت مخصوص عدسیه های نازک را ملاحظه میکنیم. در این جا است که ضخامت عدسیه مقایسه شده کوچک است به شی که در فاصله o است نسبت به شی در فاصله I است. و خمیده گی و انحنای r_1 و r_2 را به نام انکسار این دو یاد میکنند. برای همین قسم عدسیه ها ما خواهد ثابت کردیم در این بخش این کمیت شرح داده شده توسط :

$$\frac{1}{o}+\frac{1}{i}=\frac{1}{f'} \quad \text{---------- (۱۵ - ۲)}$$

و در محراق موضعی طول عدسیه f داده شده است توسط:

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right) \quad \text{---------- (۱۶ - ۲)}$$

معادلات ۲ - ۱۵ و ۲ - ۱۶ شباهت زیادی به عدسیه ها و شعاع پاراکسل دارند.

یادداشت: معادله (۲ – ۱۵) مانند معادله است که در آئینه های کروی است. معادله (۲ – ۱۶) را همچنین بنام معادله سازنده عدسیه هم یاد میکنند.

در معادله (۲ – ۱۶) ، r_1 شعاع انحنای دایره در زمانی که اولاً نور می تابد و r_2 شعاع دومی مـی باشد. معادله ۲ - ۱۶ به عدسیه های استفاده می شود که ضریب انکسـار آن n در فضا بـاشـد. اگـر عدسیه را وارد یک محیط معتدل نمایم ضریب انکسار آن برابر یک نمی شود. در معـادله ۱۶ – ۲ ما می توانیم که جایگزین نمایم n را به جایnlens/nmedium . بزرگ سازی جـانبی عدسیه ها داده شده توسط فورمول مشابه آئینه های کروی.

$$m = -\frac{i}{o} \quad \text{---------(۱۷ - ۲)}$$

در این بخش ما مورد مطالعه قرار میدهیم نتیجه این موضوع را.

علامت های قرار دادی

علامت های قرار دادی برای o ، i و r_1 مساوی اند به آئینه های کروی و صـفحه منکسره مطابق شکل (2 – 18) و (۲ – ۲۱) این علامت قرار داد را نشان میدهد ، مانند گذشته ما دو طـرف R و V داریم.

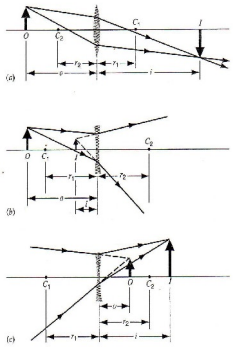
۱ :- شعاع انحنا r_1 با مراجعه کردن به سطح اولی به نور میخورد و r_2 با رجوع کردن به سطـح دومی به نور خورده و مثبت اند.

اگر مرکز متقابل انحنا طرف R باشد و اگر مرکز متقابل یا مطابقت انحنا به طرف V باشد شعـاع منفی است .

در شکل (۲ – ۲۱a) مرکز انحنا C_1 به طرف R است لذا R_1 مثبت است و C_2 بطرف V است لذا R_2 منفی است . با بررسی معادله 2 - ۱۶ نشان میدهد که وقتی که $r_1 > 0$ و $r_2 < 0$ که مرکز طول آن همیشه مثبت است که این قسم عدسیه را همیشه میتوان متقارب نامید. عدسیه مرکزی ضخیم تر است نسبت به کنار ها . وقتیکه معقریت در متوسط سطح منکسره پائین تر از عدسیه باشد. همیشه عدسیه مقعر است.

در شکل ۲ – ۲۱b ، C_1 به طرف V است و C_2 به طرف R است از اینرو r_1 منفی و r_2 مثبت است.

در این حالت معادله ۲ – ۱۶ نشان میدهد که F همیشه منفی است. چنین قسم عدسیه های را بنام عدسیه منحرف مقعر می نامند یک عدسیه در مرکز باریکتر نسبت به کنار است وقتیکه فرو رفتگی پائین تر از نما انکسار است همیشه یک عدسیه منحرف است.



شکل (۲۱ – ۲) :- (الف) یک تصویر واقعی معکوس تقارب میکند به طرف عدسیه . که همچو عدسیه ها طول محراقی مثبت داشته و ضخیم تر نسبت به کنار های عدسیه می باشند . (ب) یک تصویر مجازی راست ظاهر میشود به طرف عدسیه . به طرف همچو

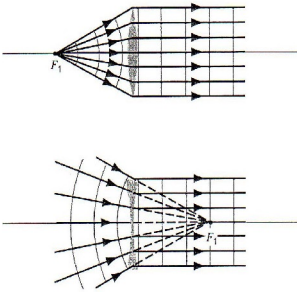
عـدسیه که طول محراقی آن منفی اسـت و نـازکتر
نسبت بـه کنار ها و مرکز آن است. (ج) تقارب نـور در تـصویر مـجازی O اسـت. و تـصویـر واقعی توسط I نشان داده میشود.

۲ :- فاصله O مثبت است اگر تصویر حقیقی باشد و موقعیت داشته باشد طرف عـدسیه V در هر دو شکل ۲ – ۲۱a و ۲ – ۲۱b روشنائی حقیقی منحرف است وقتیکه به عـدسیه میخورد و همچنان یک روشنائی منحرف به عدسیه بخورد مانند شکل ۲ – ۲۱c در این حالت اگر عدسیه ثابت نباشد نور منحرف بالای o به طرف عدسیه R میباشد ، در این حالت O منفی است که ما تصویر واقعی میگیریم .

۳ :- فاصله تصویر I مثبت است اگر موقعیت تصویر حقیقی به طرف عدسیه R باشد مانند شکل ۲ – ۲۱a) و ۲ – ۲۱c) در صورتی i منفی است که تصویر حقیقی موقعیت آن به طرف عـدسیه V باشد مانند شکل (۲ – ۲۱b)

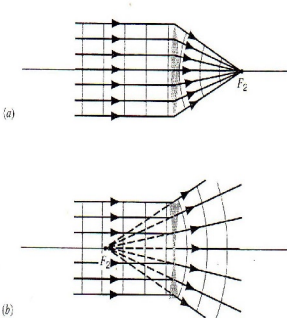
۴ :- مطـابق به معادله (۲ - ۱۷) قـدرت ذره بینی منفی اسـت . وقتیکه هـر دو یعنی i و o مثبت هستند مانند شکل (۲ – ۲۱a) که متقابل است به معکوس تصویر که در این حالت تصویر مستقیم است. مانند شکل (۲ – ۲۱b) و (۲ – ۲۱c) قدرت ذره بینی مثبت است. بخاطریکه o و i عـلامت های متضاد دارند که در شکل (۲ – ۲۱b) نشان داده شده که o مثبت و i منفی است در حـالیکه در شکل (۲ – ۲۱c) ، o منفی

و i مثبت است. از مقایسه آئینه های مقعر یا سطح منکسره مقعر و عدسیه دو مرکز نوک دار دارد. در یک عدسیه باریک دو نوک آن در یک فاصله مساوی قرار دارند که F در هر دو طرف عدسیه قرار دارد.



شکل ۲ - ۲۲ : - (الف) وقتیکه نوک یک جسم به طرف نوک یک عدسیه تقارب پیدا میکند . نور موازی ظهور میکند از عدسیه. (ب) به دلیل عدسیه های متباعد شی مجازی شعاعات موازی میدهد.

وقتیکه نوک بالای مرکز نوک دار F_1 قرار دارد که عدسیه به یک نور مساوی میخورد ، طوریکه در شکل (۲ – ۲۲a) نشان داده شده از این سبب عدسیه منحرف در شکل (۲ – ۲۲b) که تصویر نوک دار تصویر حقیقی است که تمرکز نور مقعر بالای F_1 است. اگر عدسیه ها وجود نداشته باشد نور مساوی بالای عدسیه منحرف تمرکز نمی کند قسمت مرکزی نوک دار دوم F_2 جایست که نور مساوی از نوک آن تمرکز میکند به عدسیه . مانند شکل (۲ – ۲۳).



شکل ۲ - ۲۳ :- (الف) زمانیکه یک دسته شعاعات نور به عدسیه متقارب برخورد میکند . نور دوباره به نوک محـراقی دوم خود بر میگردد. (ب) زمانیکه یک دسته نور به عــدسیه متباعد برخورد میکند ، دوباره به نوک محراقی دوم خود ظـــاهر میشود.

ترسیم شعاع

نظر به قضیه آئینه های کروی ، مفید خواهد بود که جای تصویر را با استفاده از میتود گرافیکی و همرای شعاعات اساسی با عدسیه نازک عوض کنیم . شکل ۲ – ۲۴ نشان دهنده سه شعاع است که قابل اجرا یک تصویر حقیقی با عدسیه متقارب می باشد. (۲ – ۲۴a) ، یک تصویر مجـازی ظاهر میشود توسط عدسیه متقارب (۲ – ۲۴b) ، و یک تصویر مجازی ظاهر میشود تـــوسط عدسیه منحرف.

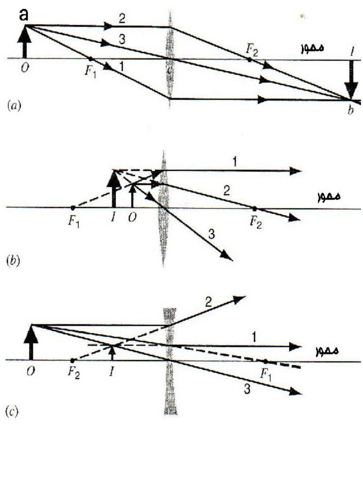
۱ : - یک اشعه (اشعه 1 در شکل ۲ – ۲۴) وقتیکه امتداد داده شود می تواند که مستقیماً عبور کند که با نقط تیز یا نوک دار F_1 برخورد می کند.

۲ :- یک اشعه (اشعه ۲ در شکل ۲ – ۲۴) مساویانه عبور نموده و به امتداد نقطه تیز یا نوک دار F_2 عبور میکند.

۳ :- یک اشعه (اشعه ۳ مانند شکل ۲ – ۲۴) بالای عدسیه در مـرکز آن مـی افتد و از آن بطور مستقیم عبور میکند بخاطریکه در نزدیک با مرکز عدسیه روبرو میشود با شیشه مسـطح کــه اطراف آن با هم مساوی اند. که در هدایت و یا برخورد آن تغییری وارد نمی شود. کـه هـر کدام از آن شعاع ها می توانند در جای تصویر استفاده شوند.

که سومی به شکل یک مانع قابل دسترسی می باشد.

نوت: شکل ۲ – ۲۴ برای هر سه اشعه است و ما می توانیم که مشاهده کنیم که انکسار جـــای یک طیاره در بر میگیرد در موقعیت تصویر و این تنها در عدسیه نازک یا بـاریک شـده میتواند.



شکل ۲ – ۲۴ :- سه شعاع می توانند کـــه ظـــاهـــر کنند تصـــویـــر را توسط :

(الف) تصویر واقعی

(ب) تصویر مجازی

(ج) عدسیه متباعد.

استحصال فورمول عدسیه های نازک

هدف ما مشاهده کردن سطح هر عدسیه بطور جداگانه است، استفاده کردن از تصویر تشکیل شده بوسیله تصویر اولی بجای تصویر دومی.

شکل ۲ – ۲۵a نشان دهنده یک شیشه ضخیم یا عدسیه به طول L که سطح آن به پایه های r_1 و r_2 ارتباط دارند . یک تصویر نوک دار A که O به نزدیک سطح طرف چپ آن نشان داده شده است. اشعه A که O را ترک میکند در طول محور بصورت مستقیم یا داخل میشود یا عدسیه را ترک میکند. اشعه دومی A ، O را در زاویه α همراه با محور به سطح نوک دار a میخورد که منکسر میشود. که به سطح دومی خورده و در قسمت b اشعه دوباره منکسر شده و محور در ناحیه L عبور میکند که عبارت اند از خطوط متقاطع دو اشعه o که تصویر نوک دار o تشکیل میشود .

شکل ۲ – ۲۵b نشان دهنده سطح اولیست که تصویر حقیقی o با I' است، ما معادله $(2-10)$ را همرای $n_1 = 1$ و $n_2 = n$ استفاده میکنیم :

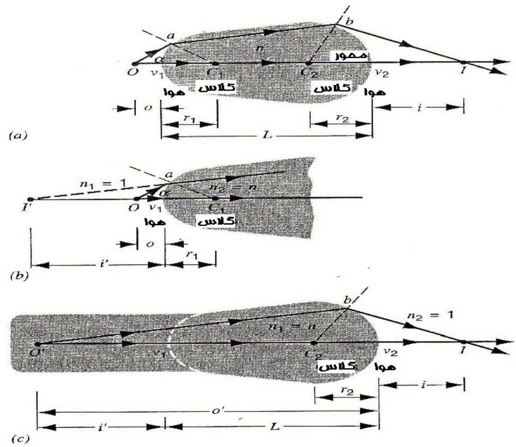
$$\frac{1}{o} + \frac{n}{i'} = \frac{n-1}{r_1}$$

از اینجا نتیجه میگیریم که i' منفی است .

$$\frac{1}{o} - \frac{n}{|i'|} = \frac{n-1}{r_1}$$

(۲ - ۱۸) -----------

شکل (۲ – ۲۵c) نشان دهنده سطح دومی است. و نقطه b نشان دهنده موجودیت سطــح اولی است شما شاید که فکر کنیدکه نور در نقطه اصلی i' برخورد میکند. درشکـل (۲ – ۲۵b) آن ناحیه است که یك طرف آن شیشه ای است بنا بر این تصویر حقیقی i' در سطح اولی تشکیل میشود. عبارت از تصویر واقعی O' برای دومی است.



شکل ۲ – ۲۵ :- (a) دو اشعه از O تصویر حقیقی تشکیل میدهد در I بعد از برخورد بر هر دو سطح کروی منکسر میشود سطح اولی تقارب نموده و سطح دومی متباعد میشود.

(b) سطح اولی . (c) سطح دومی جداگانه نشان داده شده اســت . کـه درجـه عـمـودی آن پائین مـی آید .

فاصله این جسم از سطح اولی عبارت است از :

$$O' = |i'| + L \quad \text{----------} (۱۹ - ۲)$$

در معادله (۲ - ۱۰) ما برای سطح دومی $n_1 = n$ و $n_2 = 1$ را جایگزین میکنیم به خاطریکه جسم در شیشه جا داده شده است. اگر ما از معادله (۲– ۱۹) استفاده کنیم ، معادله (۲ – ۱۰) شکل ذیل را بخود میگیرد.

$$\frac{n}{|i'| + L} + \frac{1}{i} = \frac{1-n}{r_2} \quad \text{----------} (۲۰ - ۲)$$

حالا فرض میکنیم که ضخامت L در عدسیه در شکل (۲ – ۲۵a) کوچکتر از مقایسه با دیگر اندازه های طول است. که تقریباً در عدسیه های باریک دیده میشود . طوریکه اگـر $L = 0$ در مـعادله (۲ – ۲۰) جای داده شود می توانیم بنویسیم که :

$$\frac{n}{|i'|} + \frac{1}{i} = -\frac{n-1}{r_2}$$

(۲ - ۲۱) -------------

با یکجا کردن معادله (۲ – ۱۸) و (۲ – ۲۱) چنین نتیجه بدست می آید.

$$\frac{1}{o}+\frac{1}{i}=(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right) \quad \text{-------- (۲۲ – ۲)}$$

با ملاحظه از طرف راست معادله (۲ - ۲۲) . 1/f مستقیماً به معادله (۲ – ۱۵) و ۲ – ۱۶ تکمیل کننده مشتق است.

برای مشتق کردن در معادله (۲ - ۱۷) برای بزرگنمائی به شکل (۲ – ۲۴a) مراجــعه میکنیم. سه زاویه طرف راست aco و bcI با هم مساوی هستند، بخاطریکه زوایای aco و bcI با هم مساوی هستند برای بدست آوردن زوایای مساوی از طرف داریم که :

$$- \quad \frac{bI}{aO}=\frac{cI}{cO} \quad \text{----------- (۲ - ۲۳)}$$

طرف راست این قضیه مفصلاً i/o است ، هنگامیکه طرف چپ(m–) اســت علامـت منفی نشان دهنده برگشت تصویر است. نظر به این تغییرات معادله (۲ – ۲۳) مستقیماً کاهش پیدا میکند به معادله ۲ - ۱۷

....

مسئله نمونه ۲ – ۶ :-

عدسیه های شکل ۲ – ۲۱ دارای شعاع انحنا به اندازه 42cm اند که از شیشه ساخته شده است اگر n=1.65 باشد ، فاصله محراقی را محاسبه کنید ؟

حل : در شکل (۲ – ۲۱a) زمانیکه موقعیت C_1 به طرف R است . r_1 مثبت است . زمانیکه موقعیت C_2 به طرف V است r_2 منفی می باشد .

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)=(1.65-1)\left(\frac{1}{+42cm}-\frac{1}{-42cm}\right)$$

$$f=+32cm$$ یا

فاصله مثبت محراقی دلالت بر این میکند که شعاعات موازی وارده بعد از انکسار در محراق حقیقی یگدیگر را قطع می کند .

در شکل (۲ – ۲۱b) و (۲ – ۲۱c) ، C_1 به طرف V موقعیت دارد که عدسیه r_1 منفی است . تا زمانیکه r_2 مثبت است . از معادله ۲ - ۱۶ چنین نتیجه حاصل میشود که :

$$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)=(1.65-1)\left(\frac{1}{-42cm}-\frac{1}{+42cm}\right)$$

یا

$$f = -32cm$$

....

مسئله نمونه ۲ - ۷ :-

جسم به اندازه 38cm از عدسیه دور می باشد که فاصله محراقی آن -24cm است ، موقعیت تصویر و بزرگنمائی آنرا دریابید ؟

حل:-

با استفاده از معادله (۲ – ۱۵) داریم که :

$$\frac{1}{+38cm} + \frac{1}{i} = \frac{1}{-24cm}$$

یا

$$i = -15cm$$

بزرگنمائی آن عبارت است از:

$$m = -\frac{i}{o} = -\frac{-15cm}{+38cm} = +0.39$$

شکل ۲ – ۲۴a نشان دهنده حل گرافیکی این سوال است . شما موقعیت و اندازه آن را مشاهده میکنید و تعیین جهت تصویر و توافق همرای نتیجه محاسبه است.

سیستم دو عدسیه

آئینه ها یا ی عدسیه های واحد به ندرت میتواند موثر باشد . در ابزار مانند دوربین دو چشمی، تلسکوپ، میکرسکوپ، کامره، و غیره. تصویر ها بوسیله یکــجا شدن چندین عدسیه با هم تشکیل میشود. در این بخش ما تصویر های کـه بوسیله دو عـدسیه تشکیل میشوند مطالعه میکنیم. برای تحلیل و تجزیه نمودن تصویر هـای تشکیل شده بوسیله سیستم های دو عدسیه ما می توانیم که هر دو عدسیه را در یک وقت مشاهده کنیم. طوری دیگر ما تصویر را نمی بینیم گرفتن یک تصویر که تشکیل میشود برای یک تصویر بعدی، ما از فورمول عدسیه های نازک و ترسیم های گذشته استفاده میکنیم .باید متوجه حساب علامت های قــرار دادی در هر حالتی باشیم ، ما به کار می بریم فورمول اشتقاقی عدسیه های نازک را (عادلات ۲ – ۱۵ و ۲ – ۱۷) دقیقاً محاسبه علامه های قرار دادی را مد نظر گرفته است.

یک عدسیه به عدسیه دیگر تماس میکند که تصویر اولی به حیث تصویر حقیقی بـرای تصویر دومی است ، وقتیکه تصویر درعدسیه مــقعر تشکیل میشود تصویر عدسیه با عــامل دومـی برخورد میکند که تصویر تشکیل شده را بحیث تصویر حقیقی بـرای عدسیه دومــی میـدانیم. بزرگنمائی

افقی یا ضلعی مجموعاً m_t در سیستم دو عدسیه مساوی به بزرگنمائی هر یک از تصویر های تشکیل شده است.

$$m_t = mm' \quad \text{--------------(۲۴ – ۲)}$$

در حالیکه m و 'm هر دو بزرگنمائی افقی هر یک از عدسیه ها است . و سیستم امتداد داده میشود ، روش سیستم های یک عدسیه و یک آئینه ویا همراه با چندین سیستم.

....

مسئله نمونه ۲ – ۸ :-

دو عدسیه محدب به فاصله محراقی $f = f' = +15cm$ به فاصله $d = 6cm$ از هم قرار دارند قرار شکل ۲ – ۲۶ یک منبع نوری جای داده شده به فاصله $d = 10cm$ از عـــدسیه اولی . موقعیت تصویر نهائی را پیدا کنید ؟

حل :- ما شروع کردیم با استفاده از موقعیت اشعه با یک دیاگرام قرار شکل ۲ – ۲۶ ، اشــعه های دومی و سومی از O انکسار میکنند با عدسیه اولی که امتداد آنها بطرف عقب نشان دهنده تصویر حقیقی است

که بوسیله عدسیه اولی تولید میشود که این تصویر به جای O' در عـدسیه دومی است اشعه های 2' و 3' که موقعیت آخری I' را نشان میدهد معـکوس و حقیقی اسـت.

نظر به معادله ۲ - ۱۵ ما می توانیم که موقعیت تصویر اولی را چنین پیدا کنیم.

$$\frac{1}{+10cm}+\frac{1}{i}=\frac{1}{+15cm}$$

یا

$$i=-30cm$$

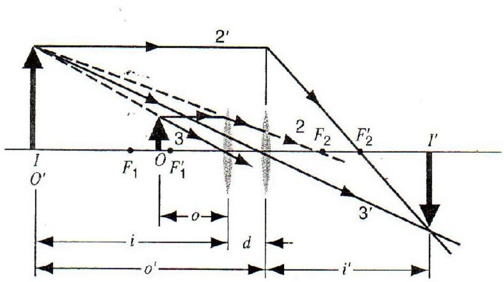
آن تصویر مجازی تشکیل شده به اندازه 30cm در طـرف V ، پذیرفتن این تصویر O' برای عدسیه دومی است . فاصله O' عبارت از i است . اگرچه i تصویر حقیقی عدسیه اولی است و O' تصویر واقعی است برای عدسیه دوم بخاطریکه نور در آئینه های مقعر با عدسیه دومی می خورد .

نظر به معادله ۲ – ۱۵ دوباره می توانیم بنویسیم که :

$$\frac{1}{+36cm}+\frac{1}{i'}=\frac{1}{+15cm}$$

یا

$$i' = +26cm$$



شکل ۲ - ۲۶ :- مسئله نمونه ۲ - ۸ .

....

مسئله نمونه ۲ – ۹ :-

سیستم نوری نشان داده شده درشکل 2 – 27 متشکل از دو عدسیه است که فاصله های محراقی آن f=+12cm و f'=-32cm به فاصله d=22cm جدا شده است ، یک جسم نورانی به فاصله 18cm از عدسیه اول قرار دارد ، موقعیت تصویر نهایی که توسط این سیستم تشکیل میشود را معلوم کنید ؟

حل :-

در شکل ۲ – ۲۷ ترسیم ساختمانی یک اشعه داده شده است ، تصویر حقیقی Iذریعه عدسیه اولی و در طرف عدسیه دومی خواهد بود . بخاطریکه نور که این تصویر را تشکیل میدهد در آئینه مقعر به عدسیه

دومی برخورد میکند که ما تصویر حقیقی 'O را برای عدسیه دومی می دانیم.

برای عدسیه اولی معادله ۲ – ۱۵ چنین بدست می آید .

$$\frac{1}{+18cm}+\frac{1}{i}=\frac{1}{+12cm}$$

یا

$$i=+36cm$$

تصویر حقیقی به فاصله 36cm از عدسیه اول تشکیل خواهد شد، طوریکه نشان داده شده است فاصله 'O از شی مجازی 'O به عدسیه دوم که دارایی بزرگنمائی i-d و یا 36cm-22cm=14cm قرار دارد. بخاطریکه 'O یک شی مجازی است ما فاصله 'O را منفی در نظر گرفته، حالا معادله ۲ – ۱۵ برای عدسیه دوم چنین بدست می آید.

$$\frac{1}{-14cm}+\frac{1}{i'}=\frac{1}{-32cm}$$

یا

$$i'=+25cm$$

که تصویر حقیقی 'l از طرف R در عدسیه تشکیل میشود.

....

مسئله نمونه ۲ – ۱۰ : -

جسم در شکل ۲ – ۲۷ دارای ارتفاع 2.4cm است ارتـــفـــاع تصـــویر را پیـــدا کنید ؟

حل : - ما جستجو می کنیم بزرگنمائی جانبی سیستم های مرکب را . یک بار دیگر هم ما بـه جای سیستم های مرکب مورد مطالعه قرار دادیم دو سیستم جدا شده از هم را ، و مجمـــوعه بزرگنمائی جانبی m_1 سیستم های مرکب تولید کننده بزرگنمائی جانبی m و m' عدسیه های تکی است .

$$m_t = mm' = \left(-\frac{i}{o}\right)\left(-\frac{i'}{o'}\right) = \left(-\frac{+36cm}{+18cm}\right)\left(-\frac{+25cm}{-14cm}\right) = -3.57.$$

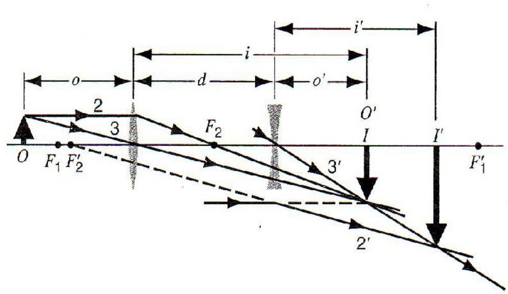
ما از مقدار فاصله جسم و تصویر در مسئله نمونه 2 - 9 میکنیم . ارتفاع h_f تصویر آخـــری عبارت است از :

$$h_f = m_t h = (-3.57)(2.4cm) = -8.6cm$$

جایکه ما قیمت شی و فاصله تصویر را از مسئله نمونه 2 – 9 پیدا کرده ایم . ارتفاع h_f آخرین تصویر عبارت است از :

$$h_f = m_t h = (-3.57)(2.4cm) = -8.6cm$$

قیمت منفی ما را تذکر می دهد که تصویر نهایی شکل معکوس شی اصلی می باشد .



شکل ۲ – ۲۷ :- مسئله نمونه های ۲ - ۹ و ۲ - ۱۰ :

....

۲ – ۶ اسباب های اپتیکی:

چشم انسان اندامی است که کار های کم نظیری دارد ساحه دید را میشود به راه های مختلف و با استفاده از وسایل اپتیکی متعدد و سیعتر کرد. ایـــن

وسایل عبارتند از : عینک ، ذره بین، دستگاه نمایش فیلم ، دوربین عکاسی، دوربین فیلم بر داری ، میکروسکوپ، دوربین نجومی و از این قبیل وسایل اپتیکی در مواردی میان دید ما از ساحه مرئی فراتری می برند دوربین های فروسرفی که به ماهواره نصب میشوند و میکروسکوپ های شعاع X از جمله این موارد اند.

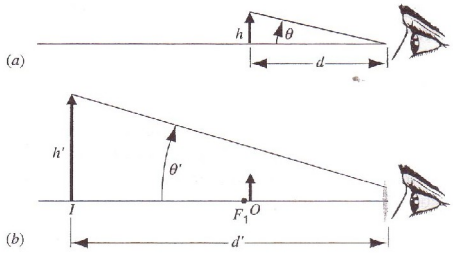
تقریباً در تمام اسباب های پیچیده و پیشرفته اپتیکی ، فورمول های آئینه ها و عدسیه های محدب فقط بصورت تقریبی صحیح اند ، هر کسی که با دوربین کار کرده باشد میداند که شعاع ها میتوانند که پیرامحوری نباشند اما برای دوربین نجومی شعاع ها واقعاً پیرا محوری اند در میکرسکوپ های معمول در آزمایشگاه ها نمی شود عدسیه را به آن معنی که در گذشته تعریف شد (نازک) فرض کرد . در خیلی از وسایل اپتیکی از عدسیه های مرکب استفاده میشود یعنی عدسیه ها شامل چند جز که با هم چسپانده شده اند و در اکثر موارد فصل مشترک این اجزاً دقیقاً کروی نسبت با استفاده از این سیستم ها کیفیت و روشنائی تصاویر بهتر میشود. و وابستگی به شعاع پیرامحوری حد زیادی از میان میرود . حالا سه تا از این وسایل را مورد مطالعه قرار میدهیم و فورمول عدسیه های محدب در هر سه صدق میکند.

ذره بین ساده :

شکل (۲ – ۲۸a) تشکیل تصویر توسط چشم را نشان میدهد . اندازه تصویر در شبکیه ثابت است تحت زاویه θ که چشم جسم را دیده می تواند قرار دارد.. برای موقعیت اجسام کوچم می توان گفت یک فاصله زیادی از چشم دارد که زاویه θ تقریباً مساوی است به :

$$\theta \approx \frac{h}{d} \quad \text{---------- (۲ - ۲۵)}$$

h عبارت از اندازه جسم و d عبارت از فاصله جسم از چشم است.



شکل ۲ - ۲۸ :- (a) چشم به ارتفاع h در فاصله d یک زاویه θ تشکیل میدهد.

(b) چشم که مشاهده میشود از عدسیه عبارت است از بزرگـــنمائی ساده یا ذره بین ساده است تصویر(i) ارتفاع h' در فاصله (d') زاویه θ' را در چشم مجسم مـــی سازد.

در شکل ۲ – ۲۸b نشان دهنده جسم در عدسیه که تشکیل دهنده تصـویر در یکـطرف بـه اندازه 'h به فاصله 'd از چشم است. اندازه تصویر در گوشه نشان دهنده زوایای کوچک است .

$$-\theta' \approx \frac{h'}{d'} \quad \text{---------- (۲۶ - ۲)}$$

تصویر که از عدسیه به نظر میرسد بزرگتر از جسم اصلی به نظر میرسد اگـــر تصـویر بـزرگتر تشکیل شود. این نه تنها برای بزرگنمائی ضلعی است m(=h'/h) که برای اندازه گیری جسم و تصویر نیز خیلی مهم است . بزرگنمائی زاویه یی m_θ عبارت است از:

$$m_\theta = \frac{\theta'}{\theta} \quad \text{---------- (۲۷ - ۲)}$$

تاثیر m_θ اندازه نسبت بین دو تصویر در شبکیه است یکی در عدسیه و دیگر خارج عدسیه است چشم نورانی در انسان ها می تواند یک تصویر را مجسم سازد در بالای شبکیه اگـــر موقعیت تصویر O در لایتنائی باشد (در بخش ستاره ها) که ناحیه مشخص عبارت از نقطه نـــزدیک P_n کـه آنرا تقریباً 25cm از چشم میگیریم اگر شما یک جسم در نزدیکتر از نقطه نـــزدیک دیـد تصـــویر در شبکیه نامعلوم است ، موقعیت

نزدیک بینی در چشم نظر به سن تفاوت دارد ، ما قبلاً داستان های شنیده ایم که مردم ادعا میکردند که ضرورت به عینک نداریم ولی آنها روزنامه ها را بوسیله خط بردن می خواندن ، نزدیک بینی آنها برگشت میکند. نزدیک بین خود را از بین یک صفحه و صفحه دیگر حرکت دهید جداگانه مشاهده نماید تا وقتیکه به موقعیت برسید که تصویر شروع به مشاهده کردن است برای مقایسه به اندازه زاویه وی که جسم از آن ظاهر میشود عبارت از ناحیه نزدیک بینی است .

$$\theta = \frac{h}{25cm} \quad \text{----------} \quad (۲۸ - ۲)$$

بنا بر این اگر چنین جسم که نقطه در داخل محور اصلی عدسیه متقارب است قرار شکل

۲ – ۲۸b یک تصویر حقیقی خیلی دور در عدسیه تشکیل میشود. بزرگنمائی ضلعی m به بزرگنمائی i/o و فاصله d' تا به i است.
اندازه تصویر ضلعی در برگیرنده بزرگنمائی تمام کمیت ها است.

$$h' = mh = \frac{i}{o} h \quad \text{----------} (۲۹ - ۲)$$

و اندازه زاویوی عبارت است از :

$$\theta' = \frac{h'}{d'} = \frac{(i/o)h}{i} = \frac{h}{o} \approx \frac{h}{f} \quad \text{--------} (۳۰ - ۲)$$

جایست که آخرین نقطه به دست می آید چراکه فرض میکنیم که جسم در نقطه محوری جابجا شده است و بزرگنمائی زاویوی عبارت است از :

$$m_\theta = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{h/f}{h/25cm} \quad \text{-------} (۳۱ - ۲)$$

یا

$$m_\theta = \frac{25cm}{f}$$

از مساوات (۲ - ۳۱) بزرگنمائی زاویه یی ذره بین های ساده بدست می آید، کـه فقط یـک عدسیه استفاده میشود که عبارت از ذره بین شیشه ای معمولی است ، که تـوسط ممثلان و هنرمنـدان نمایش تصویر استفاده میشود . که در حقیقت یک ذره بین ساده اسـت بـــرای بـدست آوردن بزرگنمائی ضلعی کروی میخواهیم که f به اندازه کوچک باشد کـــه مـمـکن است ، در تـمـرین بزرگنمائی زاویوی تقریباً ده ضلعی خوبی را میتوانیم قبل از انحراف عدسیه شروع به تغییر شکل تصویر کنیم.

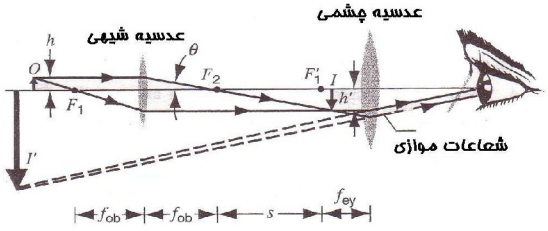
بیشتر ذره بین های پیشرفته مانند مایکروسکوپ های مرکب را بعداً مورد مطالعه قـرار میدهیم.

میکروسکوپ مرکب

شکل ۲ - ۲۹ نشان دهنده انحراف یک عدسیه در میکروسکوپ مرکب است، که برای اندازه گیری اجسام خیلی کوچک که نزدیک به عدسیه شی در ابزار چشمی است می باشد جسم O به ارتفاع h فقط بیرون از محراق F_1 در عدسیه شی جا داده شده است که طول محراق آن عبارت از f_{ob} است . یک تصویر معکوس i به ارتفاع h' در عدسیه شی تشکیل میشود . که همرای بزرگنمائی ضلعی با مساوات داده شده است .

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s \tan \theta}{f_{ob} \tan \theta} = -\frac{s}{f_{ob}} \quad \text{----- (۳۲ - ۲)}$$

طبق معمول علامت منفی دلالت به تصویر معکوس می نماید .



شکل ۲ – ۲۹ :- انحراف عدسیه باریک در میکروسکوپ برابر نمی باشد.

فاصله s عبارت از طول تیوب انتخاب شده که تصویر i می افتد . در نزدیک محراق اولی F'_1 در عدسیه چشمی که به شکل ذره بین ساده عمل میکند طوریکه قبلاً تشریح شد شعاع مساوی به چشم داخل میشود و تصویر نهای I' بیشتر در لایتنائی تشکیل میشود. و بزرگنمائی نهای m عبارت از تولید خط ها طولی بزرگنمائی m برای عدسیه های شی در معادله ۲ - ۳۲ است. و بزرگنمائی زاویوی در عدسیه چشم قرار ذیل است.

$$M = mm_\theta = -\frac{s}{f_{ob}}\frac{25cm}{f_{ey}} \quad \text{----------} \quad (۲ - ۳۳)$$

تلسکوپ منکسره:

مانند میکروسکوپ انواع مختلف دارد نوع که ما در اینجا مطالعه میکنیم عبارت از تلسکوپ ساده که یک عدسیه شی و یک عدسیه چشمی دارد، هر دو در شکل ۲ - ۳۰ بوسیله عدسیه های باریک نشان داده شده است . در تمرین مثلاً مایکرسکوپ هر عدسیه شاید که از عدسیه

های مرکب ساخته شده باشد. در اول شاید که تنظیمات تلسکوپ و میکروسکوپ با هم مشابه به نظر برسند.

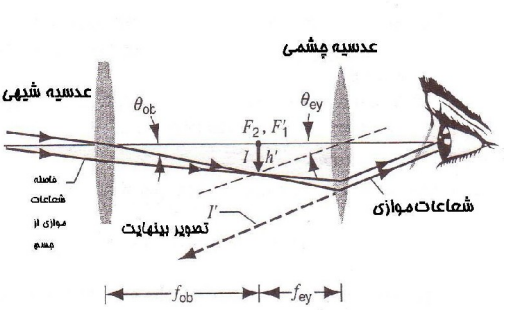
اگر چه تلسکوپ ها برای اجسام بزرگ مانند کهکشان هـا ، ستاره هـا ، و سیارات در فـاصـلـه مختلف طرح شده اند در حالیکه میکروسکوپ به اهداف دیگر طرح شده است . نوت همچنان در شکل ۲ - ۳۰ محراق دومی در جسم F_2 شامل محـــراق اولی در عدسیه چشمی است مگر در شکل ۲ - ۲۹ اینها توسط تیوب های طول s جدا شده است .

در شکل ۲ - ۳۰ شعاع موازی از فاصله جسم میخورد به عـدسیه شی کـه یـک زاویه بنام θ_{ob} میسازد ، که در محراق تلسکوپ به صورت حقیقی تشکیل میشود . تصویر معکوس در نـهایـات عمومی F_2 و F'_1 است .

این تصویر به شکل جسم عمل میکند در عدسیه چشمی که هنوز معکوس است و تصویر حقیقی در لایتنائی تشکیل میشود که اشعه های سازنده تصویر در زاویه θ_{ey} در محور تلسکوپ اسـت . بزرگنمائی ضلعی m_θ تلسکوپ عبارت از $\theta_{ey} / \theta_{ob}$ است . برای اشعه های مـحـوری مـی توان نوشت که : $\theta_{ob} = h' / f_{ob}$ و $\theta_{ey} = h' / f_{ey}$

$$m_\theta = -\frac{f_{ob}}{f_{ey}} \quad \text{---------------} \; (۳۴ - ۲)$$

جایکه علامه منفی باشد دلالت به معکوس بون تصویر می کند .



شکل ۲ - ۳۰ : - انحراف عدسیه باریک در میکروسکوب برابر نمی باشد.

بزرگنمائی یکی از عاملین تلسکوپ ها ستاره ای است که در حقیقت خیلی ساده بدست مـی آوریم. تلسکوپ خوب به قدرت و روشنائی نیاز دارد که میتواند روشنائی تصویر را معین سازد. این خیلی مهم است وقتیکه منظره اجسام کوچک از قبیل فاصله کهکشان که عدسیه شی و یا دیامتر به اندازه بزرگتر نشان میدهد که ممکن باشد. زمینه منظره های یـک پارامتر مـهم دیگر است. ابزار های که برای مشاهده کهکشان ها طرح شده و یا برای سنگ های آسمانی طرح شده کاملاً متفاوت هستند و نشان میدهند که طراح تلسکوپ باید که حساب عـدسیه هـا و انحـراف آئینه شامل انحراف کروی (عبارت از آئینه های و عدسیه های همرای

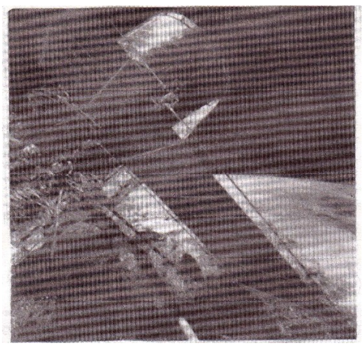
سطوح کروی که بصـورت تیز تشکیل تصویر نمیدهند.) و انحراف کروماتیک (برای عدسیه های ساده و انکسار که طـول مرکزی با طول موج متفاوت است پس تصویر های که تشکیل میشوند رنگ های غیر طبیعی را نمایش میدهند .) برای ساختن تلسکوپ های انکساری با قطر دایره ای برای جمع آوری نــور کافی است که عدسیه ضخیم تری بسازیم که تا باعث کمی انحراف در عدسیه شوند.

تلسکوپ های بزرگ انکساری که تقریباً در پایان قرن ۱۹ قطر آن از قـطـر دایـره به اندازه 5m است ، انعکاس در تلسکوپ عدسیه شی اگر از آئینه ساخته شده نسبت به عدسیه و از انحـراف که در شیوه عدسیه ها نباید که رخ بدهد برد بخاطریکه نور از سطح جلو آئینه منعکس میشود. کوچکترین تلسکوپ های قطره دایره آن ها به 10m میرسد که بزرگنمائی آن صد بـرابر نسبت به تلسکوپ های بزرگ و جـذب بیشتر نـور را دارا مــی باشد. حتی انـکسار تلسکوپ هــای بزرگ ساخته شده یکجا با نوریکه از آئینه های انفرادی منعکس شده در یک تصـویر کـره زمین تلسکوپ های نوری محدود شده اند و فقط میتواندکه تصاویر تیز و خــورد بسازند. با انحـراف اتموسفیر اغتشاش طبیعی در انحراف اتموسفیر تقریباً در طیاره موج پیش رو به زمین میرسد از فاصله جسم.

یك حل برای این مشكل عبارت از پیشرفت پذیرش نور است كه هـمانا قبول كـردن انحــراف اتموسفیر است . شیب یك آئینه منحنی میتواند توصیف یا جبران برای انحــراف تصویر باشد.

یك ذره متناوب برای حذف كردن تاثیر اتموسفیر عبارت از جابجای بالای اتموسفیر است شكل (۲ – ۳۱) نشان دهنده فضای هوبل در تلسكوپ است .

یك تلسكوپ انعكاسی كـه به مـدار زمین فرستاده شده بـوسیله سفینه در سـال 1990 بود.



شكل ۲ - ۳۱ :- تلسكوپ فضای هوبل.

سوالات چند گزینه ای

۲ - ۱ تشکیل تصویر توسط آئینه ها و عدسیه ها

۱ :- آیا کدام شی مجازی وجود دارد ؟

(A) نخیر

(B) بلی، مگر فقط مانند ساختمان غیر فزیکی و ریاضیکی.

(C) بلی زمانیکه اشعه نور از یک جای سرچشمه میگیرد که در آن جا وجود نداشته

باشد.

(D) بلی قبل از تقارب نور با اسباب های اپتیکی .

۲ – ۲ آئینه های مستوی :

۲ :- در تصویر شما چی واقع میشود وقتیکه شما در مقابل یک آئینه مستوی قدم میزنید

(A) تصویر به طرف دیگری حرکت نموده و کوچک شده میرود.

(B) تصویر به طرف دیگری از آئینه حرکت نموده و به حالت اولی خود باقی می ماند.

(C) تصویر به عین فاصله از آئینه قرار داشته ولی کوچکتر میشود.

(D) تصویر به عین فاصله از آئینه قرار داشته و به حالت اولی خود باقی می ماند.

۳ :- حد اصغری یک آئینه باید که چی اندازه باشد که یک کسیکه از شش فوت بلند

تر است بتواند بصورت کامل خود را ببیند؟

6ft (A)　　4.5ft (B)　　3ft (C)

(D) این وابسته به فاصله که شخص از آئینه قرار دارد می باشد.

۲ - ۳ آئینه های کروی:

۴ :- مسافرین موتر زمانیکه به آئینه اتومبیل نگاه میکنند. شی در آئینه نزدیک تر معلوم می شود نسبت به اینکه آنها مشاهده میکنند اگر تصویر واقعاً نسبت به شی دورتر است ؟

(A) بلی تصویر کوچکتر و دورتر از شی است .

(B) نخیر ، تصویر کوچکتر و نزدیکتر به شی است.

(C) نخیر تصویر بزرگتر و نزدیکتر به شی است .

(D) بلی تصویر بزرگتر و دورتر از شی است .

۵ :- مهم نیست که شما به چی فاصله ای از آئینه قرار دارید ، تصویر تان بصورت عمودی ظاهر شده چی نوع آئینه را ما می توانیم که بگویم ؟

(A) مقعر　　(B) محدب　　(C) مستوی

(D) b و c

(E) معلومات کافی برای جواب این سوال نداریم.

۶ :- مسلماً شما وقتیکه در مقابل یک آئینه ایستاده هستید ، شما مشاهده میکنید که تصویر تان بزرگ شده است . چی نوع آئینه است ؟

(A) مقعر (B) محدب (C) مستوی

(D) a و b

(E) معلومات کافی برای جواب این سوال نداریم.

۷ :- در آئینه بوجود می آورد یک تصویر حقیقی I را از شی حقیقی o ($o > i$).

شما در رابطه به طول مرکزی آئینه چی نتیجه میگیرید ؟

(A) $f<0$ (B) $0<f<i$ (C) $i<f<0$ (D) $0<f$

۲ - ۴ سطوح شکاننده کروی :

8 :- نور در عمق آب جوش می تابد . آب جوش مانند چی نوع اسباب اپتیکی عمل میکند ؟

(A) تقارب پیدا میکنند. (B) پراکنده شده (C) به شکل مسطح قرار میگیرد.

۹ :- یک غواص همرای کلاه شیشه ای خود به طرف ماهی مانند شکل 2 – 32 نگاه میکند

(a) تصویر ماهی نظر به موقعیت حقیقی خود به کجا بستگی دارد ؟

(A) نزدیک به غواص است .

(B) از غواص دورتر است .

(C) به عین فاصله از غواص وجود دارد .

(D) جواب بستگی به موقعیت ماهی دارد.

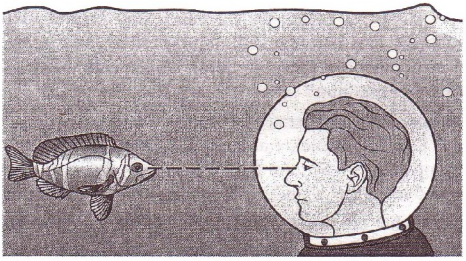
(b) اندازه تصویر با مقایسه با اندازه خود ماهی چی طور است ؟

(A) بزرگتر است .

(B) کوچکتر است.

(C) مساوی است.

(D) جواب بستگی به موقعیت ماهی دارد .



شکل ۲ – ۳۲ :- سوال ۹ . سوالات چند گزینه ای.

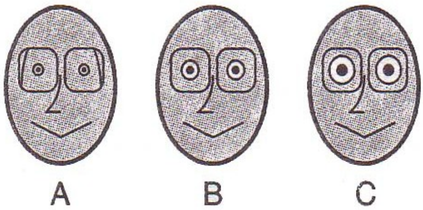
۲ - ۵ عدسیه های نازک:

۱۰ :- یک شخص به حداعظمی یک متری میتواند که همرای یک نزدیک بین یک اخبار را بخواند . فاصله قانونی که شخص نظر به عدسیه ها قرار داشته باشد باید که چند باشد .

(A) بیشتر از ۲ متر . (B) بیشتر از ۱ متر .

(C) کمتر از ۱ متر (D) کمتر از 0.5 متر .

۱۱ :- شکل ۲ - ۳۳ نشان میدهد سه شخص را که عینک پوشیده اند کدام شخص نزدیک بین است ؟ (تمرین ۴۰ را ببینید).



شکل ۲ - ۳۳ :- سوال یازده . سوالات چند گزینه ای .

۱۲ :- لامپ برق شی حقیقی از عدسیه است. یک تصویر از لامپ تشکیل میشود به یک صفحه.

(a) چی نوع عدسیه این است ؟

(A) متقارب (B) متباعد (C) همچنین a و b .

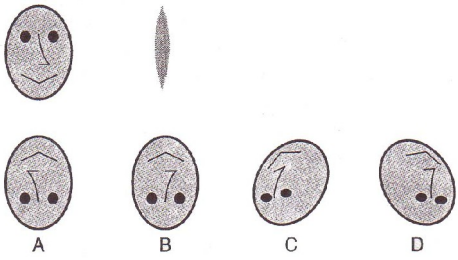
(D) معلومات کافی برای جواب این سوال نیست .

(b) چی نوع تصویری را تولید میکند ؟

(A) حقیقی (B) عمودی (C) مجازی

(D) متناوب

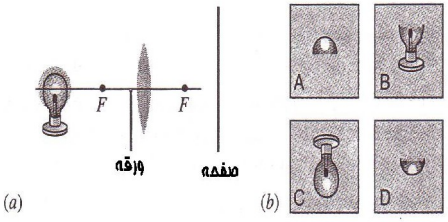
۱۳ : - یک شی به طرف چپ عدسیه نازک قرار دارد. و یک تصور حقیقی مشاهده میشود به طرف راست (شکل ۲ – ۳۴a را ببینید) کدام تصویر در شکل ۲ – ۳۴b تصویر بهترین را نشان میدهد.



شکل ۲ - ۳۴ :- سوال سیزده

سوالات چند گزینه ای.

۱۴ :- مانند شکل (۲ – ۳۵a) یک کارت تاریک و کدری گذاشته شده مقابل یک عدسیه متقارب. در شکل ۲ – ۳۵b کدام تصویر بهتر به مشاهده میرسد ؟



شکل ۲ – ۳۵ : - سوال چارده .

سوالات چند گزینه ای .

۲ - ۶ اسباب های اپتیکی :

۱۵ :- در چی فاصله ذره بین شیشه ای f باید که از شی قرار داشته باشد که ذره بین را به زاویه بزرگتری تقسیم کند، همرای یک تصویر عمودی؟

$2f<o$ (D) $f<o<2o$ (C) $o=f$ (B) $o<f$ (A)

(D) مهم نیست ذره بین بستگی به o ندارد.

۱۶ :- یک ذره بین شیشه ای به طول حقیقی f گذاشته شده به حد مطلوب فاصله از شی که ذره بین را به بزرگترین آن تقسیم نماید. چشم شما به چی فاصله باید که از ذره بین قرار داشته باشد که بزرگترین زاویه ذره بین را تقسیم کند؟

(A) دور باید که از شیشه باشد.

(B) تقریباً F.

(C) بسیار نزدیک به عینک .

(D) مهم نیست چراکه ذره بین بستگی به فاصله عینک ندارد.

//////////////////////////////

سـوالات :

۱ :- آیا میتوان از یک تصویر مجازی با قرار دادن فیلم در موقعیت تصویر عکس برداری کرد؟

۲ :- در شب در یک اطاق روشن شما یک حلقه دود را جانب پنجره پف می نماید اگـــر شی چشمهای تانرا در حلقه دود در حالیکه به پنجره

نزدیک میشود پرازید معلوم میشود کـــه مستقیماً از طریق شیشه بتاریکی عجیبی حرکت میکند . توضیح دهید که این خطای باصره چیست؟

۳ :- در حال راننده گی موتر شما یک از عراده جات را مانند امبلانس مشاهده میکنید کـــه حروفی در آنها طوری نوشته است که اگر از طریق آئینه عقب شما نظر کنید حروف به صورت عادی به نظر میرسد، نام خود را طوری بنویسید که همچنان خوانا باشد.

۴ :- ما مشاهده نمودیم که یک انعکاس واحد از آئینه صاف به راست و چپ عقب گرد دارد مثلاً زمانیکه در مسیر یک شاهراه راننده گی میکنیم، حروف در اشارات زماینکه از آئینه عقب بـه ملاحظه میرسد معکوس است هنوز هم بطوریکه از عین آئینه ملاحظه میشود.

چرا آئینه علامات را انعکاس میدهد ؟ بحث نماید.

۵ :- همه میدانیم زماینکه به یک آئینه نظر می اندازیم راست و چپ معکوس است دست راست ما معلوم میشود که دست چپ ما است، اگر موی سر خود را بطرف چپ شانه کنیم معلوم میشود که به طرف چپ است و همچنین آیا میتوانید که روش را در آئینه ها تفکر نماید که خود را طوری مشاهده کنیم که دیگران مشاهده بکنند؟ اگر میتوانید که ترسیم نماید و بوسیله ترسیم شعاع های مثالی نظری خود را ثابت کنید.

۶ :- سیستمی را در آئینه های مستوی تدبیر نماید که شما را به مشاهده عقب سر تان قـــادر سازد. جهت اثبات نظرتان شعاع ها را ترسیم نماید.

۷:- معنی (مسیر طول نوری) چیست؟ میتواند که طول مشاهده کمتر از طول جریان جغرافیای باشد ؟ یا بزرگتر؟

۸ :- در بسیاری از سرویسهای شهری یک آئینه محدب در دروازه جهت مشاهده کامل دریور آویزان است، چرا آئینه مستوی یا مقعر نمی باشد؟

۹ :- دندان پزشکان و متخصصان دندان از آئینه کوچک با دسته دراز که به آن وصل است از آن برای معاینه دندان ها استفاده میکنند ، آیا این آئینه محدب است ، مستوی است و یا مقعر است و چرا ؟

۱۰ :- در چی شرایطی یک آئینه کروی که ممکن محدب یا مقعر باشد.

الف : تصویر حقیقی.

ب : تصویر معکوس.

ج : یا تصویر کوچکتر از شی بوجود می آورد؟

۱۱ :- آیا میشود که یک تصویر خیالی یا مجازی را در یک پرده ترسیم کرد؟

۱۲ :- شما یک سگ را از طریق آئینه کلکین مشاهده میکنید تصویر سگ در کجا است؟

آیا این تصویر حقیقی است یا مجازی و یا خیالی؟

آیا راسته است و یا معکوس؟

شیشه کلکین را یک حالت محدود در نظر بگیرید که از اثر تشعشع عدسیه منحنی کوچک تـصویر را بطور نامحدود بزرگ نشان میدهد.

۱۳ :- در بعضی از موتر ها آئینه عقب نمای طرف راست خاطر نشان میسازد که اشیا نظر به حالت واقعی نزدیک تر به چشم به نظر میرسند. بگوید که کدام وضع آئینه این حالت را خـاطر نشان میسازد؟ چی امتیازاتی آئینه دارد تا تلاقی این تصویر بدست آید؟

آیا موتر های که در این آئینه به نظر میرسند چنان می نمایند که سریع تر اند یـا اگـر در آئینه مستوی مشاهده گردند آهسته تر اند؟

۱۴ :- آیا اشیا که در سوال سیزده تذکر یافت حقیقتاً نزدیک تر از حالت واقعی ظاهر میشوند . تصویر کجا است؟

۱۵ :- تماماً مایان تصاویر تلویزیونی بازی بسیاری را مشاهده کردیم که بوسیله کامره که در کدام جای در عقب موقعیت دوم قرار داشت اخذ گردیده است . پاس دهنده و شوت کننده در حـدود 60 فت فاصله دارند لاکن در صفحه تلویزیونی بسیار نزدیکر معلوم میشوند. چراکه تصاویر کــه توسط عدسیه های کامره تلویزیونی اخذ میگردد. در این حالت کوتاه و فشرده اند.

۱۶ :- یک عدسیه نازک غیر متناسب تصویر نسبی را در نقطه از محـراق خــود تشکیل میدهد آیا موقعیت تصویر اگر عدسیه معکوس شود تغییر می یابد؟

۱۷ :- چرا عدسیه دو نقطه موضعی دارد و یک آئینه یکی دارد؟

۱۸ :- در کدام حالت یک عدسیه نازک که ممکن تفاوت داشته باشد یا تفاضل؟

الف: تصویر حقیقی.

ب: یک تصویر معکوس.

ج : یا تصویری کوچکتر از شی داشته باشد؟

۱۹ :- یک شناور دوست دارد که از یک خریطه پلاستیکی هوا شده به حیث یک عدسیه تجمع جهت مشاهده در زیر آب استفاده نماید، موقعیت مناسب خریطه را رسم نماید.

۲۰ :- در ارتباط به تصویر شماره (۲ – ۲۳a) تماماً شعاعیکه از عین موج در اصطکاک امواج حاصل میشود به عین مسیر جریان را تا نقطه تصویر دارند این مطلب را در ارتباط قواعد به بحث بکشید (با ملاحظه فصل ۱).

۲۱ :- چرا انحراف و خطای رنگی در عدسیه های ساده رخ میدهد نه در آئینه ها ؟

۲۲ :- در انحراف های عدسیه های متعدد توجه نماید ، آیا اساساً ممکن است که در زمان اعیار در رنگ بینی عدسیه را از تمام انحرافات مبرا نمود؟

۲۳ :- یک آئینه مقعر و یک عدسیه تمرکز دهنده عین فاصله محراقی در هوا دارند آیا این فاصله محراقی را زمانیکه در آب فرو روند خواهند داشت؟

۲۴ :- تحت کدام شرایط یک عدسیه باریک (نازک) میتواند که بزرگ سازی افقی داشته باشد؟

الف : of-1

ب : of+1

۲۵ :- چکونه فاصله محراقی یک عدسیه نازک شیشه ای برای نور آبی میتواند برای نور قــرمز مقایسه شود؟

با در نظر داشت اینکه عدسیه :

الف : عدسیه انشعاب دهنده است.

ب : عدسیه متمرکز دهنده است.

۲۶ :- آیا فاصله محراقی یک عدسیه مربوط به حد وسط آن است که عدسیه زیر آب است ؟ آیا ممـکن است که برای یک عدسیه معین که در یک حد وسط متمرکز باشد و در یک حد وسـط دیگر منشعب؟

۲۷ :- آیا جملات ذیل برای یک عدسیه شیشه ای در هوا صادق است؟

الف: یک عدسیه یکه در وسط ضخیم تر نسبت به لبه ها است، یک عدسیه متمرکز کننده برای شعاع موازی است.

ب : یک عدسیه که در لبه های ضخیم تر از مرکز است یک عدسیه منشعب کننده کـــه بـرای شـعـاع موازی است.

۲۸ :- تحت کدام شرایط بزرگ سازی افقی ($m=-i/o$) برای عدسیه و آئینه ها نامحدود میشود ؟ آیا کدام اهمیت عملی برای این حالت وجود دارد؟

۲۹ :- چرا بزرگ سازی یک بزرگ ساز (به نتیجه گیری به معادله ۲ - ۳۱ مـراجـعه کنید) بـــه تاسی از زاویه تعریف شده نه نظر به تصویر حجم شی؟

۳۰ :- عینک های عادی بزرگ نمی سازند لاکن یک بزرگ کننده عادی بزرگ میسازد پس عـمل کرد عینک چگونه است؟

۳۱ :- شماره f در یک عدسیه کامره فاصله محراقی آن تقسیم به قطر دهانه است ، چگونه میتواند که به یک عدسیه تبدیل شود؟

چگونه زمان نمایش با شماره f ارتباط دارد؟

۳۲ :- یک شیشه بزرگ کننده که دارای فاصله محراقی کوچک است، میتواند که محتوای دقیق تری نسبت به آنکه فاصله محراقی طولانی تری دارد امتحان یا تجربه کند ، علـــت آن چیست توضیح بدارید؟

۳۳ :- طولانی ترین فاصله ایکه چشم بشر میتواند یک روزنامه را مطالعه کند تخمین نماید؟

۳۴ :- آیا فرق میکندکه:

الف : یک تلسکوپ ستاره شناسی.

ب : یک مکروسکوپ مرکب.

ج : یگ بزرگ کننده ساده.

د : یک کامره بشمول یک کامره تلویزیون.

هـ: یا یک پروجکتور شامل تصاویر راست و یا معکوس تولید کننده ؟ در مورد تصـویر حقیقی و یا افقی چطور؟

۳۵- چی خصوصیاتی میتواندکه یک عدسیه را یـک عدسیه فروزنده آتش گـــرداند، (یک عدسیه که مقابل آفتاب قرار گیرد کاغذ را آتش میزند یا اینکه یـک شاخه مــرطـوب در عقب آن قرار گیرد؟

۳۶-عمل کرد عدسیه یک مکروسکوپ را توضیح دهید چرا بطور کلی استفاده از یک عدسیه ؟ چرا نه فقط استفاده از یک بزرگ کننده قوی؟

۳۷- چرا ستاره شناسان تلسکوپ های ذره بینی را در مشاهده آسمان ها بکار بردند؟

با وجود آن ستاره ها به اندازه دور اند که همچنان بصورت نقطه هـای روشـن بــدون تشخیص مفصل نمودار میگردند.

۳۸- یک ساعت ساز در زمان راننده گی از عینک های منحرف دهنده استفاده میکند و در زمان مطالعه از هیچ عینکی استفاده نمی کند ، و در زمان وظیفه از عینک نزدیک بین استفاده میکند، آیا چشم های عینک ساز نزدیک بین است و یا دوربین؟ توضیح بدارید؟

توضیح دهید که چرا ؟

الف : بعضی اوقات از نور ماورای بنفش جهت روشن سازی اشیا از میکروسکوپ استفاده میشود؟

ب : از فلتر های آبی رنگ بعضی اوقات جهت عکس برداری یک ستاره ایکه از طریق تلسکوپ به مشاهده میرسد استفاده میشود؟

ج : معمولاً از اشعه مادون قرمز جهت وضاحت بیشتر تصویر در عکس های مناظر خشکی استفاده میکنند؟

////////////////////////////////

تمرینات

۲ - ۱ تشکیل تصویر توسط آئینه ها و عدسیه ها

۲ – ۲ آئینه های مستوی (صاف)

۱ :- شما در مقابل یک آئینه بزرگ مستوی ایستاده هستید و به تصویر خود نظر دوخته اید اگر شما به سرعت V به جانب تصویر حرکت نماید تصویر شما با چی سرعت به جانب شما حرکت میکند؟

این سرعت را در هر دو صورت راپور دهید.

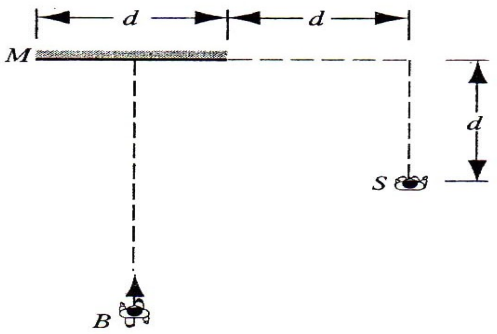
الف : در چوکات ارجاع به خود و.

ب : در چوکات اطاقیکه آئینه در آن قرار گرفته است.

۲ :- یک شی کوچک به فاصله 10cm در مقابل یک آئینه مستوی قرار دارد، هرگاه شما به عقب شی به فاصله 30cm ایستاده شوید و به تصویر خویش نظر اندازید برای چی فاصله ای باید کـه شما چشم های خود را عیار نماید؟

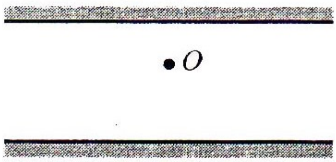
۳ :- ثابت کنیدکه هرگاه یک آئینه مستوی به اندازه زاویه α دوران داده شود، شعاع انعکاسی یه اندازه زاویه 2α دور خورده است نشان دهید کـه این نتیجه مناسب بـــــرای $\alpha = 45^0$ در جه می باشد.

۴ :- شکل ۲ - ۳۶ از نمای افقی نشان میدهد که B مستقیماً بطرف یک آئینه عـمـود حـرکت میکند . B به چی فاصله از آئینه خود رسید ، تا برای S امـکـان دیـدن آن مسـاعد گـردد . در صورتیکه d=3m باشد .



شکل ۲ - ۳۶ : - تمرین ۴.

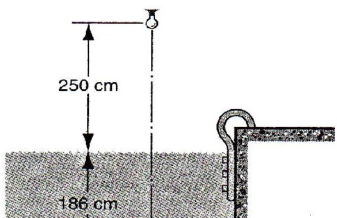
۵ :- یک شی کوچک O به $\frac{1}{3}$ فاصله در بین دو آئینه مستوی موازی جابجا گردیده است قرار شکل ۲ - ۳۷ شعاعات را رسم نماید که چهار تصویری را که به نزدیکترین فاصله از نقطه O قرار دارند مشخص نماید.



شکل ۲- ۳۷ :- تمرین ۵.

۶ :- در شکل ۲- ۴ شما آئینه را ۳۰ درجه بطرف پائین در خلاف جهت عقربه ساعت میچرخانید ، و در آن محل نقطه O را برای جسم در نظر گیرید . آیا موقعیت تصویر تغییر می نماید ؟ اگر بلی موقعیت تصویر در کجا تشکیل میگردد؟ آیا پس از تغییر موقعیت تصویر چشم ناظر بدون اینکه تغییر موقعیت دهد توانائی دیدن تصویر را دارد ؟ شکل را طراحی نماید کـه حالت جدید را نشان دهد.

۷ :- شکل (۲ – ۳۸) یک چراغ برق را نشان میدهد که به فاصله 250cm از سطح آب حوض آببازی آویزان است. عمق آب 180cm است و در کف حوض یک آئینه کلان است، هرگاه از نزدیک تلاقی نارمل نظر شود ، تصویر چراغ برق در کجا تشکیل می گردد ؟



شکل ۲ - ۳۸ :- تمرین ۷ .

۸ :- دو آئینه مستوی طوری قرار دارند که با هم زاویه ۹۰ درجه را می سازند . بیشترین تعـداد تصاویر متشکله از یک جسم واقع بین این دو آئینه چند است ؟ جسم در بـالای آئینه مـوقعیت ندارد.

۹ :- یک جسم به فاصله 10cm از آئینه مستوی و چشم یک ناظر به فاصـلـه 24cm از آئینه مستوی قرار دارند ، قطر چشم ناظر 5mm است ، اگر تصور شود که چشم ناظر و جسم هر دو در امتداد خط مستقیم و عمود به سـطـح زمین باشد. مساحت آئینه را بیابید کـه بـرای تجربه و بـه منظور انعکاس استفاده شده است .

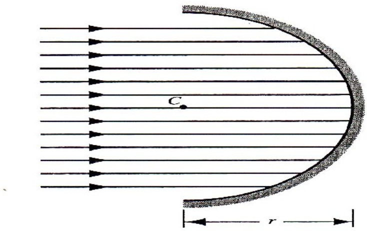
۱۰ :- تمرین ۸ را کار نماید هرگـاه زاویه بیـن دو آئینه (a) ۴۵ درجـه ، (b) 60 درجـه و

(c) ۱۲۰ درجه باشد ، و جسم در فاصله مساوی از آن قرار داشته باشد .

۱۱ :- در یک دیوار که سقف و دو دیوار مجاور آن آئینه باشد چند تصویر خـود را میتوان دیـد توضیح دهید ؟

۲ - ۳ آئینه های کروی:

۱۲ :- شکل ۲ – ۳۹ را بروی یک ورق کلان دوباره رسم نماید . اشعه های منعکسه را نظر به قانون انعکاس بدقت رسم نماید. آیا یک نقطه محراقی تشکیل میگردد؟



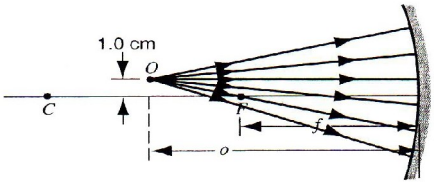
شکل ۲ - ۳۹ : - تمرین ۱۲.

۱۳ :- یک آئینه مقعر ریش تراشی دارای شعاع انحنا بطول 35cm است این آئینه از صورت ناظر به فاصله قرار دارد که تصویر بیننده را ۲.۷ مرتبه بزرگتر نشان میدهد ، آئینه از چی فاصـــله از صورت بیننده قرار دارد ؟

جدول ۲ - ۱ : تمرین ۱۵ .

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
Type	Concave						Convex	
f (cm)	20		+20			20		
r (cm)					−40		40	
i (cm)					−10		4.0	
o (cm)	+10	+10	+30	+60				+24
m		+1.0		−0.50		+0.10		0.50
Real image?		No						
Upright image?								No

۱۴ :- شکل (۲ – ۴۰) را تکمیل نماید ، امتداد مسیر اشعه های وارده از نقطه O را به آئینه بعد از انعکاس ترسیم نماید در صورتیکه فاصله محراقی 10cm و فاصله جسم 15cm باشد .



شکل ۲ – ۴۰ :- تمرین ۱۴.

۱۵ :- جدول (۲ – ۱) را خانه پری نماید . در جدول هر ستون مربوط به یک آئینه کروی یا یک آئینه مستوی و یا یک جسم حقیقی است . نتایج بدست آمده را با ترسیم اشعه آزمایش کنید .

فاصله را بر حسب cm محاسبه نموده هرگاه کدام عددی علامت مثبت و یا منفی ندارد علامت درست را شما بیابید .

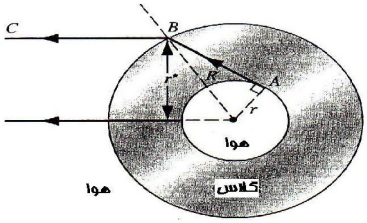
۱۶ :- شکل ۲ – ۱۵ که مربوط به یک آئینه محدب است را در نظر گرفته برای آن معادله از معادله ۲ – ۴ اشتقاق نماید و ثبوت نمایدکه معادله بدست آمده فقط در صورتیکه صدق می نماید که i و r منفی فرض شود .

۲ - ۴ سطوح شکاننده کروی :

۱۷ :- شکل ۲ - ۴۱ نشان دهنده تقاطع یک تیوب شیشه ای میان خالی به شعاع داخلی r و شعاع خارجی R و ضریب انکسار n است.

الف: خود تان را متقاعد بسازید که اشعه ABC نشان دهنده شعاع ظاهری یا داخلی r است .

ب : ثبوت نماید که r^* مستقل از R است .



شکل ۲ - ۴۱ :- تمرین ۱۷ .

جدول ۲ – ۲ : تمرین ۱۸ .

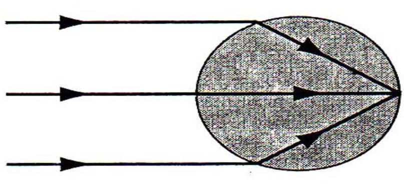
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Type	Converging								
f (cm)	10	+ 10	10	10					
r_1 (cm)					+ 30	− 30	− 30		
r_2 (cm)					− 30	+ 30	− 60		
i (cm)									
o (cm)	+ 20	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10
n					1.5	1.5	1.5		
m			> 1	< 1				0.50	0.50
Real image?									Yes
Upright image?								Yes	

۱۸ :- جدول (۲ – ۲) را خانه پُری نماید، هر ستون مربوط به یک سطح کروی است کـه دو محیط متفاوت را که دارای ضرایب انکسار مختلف اند از هم جدا میسازد . جسم در تمام حالات حقیقی است ، فاصله برحسب cm است . برای هر حالت یک تصویر را ترسیم نموده و اشعه ها را بصورت مناسب بصورت گرافی رسم نماید محل جسم را فرضی در نظر بگیرید.

۱۹ :- یک دسته اشعه نورانی از یک چراغ لیزری بطور عمود به یک سطح جامد کروی با ضـریب انکسار n قرار شکل ۲ - ۴۲ برخورد می نماید.

الف : ثبوت نماید که دسته اشعه به محراق در عقب آئینه انتقال داده نمی شود ، اگر عرض اشعه خورد تر از شعاع کره نباشد .

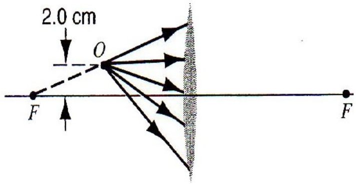
ب :- اگر حالت الف درست است ضریب انکسار کره چند است .



شکل ۲ ـ ۴۲ :- تمرین ۱۹.

۲ - ۵ عدسیه های نازک:

۲۰ :- شکل ۲ - ۴۳ را تکمیل نماید ، امتداد مسیر هر اشعه وارده از منبع O را پس از عبور از عدسیه ترسیم نماید ، فاصله محراقی 10cm و فاصله جسم 6cm است .



شکل ۲ - ۴۳ :- تمرین ۲۰.

۲۱ :- یک جسم به طرف چپ یک عدسیه نازک متقارب به فاصله 20cm قـرار دارد فاصله محراقی عدسیه مذکور 30cm است تصویر در کجا تشکیل میگردد موقعیت تصویر را بر حسب محاسبه و دیاگرام بیابید.

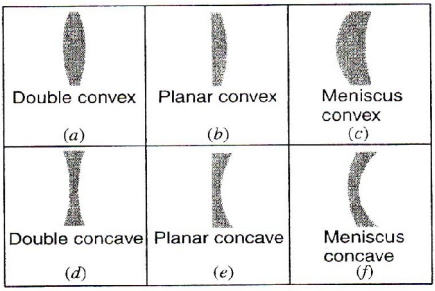
۲۲ :- یک عدسیه محدب الطرفین از شیشه با ضریب انکسار 1.5 ساخته شده است شعاع انحنا یک سطح آن دو برابر شعاع انحنا سطح دیگر آن است . هرگاه فاصه محـراقی 60mm باشد . شعاعات انحنا را بیابید.

۲۳ :- فرض نماید که تصویر آفتاب را بروی یک پرده با استفاده از یک عـدسیه نـازک متمرکز نموده اید . هرگاه فاصله محراقی عدسیه 27cm باشد ، طول قطر تصویر را بیابید ؟

۲۴ :- یک عدسیه از شیشه ساخته شده است که ضریب انکسار آن 1.5 است عدسیه یک عدسیه محدب مستوی است . شعاع انحنا عدسیه محدب آن 20cm است.

الف : فاصله محراقی عدسیه را بیابید.

ب : اگر جسم به فاصله 40cm بسمت چپ عدسیه قرار داشته باشد تصویر در کجا تشکیل خواهد شد.



شکل ۲ - ۴۴ : - تمرین ۲۵.

۲۵ :- شما یک حلقه شیشه ای تخت با ضریب انکسار n=1.5 را اختیار بدارید و همچنان یک دستگاه عدسیه تراش که شعاع انحنا برابر به 40cm و یا 60cm را تنظیم کرده بتواند از شما خواسته میشود تا لست از شش نوع عدسیه که در شکل ۲ - ۴۴ است آماده کنید .

فاصله محراقی هر عدسیه چند خواهد بود ؟ در جایکه امکان انتخاب بین دو عدسیه بـرای شما است عدسیه با شعاع انحنا کوچکتر را انتخاب نماید.

۲۶ :- جسم به مرکز O و شعاع انحنا یک عدسیه مقعر محدب الطرفین که اندازه طـول شعاع انحنا هر دو طرف آن مساویست قرار دارد.

الف : فاصله تصویر را از شعاع r و ضریب انکسار را دریابید.

ب : خصوصیات تصویر را توضیح بدارید.

ج : نتایج بدست آماده را توسط دیاگرام رسم نماید.

۲۷ :- معادله ۲ - ۱۵ فورمول عدسیه نازک است شکل دیگر این فورمول، فورمول نیوتن است، طوریکه فاصله جسم از محراق به X و فاصله تصویر از محراق X' مشخص شده است ، این فورمول را ثبوت نماید.

$$XX' = F^2$$

جدول ۲ - ۳ :- تمرین ۲۸.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
Type	Converging								
f (cm)	10	+ 10	10	10					
r_1 (cm)					+ 30	− 30	− 30		
r_2 (cm)					− 30	+ 30	− 60		
i (cm)									
o (cm)	+ 20	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10
n					1.5	1.5	1.5		
m			> 1	< 1				0.50	0.50
Real image?									Yes
Upright image?								Yes	

۲۸ :- نظر به وسعت امکان ، جدول ۳ – ۲ را خانه پری نماید اگر کدام کمیت محاسبه شـــده نتوانست علامت X بزنید ، فاصله ها را بر حسب cm است اگر کدام عدد به استثنائی ردیف n علامت(+) و یا (-) ندارد شما علامت درست را بیابید برای هر حالت شکـل و شعاعات مناسب گرافی بسازید جسم در تمام حالات حقیقی است.

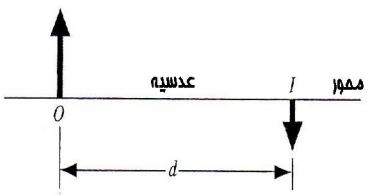
۲۹ :- یک سطح نورانی در فاصله 44cm از یک پرده محکم شده است به چی فاصله از سطـح نورانی یک عدسیه با فاصله محراقی 11cm باید که جابجا گردد تا تصویر را بروی پـرده متمرکز نماید .

۳۰ :- یک وکتور نورانی به فاصله 40cm خود تصویر معکوس بروی مختصات اپتیکی یک عدسیه تشکیل میدهد. (با توجه به شکل ۲ – ۴۵) طول تصویر نصف طول جسم است .

الف : از چی نوع عدسیه برای تشکیل تصویر استفاده شده است .

ب : جسم به چی فاصله ای از عدسیه مذکور قرار دارد .

ج :- فاصله محراقی عدسیه مذکور چند است.



شکل ۲ - ۴۵ : - تمرین ۳۰.

۳۱ :- یک عدسیه محدب یا متقارب با فاصله محراقی 20cm به فاصله 10cm از یک عدسیه مقعر متباعد با فاصله محراقی 15cm موقعیت دارد. اگر جسم به فاصله 40cm در سمت چپ عدسیه اول قرار گیرد. تشکیل و خصوصیات تصویر را توضیح دهید.

۳۲ :- ثبوت نماید هرگاه یک عدسیه محدب متقارب با فاصله محراقی f در امتداد یک عدسیه مقعرمتباعد با فاصله محراقی $-f$ قرار داشته باشد شعاعات نورانی را اگر عقب عدسیه دوم متمرکز خواهد ساخت

الف : هر فاصله بین دو عدسیه $O<L<F$ باشد .

ب : هرگاه عدسیه ها با هم دیگر تعویض شوند خاصیت فوق تعویض میگردد.

ج : هرگاه $L=o$ گردد چی اتفاقی خواهد افتاد .

۳۳ :- یک جسم به فاصله 1.12m در مقابل یک عدسیه متقارب با فاصله محراقی 58cm موقعیت دارد. طوریکه خود عدسیه به فاصله 1.97m از یک آئینه مستوی قرار دارد.

الف : موقعیت نهای تصویر از عدسیه در صورتیکه بیننده از آئینه مستوی بسمت عدسیه نظر کند را بیابید.

ب : آیا تصویر نهای حقیقی است یا مجازی.

ج : آیا تصویر نهای راسته است یا معکوس.

د : بزرگنمائی جناحی چند است.

34 :- یک جسم به فاصله 20cm در طرف چپ یک عدسیه با فاصله محراقی 10cm+ قرار دارد عدسیه دومی با فاصله محراقی 12.5cm در طرف راست عدسیه اول به فاصله 30cm قرار دارد .

الف : اگر تصویر متشکله عدسیه اول جسم برای عدسیه دومی فرض شود ، تشکیل و اندازه تصویر نهای را بیابید.

ب : خلاصه نتایج بدست آمده را توسط رسم سیستم عدسیه و تنظیم ساخت دیاگرام اشعـــه توضیح دهید .

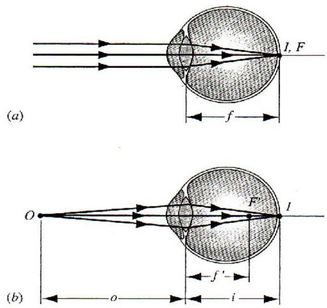
ج : تصویر نهای را توضیح دهید.

۲ – ۶ اسباب های اپتیکی

35 :- بزرگنمائی زاویوی یک تلسکوپ نجومی در تنظیمات نارمل ۳۶ است و قـطـر عـــدسیه ابجیکتیف (شی) 72mm است . حد اقل قطر عدسیه چشمی بمنظور جمـــع آوری تـــمـام شعـاعات ورودی به عدسیه ابجکتیف (شی) بروی مختصات دستگاه و از یک فاصله چند است؟

۳۶ :- بعضی مایکروسکوپ های قدیمی که توسط لیون هوک ساخته شده بودند از یک عدسیه تشکیل گردیده بودند . ارتفاع بزرگنمائی آئینه ها در حدود ۲۰۰ بود . فرض نماید از یک عدسیه دو وجهی شیشه ای با ضریب انکسار n=1.5 و شعاع انحنا R ساخته شده بودند.
الف : R را بیابید. ب : احتمال قطر اعظمی در این مایکروسکوپ ها چند است ؟

۳۷ :- شکل ۲ – ۴۶a تصویر یک چشم نورمال انسان را نشان میدهد. شعاعات ورودی از لایتنهای یک تصویر معکوس بالای شبکیه تشکیل میدهد. چشم به مانند یک عدسیه محدب متقارب عمل میکند. بیشترین انکسار در قسمت خارجی چشم قرنیه اتفاق می افتد . یک فاصله محراقی f را برای یک چشم ۲.۵ سانتی متری فرض نمائید ، در شکل ۲ – ۴۶b جسم به فاصله o=36.0cm از چشم منتقل میشود برای تشکیل تصویر بالای شبکیه باید که فاصله محراقی به f' کاهش یابد این اتفاق توسط انساج موی مانند برای عدسیه چشم اتفاق می افتد .
این عمل انجام میگیرد توسط عضلاتی که باعث تبدیل شدن اندازه عدسیه و طول محراقی چشم را . (الف) پیدا کنید f' را طبق معلومات بالا (ب) آیا شعاع انحنا عدسیه بزرگتر و یا کوچکتر میشود از سبب انتقال از شکل ۲ – ۴۶a به شکل ۲ – ۴۶b ؟ در شکل تنها به ساختار چشم اشاره شده است . و شکل ۲ – ۴۶b درجه مقیاس نمی باشد .



شکل ۲ - ۴۶ : - تمرین ۳۷ :

۳۸ :- یک نوع مایکروسکوپ که در شکل (۲- ۲۹) نشان داده شده است ، عدسیه آبجـکتیف

(شی) آن دارای فاصله محراقی 4.2cm و عدسیه چشمی اوکولر آن دارای فاصله محــراقی 7.7cm است . طوریکه فاصله بین این دو عدسیه 25cm است .

الف : فاصله S در شکل (۲ – ۲۹) چند است .

ب : برای بدست آوردن دوباره شرایط شکل ۲ – ۲۹ به چی فاصله از محراق F_1 جسم تغییر نماید .

ج : بزرگنمائی جناحی m* برای عدسیه آبجکتیف (شی) چند است .

د : بزرگنمائی جناحی m_θ در عدسیه چشمی چند است.

هـ : بزرگنمائی کلی M در مایکروسکوپ چند است .

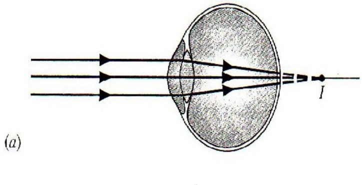
۳۹ :- در یک مایکروسکوپ مرکب ، جسمی به فاصله 12.0mm از عـدسیه آبجکتیف (شی) قـرار دارد فاصله بین عدسیه های مایکروسکوپ 285mm است تصویر میانه به فاصله 48mm از عدسیه چشمی فاصله دارد بزرگنمائی چند است .

۴۰ :- در یک چشم دوربین، چشم شعاعات عمود نورانی را طوری متمرکز می نماید کـه تصویر در عقب شبکیه تشکیل می گردد . قرار شکل ۲ – ۲۷a در یک چشم نزدیک بین تصویر در جلو شبکیه تشکیل میگردد . قرار شکل (۲ – ۲۷b).

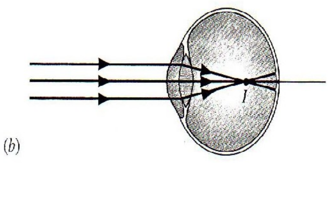
الف : شما برای رفع مشکل برای هر دو نوع چشم چه نوع عدسیه را در نظر میگیرید . بـرای هر حالت دیاگرام شعاعات را در نظر بگیرید.

ب : اگر شما برای مطالعه به عینک نیاز داشته باشید دوربین استید یا نزدیک بین ؟

ج : از عینک های دو محراقی که قسمت های بالائی و پائینی آن دارای فاصله محراقی متفاوت اند به چی منظور استفاده میشود ؟



شکل ۲ – ۴۷ :- تمرین ۴۰.

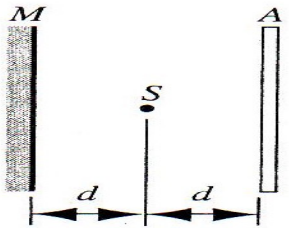


*: - گشاده

//////////////////////

مسائل

۱ :- یک نقطه نورانی S در مقابل پرده A به فاصله d قرار دارد . هرگاه آئینه M به فاصله d درعقب نقطه نورانی قرار گیرد شدت نوری در مرکز پرده به چه صورت تغییر می نماید . قرار شکل 2 -48 .



شکل ۲ ـ ۴۸ :- سوال ۱ .

نکته : تغییر شدت نظر به تغییر فاصله را بیاد آرید.

۲ :- الف : یک نقطه نورانی با سرعت V_0 بطرف آئینه کروی و به امتداد مختصات آن در حرکت است با استفاده از فورمول $V_i = -\left(\frac{r}{20-r}\right)^2 V_0$ سرعتی را توضیح دهید که در آن تصویر این جسم انتقال پیدا میکند .

ب : فرض نماید که در آئینه مقعر r=15cm و $V_0 = 5cm/\sec$ سرعت تصویر را بیابید هرگاه جسم دورتر از فاصله محراقی به فاصله O=75cm قرار داشته باشد .

ج : هرگاه به نقطه محراقی نزدیک باشد O=7.7cm .

د : هرگاه جسم به خود آئینه بسیار نزدیک باشد O=0.15cm .

۳ :- یک جسم باریک با طول L و به فاصله O از یک آئینه کروی برای مختصات آئینه مذکور قرار دارد .

الف : فورمول $L' = L\left(\frac{f}{o-f}\right)^2$ را برای طول تصویر ثبوت نماید .

ب : ثبوت نماید که بزرگنمائی طولی $m' = (\frac{L'}{L})$ مساوی به m^2 است در صـورتیکه m بزرگنمائی جناحی باشد .

۴ :- یکدسته اشعه نورانی بطور عمود از طرف چپ یک کره شیشه ای جامد متلاقی با نارمل به سطح کره برخورد می نماید . شعاع کره R ضریب انکسار باشد ، n<2 فاصله تصویر را از طرف راست کرده بیابید .

۵ :- ثبوت نماید که f فاصله محراقی یک عدسیه نازک است که هرگاه ضریب انکسار عدسیه مذکور n باشد و عدسیه مذکور به داخل یک مایع با ضریب انکسار n' غوطه ور باشد فورمول ذیل را $\frac{1}{f}=\frac{n-n'}{n'}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$ ثابت نماید.

۶ : - هرگاه $y=\frac{o}{|f|}$ و $y'=\frac{i}{|f|}$ باشد ، ثبوت کنید که معادله ۲ - ۴ و ۲ - ۱۵ می توانندکه بصورت ذیر باشند.

$$\frac{1}{y}+\frac{1}{y'}=\pm 1$$

گراف از Y مقابل Y' تشکیل دهید . هرگاه حاصل معادله فوق (+1) گردد و گراف دیگری حاصل معادله فوق (-1) میشود . تغییرات متحول و تابع در هنگام تشکیل گراف برای y و y' بین ۴+ و ۴- در نظر بگیرید.

الف: پس از ترسیم گراف های مطابق با آئینه های مقعر، آئینه های محدب ، عدسیه های متباعد ، عدسیه های متقارب مشخص شود .

ب: قیمت های هر گراف را که تعیین کننده جسم حقیقی ، جسم مجـازی ، تصویر حقیقـــی و تصویر مجازی است مشخص نماید.

ج : نقاط را بالای هر خط منحنی علامت گذاری نماید در صورتیکه بزرگنمائی ± 2 ، ± 1 و ± 0.5 باشد.

۷ :- یک جسم نورانی و یک پرده از هم به فاصله D قرار دارند .
الف : ثبوت نماید که یک عدسیه متقارب با طول محراقی f بروی پرده یـــک تصویر حقیقی از جسم در دو موقعیت که از هم به فاصله زیر قرار دارند تشکیل میدهد.

$$d = \sqrt{D(D-4f)}$$

ب : ثبوت نماید که نسبت بین اندازه های دو تصویر در بین دو موقعیت چنین است.

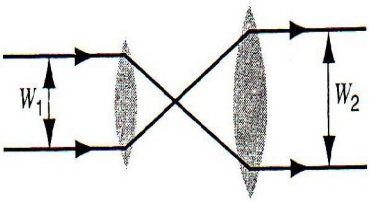
$$\left(\frac{D-d}{D+d}\right)^2$$

۸ :- ثبوت نماید که فاصله بین جسم حقیقی و تصویر حقیقی در یک عدسیه متقارب همیشه بزرگتر یا مساوی به ۴ چند فاصله محراقی است .
۹ :- دو عدسیه متقارب با فاصله های محراقی F_1 و F_2 از همدیگر به فاصله $F_1 + F_2$ قرار دارند ، قرار شکل ۲ – ۴۹ ساختمان مشابه به این بنام توسعه دهنده شعاعات یاد میگردد . و اکثراً برای بلند بردن ضخامت دسته شعاعات لیزر بکار میرود.

الف : هرگاه W_1 عرض شعاعات ورودی باشد ثبوت نمایدکه عرض شعاعات خروجی $W_2 = \frac{F_2}{F_1}.W_1$ است.

ب : ثبوت نماید که چطور یک عدسیه مرکب متقارب ، متباعد بصفت توسعه دهنده شعاعات بکار میرود . شعاعات ورودی و خروجی عمود بر محور عدسیه است .

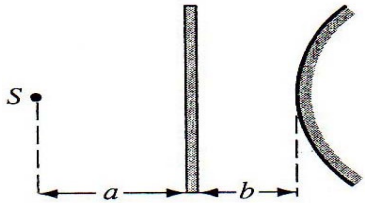
ج : نسبت بین شدت اشعه خروجی از توسعه دهنده و اشعه لیزر را محاسبه نماید.



شکل ۲ - ۴۹ : - سوال ۹ .

۱۰ :- یک صفحه مسطح نیمه شفاف به فاصله b از یک آئینه محدب قرار دارد یک منبع نوری s به فاصله a در مقابل صفحه جابجا شده است قرار شکل ۲ - ۵۰ طوریکه تصویر آن در سطح نیمه شفاف با تصویر آن در آئینه منطبق است . هرگاه b=7.5cm و F=-28.2cm باشد ، a را پیدا نموده دیاگرام اشعه را نیز رسم کنید.

شکل ۲ - ۵۰ : - سوال ۱۰ .

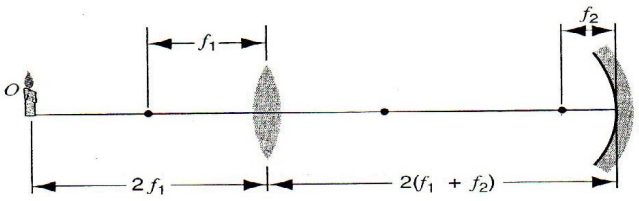


۱۱ :- دو عدسیه نازک با فواصل محرافی f_1 و f_2 با هم در تماس اند ، ثبوت نماید که آنها بصورت یک عدسیه واحد با فاصله محراقی $f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$ عمل می نماید.

۱۲ :- یک شمع از عدسیه به فاصله F_1 قرار داده شده است ، از طرف دیگر عدسیه یک آئینه متقارب با فاصله محراقی F_2 از عدسیه به فاصله $2(F_1 + F_2)$ قرار دارد قرار شکل ۲ – ۵۱ .

الف : موقعیت، خواص واندازه تصویر نهای را بیابید هرگاه از طریق عدسیه به سمت آئینه ببیند .

ب : دیاگرام مناسب شعاعات را رسم نماید.



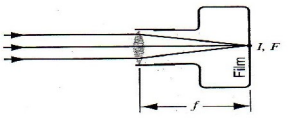
شکل ۲ – ۵۱ : - سوال ۱۲ .

۱۳ :- شکل (۲ – ۵۲) یک کامره را نشان میدهد که بروی یک جسم در لایتناهی متمرکز شـده است یک تصویر حقیقی معکوس به فاصله i که مساوی به فاصله محراقی عدسیه است تشکیل گردیده است . در شکل ۲ – ۵۲b جسم O نزدیکتر به کامره است ، طوریکه فاصله جسم O از عدسیه 100cm است برای متمرکز ساختن تصویر I بروی فیلم ما باید عدسیه را از کامره دور بسازیم چرا ؟

الف: در شکل (۲ – ۵۲b)، i' را بیابید .

ب :- چقدر عدسیه باید که منتقل شود ؟ نوت : کامره در اینجا حیثیت چشم را ندارد و از چشم فرق میکند (تمرین ۳۷ را ببینید) در کامره F ثابت می ماند و فاصله تصویر i تـوسط جـابجای عدسیه تغییر می نماید . برای چشم فاصله تصویر i ثابت می ماند و فاصله محراقی توسط کـج شدن عدسیه تغییر می نماید . اشکال ۲ - ۴۶ و ۲ - ۵۲ را بدقت مقایسه نماید.

ج : فاصله محراقی یک کامره کوچک 50mm و ترتیب تمرکز عـدسیه آن از 1.2m تا لایتنائـی است . شما ترتیب تغییرات فاصله بین فیلم و عدسیه را بیابید.



(a)

شکل ۲ – ۵۲ : - سوال ۱۳ .

۱۴ :- قدرت P یک عدسیه $P=1/F$ است . طوریکه F فاصله محراقی عدسیه است. واحد قدرت عدسیه دیوپتری بوده و $1diopter=1/m$ است .

الف : چرا این یک تعریف مؤجه برای قدرت یک عدسیه است .

ب : ثبوت نماید که قدرت دو عدسیه مماس با هم توسط فورمول $P = P_1 + P_2$ بدست می آید. طوریکه P_1 قدرت عدسیه اول و P_2 قدرت عدسیه دوم می باشد . (اشاره به سوال ۱۱).

۱۵ :- یک عکاس به فاصله 44.5m از یک خط ریل می ایستد و طوریکه مسیر دید عمود بر خط ریل است . یک قطار با سرعت 135km/h عبور می نماید و عکاس با استفاده از کامره با فاصله محراقی 3.6cm عکس میگیرد . زمان اعظمی نور دهی را طوریکه تیره گی تصویر فیلم از . 75cm . تجاوز نکند بیابید.

۱۶ :- نیوتن خود ر ا متقاعد ساخت که انحراف مربوط به خواص ذاتی تلسکوپ منکسره می باشد. که بطور خلاصه در شکل ۲ – ۵۳ نشان داده شده است. او پیشکش نمود مدل دوم از تلسکوپ خود را که

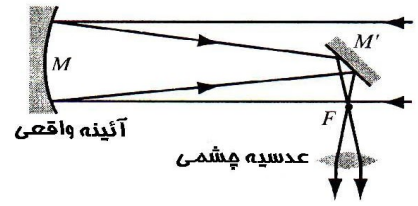
قدرت بزرگ نشان دادن آن ۳۸ بود، که تا هنوز هم است. درشکل ۲– ۵۳ شعاع نوری موازی با محور تلسکوپ به آئینه واقعی M می تابد ، بعد از انعکاس از آئینه کـوچک
M' شعاعات یکدیگر خود را نقطه بنام F قطع میکنند ، بعداً نمایان میشود در مقـابل یـــک عدسیه چشمی (الف) نشان دهید که ذربین زاویه یی m_θ از معادله ۲ – ۳۴ بدست مـــی آید.

$$m_\theta = - f_{ob} / f_{ey}$$

ب : - از پروگرام تان استفاده نماید تا که بوجود بیاورید یک دوره متوالی را ، جایکه f_{ob} طـول محراقی آئینه واقعی می باشد ، و f_{ey} عبارت از عدسیه چشمی می بـــاشد ،آئینه 200-in در تلسکوپ منعکسه دارای طول محراقی 16.8m است. معلوم نماید اندازه تصویر در محـــــراق مستوی این آئینه را زمانیکه شی یک چوب یک متری باشد. شعاعات را موازی با هم فرض کنید.

ج : - آئینه های مختلف تلسکوپ های ستاره شناسی منعکسه دارای یک شعاع انحنا مـوثر می باشند ، بخاطریکه همچو آئینه ها دارای شکل سهمی می باشند نسبت به یک شکـــل کـروی .

برای یک ذره بین زاویه یی ۲۰۰ ، اندازه طول محراقی عدسیه چشمی چند بـاید کـــه باشد ؟



شکل ۲ - ۵۳ :- سوال ۱۶ .

//////////////////////

مسئله کامپیوتری

۱ : - در یک آئینه کروی مقعر شعاعات که عمود بر محور مختصات آئینه می تابد همـگی در نقطه محراقی منعکس نمی گردد. فرض کنید که شما یک آئینه کروی مقعر با شعاع انحنا 1m دارید.

الف: برای شعاعات متلاقی عمود برنامه کامپیوتر بنویسید طوریکه نقطه برخورد شـعـاعـات منعکسه با محور مختصات آئینه در فاصله d قرار دارند مشخص شود. (ب) گـسترش دهید پروگرام تان را برای شعاعات منعکسه از فاصله های وارده d=0.5, 10,15……cm تـا به d=10.0m و این شعاعات را در یک دیاگرام تکی رسم نماید ، و پوشش خارجی این شعاعـات (فلز قلیایی) نامیده میشود. شما نیز می توانید مشاهده نماید زمانیکه نور انعکاس می کند از داخل یک قاشق که داخل یک توته ورق است. تـمـرین ۱۲ و شـکـل ۲ – ۳۹ را ببینید.

فصل ۳

تـــداخـــل

در این فصل و فصل آینده ما در باره تداخل و تفرق امواج نوری بحث خواهیم کرد. این در بحث فزیک نوری (اوپتیک موجی) که در آن یک شعاع نوری با مانع که سایز آن با طول مـوج نوری قابل مقایسه است برخورد میکند. با توجه به خواص عدسیه ها و آئینه هـا کـه تـوسط میتود هـای جیومتریک نور تشریح شده اند و جائیکه ما نور را به شکـل اشعه ارائه نمودیم. فـزیک اوپتیک به طبیعت مـوجی نـور بستگی دارد. در حقیقت این از تجـاربی اسـت کـه در ابتدا طبیعت موجی نور را به اثبات میرساند.

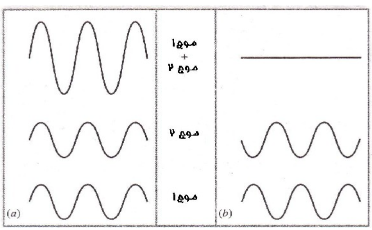
۳ - ۱ تداخل دو منبع

در صورتیکه امواج از دو منبع در فضا تداخل نمایند، شدت موج حاصله در این نقـطه میتواند بزرگتر یا کمتر از شدت هر یک از این دو موج باشد. ما این را اثر تداخل مـی نامیم تـداخـل میتواند سازنده یعنی زمانیکه شدت خالص بیشتر از شدت های امـواج به تنهائی اسـت و یـا تخریبی یعنی زمانیکه شدت خالص کمتر از شدت های امواج به تنهای

است باشد. چه تـداخل سازنده و چه تخریبی باشد مربوط به فاز آن دو موج است.

گرچه اساساً هر تعدادی از امواج میتوانند تقاطع نمایند ما در این جا تنها تداخـل دو مـــوج را مد نظر میگیریم. فرض میکنیم که منابع این امواج هر یک با عین طول مــوج تولید مینمایند. موضوع منابعی ایکه امواج با طول موج متفاوت تولید میکند میتواند با تقاطع جداگانه هر یک از طول امواج انفرادی مد نظر گرفته شوند.

شکل ۳ - ۱ بستگی زمانی دو موج را که به یک نقطه کیفی P در فــضـا میرسند نشان میدهد . درشکل ۳ – a۱ دو موج در مرحله ای میرسند که قله به قله وعقده به عقده است اثر خـالص در نقطه P حاصل یکجا شدن دو موج است و موج حاصله امپلیتود دو چند مضاعف امواج اجزاً است این حالت تقاطع سازنده اعظمی است . شکل ۳ – a۱ عین چیز خواهد بود اگر یکی از امواج بـه اندازه یک سیکل مکمل (2π رادیان) یا هر اندازه سیکل مکمل تغییر یابد . بنا براین میتوانیم بگویم که تقاطع اعظمی سازنده دو موج وقتی بوقوع می پیوندد که تغییر فاز شان به رادیان بـه اندازه $0,2\pi,4\pi......$ باشد.



شکل ۳ – ۱ : - (a) موثریت تداخل
دو موج که در فاز می باشند . (b) مضر
بودن تداخل دو موج که 180درجه خارج
فـاز اند.

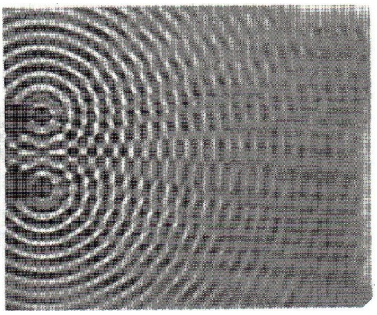
شکل ۳ – ۱b که قله یک موج به عقده موج دیگر یکجا شده و یک تـــداخل تخریبی صورت گرفته یک موج ، موج دیگر را حـــذف مینماید. برای رفتن از این حالت تقاطع سازنده (مانند شکل ۳ – ۱a) به تقاطع تخریبی (شکل ۳ – ۱b) ما باید یـکی از امواج را اندازه بکنیم. سیکل (π رادیان) یا تعدادی سیکل مکـمل با اضافه نیم سـایکل تغییر دهیم. یعنی تقاطع تخریبی مکمل دو موج زمانی اتفاق می افتد که تغییر فاز شان به رادیان به اندازه $\pi,3\pi,5\pi$..... باشد یا معادلاً میگویم زمانیکه 180 درجه فرق فاز داشته باشند.

در حال حاضر فرض میکنیم که ارتباط فاز دو موج با زمان تغییر نمـــی کند. اینگونه امـــواج چسبیده میباشند. وقتی امواج کوهرنت تقاطع می نمایند شدت امواج یکجا شده در نقطه صفر در فضـا بـا زمان تغییر نمی کند. امواج کوهرنت که یک حالت ضرور برای وقوع تقاطع اسـت در مبحث ۳ – ۳ بحث گردیده اند.

دو منبع مختلف نور بصورت عموم نمی تواند که کوهرنت باشند بخـاطر اینکه تولید نور توسط اتـم های یک منبع غیر وابسته به تولید نور از یک منبع دیگر است. قله ها و عقده های امواج دو منبع یک فاز ارتباطی معین را حفظ نمی کند و امواج گفته میشود که ناچسبیده اند . بـرای اجرای تجارب تقاطع با نور ، معمولاً ضرورت است که تا نور تولید شده از یـک منبع را به دو جـز تقسیم کرد و قسمی فکر کرد که هر یک از اجزا از یک منبع مستقل تولید شده اند . اگر این هـا را به شکل درست اجرا نمایم، این اجزا می توانند با هم تقاطع داده شوند. در این فـصل چندین شبکه را مد نظر گرفته ایم تا این تقسیم موج نور را ایجاد نمایم.

اگر دو منبع امواج که بسوی ساحه یی از فضا تولید میشوند در عین زمان ممکن است تـداخل سازنده را در بعضی از نقاط تداخل تخریبی و در بعضی نقاط دیگر در رشته باشد یعنی مـمکن در بعضی نقاط در فضا جائیکه فاصله از نقطه مشاهده به دو منبع فقط در قسمتی است که دو مـوج به فاز برسند است مانند شکل ۳ – ۱a اینها تقاطعی برای تقاطع اعظمی اند ممکن است که نقاط دیگر موجود باشد که در آنجا ساحه به دو منبع سبب میشود که دو موج به خارج از فاز برسند از نقطه مشاهده مانند شکل ۳ – ۱b این نقاط تقاطع اصغری اند شکل ۳ – ۲ شکل تقاطع اعظمی و اصغری توسط تقاطع امواج آب را در یک تانک نشان

میدهد. مثلی که در بخش آینده خواهیم دید امواج تقاطعی نور نیز عین شکل را نمایش میدهند.

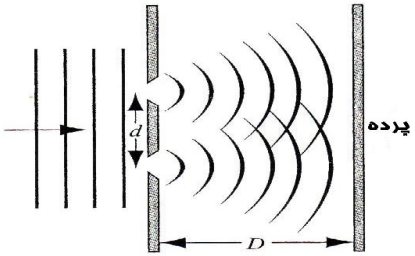


شکل ۳ - ۲ :- نمونه تداخل را تولید شده در یک تانک از امواج آبی . دو نمونه امواج می سازد نمونه امواج دایره وی را . که نیمی از نمونه حد اعظمی و حد اصغری در امواج است حد اعظمی می تواند که مشخص گردد توسط موقعیت نیم راست عکس جایکه سایه نشان میدهد تیزی دره را. حد اصغری واقع شده در امتداد خط که سایه آن کمی واضح محدود شده است.

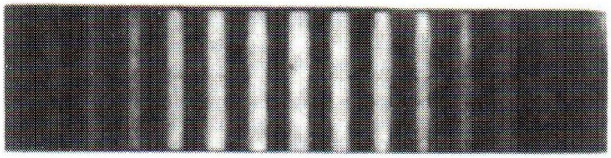
۳ - ۲ تداخل دو شکاف

شکل ۳ – ۳ اولین میتود ما در جهت تقسیم یک اشعه نور را به دو جز ائیکه میتوانند با همدیگر تداخل نمایند بیان می نماید. یک شعاع نور که ما آنرا از امواج خطی میدانیم مثل اینکه از لیزر منشاً گرفته باشد به یک مانعه باریک برخورد کرده و به دو شکاف باریک تقسیم شده است. اجزا بخش ها از مانع ها عبور میکند بناً این بخش ها میتواند بحیث دو منبع امواج همسو مد نظر گرفته شوند. (انتشار نور وقتی از

مانع ها که در شکل ۳ – ۳ به تصویر کشیده شده انـد بنام تفرق یاد میشود کـــه در فصل آینده بحث خواهد شد. یک انتشار مشابه در انکسار امواج کـه از یک قسمت باز شده گی خارج میشود ایجاد میشود مثلی که این موضوع در شکل ۳ – ۱ ترسیم شده بود. برای فعلاً ما مانع ها را چنان نازک مد نظر میگیریم کـه مشابه به منابع نقـطه ای نـور باشند که هر منبع نقطه ای امواج دایروی ایکه در فصل ۱ بحث شد). متوجه باشید که دو مـوج میتواند از منطقه ایکه به صفحه بر میخورند تقاطع نمایند برای سـاده ساختن این تحلیل فـرض میکنیم که مسافه D بین موانع و صفحه بسیار بزرگتر از جداشده گی مانع d اسـت. (در عـوض میتوانیم یک عدسیه بین مانع ها و صفحه برای تمرکز دادن امـواج منتشره به صفحه استفاده کرد چنانچه بعداً نیز بحث خواهیم کرد) ما وقتی به صفحه نگـــاه میکنیم سلسله از باند های متناوب روشن و تاریک را می بینیم یا همان تقاطع که مطـابقت به حد اعظمی و حد اصغری بودن شـدت نور مینماید.



شکل ۳ – ۳ : - رشته از امواج نوری که وارد میشود در یک مسیر به داخل دو سوراخ باریک که جدا شده توسط فاصله d . عرض سوراخ ها کوچک بـوده کـه مقایسه میشود همـرای طـول مـوج. از این رو امواج عبور میکنند از میان گسترده گی سوراخ و صفحه را روشن می کنند.



شکل ۳ - ۴ : - نمونه تداخل مرکب شده از روشنی و تاریک باند و یا حاشیه ، که ظهور خواهد کرد در صفحه که در شکل ۳ – ۳ است.

آنچه در شکل ۳ – ۴ نشان داده شده است کنار سمت راست تانک شکل ۳ - ۲ نقش صـفحه را در شکل ۳ – ۳ ایفا میکند. در طول صفحه در تانک یک مجموعه متناوب از نکات حد اعظمی و حد اصغری مشابه به شکل ۳ – ۴ دیده میشود.

برای تحلیل نحوه تقاطع ما امواج را که در یک نقطه P یکجا میشوند در بالای صفحه c در شکل ۳ – ۵ . نقطه p در فاصله نسبی r_1 و r_2 از موانع نازک s_1 و s_2 قرار دارد . خط s_2b ترسیم شده است تا خطوط ps_2 و pb طول های مساوی داشته باشند . اگر d فاصـله از مانعی بسیار کمتر از فاصله D بین مانع ها باشد و نسبت d/D در شکل بزرگتر

شده است بـرای دفعات بیشتر . s_2b در این صورت تقریباً بر هر دو r_1 و r_2 عمود است.

این بدان معنی است که زاویه s_1s_2b تقریباً مساوی به زاویه paO است هر زاویه که به شـکل θ نشانی شده است در شکل به معادلاً خطوط r_1 و r_2 تقریباً موازی مد نظـر گـرفته میشوند.

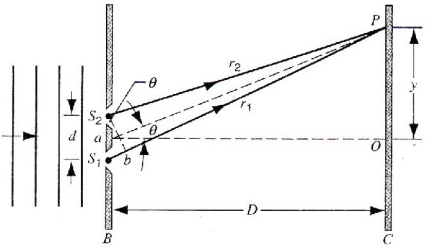
دو شعاع که به نقطه p میرسند در شکل ۵ – ۳ از s_1 و s_2 اصلاً هم فاز بـوده انـد در منبع شان هر دو شان از این شعاعات مسافات مختلف را طی مینمایند. (مطابق به طول مسیر نوری مختلف) به نقطه p با تفاوت زمانی میرسند. تعداد طول موجهای در مسیر هـــای مختلف s_1b شکل تداخل را در نقطه p متاثر میسازد.

برای داشتن حد اعظمی در p باید که دو شعـاع هم فـاز بـا عین زمـــان بـــرسند و بناً $S_1b(=dSin\theta)$ مساوی به تمام طول موجها باشد (معادل تغییر یکی از امواج در شکـــل ۳ – ۱a توسط تعداد کل سیکل ها) یا :

$$S_1b = m\lambda \qquad m = 0,1,2.....,$$

ما میتوانیم بنویسیم که :

$$dSin\theta = m\lambda \quad m = 0,\pm1,\pm2,...$$ حد اعظمی --- (۳ - ۱)



شکل ۳ - ۵ : - شعاعات از S_1 و S ترکیب شده از p. در واقعیت D>>d شکل تحریف شده برای روشنی موضوع. نقطه a عبارت از نقطه میانی دو سوراخ است.

توجه باید داشت که هرحد اعظمی بالاتر از O در شکل ۳ – ۵ یک حـــد اعظمی در تناظر با پاینتراز O دارد . این مطابقت با استفاده از m=-1,-2,.... در معادله ۱ – ۳ ماگزیمم مرکـزی (در نقطه O) با m=o تشریح شده است.

برای حد اصغری در نقطه دو شعاع باید که در فاز شان به اندازه یک π طاق فرق داشته باشد. (مانند شکل ۳ – ۱b) به اندازه ایکه $S_1b(= dSin\theta)$ باید به تعداد نصف انتگرال از طول امواج را داشته باشد یا :

$$dSin\,\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad m = 0,\pm1,\pm2,....$$ (۳ - ۲) --- حد اصغری

قیمت های منفی m حد اصغری را در نصف پائینی صفحه قرار میدهد.

همیشه ما علاقه مند هستیم که موقعیت یک تداخل حد اعظمی بالای صفحه که با فاصله y نشان داده شده است و از مرکز نمو دار تداخل در شکل ۳ – ۵ اندازه میشود این راحت است که این محاسبه را در حالتی که y کوچک است با مقایسه به مسافه D که بین شکاف و صفحه است درصورتیکه زاویه θ کوچک باشد و ما میتوانیم یک تخمین زاویه کوچک $Sin\theta \approx \tan\theta$ با $Sin\theta = m\lambda / d$ از معادله ۳ – ۱ و $\tan\theta = y_m / D$ از شکل 3 – 5 جایکه y_m نماینده گی از ماکزیمم mth می کند و داریم که :

$$\frac{m\,\lambda}{d} = \frac{y_m}{D} \quad \text{----------} \quad (۳-۳)$$

$$y_m = m\,\frac{\lambda D}{d} \quad (\text{ماگزیمم} \quad m = 0,\pm1,\pm2,.... \;)$$

انفکاک بین ماگزیمم های مجاور عبارت است از:

$$\Delta y = y_{m+1} - y_m = (m+1)\frac{\lambda D}{d} - m\frac{\lambda D}{d} \quad \text{---------} \quad (۳-۴)$$

یا -

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{d}$$

تا زمانیکه θ کوچک است به انفکاک ماگزیمم ها غیر وابسته به m است.

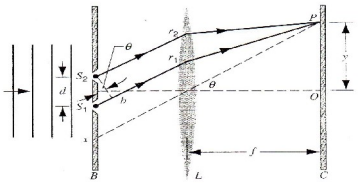
به شکل طاق یا یک در میان مسافه داده شده اند مثلیکه در شکل ۳ – ۴ بر علاوه فاصله ها بین دو اصغری های مجاور همانند فاصله ها بین ماگزیمم ها است.

از نظر ریاضی محاسبه با امواج خطی که هم جهت بوده و از آن منشأ میگیرند. در حالیکه یک تصویر را بروی صفحه از یک فاصله D از این ها تشکیل نمیدهد.

بهمین دلیل ما اکثراً یک عدسیه را استفاده مینمایم. مانند آنچه که در شکل ۳ – ۶ نشان داده شده است. این عدسیه جهت تمرکز اشعه موازی بالای صفحه استفاده میشود. نور متمرکز شده در نقطه p باید که عدسیه را در موازات خط Px امتداد یافته از p بطرف مرکز عدسیه برخورد کند. در تحت چنین شرایطی به اشعه r_1 و r_2 که تقریباً موازی اند گرچه خواسته D>>d دریافت نگردد.

اگر عدسیه بین منبع و صفحه استفاده شود ممکن است بنظر رسد که یک تفاوت فاز بین اشعه عقب که با S_2b نمایش داده میشوند بوجود بیآید

طول مسیر جیومتر یکی بین این مستوی و p بصورت واضح متفاوت است.



شکل ۳ – ۶ : - یک عدسیه جهت ساختن تداخل حاشیه استفاده میشود. شکل ۳ – ۵ را مقایسه کنید . در حقیقت $f >> d$ است. و شکل دوباره تحریف شده برای روشنی موضوع.

در شکل ۳ – ۵ گرچه ما دیدیم که برای اشعه موازی که توسط یک عدسیه متمرکز شده باشند طول مسیر نوری شان مساوی است دو اشعه با طول مسیر نوری مساوی حاوی عین تعداد طول موج اند بناً هیچگونه تفاوت فاز در نتیجه عبور نور از عدسیه ایجاد نمی گردد.

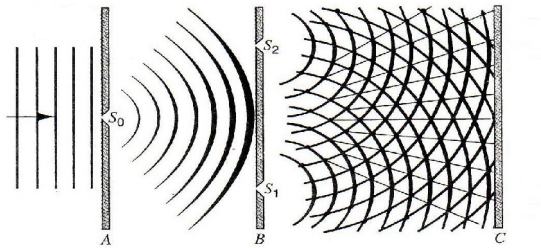
تجربه دو سوراخی یانگ (Young)

تجربه در شکل فوق تشریح شده است در رابطه با تداخل اولین بار در 1801 توسط توماس یانگ اجرا شد. تجربه یانگ اولین ثبوت برای طبیعت موجی نور بود بخاطر اینکه چنانچه در معادله ۳ – ۳ نشان داده شده است موقعیت تداخل اعظمی مربوط به طول موج است. تجربه یانگ اولین اندازه گیری مستقیم طول موج نور را ارائه کرد.

البته هیچگونه لیزر در زمان یانگ موجود نبود بناً او یک منبع نورکوهرنت را با اجـازه دادن و تابندن نور آفتاب بالای یک فضای باز باریک So چنانچه در شکل ۳ – ۷ نشان داده شده اسـت ایجاد کرد.

.....

توماس یانگ (1773-1829) اصلاً فزیکدان تربیه شده بود که منفعت او را به مفهوم قوه ادراک و قوه دید و مطالعه در مورد نور او را بسوی فزیک رهبری نمود . و همچنان در میان دیگر معلومات علمی مطالعه در مورد سطح، کشش و قوه ارتجاعی تمیز انجام داده است. که بنام مودل پانگ شناخته شده است به او همچنان یاداشت برای منفعت خود در تصویر نگاری در استخراج کردن سنگ Roseta اشتراک نمود.



شکل ۳ – ۷ : - در تجربه تداخل امواج یانگ نور آفتاب از نقطه S_o بر نقطه های S_1 و S_2 در روی صفحه B منکسر میگردد، که بلاخره آن نور ها از این دو نقطه بالای صفحه C سرازیر شده و تـداخل امـــواج را تـــولید مینمایند.

.....

مسئله نمونه ۳ – ۱ : - دو سوراخ که در شکل ۳ – ۵ ترتیب شده است توسط نـوری کــه از چراغ غبار سیماب حاصل میگردد روشن شده

است و طـول مـوج نیز به انــدازه $\lambda = 546nm$ بوده و در صورتیکه کناره قابل رویت و سوراخ ها به اندازه 0.12mm باشد و کنار صفحه که موج به آن برخورد میکند به اندازه 55cm باشد دراینصورت :

(a) موقعیت اولین اصغری زاویوی را پیدا کنید ؟ اعظمی دهم را پیدا کنید؟

(b) فاصله صفحه بین ماگزیمم مساوی به چقدر خواهد بود؟

حل :- (a) در اصغری اول m=0 قرار میدهیم و نظر به معادله ۳ – ۲ داریم که:

$$Sin\,\theta = \frac{(m+\frac{1}{2})\lambda}{d} = \frac{(\frac{1}{2})(546\times 10^{-9}\,m)}{0.12\times 10^{-3}\,m} = 0.0023$$

چون قیمت θ sin یک عدد کــم بـوده و قیمت خـود θ مساوی بـه $\theta = 0.13^0$ میگردد.

(b) در حد اکثر دهم m را مساوی به ۱۰ قرار داده و از معادله ۳ – ۱ استفاده نموده داریم کــه : از معادله ۳ – ۴ درمی یابیم که :

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{d} = \frac{(546\times 10^{-9}\,m)(55\times 10^{-2}\,m)}{0.12\times 10^{-3}\,m} = 2.5mm$$

۳ -۳ ارتباط چسبیده گی (کوهرنس)

برای بر خورد تداخل امواج بطور عموم تفاوت یا فرق فاز را بین دو نقطه بروی صفحه که موج بـر آن برخورد میکند نظر به زمان تغییر نکند می یابیم. اگر این حادثه به وقوع بپیوندد یعنی به اثر برخورد موج ما گفته می توانیم که از نقطه S_1 و S_2 مکملاً بطور چسبیده به نظر میرسد که این چسبیده گی در هر نمونه از موج بوجود می آید بطور مثال چسبیده گی موج صدا کـه از دو بلنگو مختلف میتوان حاصل کرد و یا همگنان ارتباط یا چسبیده گی موج را به ساده گی میتوان دید که به نوسان مغناطیسی وصل است.

فرضاً اگر به عوض نقطه S_1 و S_2 که توسط دو منبع نوری بصورت آزاد و مکمل بـی جـا شـده است از قبیل همچو دو سیم سفید شونده از گرما که پهلو به پهلو گذاشته شده در نظر میگیریم. دراین صورت تداخل امواج در حاشیه صفحه C ظاهر نمیگردد ولی در اینجا نقطه یک شـکـل نسبی روشن شده بنظر میرسد.

ما می توانیم فرق این دو فاز رادر ارتباط به نوری بدهیم که به اندازه زمانی $10^{-8}\,\text{sec}$ برای تجدید قوا خواهد بود. که این اختلافات و یا

تغییرات سریع را چشم تعقیب کرده نتوانسته و تنها همان سطح روشن شده یکسان قابل رویت می باشد.

سرعت در هر نقطه مساویانه مجموع شدت های هر منبع نوری S_1 و S_2 که بطور جدا جدا از همان منبع تولید میگردد.

برای دریافت اثر شدت از شعاعات نوری به هم چسبیده که روی هم قرار دارد چنین عمل میکنیم. (۱) دامنه موج را در نظر میگیریم که در حال گرفتن اختلاف فاز های ثابت و درست در داخل و سپس برای مکمل ساختن شعاعات نوری نا مرتب یعنی نا چسبیده ما امپلیتود های انفرادی موج را مربع ساخته تا مقدار شدت های انفرادی نور حاصل گردد و سپس شدت های انفرادی نور را اضافه ساخته تا نتیجه شدت حاصل گردد.

که این روش ها مطابق به آزمایش برای مکمل ساختن شعاعات نوری موافق بوده و نتیجه شدت در هر نقطه همیشه بزرگتر است نسبت به شدت که حاصل میگردد یا تولید میگردد. اما در موج های به هم چسبیده شدت برخورد کوچکتر است نسبت شدت که از برخورد حاصل میگردد (در صورتیکه منبع موج یک منبع باشد.)

چه قسم موج های به هم چسبیده مرتبط حاصل میگردد ؟

برای این کار تخته مغناطیسی که بوسیله جریان برق خاصیت مغناطیسی را پیدا میکند در نظر گرفته موج که از اثر نوسان حاصل میگردد (بخش ۳ -

۳۸) به آنتن وصل است که مـوج هـا را از فاصله دور تولید می نماید (مانند شکل ۳ – ۸a) این موج اصلاً بصورت مبهم وسعت یـافته وقتیکه $t>0$ و یا $t<0$ در هر نقطه موجود باشد.

موجی که از هر نقطه میگذرد به حصه $\vec{E}\ or\ \vec{B}$ تقسیم میگردد از این گذشته در هر موقع از زمان موج ها در نوسان برابر موج های را بوجود می آورند که به امتداد همدیگر به عین جهت در حرکت است. اختلاف فاز در بین آنها در یک موقعیت در یک مسیر از انکسار نسبت به تمام مسیر های موج درامتداد آنها عین چیز خواهد بود و اختلاف فاز ها در موقعیت داده شـده عین چیز را در همه اوقات دارا میباشد.

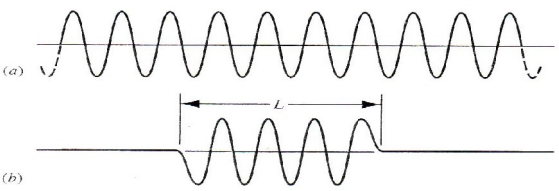
اگر تغییری در منبع نور قابل رویت مثل استفاده از سیم های سفید چراغ برق یـا عبور جـریـان برق از بن گاز از فرق های اساسی آگاه میشویم. مثلاً در هر دو حالت موج از منبع اساسی نـور به ذره های اتفاق می افتد که هر ذره در حالت تعاونی در مقابل همدیگر عمل نمی کند که این حالت چسبیده بنظر میرسد.

از اثر انتشار و عمل نور یک ذره در حالت عادی تقریباً 10^{-8} sec را دارا بوده و نور منتشر شده را به قسم یک موج محدود شرح گردیده است. (شکل ۳ – ۸b) طـوریکه شکل ۳ – ۸a مـــوج نامحدوده را نشان میدهد در موقع خروج نور مـوجی مثل موج هایکه چندین متر طـول داشته است برای منابع نور اصلی مثل لوله گاز های که تحت فشار کم

باشد دراین حالت طول مـوج ها کاهش یافته و به چندین سانتی متر میرسد تداخل امواج از منابع نور معمولی توسط گذاشتن یک سوراخ بسیار تنگ در شکـل ۳ – ۷ انجام و تولید میشود طوریکه سوراخ بطور مستقیم در مقابل منبع قرار داشته باشد.

این نقطه برخورد موج های S_1 و S_2 را بالای صفحه B مطابق به شکل ۳ – ۷ مساعد میسازد .اگر طول مسیر از همه نقطه ها S_0 ، S_1 و S_2 تقریباً با هم مساوی باشد دراین حـالت نور آن دو نقطه را عبور نمـوده و داخل آن میگردد که نمونه تداخل موج ثابت در صفحه C ظاهر میگردد.

اگر نقطه S_0 عریض تر گردد نقطه های در آنها موجود اند که در داخل نقطه S_0 میگردد برای اینکه طول مسیر نقطه S_1 و S_2 از نیم طول موج فرق داشته باشد اگر سوراخ به اندازه زیـاد خورد باشد در اینصورت فرق فاز های داده شده درهر نقطه ای از سطح C که بین در بین سوراخ S_1 و S_2 موج ها جریان دارد. قابل درک میباشد که در این حالت که با هم چسبیده مـلاحظه میکنیم.



شکل ۳ - ۸ : - (a) یک بخشی از امواج نا محدود . (b) یک رشته از موج محدود با طول L.

اگر سوراخ یا نقطه S_0 مطابق به شکل ۳ – ۷ به تدریج زیاد گردد دراین صورت مشاهده شده که حد اعظمی از حاشیه تداخل موج از شدت آن کـاهش یافته و شدت کـه در حاشیه اصغری وجود دارد دقیقاً به صفر تقرب میکند یا به عبارت دیگر تداخل امواج کمتر واضح و آشکار به نظر میرسد.

اگر سوراخ نقطه S_0 به اندازه زیاد عریض گردد در اینصورت شدت اعظمی کم گـردیده اسـت و شدت اصغری زیاد گردیده است طوریکه حاشیه ظاهر نگردد یعنی ناپدید گردد.

به اثر زیاد شدن نقطه امواج S_1 و S_2 از حالت ارتباط یا چسبیده گی مکـمل یـا کـــامل به حالت کامل ناچسبیده تبدیل میگردد.

۳ - ۴ شدت در تداخل دو شکاف

معادلات ۳ – ۱ و ۳ – ۲ موقعیت حالت اعظمی و اصغری نمونه های تداخل امواج را ارائه میدارد. این معادلات نشان میدهد که چه قسم شدت از حالت اعظمی به اصغری تغییر میکند . در ایـن بخش افـــاده را

استخراج میکنیم که برای شدت I در هر نقطه P و زاویه θ مطابق به شکل ۳ – ۵ نشان داده شده است.

$$E_1 = E_0 Sin\,\omega t \quad \text{---------- (۵ – ۳)}$$

$$E_2 = E_0 Sin(\omega t + \phi) \quad \text{---------- (۶ - ۳)}$$

و از آنجایکه $\omega(=2\pi f)$ فریکونسی موج و ϕ فرق فاز بین آنها است طوریکه ϕ نظر به موقعیت نقطه P تغییر میکند که در شکل ۳ – ۵ شرح گردیده است. ما فرض میکنیم کـه اگر سوراخ ها باریک باشد در اینصورت شعاع منکسر شده از هر سوراخ فقط حصه مرکـزی صفحه را روشن میسازد مطابق به شکل ۳ – ۳ . این بدین معنی است که قسمت مرکزی نزدیک صفـحه E_0 مستقل از نقطه P میباشد.

اگر سوراخ جدای d کوچکتر از فاصله D در روی صفحه باشد از وکتور E که تقریباً دو موج کـه با هم موازی باشند ما میتوانیم مجموع وکتور E را بدست بیآوریم.

$$E = E_1 + E_2 \quad \text{-------- (۷ – ۳)}$$

ما در می یابیم که :

$$E = E_\theta Sin(\omega t + \beta) \quad \text{----------}(۸-۳)$$

از آنجایکه فاز β مساوی است به :

$$\beta = \frac{1}{2}\phi \quad \text{----------}(۹-۳)$$

و امپلیتود آن عبارت است از :

$$E_\theta = 2E_0 Cos\beta \quad \text{----------}(۱۰-۳)$$

امپلیتود E_θ تعین کننده شدت حاشیه تداخل امواج بوده که مربوط به β میباشد . و مستقیماً متناسب به زاویه θ در نقطه P که در شکل ۳ – ۵ موقعیت دارد حـــد اعظمی امپلیتود E_θ مساوی به $2E_0$ میباشد.

$$I = \frac{1}{2\mu_0 C} E^2 m \quad \text{----------}(۱۱-۳)$$

نسبت شدت های دو موج نوری مستقیماً متناسب به نسبت مـربع امپلیتود آن می باشد . اگـر I_θ شدت موج در نقطه P باشد و I_0 شدتی می

باشد که هر موج ساده به تنهای تولید می نماید. در اینصورت می توانیم بنویسیم که:

$$\frac{I_\theta}{I_0} = \left(\frac{E_\theta}{E_0} \right)^2 \quad \text{---------- (۱۲ – ۳)}$$

از مقایسه معادلات ۳ – ۱۰ و ۳ - ۱۲ چنین نتیجه حاصل میگردد .

$$I_\theta = 4I_0 Cos^2\beta \quad \text{---------- (۱۳ – ۳)}$$

باید در نظر داشت که شدت موج در هر نقطه P از صفر تا چهار مرتبه تغییر می یابد. بـــرای نقـطه ایکه $\phi(=2\beta)=\pi$ و برای نقطه $\phi(=2\beta)=0$ می باشد.

فرق فاز ϕ در معادله ۳ – ۶ نظر به نوع مسیر تغییر میکند اگر S_1b مساوی به $\frac{1}{2}\lambda$ باشد در اینصورت $\phi=\pi$ بوده و اگر $S_1b=\lambda$ باشد $\phi=2\pi$ میگردد در اینصورت داریم که:

$$\frac{\text{تغییرات فاز}}{2\pi} = \frac{\text{تغییرات مسیر}}{\lambda} \quad \text{---------- (۱۴ – ۳)}$$

ϕ فرق فاز بوده طوریکه در معادله (3 – 5) مساوی به $dSin\theta$ میباشد پس داریم که:

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(dSin\theta)$$

از معادله ۳ – ۹ داریم که:

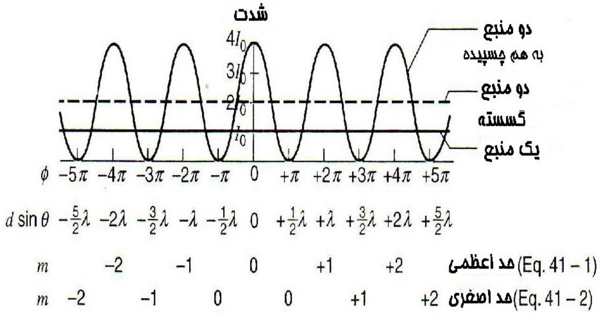
$$\beta = \frac{1}{2}\phi = \frac{\pi d}{\lambda}Sin\theta \quad \text{-------- (۳ – ۱۵)}$$

شدت در هر نقطه θ را می توانیم که چنین بنویسیم:

$$- \quad I_\theta = 4I_0 Cos^2 \frac{1}{2}\phi \quad \text{------------ (۳ – ۱۶)}$$

یا

$$I_\theta = 4I_0 Cos^2\left(\frac{\pi dSin\theta}{\lambda}\right) \quad \text{------------ (۳ – ۱۷)}$$



شکل ۳ - ۹ : - نمونه شدت در تداخل امواج دو نقطوی فرضاً دو موج تداخل روشن میسازد منطقه از صفحه را بصورت یکنواخت. که I_0 مستقل در موقعیت خود است.

$$Cos^2\frac{1}{2}\phi = 1$$

از معادله ۳ - ۱۶ ما می بینیم که شدت اعظمی یا :

$$\phi = 2m\pi \qquad m = 0,\pm1,\pm2,.....$$

از معادله ۳ – ۱۵ می توانیم بنویسیم که :

$$dSin\theta = m\lambda \quad m = 0,\pm1,\pm2,..... \quad \text{----- (اعظمی)}$$

که مانند معادله ۳ – ۱ است . نظر به معادله ۳ - ۱۶ که شدت اصغری مساوی است به

$$Cos^2\frac{1}{2}\phi = 1$$

یا

$$\phi = (2m+1)\pi \qquad m = 0,\pm1,\pm2,.....$$

از معادله ۳ – ۱۵ چنین استنباط میشود که :

$$dSin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$ (اصغری)

شکل ۳ – ۹ شدت را در تداخل امواج دو نقطوی نشان میدهد. خطی افقی I_0 شدت یکسان و یکنواخت را روی صفحه در صورتیکه روی یکی از نقطه ها پیچیده باشد نشان میدهد . اگــر دو منبع از امواج با هم چسبیده نباشند در اینصورت شدت بصورت یکنواخت بــوده و مـساوی بــه $2I_0$ خواهد بود. برای منابع کوهرنت ما قدرتی را در نظر گرفتیم که محضاً بیان می کند صفحه تداخل را، بخاطریکه انرژی یا قدرت همچنین بوجود می آید توسط جریان تداخل. بدین ترتیب اوسط شدت تداخل باید که $2I_0$ باشد، مانند منابع غیر کوهرنت. که این ها در معــادله 3 – 16 تطبیق میگردد.

انطــبـاق امــواج

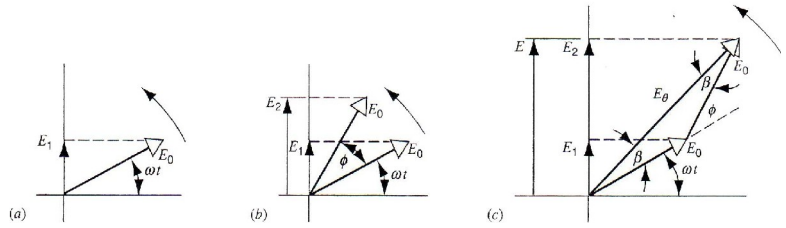
حالا ما معادلات (۳ – ۸) را با معادلات ۳ – ۱۰ برای الـکترون و نوری را در دو شکاف تداخل داخل می کنیم. که این عملیه توسط عملیات الجبری می تواند صورت گیرد. و یـا طـریقه کـه در بخش 8-18 ذکر گردیده بسیار مشکل به نظر میرسد. که برای دریافت این عملیه از

طـریق گراف استفاده کنیم که در هر حالت وضع های پیچیده را به اثبات میرساند.

در شکل ۳ – ۱۰a اندازه مقدار E_0 بـا یک فریکونسی معین ω به مـحـورخـود میچرخد تغییرات موج $E_1(=E_0 Sin\omega t)$ مطابق به معادله ۳ – ۵ تصویر از محـــور عـمـودی را در شـکـل ۳ – ۱۰a نشان میدهد.

تصویر ۳ – ۱۰b در محور عمودی خود دارای عین اندازه E_0 میباشد که با محور افقی زاویه ϕ را می سازد. در این حالت $E_2 = E_0 Sin(\omega t + \phi)$ حاصل میگردد که با معادلـــه ۳ – ۶ مطابقت مـی نماید.

در شکل ۳- ۱۰c محور E به اندازه طول E_θ بالای تصویر به قسم عمودی عمل می نماید کـه در حقیقت طول E عبارت از حاصل جمع طول دو وکتور E_0 می باشد.



شکل ۳ - ۱۰ : - (a) یک وقت نوسان کردن موج E_1 به نماینده گی از گلوله یا سیکلو ترون.

(b) دو موج E_1 و E_2 فرق دارند در فاز توسط ϕ . (c) یک راه دیگر تعبیر b.

در بسیاری از مسایل علم نور فقط به دامنه موج امپلیتود E_θ برخورد میکنیم کـه با تغییرات زمان همراه نمی باشد . بخاطریکه چشم و دیگر اشیای اندازه گیری نور به این مسئله جواب گو می باشد. برای نور سودیمی $\lambda = 589nm$ بوده طوریکه $f(= w/2\pi)$ یا $5.1\times10^{14}\,Hz$ میباشد.

در شکل ۳ – ۱۰c شکل سه ضلعی آن در حقیقت تمـامی از مثلث متساوی الساقین را نشان میدهد که دارای طول های E_0 ، E_0 و E_θ میباشد.

از طرف دیگر طوریکه زاویه خارجی هر مثلث مساوی به مجموعه زوایای غیر مجاور داخـلی آن می باشد . یعنی (زاویه خارجی مثلث ϕ) و (زاویه داخلی مثلث β).

$$\beta = \frac{1}{2}\phi$$

که این حالت از شکل ۳ – ۱۰c نیز به وضاحت دیده میشود. که طول های هر مثلث مـساوی است به:

$$E_\theta = 2E_0 Cos\beta$$

که این معادلات مطابق به معادلات ۳ – ۹ و ۳ – ۱۰ می باشد.

در موارد عمومی ما باید که زیاد تر از دو برآیند سینوسی را پیدا کنیم. که این روش ها قرار ذیل اند:

۱ :- بسازید یک رشته سیکلوترون را که به یک عملیه اضافه گردد ، و نقطه به نقـــطه آنرا رسم کنید ، و حفظ کنید ارتباط را بین فاز خاص و سیکلوترون مجاور را.

۲ : - بسازید عملیه دستگاه سیکلوترون را شبیه به عملیه های وکتور. نتیجه طول سیکلوترون عبارت از امپلیتود برقی می باشد ، و زاویه بین امپلیتود و سیکلوترون اولی عبارت از نتیجه فاز اولی است.

.....

مسئله نمونه ۳ - ۲ :- به روش ترسیمی $E(t)$ موج ها ذیل را پیدا کنید؟

$$E_1 = E_0 Sin\,\omega t$$

$$E_2 = E_0 Sin(\omega t + 15^0)$$

$$E_3 = E_0 Sin\ (\omega t + 30^0)$$

$$E_4 = Sin(\omega t + 45^0)$$

حل :- شکل ذیل نشان دهنده چهار موج است که در هر حالت ظاهر میگردد زاویه بین فاز های اولی 15 درجه میباشد در حالیکه درهر جهت بسته چند ضلعی زوایای داخلی آن مساوی به ۱۸۰ درجه بوده پس در شکل پنج جهت abcde زوایای داخلی آن مساوی به 540درجه خواهد بود.

و همچنان زوایای داخلی b، c و d هر کدام $180^0 - 15^0 = 165^0$ میگردد که هر کدام آنها چنین استنباط میگردد.

$$\beta = \frac{1}{2}\left[540^{\,0} - 3(165^{\,0})\right] = 22.5^0$$

طول هر ضلع ae چنین نوشته میگردد. که :

$$ae = abCos\beta + bc\cos(\beta - 15^0)$$

$$+ cdCos(\beta - 15^0) + deCos\beta$$

$$ab = bc = cd = de = E_0$$

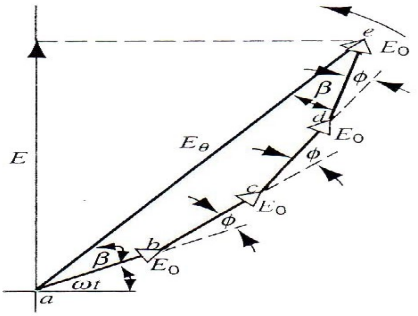
$$ae = E_\theta$$

همرای و پس داریم که:

$$E_\theta = 3.83E_0$$

پس نتیجه E(t) در روی محور عمودی عبارت از تصویر E_θ در روی محور میباشد.

$$E(t) = E_\theta Sin(\omega t + \beta) = 3.83E_0 \sin(\omega t + 22.5^0).$$



شکل ۳ - ۱۱ : - مسئله نمونه 3 –2 چهار موج بصورت هندسی اضافه شدن با استفاده از میتود سکلوترون.

۳ – ۵ تداخل در فلم نازک

رنگ ها که بر اثر برخورد نور بالای حباب های صابون و روغن چرب سبب میشود که تداخل امواج نوری از پیش و عقب بروی سطح نازک

یا پرده شفاف آن برخورد میکند. ضخامت پرده بطور عادی ترتیب تر از طول موج نوری میباشد.

پرده نازک ترکیب های نور را ذخیره می نماید مثلاً عدسیه های کامره عکاسی که میتواند انعکاس را کاهش دهد و شدت نور را زیاد می نماید. و همچنان پوشش نازک در کلکین میتواند که انعکاس را برای تشعشعات ذره ای کاهش دهد که این حالت می تواند باعث کاهش حرارت نور آفتاب در ساختمان ها گردد. گرفتن حرارت مربوط به ضخامت پرده بوده ویک پرده نازک بطور کامل میتواند از انتقال نور یا اشعه تا حد کامل جلوگیری نماید طوریکه در شکل ۳ – ۱۲ نشان داده شده است.

شکل (۳ – ۱۳) ضخامت پرده شفاف d که توسط طول موج λ که از منبع نقطه s روشن شده باشد نشان میدهد.

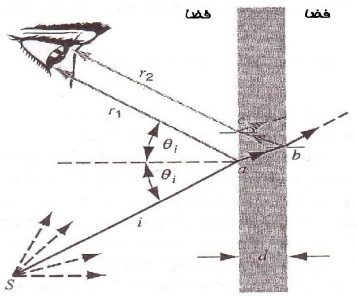
در نقطه a چشم در حالتی قرار دارد که از اثر برخورد معین شعاع i از منبع داخل میگردد به طرف پیش سطح از فیلم که شعاع r_1 در آن منعکس میشود.

در نقطه b شعاع که وارد میشود به طرف عقب منکسر میگردد . نقطه c طوری است که نور در پیشروی سطح ظاهر میشود و همچنان در چشم نیز داخل میگردد.

شعاعات r_1 و r_2 ازنگاه هندسه با هم موازی بوده طوریکه در شکل (۳ – ۱۳) نشان داده شده است که از این نقطه سر چشمه گرفته است.

شکل ۱۲ – ۳ : - شکل پرده آبی صابونی را که به شکل یک حلقه عمودی بوده نشان میدهد که نور منکسر شده است و قسمت سیاه که در بالا قرار داشته قسمت پاره شدن آنرا نشان میدهد که تاثیر از پرده میباشد . به خشکی اندازه آنجا به اندازه نازک است که تداخل امواج بین نور منعکس شده از پیش رو به طرف عقب زده را نشان میدهد. آنها نیز موج چسبیده بوده که در حالت تداخل امواج قابل دید بوده بخاطریکه این دو اشعه مسیر های بالای را با طول های مختلف پیموده اند همچنان استقامت های مختلف را پیموده که همه آنها را دیده می توانید.

در اینجا نمونه های مختلفی از انعکاس را در نقط a و b متحمل خواهد شد.



شکل ۳ - ۱۳ : - پرده نازک را نشان داده است که از منبع s نور بالای آن منعکس شده است. موج هایکه از عقب و پیش روی سطح داخل چشم شده که در شکل نشان داده است و شدت نتیجه موج نوری توسط اختلاف فاز در بین امواج مشخص گردیده طوریکه هردو طرف پرده را هوا محصور نموده است.

شدت آن بوسیله چشم دریافت میشود و اشعه ها بـطـور مساوی از زاویه های مختلف داخـل چشم مـی شود ، که تصاویر آنها متفاوت است.

دو هماهنگی در این مرحله وجود دارد که از شکل ۳ – ۱۳ واضح است که اشعه r_2 یک فاصـله زیاد تری نظر به r_1 طی می نماید ، بخاطریکه باید r_2 دو مرتبه از پرده فیلم عبــور میکند قبل از آنکه به چشم برسد.

که این فاصله اضافی در همکاری با تفاوت اشعه دخالت داده همکاری دیگر با تفاوت فــاصـلـه عبارت از تغییر ناگهانی در مرحله 180^0 است. که می تواند در وقت معکوس شدن مــوج اتفاق بی افتد . قبلاً ما می توانستیم که بحث بکنیم راجع به دخالت r_1 و r_2 مـا باید کـــه مشاهده کنیم. دومین همکاری با ربط جزئیات مرحله تغییر داده شده.

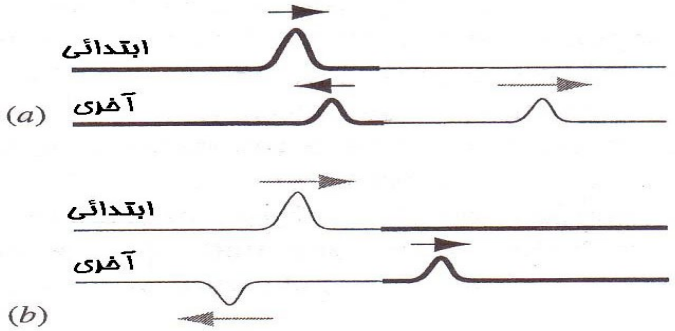
تغییر فاز در انعکاس

اگر یک عدسیه باریک را مشاهده کنیم، کـه در آن 2d کـمتر از یـک طـــول موج است. بخاطریکه فاصله بیشتر r_2 به 2d میرسد. تغییر فاز بعد

از دو بار عبور از r_2 به طرف صفر تقرب میکند. اگر تغییر فاز بین r_1 و r_2 یک مسیر اضافی باشد ، بعداً مجموعه تغییر فـــاز عبارت از صفر خواهد بود. اگر چه در شکل ۳– ۱۲ واضح نشان داده شده است که این سبب آن نمی باشد. قسمت بالای فیلم باریک ترین جای عدسیه است. بخاطریکه کشش جاذبه زمین تاریکتر معلوم میشود نسبت به روشنی ایـــن واضح است که منفی بودن یا غیر مـوثریت آن بیشتر از مثبت بودن یا سازنده گی آن است. کـــه دخالت آن همیشه در باریک ترین قسمت فیلم رخ میدهد . برای توضیح این و بسیاری حـادثات مشابه میتوان گفت که یک یا هر دو اشعه شـکل ۳ – ۱۳ شاید که یک تغییر فوری را اجازه دهد. ($\pi(=180^0)$) وقتیکه در هوا منعکس شود در رو برو شدن با عـدسیه. وقتیکه اشـعـه بیرون میشود فقط از سطح جلو این مرحله میتواند که تغییر کند اشعه دیگر در ایـن مـــرحـلـه تغییر نمیکند. بصورت فوری همچنان با عبور از سطح جلو یا از معکوس شدن در عقب سطح.

در بخش 9-18 ما بحث کردیم که تغییرات مرحله برگشت یا معکوس برای امواج متقاطع در تـار ها است. برای توسعه چنین طرز تفکر باید که ترکیب تار ها در شکل ۳ – ۱۴ که متشکل از کتله مختلف با فاصله مختلف است امتداد داده شده است یـک اهتزاز در یـک تار سنگینی حـرکـت میکند به طرف راست مانند شکل ۳- ۱۴a که نزدیک به انشعاب مـی باشد. دیرتر از انعـکـاس یک اهتزاز خواهد بود، از عقب به

چپ یا به پهلو. و یک اهتزاز عبو ر کننده. در ایـن حـالـت انعکاس اهتزاز در فاز عبارت است از اهتزاز تصادفی است در شکل (۳ – ۱۴b) که شرایط جاگزینی شده است که حادثه اهتزاز بالای تار بیشتر است. در این حـالت انعکاس اهتزازی با فـاز فـرق میکند. از عملیه اهتزاز بوسیله ($\pi(=180^0)$).



شکل ۳ - ۱۴ : - تغییرات فاز انکسار بین دو رشته خطی از شدت کتله . سرعت موج عالی تر اســت از رشته های برقی . (الف) ضربان رسیده در رشته های که سنگین تر از هوا هستند. (ب) ضربان وارده در رشته های برقی.

در هر حالت انتقال اهتزاز در حادثه اهتزاز است شکل (۳ – ۱۴a) نشان دهنده یک موج نوری در یک شیشه است ، نزدیک شدن سطح در عقب که یک نور نسبتاً متراکم است یکی از پائین ترین شاخه های انعکاس است . مانند هوا. شکل (۳ – ۱۴b) نشان دهنده یک موج نوری

در هوا نزدیک به شیشه است، ما به این ترتیب می توانیم خلاصه کنیم که شرایط نور برای انعکاس یک عمل روبرو یا متقابل است. اگر وسط عقب یک شعاع بلند متقابل انعکاس نماید موج انعکاس به طرف فاز تغییر $\pi(=180^0)$ می نماید. اگر وسط عقب در داخل به طرف باریک شعـــاع پائین انعکاس کند موج انعکاس در فاز تغییر نمی کند.

در حالت شکل ۳ – ۱۳ تغییر فاز π رخ میدهد برای انعکاس r_1 در ناحیه a بخاطر در متوسط عقب روبرو شدن عدسیه یک شاخه انعکاس بلند تر دارد نسبت به وسط که اشعه بطرف هوا میرود. تغییر فاز برای انعکاس اشعه r_2 در قسمت b نمی باشد . بخاطریکه اشعه به داخل فیلم میرود. و هوای عقب از داخل به طرف جلو یک شاخه انعکاس پائین تر دارد. نسبت به فیلم در قسمت انعکاس r_2 فاز تغییر نمی کند.

در ناحیه c بخاطریکه هیچ وقت فاز مساوی تغییر نمیکند. اشعه منعکس میشود در داخل فیلم در ناحیه a تجربه تغییر فاز ندارد.

معادله برای تداخل فیلم های نازک

قابل ذکر است که طول مـــوج تعیین کننده نوع تداخل در طول موج λ_n در داخل فیلم است نــه طول موج λ در هوا. میتوان گفت که ما علاقه مند هستیم در فاصله نوری متفاوت و نه در فاصله های متفاوت جغرافیائی طول موج λ_n و λ با هم ربط دارند.

$$\lambda_n = \lambda / n \quad \text{----------} \quad (۱۸-۳)$$

جای است که n اشاره انعکاس از فیلم می باشد.

اگر اشعه ها r_1 و r_2 خود را قطع کنند ، به تفاوت فاز در بین شان بستگی دارد.

اگر تغییر یا تفاوت فاز صفر باشد 2π ، 4π و..... و تقاطع مثبت است. مساویانه می توان گفت که فاصله متفاوت برای تداخل مثبت صفر است. λ_n و $2\lambda_n$..... یا بطور ساده $m\lambda_n$ برای m=0,1,2..... برای تقاطع منفی تفاوت فاز عبارت π ، 3π و 5π .... و مساوات در فاصله مختلف عبارت است از $\lambda_n/2, 3\lambda_n/2, 5\lambda_n/2$ ویا $(m+\frac{1}{2})\lambda_n$ همرای m=0,1,2..... است.

ما آسان خواهد ساختیم مشکلات را به طریق که بعضی واقعات که نورمال فرض کنیم $\theta_i \approx 0$ در شکل ۳ – ۱۳ در این حالت در هماهنگی در فاصله یا در مسیر تفاوت بخاطر رفتن اشعه r_2 مستقیماً به داخل فیلم عبارت از 2d است . امکان دیگر هماهنگی مجموعه تفاوت مسیر در بین r_1 و r_2 متقابل به تفاوت مسیر از π یا مسیر $\frac{1}{2}$ طول موج است . که می تواند در انعکاس در بالای سطح جلو فیلم باشد اگر

اشاره انعکاس فیلم بزرگتر از اشاره انعکاس در وسط است که اشعه از آن سرچشمه میگیرد. و فاز متفاوت از π (تفاوت مسیر $\frac{1}{2}$ طول موج است) کـه میتواند بالای انعکاس سطح عقب فیلم باشد. اگر اشاره انعکـاس در فیلم خـورد تـر از اشـاره انعکاس در وسط سطح عقب باشد مـا اصطـلاح اینکه راجـع به جـمـع مسیر متفاوت یا تفاوت در بین مسیر r_1 و r_2 قرار ذیل است.

$$\text{تغیر فاز} \quad - \quad = 2d + \frac{1}{2}\lambda_n + \frac{1}{2}\lambda_n \quad \text{--------(۱۹ – ۳)}$$

علامت سوالیه به معنی یک یاد آوری کـه وابسته به ارتباط اشاره انعکـاس در فیلم عبـارت از مقایسه در هر طرف فیلم است ما شاید ضرورت به شامل ساختن هیچکدام از آنها و یا شاید بـه یکی از آن ها و یا هر دو پیدا میکنیم. بیائید که دو باره مثال ۳ – ۱۳ را مشاهده کنیم . که اشاره های انعکاس فیلم n بواسطه هوا احاطه شده است ما باید بیشتر نیم طول موج برای سطح جـلو اضافه کنیم به سطح عقب.

مجموعه تفاوت مسیر عبارت از $2d + \frac{1}{2}\lambda_n$است. برای تقاطع مثبت خواهد داشتیم:

$$2d + \frac{1}{2}\lambda_n = m\lambda_n \quad m = 1,2,3..... \quad \text{(حد اعظمی) --(۲۰–۳)}$$

جایست که m=0 است . بخاطریکه حالت فیزیکی آن بی معنی است. برای تقاطع منفی چنین پیروی میکنیم.

$$2d + \frac{1}{2}\lambda_n = (m + \frac{1}{2})\lambda_n \qquad m = 0,1,2..... \quad \text{(حد اصغری)} \quad (۳-۲۱)$$

چنین نتیجه میگیریم که اشاره انعکاس در فیلم بزرگتر از اشاره انعکاس در ماده است. درهر دو طرف بطور مثال یک فیلم صابون در هوا در این حالت ما داریم در معادله (۳ – ۱۹) فقط در یکی از آنها مساوات وقتی بدست می آید که اشاره انعکاس در فیلم کمتر از اشاره انعکاس در اشیا در هر دو طرف باشد. بطور مثال: یک فیلم باریک از هوا بین بشقاب شیشه ای در این حالت ما فقط دومی را از آنها در معادله (۳– ۱۹) بطور نمونه شکل (۳ – ۵) و نمونه شکل (۳ – ۴) نمایش جایست که معادله (۳ – ۲۰) و (۳ – ۲۱) بدست نمی آید.

اگر ضخامت فیلم مشخص نباشد قرار شکل ۳ - ۱۲ جایست که تقاطع مثبت فیلم در یک کنار و تقاطع منفی در کنار دیگر آن رخ میدهد. که تشدد اعظمی و اصغری و اضح است که ریشه ثابت ضخامت نامیده میشود. فضا و عرض رشته ها مربوط به نوع ضخامت نور d است. اگر نوار با نور سفید روشن ساخته شود بیشتر از نور مونوکروماتیک روشن

است. روشنی از قسمت های مختلف در فیلم تغییر داده میشود. که تقاطع مثبت و منفی بوجود می آید. این حساب برای واضح ساختن رنگ یا تشعشع رنگ که در حباب های صابون و در چربی و تری روغن دیده میشود. فقط اگر نوار باریک است ، d کمتر روشنی طول موج ممکن است در انواع مختلف رشته ها بدست آید. این رشته ها ظاهراً موضوع آن ها روی فیلم است که با هم یکجا یک ضخامت متنوع در نوار می سازند.

برای نور خیلی ضخیم می توان گفت $d \approx 1cm$ با تفاوت مسیر بین هر دو اشعه قرار شکل (۳ – ۱۳) طول موج زیاد است و تفاوت فاز در یک نکته داده شده در نوار خیلی زود تغییر میکند. وقتیکه ما حرکت میکنیم حتی یک فاصله بسیار کم از a برای نوار های باریک اگر چه تغییر فاز در ناحیه a همچنان بلند میشود. برای نزدیکی نکات یک تکه روشنی مشخص در هر نکته از نوار مانند شکل ۳ – ۱۲ نشان داده میشود که رشته های متقاطع برای هر نوار ضخیم تولید میشود.

که آنها بالای نوار هستند مگر بی نهایت هستند.

.....

مسئله نمونه ۳ – ۳ :-

مانند شکل ۳ – ۳ یک حباب صابون n=1.33 به ضخامت 320nm است. اگر آن توسط نور سفید روشن ساخته شود چه رنگ بعد از انعکاس دیده خواهد شد؟

حل:- در این سوال ما میخواهیم که طول موج را دریافت کنیم که λ در نکات مثبت رخ دهد که قرار شکل ۳ – ۲۰ برای طول موج چنین بدست می آوریم: $\lambda_n = \lambda / n$

$$\lambda = \frac{2\,dn}{m - \frac{1}{2}} = \frac{(2)(320\ nm)(1.33)}{m - \frac{1}{2}} = \frac{851\ nm}{m - \frac{1}{2}}$$

تقاطع مثبت اعظمی برای طول موج عبارت است از :

1702nm (m=1),567nm(m=2),340nm(m=3) و فقط نقطه اعظمی m=2 در ساحه دید تقریباً بین 400 و 700nm روشنی طول موج 567nm سبز و زرد دیده میشود. اجزای ترکیبی زیادی دیده میشوند . وقتیکه منعکس شوند چه رنگی از نوار عبور میکند.؟

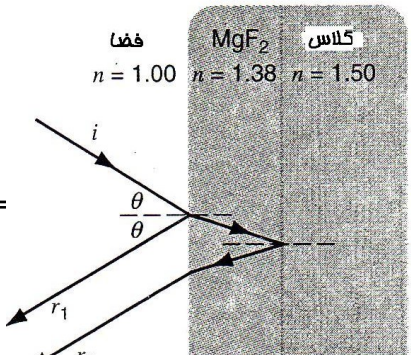
.....

مسئله نمونه ۳ – ۴ : -

عدسیه ها اقلاً همرای نوار های باریک پوش کرده میشوند که از ماده شفاف $MgF_2(n=1.38)$ برای کاهش انعکاس از سطح شیشه استفاده میشوند مانند شکل ۳ – ۱۵ چقدر ضخامت یک پوش ضرورت دارد تا انعکاس در نقطه اصغری کاهش داده در مرکز طیف نوری ($\lambda = 550nm$)؟

حل : -

فرض کنید که نور در عدسیه تقریباً به شکل نورمال برخورد میکند (پائین آورده میشود برای واضح بودن) مانند شکل ۳ – ۱۵ ما موقعیت منفی متقاطع بین اشعه r_2 و r_1 را جستجو میکنیم. معادله ۳ – ۲۱ بدست نمی آید بخاطر تغییر فاز در هر دو اشعه 180^0 است . برای هر دو اشعه از سطح جلو و عقب MgF_2 انعکاس از قسمت متوسط است که به شکل اعظمی منکسر میشود . تفاوت مسیر از معادله (۳ – ۱۹) $2d + \frac{1}{2}\lambda_n + \frac{1}{2}\lambda_n$ و موقعیت برای تقاطع منفی تفاوت مسیر $= (m+\frac{1}{2})\lambda_n$ یا $2d + \lambda_n = (m+\frac{1}{2})\lambda_n$ است.



شکل ۳ - ۱۵ : - مسئله نمونه ۳ - ۴ انعکاس ناخواسته از شیشه میتواند کم شود در طول موج انتخاب شده با پوش شیشه در فیلم با یک ضخامت کامل.

با گذاشتن $\lambda_n = \lambda / n$ و حل برای d می یابیم که:

$$d = \frac{(m - \frac{1}{2})\lambda}{2n} \qquad m = 1,2,3......$$

ما جستجو می کنیم و ضخامت اصغری برای تقاطع منفی m=1 عبارت است از :

$$d = \frac{\lambda}{4n} = \frac{550nm}{(4)(1.38)} = 100nm$$

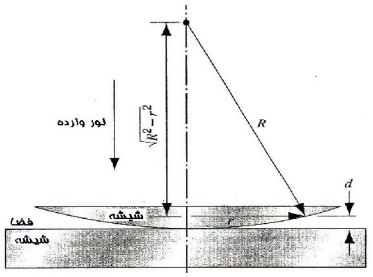
مسئله نمونه ۳ – ۵ : -

شکل ۳ – ۱۶ نشان دهنده یک عدسیه محدب است که شعاع انحنا R بطور مستقیم بالای یک شیشه ئی روشن شده از طول موج بالای.

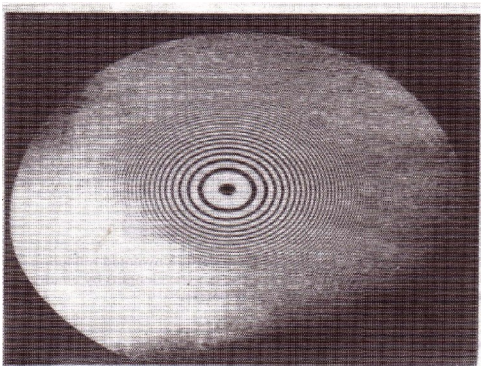
شکل ۳ - ۱۷ نشان دهنده تقاطع رشته های دورانی است که بنام حلقات نیوتن یاد میشود که ظاهراً همرای ضخامت متنوع نوار هوا در بین عدسیه و شیشه قرار دارد. شعاع تقاطع دورانی اعظمی را دریافت کنید؟

حل :-

در اینجا اشعه از سطح عقب از نوار هوایی بیشتر از سطح جلو میرود و تغییر فاز 180^0 که اولین انعکاس از قسمت متوسط و بلند تر از دیگر شاخه های انکسار است. موقعیت برای تقاطع مثبت باقی می ماند.



شکل ۳ – ۱۶ : - میئله نمونه ۳ - ۵ . دستگاه برای مشاهده حرکات حلقوی نیوتن.



شکل ۳ – ۱۷ : - تداخل دایروی حاشیه مشاهده میشود توسط دستگاه شکل ۳ – ۱۶ .

با وجود تغییر نا پذیری معادله ۳ – ۲۰ داریم که :

$$2d = (m - \frac{1}{2})\lambda$$

فرض کنید که n=1 برای فیلم فضای است . از معادله ۳ - ۱۶ میتوانیم بنویسیم که :

$$d = R - \sqrt{R^2 - r^2} = R - R\left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right]^{1/2}$$

اگر $r/R<<1$ باشد . ما توسعه خواهیم داد مربع دسته برای تئوری باینومل با در نظر داشت تیرم دوم .

$$d = R - R\left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2 + ...\right] \approx \frac{r^2}{2R}$$

جایگزین نمودن d از حالت تداخل برای r می توانیم که بنویسیم که :

$$r = \sqrt{(m - \frac{1}{2})\lambda R} \quad m = 1,2,... \quad \text{----- (اعظمی)}$$

شعاع رادیو اکتیو که مانند حلقه براق است بدست می آید ، اگر نور سفید از هر یک از اسپکتروم ها استفاده کند ، اسپکتروم تولید میکند حاشیه های کنار های دایره را.

نوت $r>0$ برای $m=0$ که عبارت از اولین حلقه براق $r>0$ می باشد ه عمولاً سیائی به وسط می باشد . طوریکه درشکل ۳ – ۱۷ نشان داده شده است، که این بررسی می تواند کـه تقویت دهد آزمایش ما را در

باره تغییر فاز ۱۸۰ درجه در انعکاس که در شکل ۳ – ۲۰ به ملاحظه میرسد.

برگشت نور و تغییر فاز در انعکاس نوری

جی جی ستوک در سال های (۱۸۱۹ الی ۱۹۰۳) انعکاس عمده نور را مورد بررسی قرار داد. برای بررسی کردن انعکاس نور با برخورد در بین دو رسانه بررسی کرد. موضوع مهم این است که از جذب نور موجود نیست اشعه نور را منعکس میشود. اشعه که منعکس شد دوباره به مسیر اصلی برگشته اگر هدایت آن به طرف عقب است، این را باید بخاطر داشت که هر سیستم میخانیکی همانطوریکه به عقب بر می آید به جلو نیز می تواند بر گردد.

به ثبوت رسیده که هیچ پراکنده گی در انرژی وجود ندارد از قبیل اصطکاک.

شکل (۳ – ۱۸a) نشان دهنده یک موج نوسان E منعکس و انکسار شده در یک سطح جداگانه رسانه ۱و۲ جایکه $n_2 > n_1$ مرکز نوسان انعکاس موج عبارت است از $r_{12}E$. که عبارت از ضریب نوسان انعکاس است. که نوسان موج عبارت از $t_{12}E$ است جایه ضریب نوسان انتقالی آن است.

علامت ضریب دلالت بر وابستگی فاز یا اجزا تقریبی انتقال می کند . اگرما فقط تغییر فـاز به O یا 180^0 و $r_{12}+0.5$ بطور مثال طوری که کاهش پراکنده گی در انعکاس به $\frac{1}{2}$ بدون تغییر در فاز برای $r_{12}=-0.5$ فاز به اندازه 180^0 تغییر میکند . بخاطریکه

$$E\sin(\omega t+180^0)=-E\sin\omega t$$

در شکل ۳ – ۱۸b $r_{12}E$ و $t_{12}E$ دلالت میکند که بصورت مستقیم برگشته اند ، اشعه $r_{12}E$ شناسائی شده شاخه مفرد در شکل که تولید پراکنده گی و $r_{12}{}^2E$ و $r_{12}t_{12}E$ کـه منـکسره ومنعکس نوسان است. که اشعه $t_{12}E$ با سه خط عمودی شناسائی شده که منکسره و منعکسه اشعه های $t_{12}t_{21}E$ و $t_{12}r_{21}E$ r_{12} مـــی باشد. r_{12} توضیح دهنده یک اشعه متوسط کــه از متوسط دوم منعکس میشود. و t_{21} توضیح دهنده یک اشعه دو که از متوسط یا واسطه اولــی منعکس میشود. t_{12} مساویانه توضیح دهنده اشعه ایست که سطح اولی به سطح دومـی عبـور میکند. t_{21} نشان دهنده اشعه است از سطح دومی به سطح اولی عبور میکند.
اساساً در برگشت یا انعکاس باید که اضافه کرد که دو اشعه از طرف چپ بالای شـکـل ۳ – ۱۸b باید که مساوی باشد به اشعه های بوجود آمده

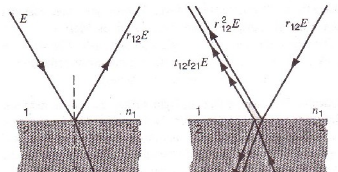
در شکل ۱۸a – ۳ که برگشت دو اشعه کـــه در قسمت پائین و چپ ۳ - ۱۸ باید که لغو شوند. همچنان در شکل دومی نیز داریم که:

$$r_{12}t_{12}E + t_{12}r_{21}E = o$$

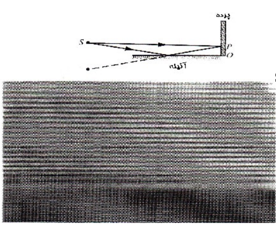
یـــا

$$r_{12} = -r_{21}$$

این نتیجه به ما میگوید که اگر ما دو موج منعکسه را مقایسه کنیم، از سطح اولی با انعکاس در سطح دومی آنها تغییرات دارد کـه در یکی از آنها فـاز به انـدازه 180^0 تغییر میکند. تحقیق نشان داده که اشعه منعکسه از نور متراکم در سطح اجــازه داده میشود از تغییر فاز به 180^0.



شکل ۳ - ۱۸ : - (الف) اشعه A منعکس شده و انکسار شده در یک تقاطع. (ب) که نور منعکس در این وضعیت که دو اشعه طرف پائین باید که لغو شوند.



شکل ۳ - ۱۹ : - (الف) تجربه برای آئینه های لوید.
حاشیه ظاهر میشود بین راسته و منعکسه مانند
شائین ترازو . (ب) حاشیه ها مشاهده میشوند در
تجربه آئینه لوید.

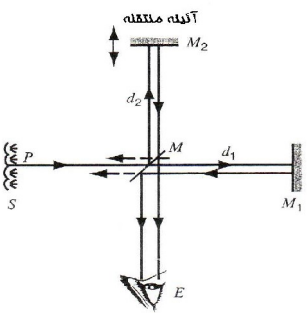
۳ - ۶ تداخل سنج مایکل سن

دستگاه اندازه گیری مایکل سن جهت اندازه گیری طولها و تغییرات در طولها که با دقت مـی توانیم ذریعه آن اندازه گیری نمایم. که در اصل نمونه را کـه بـوسیله A.A .Michelson در سال 1881 ساخته شد اینطور تعریف کرده میتوانیم: نور را در نظر بگیرید کـه منبع گسترده S را ترک می نماید، و بالای نقطه P می افتد و آئینه نیمه جیره (خاکستری) M را کـه بعـضاً بنام تقسیم کننده اشعه یاد میشود این آئینه دارای ضخامت لازم یک پوش جیره ای است که نور پخش می نماید و نیم واقع نور را منعکس می نماید. به دو موج یکی تعقیب می نماید بـا انتقال از فاصله d_1 بطرف آئینه M_1 و دیگری تعقیب می نماید با انعکاس از فـاصـله d_2 بطرف M_2 امواجی که منعکس می شوند در هر یک از آئینه ها و دوباره باز فرستاده میشوند بـه امتداد و استقامت

های وقوع شان داخل میشوند. به علت اینکه این امواج منسجم هستند در نهایت هـر کدام از اینها به چشم E داخل میشوند و از عین نقطه منبع که تداخل نموده اند مشتق میشوند. چشم مثل حلقات نیوتن دوره های حلقوی نمونه تداخل را می بیند (شکل۳ – ۱۷).

به علت اینکه شعاعات دو نور مسیر های مختلف بین M ، M_1 و M_2 را می پیمایند تداخل بوجود می آید. که هر شعاع مسیر بعدی خود را دوباره می پیماید بنا براین وقتیکه شعـاع هـا دوباره یکجا میشوند اختلاف مسیر شان $2(d_2 - d_1)$ می باشد.

حرکت دادن آئینه M_2 به اختلاف مسیر میتواند تغییر نماید طوریکه زیاد میشود با میزان کردن نور سنج بسیار حساس همچنان طوریکه M_2 حرکت داده میشود کلان شدن یا کـوچک شدن دوره های حلقوی به مشاهده میرسد که این خود بستگی به استقامت و بعد M_2 دارد بـا ظـاهر شدن حلقات در مرکز نمونه تداخل و بزرگ شدن آن بطرف بیرون و یا حلقات کلانتر و یا کوچک شدن در هم شکسته گشته و ناپدید میشوند در مرکز نمونه تداخل.



شکل ۳ - ۲۰ : - تداخل سنج مایکل سن نشان میدهـــد مسیر یک شعاع را که سر چشمه میگیرد از جسم p که توسعه می یابد به منبع S. همان شعـاع

از p شکاف میکند M را ، دو شعاع منعکس
میشوند از آئینه های M_1 و M_2 و بعد از آن
یکجا میشوند در M . آئینه M_2 میتواند که
مسیر خود را در بین دو آئینه یکجا شده تغییر دهد.

در مرکز حلقه های نمونه در حال تبادله هستند از روشنی به تاریکی و از تاریکی به تاریکی و دوباره به روشنی با یک طول موج متفاوت مسیر بین دو شعاع باید تغییر داده شود که به این معنی و مفهوم است که آئینه M_2 در بین یک مسافه $\frac{1}{2}\lambda$ حرکت مینماید.

جهت اندازه گیری کردن تغییرات در طول از تداخل سنج استفاده میشود که آنهم تداخل که عبور می نماید میدان دید را بر اساس حرکت دادن آئینه عمل می نماید.

.....

مسئله نمونه ۳ – ۶ : -

نور زرد $\lambda = 589.00nm$ روشن یا منور می سازد تداخل سنج مایکلسن را.

چقدر حاشیه ها یا نوار های روشن حساب خواهد شد مانند اینکه آئینه به طرف $1.0000cm$ حرکت کند؟

حل : - هر یک از نوار ها و یا حاشیه ها مربوط به یک حرکت آئینه نصف طـول موج اند.

تعداد نوار ها بدین گونه یکسان است مانند نصف تعداد طول مـوج ها در $1.0000cm$ و یا

$$\frac{1.0000X10^{-2}m}{\frac{1}{2}(589.00X10^{-9}m)}=33.956$$

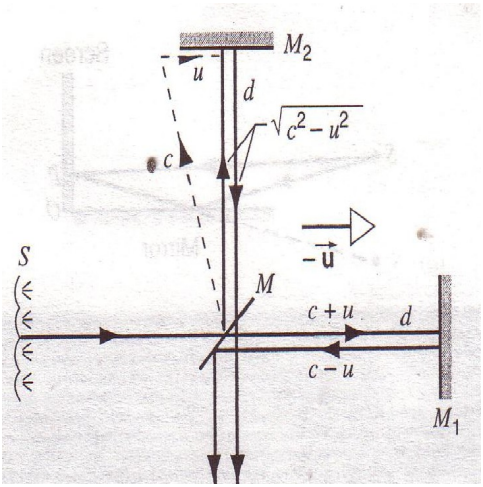
تداخل سنج مایکل سن و انتشار نور

در بخش ۲۰ ما تقدیم نمودیم فرضیه های انشتین را و حالا دقیق باز بینی میکنیم که در خلا های خالی سرعت نور مشابه به سرعتC بوده ولی مهم نیست که ســـرعت نور مـــربوط از منابع مشاهده کننده باشد.

این خواص فزیکی مغایرت دارد از نظریات قرن ۱۹ در زمینه موجی بودن مروج اســت. این برای فیزیکدان مشکل بوده تا خواص فزیکی را تجربه کند قسمیکه آنها در فـــزیک قـدیـمی و کلاسیک آن زمان عقیده داشتن که موج یک بخش و یا واسطه می باشد.

اگر چنین واسطه تاسیس شود سرعت نور و روشنائی طبیعی بوده نظر به سرعت که داده شده به آن واسطه تنها سرعت صدا ترجیح داده میشود به یک واسطه مانند هوا. گرچه هیچ مدیم بـرای ترویج نور و یا روشنائی

وجود نداشته .در سال ۱۸۸۱ – ۲۴ سال قبل از فرضیه انشتین مـــایکل سن نشست تا که بازبینی کند موجودیت فزیک مستقیم را از اثر بخصوص مایکل سن کــه بعداً توسط مورلی سرعت نور اندازه شد.



شکل ۳ – ۲۱ : - اثر ساطع شده همراه با سرعت $\vec{U}$ مستقیم تداخل سنج مایکل سن سرعت را مبتنی بر فرضیه غلط اثر هسته نشان داده است.

مرتبط های روی قدیمی که به یک شخص که میداند قایق به یک مصافه d پائین رود و به یک فاصله مثبت به بالا رود ، مرتبط دوم که میداند قایق به مصافه d از مقـابل آن عبور میکند.

مبتنی بر فرضیه سرعت روشنی نـــور در مسیر MM_2 عبارت از c است . و M_1M در وقت برگشت $C-U$ است. و وقت لازمه برای تکمیل این فرضیه عبارت است از:

$$t_1 = \frac{d}{c+u} + \frac{d}{c-u} = d\,\frac{2c}{c^2-u^2} = \frac{2d}{c}\,\frac{1}{1-(u/c)^2}$$

سرعت نور بر اساس فرضیه فضا برای مسیر MM_2 که $\sqrt{c^2-u^2}$ میشود ، مبنا قرار داده شده . همانطوریکه شکل ۳ – ۲۱ نشان میدهد برای مسیر انعکاس M_2M این عینیت سرعت را نگـاه میدارد ، بنا بر این زمان لازم برای این مسیر کامل میشود .

$$t_2 = \frac{2d}{\sqrt{c^2-u^2}} = \frac{2d}{c}\,\frac{1}{\sqrt{1-(u/c)^2}}.$$

تفاوت زمان برای این دو مسیر چنین میشود.

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

$$= \frac{2d}{c}\left\{\left[1-\left(\frac{u}{c}\right)^2\right]^{-1} - \left[1-\left(\frac{u}{c}\right)^2\right]^{-1/2}\right\}.$$

فرض میشود که $u/c<<1$ ، ما می توانیم که کمیت را بزرگ نمائیم در قوس مربع با استفاده کردن از فورمول بینوم و در نتیجه می یابیم که :

$$\Delta t = \frac{2d}{c}\left\{\left[1+\left(\frac{u}{c}\right)^2+.....\right] - \left[1+\frac{1}{2}\left(\frac{u}{c}\right)^2+.....\right]\right\}$$

$$= \frac{2d}{c}\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{u}{c}\right)^2\right\} = \frac{du^2}{c^3} \quad \text{---------- (۲۲ – ۳)}$$

حال اجازه بدهید که تداخل سنج ۹۰ درجه چرخانده شود . این تبادله می نماید نقش های دو مسیر نور را و اکنون MM_1M جریان چلیپا t و

MM_2M همرای جـریان رود خانه ، اختلاف زمانی که دو موج که به چشم داخل نمی شود نیز در در نظر گرفته شده است.

تفاوت فاز بین امواج یکجا شده را تغییر میدهد و اصطلاح می نماید موقعیت های بیشتر تـداخل را همانطوریکه اگر چرخانده میشود، آزمایش در بر گیرنده نگاه کردن به یک دگرگونی دوره های تداخل. $2\Delta t$ تبدیل تفاوت زمانی است که تفاوت فاز را می رساند $\Delta\phi = \omega(2\Delta t)$ از آنجائیکـه $\omega(= 2\pi c/\lambda$ فرکانس ناموزون نور موج میباشد، پیشترین دگرگونی پیش بینی شده در تعـداد دوره ها ۹۰ درجه چرخش مساوی است با:

$$\Delta N = \frac{\Delta\phi}{2\pi} = \frac{\omega(2\Delta t)}{2\pi} = \frac{2c\Delta t}{\lambda} = \frac{2d}{\lambda}\left(\frac{u}{c}\right)^2 \quad \text{-------- } (۲۳-۳)$$

از آنجایکه ما معادله ۳ – ۲۲ را برای Δt استفاده نموده ایم.

در تداخل سنج مایکل سن – مورلی اجازه دهید d=11m (که با ضرب کردن انعکاس در تداخل سنج تعیین میشود.) $\lambda = 5.9X10^{-7}\,m$.

اگر u و طور تخمینی سرعت اوربیتال زمین فرض شود پس $u/c \approx 10^{-4}$ پس بیشترین دوره که پیش بینی میشود که تغییر نماید وقتی است که تداخل سنج در ۹۰ درجه چـــرخانده میشود.

$$\Delta N = \frac{2d}{\lambda}\left(\frac{u}{c}\right)^2 = \frac{(2)(11m)}{5.9X10^{-7}\,m}(10^{-4})^2 = 0.4$$

حتی اگر دگرگونی فقط به اندازه 0.4 دور دهد پیش بینی میشود . مایکل سن و مورلی مطمئن بودند که آنها دگرگونی را به اندازه 0.01 دور را میتوانند مشاهده نمایند، به هر صورت آنها در آزمایشات خود کدام دور محسوس و قابل ملاحظه را نیافتند.

به نظر میرسد واقعه که در سال ۱۸۸۱ به ارتباط مقایسه بین موج نور که در فضا فرض شده بود و قایقی که در آب حرکت می نماید بطور ساده نادرست است. وقتیکه تجزیه و تحلیل بـر اساس فرضیات انشتین انجام شد نتایج که مشاهده گردید بطور آشکار پیش بینی نمود که این سرعت نور است که در تمام مسیر ها موجود می باشد. حرکت خورشید بدور زمین و چرخش تـداخـل سنج از دیدگاه انشتین که سرعت موج نور در تداخل سنج هر آنچه بـاشد هیچ تاثیر نـــدارد.

باید خاطر نشان ساخت که روی هم رفته آزمایشات انشتین هیچ نتیجه را بر آزمایشات مــایکل سن و مورلی نداشت.

.....

.....

سوالات چند گزینه ای

۳ - ۱ تداخل دو منبع

۳ – ۲ تداخل دو شکاف

۱ :- تفکیک انشعاب d برای تداخل که حد اقل غیر از ماگزیمم مرکزی یک ماگزیمم تولید نماید چیست ؟

(A) $d \geq 5\lambda$ (B) $d \geq 3\lambda$ (C) $d \geq \lambda$ (D)

(D) $d \geq \lambda/3$ مینیمم وجود ندارد.

۲ :- مگزیمم انشعاب تفکیک d که واحد های تداخل می تواند تفکیک شود چیست ؟

(A) ماکزیمم وجود ندارد.

(B) $d \leq 5\lambda$ (C) $d \leq 3\lambda$ (D) $d \leq \lambda$ س

(E) $d \leq \lambda/3$

۳ :- در شکل ۳ – ۵ یک دستگاه دو شکافه ترتیب داده شده است برای تشکیل نمونه تـداخل از چراغ سبز استفاده صورت گرفته است چراغ سبز بعداً جانشین چراغ سـرخ میشود کـدام یک از تغییرات ذیل

اجازه خواهد داد تا فاصله بین نوار های روشن ثابت مانده با تغییر دادن رنگ نور چراغ بالای صفحه مورد تاثیر قرار نگیرد.

(A) زیاد میشود . (B) کم میشود. (C) ثابت می ماند.

(D) بستگی دارد که کدام انشعاب پوشانده شود.

۴ :- فرض نماید که یک فلتر جای داده شده است بالای یکی از شکاف ها در شکل ۳ – ۳ تا از عبور نور جلوگیری نماید.

(a) شدت نور در موقعیت ماگزیمم چه خواهد شد در شکل ۳ - ۴ ؟

(A) شدت نور زیاد میشود. (B) شدت نور کم میشود.

(C) به شدت تغییری وارد نمی شود. (D) بستگی به آن دارد که کدام شکاف بسته شده است.

(b) شدت نور در موقعیت اولین مینیمم چی خواهد شد ؟

(A) شدت نور زیاد میشود.

(B) شدت آن کم میشود.

(C) به شدت نور تغییری وارد نمیشود.

(D) بستگی دارد که کدام شکاف پوشانیده شده است.

(c) به شدت نور در موقعیت اولین ماگزیمم پهلوی ماگزیمم مرکزی چه واقع خواهد شد؟

(A) شدت نور زیاد میشود. (B) شدت نور کم میشود.

(c) شدت نور ثابت می ماند. (D)بستگی دارد که کدام شکاف پوشانیده شده است.

۵ :- از دستگاه دو شکاف جهت نظارت و مشاهده یک نمونه بروی یک پرده انداخته شده است استفاده میشود در صورتیکه منبع نور بی جای حرکت داده شود بطرف شکاف های دو با سرعت ثابت چی چیزی بروی صفحه مشاهده خواهد شد؟

(A) تداخل نمونه بدون تغییر خواهد ماند.

(B) دور های دور از یگدیگر حرکت خواهدکرد به طرف یک فاصله جدید معین.

(C) دور های نزدیکتر و یکجا با هم حرکت خواهد کرد بطرف یک فاصله جدید معین.

(D) دور های به حرکت به خود را دور تر و دورتر از یگدیگر ادامه خواهد داد همانطورکه منبع آمده میشود.

۶ :- یک معلم فزیک یک ورق نازک از مواد شفاف با ضریب شکست فقط یک کمی بزرگتر از هوا را بالای یکی از شکاف های در یک نمایش دو شکاف داخل نمود تداخل نمونه بالای صفحه نمایش چه خواهد شد ؟

(A) تغییری نخواهد آمد.

(B) دورها پخش خواهد شد دورتر از یگدیگر

(C) دور ها حرکت خواهد کرد نزدیک بر یکدیگر

(D) موقعیت خود را دورها عوض خواهد کرد لیکن از نظر جا تغییر نخواهد کرد.

۷ :- یک معلم فزیک یک ورق نازک از مواد شفاف با ضریب شکست فقط یک کم زیاد بزرگتر از هوا را بالای هر دو شکاف در یک نمایش دو شکاف داخل نمود چه چیزی مشاهده خواهد شد با نمونه تداخل بالای صفحه؟

(A) تغییری نخواهد آمد.

(B) دورها پخش خواهد شد دورتر از یگدیگر.

(C) دور ها حرکت خواهد کرد نزدیک بر یگدیگر .

(D) موقعیت خود را دور ها عوض خواهد کرد لیکن از نظر جا تغییری نخواهد آمد.

۸ :- دو منبع نور مونوکروماتیک که بطور نزدیک به یگدیکر در کنار هم قرار گرفته اند از یک تداخل نمونه معین را بالای صفحه نمایش بوجود آوردند بعداً از فرکانس یک از منابع کم میشود در نتبجه چی خواهد شد به نمونه تداخل؟

(A) نمونه بطور کامل ناپدید میشود.

(B) فاصله بندی دور ها زیاد خواهد شد.

(C) دور ها بطرف راست یا چپ بدل خواهد شد لیکن فاصله نوری ثابت خواهد ماند.

(D) فاصله بندی دور ها کم خواهد شد.

۹ :- معادله ۳ – ۴ برای زوایای کوچک یک تخمین است در این تخمین فاصله بین مگزیمم های مجاور ثابت است که با Δy نشان داده میشود در واقع فاصله بین مگزیمم های مجاور:

(A) کوچکتر است از Δy با زیاد شدن θ حتی کوچکتر میشود.

(B) کوچکتر است از Δy لاکن با زیاد شدن θ کلانتر میشود.

(C) کلانتر است از Δy لیکن با زیاد شدن θ کوچکتر میشود.

(D) کلانتر است از Δy لیکن با زیاد شدن θ حتی کلانتر میشود.

۳ -۳ ارتباط چسبیده گی (کوهرنس)

۱۰ :- در صورتیکه منطقی در نظر گرفته شود یکی از عواملی ذیل برای دو شعاع نور باید همانند باشد .

(A) فریکونسی (B) طول موج (C) سرعت (D) فاز موج

(E) دامنه موج

۳ - ۴ شدت در تداخل دو شکاف

۱۱ :- برای ساعت تیری یک شاگرد یک آزمایش سه شکافه تداخل را اجرا کرد اگر نور از هر یک از سه شکاف به فاز ماگزیمم مرکزی برسد شدت I در مقایسه با شدت I_0 از یک شکاف چطـور خواهد بود؟

(A) $I = I_0$ (B) $I = 3I_0$ (C) $I = 6I_0$

(D) $I = 9I_0$

۱۲ :- سه اشعه نوری با شدت مساوی و منسجم بروی یک صفحه به یک نقطه P میرسد تا بوجود بیآورد یک مینیم تداخل با شدت وصفی اگر یکی از دو اشعه بسته شود شدت نــور در نقطه P ، I_0 خواهد بود در صورتیکه یکی از اشعه ها بسته شود شدت نور در نقطه P چی خواهد بود؟

(A) 0 (B) $I_1/2$ (C) I_1 (D) $2I_1$ (E) $4I_1$

۳ – ۵ تداخل در فلم نازک

۱۳ :- اشعه نور واقع است بالای فیلم نازک دو عدد اشعه منعکس شده نشان داده شده است و همچنان دو اشعه فرستاده شده نیز نمایش داده شده در شکل ۳ - ۲۲ :

(a) فرض نماید که شعاع های a و b را که به علت تفـاوت ضـریب هـای شکست مـورد دستخوش یک تغییر فاز قرار دارد کدام یک از ترتیب مناسب ضریب های انکسار خواهد بـود؟

$n_1 > n_2 > n_3$ (A) $n_2 > n_3 > n_1$ (B)

$n_3 > n_2 > n_1$ (C) $n_3 > n_1 > n_2$ (D)

(E) هیچ یک از این ها تغییرات خاص فاز واقع خواهد شد.

(a) فرص نماید که فاز های a و c را که بعلت تفاوت ضریب های شکست مورد دستخوش یک تغییر فاز قرار داشته کدام یک ترکیب مناسب ضریب های انکسار خواهد بود؟

$n_1 > n_2 > n_3$ (A) $n_2 > n_3 > n_1$ (B)

$n_3 > n_2 > n_1$ (C) $n_3 > n_1 > n_2$ (D)

(E) هیچ یک از این تغییرات خاص در فاز واقع نخواهد شد .

(c) فرض نماید که فاز های a و d را که به علت ضریب های انکسار مورد دستخوش یک تغییر فاز قرار داشته کدام یک از ترتیب مناسب ضریب های انکسار خواهد بود؟

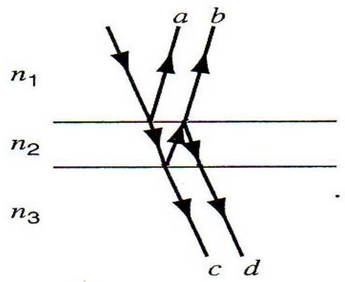
$n_1 > n_2 > n_3$ (A) $n_2 > n_3 > n_1$ (B)

$n_3 > n_2 > n_1$ (C) $n_3 > n_1 > n_2$ (D)

(E) هیچ یک از اینها تغییرات خاص واقع نخواهد شد .

(d) فرض نماید فاز های را که بعلت ضریب های انکسار مورد دستخوش یک تغییر فاز قرار داشته که:

(A) $n_1 > n_2 > n_3$ (B) $n_2 > n_3 > n_1$ (C) $n_3 > n_2 > n_1$ (D) $n_3 > n_1 > n_2$



شکل ۳ ـ ۲۲ :- سوال چند گزینه ای ۱۳

۱۴ :- وقتیکه به دریچه شیشه ای کامره عکاسی نگاه میکنیم چرا بر اثر تداخل فیلم نازک نگاه میکنیم ؟

(A) تداخل در فیلم های ضخیم واقع نمی شود.

(B) دور ها بسیار کم نور و مبهم هستند.

(C) دورها در یک فاصله دور از یگدیگر واقع هستند.

(D) دور های روشن در تاریک واقع و مبهم روی همدیگر قرار دارند.

۱۵ :- اشعه $\lambda = 550nm$ به سطح فیلم نازک طور نورمال وارد میشود. تمام نور انتقال داده شده و انعکاس نه می نماید. و اشعه دوم طول موج نور λ با یک فیلم نازک و بسیار کوچک به سطح نورمال تصادم می نماید. که همچنین همه نور ها انتقال یافته و هیچ نوری انعکاس نمی نماید. ما در رابطه به λ می توانیم بنویسیم که:

(A) $\lambda > 550nm$ (B) $\lambda = 550nm$ (C) $\lambda < 550nm$

(D) هیچ چیز بدون شناخت شاخص تفرق گوناگون جایگزین این مسئله شده نمی تواند.

//////////////////////////////

سوالات

۱ :- در تجربه یانگ . تجربه تداخل و یا تجربه انکسار هر دو یکی اند ؟

۲ :- در تجربه تداخل دو شکافه یانگ با استفاده از منبع نور لابراتواری تک رنگ ، چرا پرده A در شکل ۳ - ۷ ضروری است ؟ اکر منبع نور یک شی لیزری است ، پرده A ضروری نیست چرا ؟

۳ :- چی تغییراتی اگر اتفاق بی افتد در حاشیه تداخل که دستگاه در شکل ۳ – ۵ به زیر آب قرار بگیرد ؟

۴ :- آیا شما اثرات تداخل را که در امواج صوتی اتفاق می افتد انجام داده اید ؟ اظهار بدارید که امواج صوتی عرضی هستند و یا طولی ؟

۵ :- ناممکن است که اثرات تداخل را بین نور و دو سودیم لامپ بخار نشان داد . مگر شما می توانید که اثرات تداخل را بین دو صدا از دو بلند گو که آنها جدا شده اند تـوسط نوسان نشان دهید . این موضوع را بیان نماید که چرا ؟

۶ :- اگر بین موجهای نور با فرکانس های مختلف امکان و جود داشته باشد ضربات و تصـادفات نور باید که مشاهده شود همانند ضربات صدا که اجرا میگردد، از دو منبع صدا با یک فـرکانس کم و متفاوت مورد بحث قرار دهید که چطور امکان دارد به آن نگـاه کـــرد به چه امکان ؟

۷ :- چرا شکافهای موازی داده میشود به مسامات کوچکتر که یانگ به تجربه خود برای نمایش تداخل استفاده نمود؟

۸ :- آیا کوهرنت بودن در انعکاس و انکسار مهم است ؟

۹ :- توضیح دهید که در شکل ۳ – ۵ بالای تصویر C شدت نور نمونه را در صـــورتیکه یکی از سوراخ ها پوشانیده شود به همرای یک فلتر سرخ و دیگری با فلتر آبی واقع نور هم سفید باشد توضیح دهید؟

۱۰ :- در شکل ۳ – ۵ اگر یکی از شکاف ها بسته شود چه تغییرات بوجود خواهد آمـد به شدت نور در مرکز تصویر؟

۱۱ :- ما بطور دوام دار شستشوئی میشویم با انرژی تابش الکترو مغناطیسی اگر از آفتاب، رادیو و سگنال های و تلویزیون پخش میشود و همچنان ستاره گـان و دیگر اجسام سماوی چـرا در این امواج دخالت میکند به همرای یگدیگر؟

۱۲ :- برای محاسبه کردن و قرار دادن جوره از امواج ، چی وقت باید که شما اضافه کنید شدت و یا امپلیتود را؟

۱۳ :- در تجربه دو شکاف یانگ فرض نماید که تصویر A در شکـل ۳ – ۷ که شامل دو شکاف نازک و موازی بجای شکاف می باشد.

(الف) نشان دهید که فاصله بین این شکاف ها بطور مناسب انتخاب شده باشد تداخل دورهـای می توانند که ناپدید گردد.

(ب) در تحت این شرایط آیا می توانید بنامید که اشعه ها ظاهر میشود از شکاف های S_1 و S_2 در تصویر جسم B که آنها تداخل دوره ها را نمی سازند.

(ج) در صورتیکه عرض یک شکاف در تصویر A تدریجاً P زیاد میشود به تداخل دوره ها چه واقع میشود موضوع را مورد بحث قرار دهید.

۱۴ :- این بیانیه را حمایت نماید شکل 3 – 8a که ساین و یا کوساین موج. لیکن شکل ۳ – ۸b در واقع نباشد یا نمی باشد شما می توانید که تعین نماید یک فرکانس واحـد را به منحنی در شکل ۸b – ۳ P چرا شد ؟

۱۵ :- اکثریت مایان آشنا هستیم با چرخ دادن و نوسان کردن آنتن های که تولید می نماید چرخش را و یا نوسان تابش های ریز موج اشعه ها . همچنین این امکان وجود دارد تا تولید نوسان اشعه تابش موج های ریز را نماید. بدون کدام حرکت میکانیکی از رساندن آنتن این عمل شدنی است با تغییرات پی در پی فاز تابش همانطور در بخش های فرستنده های مختلف آنتن فرستنده ظاهر میشود. خود را قانع کنید که البته تداخل سازنده از بخش های مختلف یک آنتن عیار شده یک اشعه نوسان کنند ریز موج در واقع تولید میشود.

۱۶ :- چی چیز باعث اهتزاز دریافت صدا رادیو میشود .وقتیکه یک طیاره بالای آن پرواز نماید؟

۱۷ :- آیا این امکان وجود دارد که بین منابع نورکوهرنت وجود داشته باشد در صورتیکه آنها از طول موجهای مختلف نور را صادر نمایند؟

۱۸ :- یک موتر چراغ های پیشرویش را به کنار مزرعه می اندازد چرا در ناحیه که نور دو اشعه روی هم قرار میگیرد دور های تداخل بوجود می آید ؟

۱۹ :- فرض کنید که یک پوشه یا فیلم با ضریب انکسار بزرگتر از شیشه روی شکل ۳ – ۱۵ قرار گرفته است، آیا میتواند که هنوز حالت غیر انعکاس را داشته باشد . اگر چنین شود چه فرقی را پوشه با پرده ایجاد خواهد کرد؟

۲۰ :- وقتیکه نور منتقله به نظر میرسد یا دیده میشود نیاز ها و ضروریات برای شـدت اعـظمی چیست؟

۲۱ :- برای نمایش اثرات تداخل یا مداخله گر یک فیلم یا پرده حباب صابونی و یک لـکه چرب چرا باید کم ضخامت و نازک باشد ؟ چطور باید که نازک باشند یعنی چه قسم زیاد یا متوسط و یا کم؟

۲۲ :- چرا عدسیه های پوش شده (شکل ۳ – ۴ را ببینید) توسط شعاع منعکسه بنفش به نظر میرسد ؟

۲۳ :- کلکین عادی معمولاً از سطح داخلی و خارجی خود شعاع منعکس میسازد چـرا مـا اثرات تداخل یا دخالت کننده را نمی بینیم ؟

۲۴ :- اگر شما برای پاک کردن عینک تان آنرا مرطوب می سازید خواهی گفت که بعد از آنکـه آب آن تبخیر میگردد عینک برای یک مدت کوتاه حالت انعکاسی یا انعکاس دهنده بخـــود میگیرد توضیح دهید که چرا ؟

۲۵ :- یک عدسیه برای کاهش انعکاس پوش شده است مانند مسئله نمونه ۳ – ۴ برای انرژی که قبلاً منعکس شده چی اتفاق می افتد ؟ آیا پوش کاملاً شعاع مذکور که قبلاً منعـکس شـد جذب خواهد کرد ؟

۲۶ :- در مورد اشیا ذیل که انواع رنگ را بعد از قرار گرفتن در مقابل شعاع آفتاب تولید میکنند فکر کنید : ۱ : حباب های صابونی

۲ : گلبرک لاله ای یا سرخ ۳ : سطـح داخـلی یـک صـدف

۴ : سطح صیقلی نازک و چرب ۵ : پوش غیر منعکسه یا کدر در روی عدسیه کامره ، چرم دم پرنده طاوس، انواع رنگ توسط همه اجسام فوق نمایش داده میشود اما یکی از اشیا فوق پدیده تداخلی یا مداخله گر بدون شاملیت کدام نوع رنگ است کدام یک استثنا است؟ چـرا دیگران رنگی به نظر میرسند؟

۲۷ :- یک پرده صابونی با یک پرده صیقلی بالای یـک حـلقه سیمی نگهداری میشود قسمت از سطح یا پرده مذکور توسط شعاع منعکسه سیاه به نظر میرسد. و از طرف دیگر یک فیلم یا پرده نازکی روی آب شناور است. قسمت های نازک این پرده برخلاف پرده اولـی روشن بنظر میرسد این پدیده را توضیح دهید؟

۲۸ :- تغییرات بسیار کوچک زاویه ورودی برای پرده های نازک حالت های تداخل را زیاد تغییر نمی دهد اما در پرده های ضخیم برعکس می باشد چرا؟

۲۹ :- یک سطح نوری قطعه از شیشه میباشد ، که زمینه هموار برای شکست کوچک یک طـول موج بوده است چطور سطح مذکور برای ثابت کردن همواری قطعه شیشه چطور استعمال خواهد شد.

۳۰ :- در یک آزمایش و تجربه حلقه های نیوتن، آیا لکه مرکزی بعد از انعـکـاس سـیاه دیــده میشوند یا سفید ؟ توضیح دهید.

۳۱ :- با در نظر داشت تغییر فاز در سطح میانی بین محیط شفاف بالای انعکاس آیا می توانید بگوید که تغییر فاز o یا π ممکن است یا خیر ؟ آیا می توانید بگوید که تغییر مکان فاز را دقیقاً میتوان با استفاده از قانون ماکسول محاسبه نمود یا خیر؟

۳۲ :- مشخصه های یک آنتین رادار حساس منحیث یک آخذه امواج رادیوی شناخته شده به ارتباط مشخصه های آن مستقیماً منحیث یک ناقل یا ترانسمتر باشد چی می توان گفت؟

۳۳ :- یک فرد در یک اطاق تاریک قرار دارد و از میان پنجره بیرون را می بیند که یک مرد در مقابل شعاع قرار دارد شخص دوم شخص اولی را دیده نمی تواند آیا این یک نقیصه از قاعده برگشت یا انعکاس نور است ؟ فرض کنید که هیچ مجذوبیت نوری وجود ندارد.

۳۴ :- چرا چرخاندن انترفرومتر در تجربه مایکل سن – مورلی ضروری و حتمی است ؟

۳۵ :- تغییر نهائی منفی آزمایش یا تجربه مشیل – سان – مورلی که توسط نظریه نسبی انشتین تعبیر و تفسیر میگردد چطور است؟

۳۶ :- اگر طول آئینه متحرک انترفرومتر مایکل سن خیلی بزرگ شود یا تغییر کند یا اینکه به آئینه ساکن برسد (شکل ۳ – ۲۰ را ببینید) فرضاً بیشتر از یک متر حاشیه ها شروع به ناپدید شدن میکنند توضیح دهید که چرا ؟ عدسیه ها این دامنه را وسعت می بخشد؟

۳۷ :- چطور می توانید یک انتروفرومتر مایکل سن را برای اندازه طول امواج صوتی بکار ببرید؟ در مورد فوق با انتروفرومتر نوری بحث کنید.

////////////////////////////////

تمرینات

۳ - ۱ تداخل دو منبع

۳ - ۲ تداخل دو شکاف

۱:- شعاع مونوکروماتیک سبز با طول موج 554nm شکاف های موازی و باریک که به فاصله $7.7\mu m$ از هم قرار دارند را روشن میکند ، موقعیت زاویه یی نوار روشن مرتبه سوم را

الف : بر حسب رادیان ب : بر حسب درجه محاسبه کنید.

۲ :- شعاع مونوکروماتیک دو شکاف را به فاصله تقریباً d منور می سازد حد اعظمی اول در موقعیت زاویه مانند ۱۵ درجه عیار شده به چی

فیصدی باید d افزایش یا کاهش یابد تا حد اعظمی دومی در جای ۱۵ درجه عیار شود.

۳ :- یک آزمایش دو شکاف توسط شعاع آبی و سبز به طول موج ۵۱۲ نانو متر انجام شد شکاف ها 1.2mm می باشد . اگر فاصله صفحه از شکاف ها 5.4m باشد در چه فاصله نوار به روی پرده خواهد شد؟

۴ :- فاصله شکاف را در یک سیستم دو شکافه که مولد حاشیه تداخلی روشن است بدست آورید فرض کنید که طول موج 592nm باشد .

۵ :- یک سیستم دو شکاف در برابر مولد حاشیه تداخلی برای شعاع سودیم به طول موج 589nm که 0.23 درجه است می باشد . برای کدام طول موج فاصله زاویوی شکل از ۱۰ فیصد بزرگتر باشد ؟ فرض کنید که زاویه θ کوچک است.

۶ :- یک سیستم دو شکاف دو برابر مولد حاشیه تداخلی برای شعاع سودیم به طول موج 589nm که ۰.۲۰ است می باشد و فاصله حاشیه زاویوی شکل چند است در صورتیکه سیستم داخلی به آب n=1.33 داخل گردد.

7 :- در یک آزمایش دو شکافه فاصله بین شکاف ها 5.22mm است و شکاف ها 1.36m از پرده فاصله دارند. دو منظره تداخلی در صفحه دیده شده میتواند اول به خاطر شعاع با طول موج 480nm و دوم با

شعاع به طول موج 612nm فاصله بین صفحه حاشیه تداخلی طبقه سوم را بدست آورید؟

۸ :- در یک آزمایش یا تجربه تداخلی در یک تانکر مرتعش بزرگ (شکل ۳ – ۲ را مشاهده کنید) ارتباط منابع مرتعش به 120nm نصب شده است، فاصله اعظمی ما بین آنها که 180nm دور می باشد اگر سرعت تکان 25cm/s باشد فریکونسی منابع مرتعش را بدست آورید

۹ :- اگر فاصله حد اقل اول و دهم یک زینه شکاف ها دو چند 18mm فاصله خودشان و صفحه به ترتیب 0.15mm و 50cm باشد طول شعاع استفاده شده چند است؟

۱۰ :- دو منبع نقطوی امواج رادیوی ارتباطی به فاصله 2.0m از یکدیگر قرار دارند و امواج را به $\lambda = 0.50m$ پخش میکنند. یک آله جستجو اگر با یک آخذه به نواحی دایروی شکل و روی مستوی در برگیرنده آنها حرکت میکند حد اعظمی امواج مذکور را نشان دهید.

۱۱ :- یک زمینه تداخلی را طرح کنید که برای سوراخ خورد سنجاق مانند بجای شکاف باریک استفاده گردد .

۱۲ :- شعاع سودیم با طول موج $\lambda = 589nm$ بالای یک شکاف دو برابر به فاصله d=0.180mm می افتد و یک عدسیه نازک به فاصله محراقی 1.13m در نزدیک شکاف نصب شده، قرار شکل ۳ –

۶ فاصله خطی حاشیه از صفحه که بالای مستوی عدسیه واقع است چند است؟

۱۳ :- شعاع سودیم با طول موج $\lambda = 589nm$ بالای یک شکاف دو برابر به فاصله $2.0mm$ می افتد فاصله صفحه شکاف $40mm$ است چی یک غلطی انکسار با استفاده از رابط ۳ – ۱ در سیستم واقع میشود که تا حاشیه روشن دهم را برای صفحه واقع سازد؟

۳ -۳ ارتباط چسبیده گی (کوهرنس)

۱۴ :- طول ارتباطی یک موج فاصله است بالای فاز که موقعیت ثابت داشته باشد.

(a) اگر یک اتم شعاع را با $1X10^{-8}s$ مساطع کند طول ارتباط موج چقدر خواهد بود؟

(b) فرض کنید که یک آئینه با انعکاس کم موج و قطار را دو قسمت کند بعداز طی فاصله های $5m$ و $10m$ آیا امواج مذکور حاشیه تداخلی قابل عیار به چشم انسان ایجاد میکنند؟

۳ - ۴ شدت در تداخل دو شکاف

۱۵ :- منبع A با شعاع طویل موج باعث به تاخیر انداختن B به زاویه ۹۰ درجه میگردد . فاصله r_A از دیکتور بهتر از فاصله r_B است ، تفاوت فاز در دیکتور چیست در صورتیکه هر دو دارای عین طول موج اند؟

۱۶ :- فرق فاز بین امواج را از دو شکاف وارده در حاشیه تاریک در یک آزمایش دو چند شکاف پیدا کنید؟

۱۷ :- شعاع با طول موج 600nm بالای شکاف های موازی که توسط 0.60m فاصله از هم جدا شده وارد میگردد. یک شدت زمینه را طرح کنید که تابع فاصله صفحه باشد و زاویه بر حسب رادیان قیمت داشته باشد.

۱۸ :- حاصل جمع الجبری روابط ذیل را پیدا کنید . (الف) با استفاده از گراف. (ب) با استفاده از مثلثات:

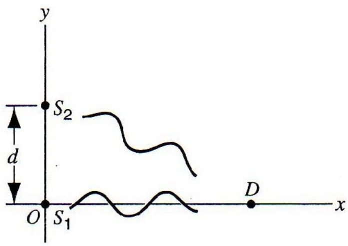
$$Y_1 = 10 \sin \omega t$$

$$Y_2 = 8.0 \sin(\omega t + 30^0)$$

۱۹ :- S_1 و S_2 در شکل ۲۳ – ۳ منابع موثر نقطوی تشعشعات اند که توسط نوسان کردن تحریک شده اند و از نگاه فاز با یگدیگر ارتباط دارند فاصله d=4.17m بوده و هر دو شعاعات به طول موج 1.06m امواج الکترومغناطیسی پخش میکنند.

(الف) موقعیت اولی ، دومی و سومی اعظمی سگنال را دریافت نماید طوریکه موج یاب D به نقطه O به امتداد محور X حرکت کند.

(ب) آیا نزدیکترین حد اقل شدت صفر است . جواب خود را وسعت بدهید.



شکل ۳ ـ ۲۳ : - تمرین ۱۹ .

۲۰ :- با استفاده از میتود فا می و الجبری جمع کنید.

$$y_1 = 10 \sin \omega t$$

$$Y_2 = 14 \sin(\omega t + 26^0)$$

$$y_3 = 4.7 \sin(\omega t - 41^0)$$

۳ ـ ۵ تداخل در فلم نازک

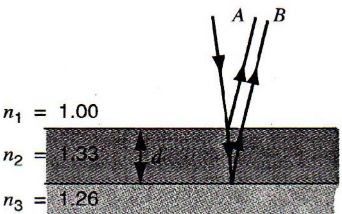
۲۱ :- میخواهیم که قطع مسطح شیشه ئی را با ضریب انکسار n=1.50 توسط ماده شفاف با ضریب انکسار 1.25 روکش با پوش نمایم. طوریکه شعاع با طول موج 620nm بالای آن وارد گردیده منعکس نشود. حد اقل ضخامت پوش مذکور را بدست آوردید.

۲۲ :- یک فیلم در هوا 410nm ضخامت دارد و توسط شعاع سفیدی منور شده است اگر ضریب انکسار آن 1.50 باشد چی طول امواج در طیف مرئی بعد از انعکاس حالت اعظمی را بخود خواهد گرفت.

۲۳ :- یک تانکر حاوی نفت با ضریب انکسار 1.20 در خلیج فارس چکک میکند. یعنی سوراخ شده و قطره قطره از آن میریزد و یک لکه بزرگ از نفت را روی آن به ضریب انکسار 1.33 ایجاد کرده است. (الف) اگر شما مستقیماً از یک طیاره لکه مذکور را مشاهده کنید جای که ضخامت آن 460nm است برای کدام طول موج نور مرئی انعکاس اعظمی خواهد داشت؟ (ب) اگر شما یک دستگاه اسکیو که زیر آب باشد که مستقیماً در حوزه مذکور پرتاب کنید برای کدام طول امواج نور مرئی به شدت به داخل منتقل خواهد شد.

۲۴ :- جواهرات معمولی و سنگ ها ساخته شده از شیشه با ضریب انکسار 1.5 که اغلب توسط مونو اکساید با ضریب انکسار 2.0 روکش میشوند با بیشتر حالت انعکاسی را داشته باشد . ضخامت پوش اجسام فوق برای نور طول موج 560nm چقدر باشد تا باز حالت انعکاس اعظمی شان حفظ شود؟

۲۵ :- اگر طول موج شعاع وارده $\lambda = 572nm$ باشد. شعاعات A و B قرار شکل ۳ - ۲۴ دارای فرق فاز 1.50λ اند ضخامت طبقه d را بدست آورید.



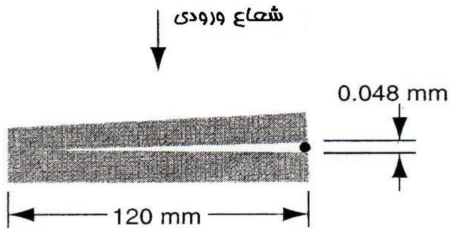
شکل ۳ – ۲۴ : - تمرین ۲۵ .

۲۶ :- شعاع با طول مــوج 585nm بالای یک حباب صابونی بـا ضــریب انــکسار n=1.33 وارد میشود ، اگر ضخامت پرده مذکور که در هوا قرار دارد 0.00121mm باشد معلوم کنید چه وقت روشن و چه وقت تاریک در مقابل منبع نقطوی نوری دیده خواهد شد.

۲۷ :- یک پرده نازک تشکیل از اسیتون با ضریب انکسار 1.25 یک سطح شیشه ائی نازک را بـا ضریب انکسار 1.50 پوش میکند. امواج شعاعی به حالت نورمال بالای سطح مذکور وارد میشوند وقتیکه یک موج منعکسه به جسم میرسد تـداخل انهدامی به طـول مـوج 600nm و تـداخـل تعمیری به طول موج 700nm اتفاق می افتد. ضخامت پرده مذکور را از اسیتون ساخته محاسبه کنید.

۲۸ :- نور سفید عمودی از یک سطح صیقلی به هوا منعکس شده است. البته در طیف مرئی و برای تداخل اعظمی طول موج 600nm و از اصغر 450nm است اگر ضریب انکسار پرده 1.33 باشد ضخامت پرده را بدست آورید؟

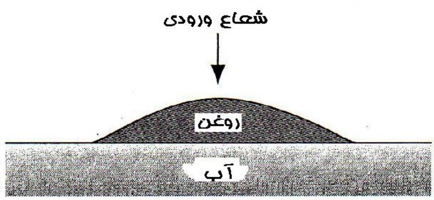
۲۹ :- یک منبع بیرونی نور به طول موج 680nm قاب هموار شیشه ای را با طول 120nm منور میسازد. که در یک نقطه با یگدیگر متصل و از قسمت دیگر توسط سوراخ به قطر 0.048mm جدا میشوند قرار شکل ۳ - ۲۵ چقدر حاشیه های مرئی در فاصله 120mm بوجود خواهد آمد؟



شکل ۳ - ۲۵ : - تمرین 29 .

۳۰ :- یک قطره روغن با ضریب انکسار n= 1.20 روی سطح آب به ضریب انکسار n=1.3 شناور است. قرار شکل ۳ - ۲۶ (الف) قسمت بیرونی لکه یا لکه مذکور با لکه روشن تاریک میکند.

(ب) ضخامت پرده روغنی مذکور چند است. (ج) چرا رنگ ها با ازدیاد ضخامت قطره ناپدید می شوند.



شکل ۳ – ۲۶ : - تمرین ۳۰ .

۳۱ :- شعاع با طول موج 630nm به حالتی بالای یک پرده با ضریب انکسار 1.50 وارد میگردد . ده حاشیه روشن و نه حاشیه تاریک در امتداد طول فیلم وجود دارد به چـقدر تغییر ضخامت طول پرده مذکور تغییر وارد خواهد شد؟

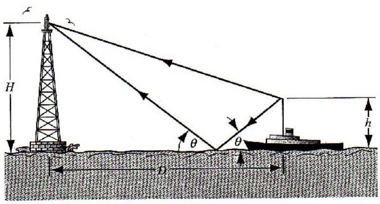
۳۲ :- در هوا دو مستوی شیشه ئی به امتداد لبه هـا خود متصل اند، 4001 خط شعاعات تاریک بعد از عیار که توسط شعاع منعکسه مونوکروماتیک بوجود می آید دیده میشود بعد از کاستن و کاهیدن هوا از بین مستوی ها مذکور تنها 4000 خط دیده میشود ضریب انکسار هـوا را از این پدیده بدست آورید.

۳۳ :- در یک تجربه آزمایشی حلقه نیوتن شعاع انحنا عدسیه R مساوی به 5.0m بوده وقـطـر آن 20mm . (الف) چقدر حلقه ها تولید میشوند. (ب) چقدر حلقه ها بعد از داخل سیستم به آب دیده خواهد شده فرض کنید $\lambda = 589nm$ باشد.

۳۴ :- قـطر ده حلقه نوری در یک دستگاه از نیوتن از 1.42 به 1.27cm تغییر میکند اگر بین عدسیه و مستوی مایع در نظر گرفته شود ضریب انکسار مایع مـذکـور را بدست آورید؟

۳۵ :- یکی از دستگاه نیوتن برای اندازه گیری قطر عدسیه استعـــمال میشود شعاعات nth و th (n+20) و حلقه نوری به ترتیب 1.62 و 0.368cm باشد در مقابل شعاع با طـــول مـــوج 546nm می باشند شعاع انحنا سطح عدسیه پائینی را بدست آورید.

۳۶ :- یک کشتی در حال نزدیک شدن به بندر است کـــه امـواج به طول $\lambda = 3.43m$ از آنتن خود که از سطح دریا ۲۳ متر ارتفـاع دارد انتقال میدهد . آنتن دریافت کننده ایستگاه 160m از سطح دریا ارتفاع دارد. فاصله افقی بین آنتن ایستگاه و کشتی چقدر است وقتیکه موج اتصـالی در لحظه اول به آنتن برسد.



شکل ۳ - ۲۷ : - تمرین ۳۶ .

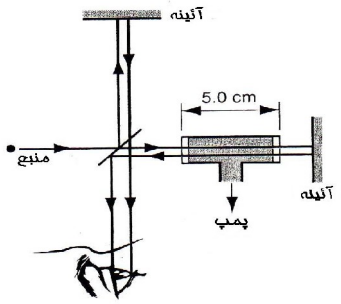
37 :- در مسئله نمونه ۳ - ۴ فرض کنید که انعکاس برای شعاع بطول موج 550nm صفر است. فاکتور که انعکاس را کاهیده است. (الف) اگر طول موج 450nm. (ب) اگر طول موج 650nm باشد بدست آورید. (ϕ در رابطه ۳ - ۱۶ محاسبه کنید .)

۳ - ۶ تداخل سنج مایکل سن

۳۸ :- یک پرده نازک با ضریب انکسار n=1.42 و شعاع با طول موج 589nm روی بازو انترفرومتر نصب شده است اگر یک تغییر مکان 7.0 حاشیوی اتفاق بی افتد ضخامت پرده را بدست بیاورید؟

۳۹ : - اگر آئینه M_2 در آله مذکور به طول 0.233mm و 792 حاشیه که توسط نور سنج محاسبه گردیده حرکت نماید طول موج شعاع را بدست آورید.

۴۰ :- یک جسم اتاق مانند به طول 5.0cm همرای یک پنجره کوچک بروی بازو انتروفرومتر نصب شده است قراریکه در شکل 3 – ۲۸ نشان داده شده است شعاع با طول موج $\lambda = 500nm$ استفاده شده هوا تدریجاً ذریعه پمپ از اتاق خارج میشود. و قتیکه هوا کاملاً بیرون میشود 60 حاشیه از منظر آن عبور میکند ضریب انکسار اتموسفیر هوا را بدست آورید.



شکل ۳ - ۲۸ : - تمرین ۴۰ .

.....

مسائل

۱ :- در مقابل سالون صـدا یا مثلاً سخنرانی شعاع متشکل از هیلیم نیون و لیزر با طـول مــوج $\lambda = 632.8nm$ دو چند شکاف را منور میسازد. از همان نقطه به عقب سالون به $20m$ به نزدیک آئینه میرود و به عین فاصله از آئینه قرار میگیرد.

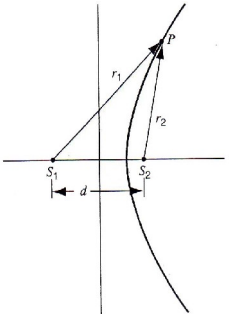
(الف) بخاطریکه فاصله تداخلی اعظمی $10.0cm$ شود فاصله بین شکاف چند است.

(ب) بیان کنیدکه اگر سخنران کاغذ را روی سطح مطلق بالای شکاف هموار کند.

۲ :- قطعه از سنگ با ضریب انکسار 1.58 برای پوش به یک سیستم دو شکافه استفاده شده است نقطه مرکزی توسط حاشیه هفتم اشعاع شده ضخامت قطعه مــرکـزی چقـدر اسـت؟

۳ :- دو منبع نقطوی قرار شکل ۳ – ۲۹ یعنی S_1 و S_2 امواج را ساطع میکند نشان دهید که حالت منحنی جا داده شده که توسط شعاعات r_1 و r_2 ثابت قرار دادند هایپربولا اند یک فـرق فاز ثابت یک طول موج ثابت r_1 و r_2 دو معنی میدهد. سیستم OMEGA دریای نوری بالای قاعده ثابت است. S_1 و S_2 فاز منتقله اند . دریا نوردان کشتی مدعی اند که فرق فاز دریافت در نوسان کشتی را روی یک هایپربول

واقع میسازند دریافت سگنال ها توسط یک ناقل سوم برای تعین موقعیت آن روی هایپربول ضروری است.



شکل ۳ - ۲۹ : - مسئله ۳.

۴ :- یک شکاف از یک سیستم دو شکافه توسط یک قطعه که ضریب انعکاس آن 1.4 می باشد پوشیده شده است. و از شکاف دیگر شیشه دیگری با ضریب انکسار 1.7 نقطه مرکز قبل از آنکه شعاع به امتداد توسط قطعه شیشه ئی مذکور ارتعاش میشود m=5 فرض کنید که طول موج مساوی به $\lambda = 780nm$ بوده و قطعه های مذکور عین ضخامت را داشته باشد. قیمت t را بدست آورید.

۵ :- نشان دهید که نصف قیمت ساحه $\Delta\theta$ یک سیستم تداخلی دو برابر شکاف از رابطه ذیل بدست می آید. $\Delta\theta = \lambda/2d$ اگر θ خیلی کوچک باشد $\sin\theta \approx \theta$ قیمت نصف حاشیه میشود که شدت در یکی از مراکز قیمت نصف را دارا می باشد.

۶ :- یکی از شکاف سیستم دو شکافه نسبت به دیگری وسیع تر است. طوریکه امپلیتود بین هر دو شکاف یک و تنها عمل میکنند یک جمله یا اصطلاح را برای شدت I و θ بیان کنید.

۷ :- یک موج از شعاع مونوکروماتیک بالای پرده نازک از روغن که یک قطعه شیشه را پوشانده می تابد. طول موج منبع بصورت متداوم می تواند متغییر باشد. تداخل انهدامی شعاع منعکسه که با طول موج ها 485nm و 679 عیار شده تکمیل نماید. و اگر ضریب انکسار روغن 1.32 و از شیشه 1.50 باشد ضخامت پرده روغنی مذکور را بدست آورید.

۸ :- یک ورق شیشه ای با ضریب انکسار 1.40 توسط یک پرده با ضریب انکسار 1.55 پوش میشود طوریکه شعاع سبز با 525nm از آن انتقال می نماید.

(الف) حداقل ضخامت پرده را بدست آورید.

(ب) چرا قیمت های دیگر ضیعف مرئی طبیعتاً از آن انتقال نمیکند.

(ج) آیا انتقال یعنی رنگ ها را می تواند کاهید یا کاست؟

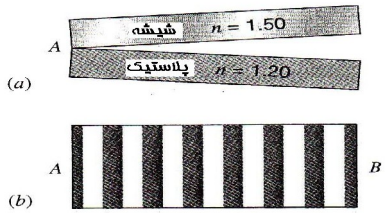
۹ :- دو قطعه مستوی از شیشه با یگدیگر نگهداری میشود طوریکه فضا هوا در بین شان بسیار کم باشد شعاع با طول موج 480nm بالای سطح اولی عموداً می تابد. و توسط سطح پائینی منعکس میشود و همچنان

توسط بالای نیز قابل انعکاس اند بدانگو که مولد یک سلسله حاشیه های تداخلی اند . ضخامت فضا در حاشیه ۱۶ و ۶ دو مستوی چقدر است ؟

۱۰ :- یک مستوی شیشه ئی با ضریب انکسار n=1.50 همراه با پلاستیک سیاه با ضریب انکسار n=1.20 روی یگدیگر نصب شده اند. قراریکه در شکل ۳ – ۳۰a دیده میشود و در نقطه A با یگدیگر متصل اند . شعاع با طول موج 600nm از بالای نشان وارده میگردد شعاع تاریک حاشیه بعد از انعکاس شعاع ورودی قرار شکل ۳ – ۳۰b نشان داده:

(الف) ضخامت فضا شیشه با پلاستیک چقدر است؟

(ب) آب با ضریب انکسار 1.33 داخل فضا مذکور می گردد چقدر حاشیه های تاریک بعد از نفوذ آب به نظر خواهد رسید.



شکل ۳- ۳۰ : - مسئله ۱۰.

۱۱ :- در یک آزمایش نیوتن فرق در شعاعات حلقه مجاور را نشان دهید که رابطه ذیل بدست می آید.

$$\Delta r = r_{m+1} - r_m \approx \frac{1}{2}\sqrt{\lambda R / m}$$

فرض کنید m>>1 و محیط بین حلقه های اعظمی از رابطه ذیل بدست می آید.

$$A = \pi\lambda R$$

۱۲ :- یک اصطلاح برای انترفرومتر برای شدت عیار شده بیان کنید (شکل ۳ – ۲۰) مانند یک تابع موقعیت آئینه غیر ساکن انداره موقعیت آئینه را بدست آورید با در نظر داشت $d_1 = d_2$.

فصل ۴

تـــفـــــرق

تفرق عبارت از خم نمودن یا پخش نمودن موج های که به اثر برخورد با ماده مثلاً دیوار یا سوراخ و همچنان بروی مسیر های آنها عبارت از تفرق است.

که در این بخش فقط تفرق موج های نوری را مورد مطالعه قرار میدهیم . اما تفرق شامل انواع و اقسام مختلف موج مثلاً موج صدا و غیره که نتیجه آنها را توسط صدا های مختلف میتوانیم که بشنویم اما گاهی ممکن است که ما در یک خط مستقیم از مبدأ قرار نداشته باشیم.

برای بوقوع پیوستن تفرق اندازه شی یا ماده به اندازه طول های موج و موج های لازمـه متساوی باشد. وقتیکه طول موج کوچکتر از اندازه شی قرار گیرد تفرق قابل رویت بوده و شی به قسـم یک سایه تیر به نظر خواهد رسید. نمونه های مختلف تفرق شامل نور و دسته هـای عینی نـور بوده، که در قسمت ۳ کتاب مورد مطالعه قرار گرفت است. به اثر مطالعه این نمونه از تفرق مـا میتوانیم معلومات راجع به تفرق شی معلومات های زیادی را کسب نمایم. بطور مثال تفرق هـای اشعه X که از پدیده ها و میتود های مهم برای مطالعه ساختمان جسم جامد و دیگر تفـرق اشعه گاما بوده که برای مطالعه ساختمان هسته استفاده میشود می باشد.

تفرق از خود اثر های نامبهم مثل پخش نمودن نـور وقتیکه داخـل تلسکوپ میگردد میباشد.

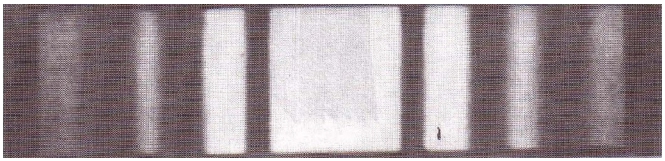
۴ – ۱ تفرق و نظریه موجی نور

وقتیکه نور مانند شکل ۴ – ۱ از سوراخ کوچک میگذرد نه فقط نور و یا شعاع آفتاب بلکه تمـام شعاعات بر آن طرف سایه هندسی بتابد و برای برخواستن آنها شعاعات نوری و بند های تاریک که مشابه برخورد به حاشیه است ضرورت است. (مانند شکل ۴ – ۱).

حالا میخواهیم که درباره نمونه و نمایش های از تفرق معلومات حاصـل کنیم. تـفـرق تقریباً در زمانه های هیوگنس و نیوتن شناخته شده بود اما هیچ کدام آنها معتقد و یا شواهدی را کـه نـور نمونه است از موج معلومات حاصل نکردند.

نیوتن به این عقیده بود که نور به شکل ذرات خورد حرکت میکند اما بعد نظریه موجی نور اولین بار توسط انجینر فرانسوی بنام (Fresnel) در بین سالهای (1788-1827) بـوجود آمـــد فرنسل به این نظر بود که تفرق نتیجه از نظریه موجی نور شده می تواند. ولـــی این نظر بعد از تحقیق و آزمایش توسط توماس مورد قبول قرار نگرفت.

بعد از مدتی فرنسل بار دوم در سال ۱۸۱۹ میلادی نظریه خود را در اکادمی ساینس فـــرانسه مطرح ساخت یکی از اعضای این اکادمی بنام Simon – Denis – Posion فرانسوی کــه او یکی از مخالفان نظریه موجی نور بود ، نظریه فرنسل را مورد استهزا قرار داد بخاطریکه او به این عقیده بود که فرنسل یک نظریه پوچ و بی فایده را تعقیب نموده است.



شکل ۴ – ۱ : - نمونه از تفرق تولید شده زمانیکه نور از یک سوراخ باریک عبور میکند.

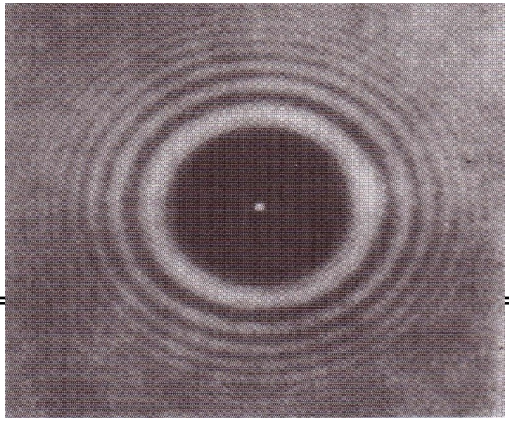
فرنسل به این عقیده بود که سایه که بروی شی یا جسم بوجود می آید دارائی یک نقطه روشن مرکزی خود میباشد . مانند شکل ۴ - ۲.

در شکل دیده میشود که نمونه از تفرق بالای سطح بصورت واضح و روشن دیـده میشود و بــه صورت صحیح نقطه روشن که از مرکز قرار دارد قابل رویت می باشد. در شـکل ۴ - ۳ دیده می شود که وقتی جسم توسط نور روشن شود اثری از تفرق است. برای مشاهده عینی تفرق تجربه ذیل را اجرا میکنیم:

دو انگشت خود را طوری با هم گرفته که شکاف و یا سوراخ در بین آنها بوجود آید بعداً بطـرف آفتاب یا کدام منبع نوری دیگر مشاهده کنیم، در اینجا بدو طرف سوراخ یا شکاف خط هـــای تاریکی دیده میشود که این هم نمونه از تفرق است. مثال دیگری از تفرق عبارت از Floatersیا حرکت روی آب است که تعدادی زیادی از اشخاص در زنده گی خود مشاهده مـی نمـایند.

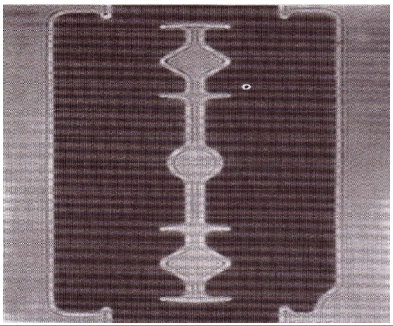
Floaters ها نقطه های خورد زنجیر مانند نیمه شفاف می باشد کـه در روی آب و یخ هـــای متحرک ظاهر می گردد.

آنها وقتیکه توته از کاغذ سفید را روشن می سازد توسط چشم از فاصله های دور قابـل دیـد میباشد. Floaters ها سبب آبگی شدن و سیال شدن مردمک چشم توسط حـجـرات خـود میگردد. و روشنی که در قرنیه یا شبکیه چشم مشاهده میکنیم همه شان نمونه از تفرق اسـت.



شکل ۴ – ۲ : - نمونه تفرق یک صفحه.
نوت در نکته روشن در مرکز صفحه.

شکل ۴ – ۴ حالت تفرق را بصورت کلی یا جامع نشان میدهد و سطوح که بطرف چپ شکل قرار دارد موج های لازمه را از نور نمایان میسازد.
در شکل دیده میشود که نور از سطح B بالای حصار شیشه برخورد میکند و سطح مذکور تصویر را از سوراخ مطلقه نشان میدهد (که در شکل (۴ – ۱) راجع به نمونه تفرق در یک سوراخ را مورد مطالعه قرار دادیم.)
در شکل (۴ – ۴)، C عبارت از صفحه یا عکس فیلم است که نور را گرفته و در بین و یا به اطراف شی یا جسم منکسر می سازد.



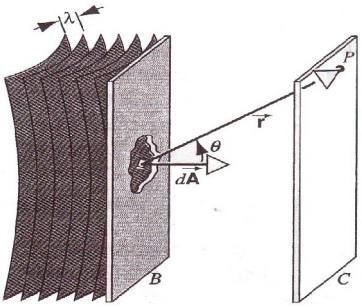
شکل ۴ – ۳ : - نمونه تفرق دیده میشود در سر تیزی یک تیغه در نور مونوکروماتیک ، حاشیه ها نزدیک کنار ها واقع شده اند.

ما می توانیم که نمونه های زیادی را در صفحه C توسط تجربه موج در بین ساحه $d\vec{A}$ مشاهده کنیم . که هر کدام از آنها منشأ اصلی گسترش موج های کوچک می باشد. موج که در نقطه P میرسد دارای امپلیتود و فاز های مختلفی می باشد بخاطریکه :

۱ : - منبع اصلی در فاصله های مختلف از نقطه P قرار دارد .

۲ :- نور از منبع اصلی به زوایای مختلف میگذرد .

۳ :- بعضی از منابع نور توسط دیوار های B مسدود میگردد .



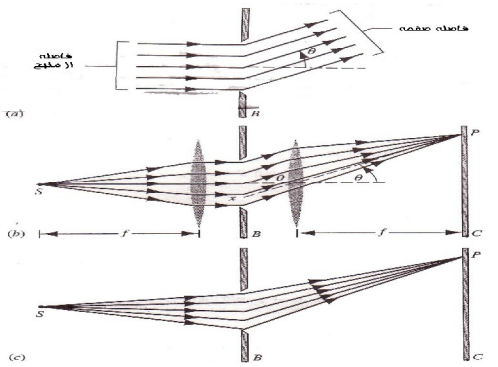
شکل ۴ – ۴ : - تفرق بوجود می آید زمانیکه موج های یکسان نور سقوط میکند در یک مـــانع کدر B ، کــه در بـر گیرنـده یـک شکاف اختیاری میباشـد. نمونه تفرق را میتوانید

در صفحه C مشاهده نماید. .

تفرق وقتی بوجود می آید که در اصل خود ساده و بسیط باشد و ممکن است که در عمل مشکل گردد محاسبه باید برای هر نقطه در صفحه C مکرراً صورت گیرد تا که شدت نور را بدانیم که این بخش با بحث که در بخش (۴ – ۴) مکملاً و دقیقاً مورد مطالعه قرار دادیم.

شکل (۴ – ۵) شعاع نور را به شکل هندسی آن نشان میدهد نمونه نوری که در صفحه تشکیل میگردد مربوط به جدائی دو صفحه C و B می باشد در مجموع سه دلیل ذیل قابل توجه است که عبارت است از:

۱ : - جدائی بسیار کوچک: وقتیکه C بسیار نزدیک به B باشد امواج عابر از سوراخ فاصله کوتاه را پیموده و شعاعات بسیار کم از هم جدا میگردد. در اینجا اثری از تفرق بصورت کم موجود بوده و تصویری که در روی صفحه بوجود می آید عبارت از سایه هندسی سوراخ میباشد.



شکل ۴ - ۵ : - نور از منبع جسم S روشن و نورانی عبور میکند یک جسم کدر B را، و شکاف توسعه میدهد نور را به یک فاصله زیادی به بالا و زیر شکل مستوی: که این فاصله عالی تر است نسبت به عرض شکاف شدت جسم P بروی صفحه C ارتباط دارد به فاز نوریکه می آید از یک قسمتی از شکاف، (الف) اگر منبع S و صفحه C را تغییر بدهند فواصل زیادی را از شکاف هر دو شعاع وارده و ظاهر شده و در B تشکیل می شود به شعاع نزدیک و موازی.

(ب) نسبتاً با استفاده از یک فاصله زیاد منبع و صفحه جای خواهند گرفت در یک عدسیه مستوی مرکزی ، که یکبار دیگر شعاعات موازی شکاف را ترک میگویند.

(ج) بدون عدسیه ها شعاعات موازی نیستند.

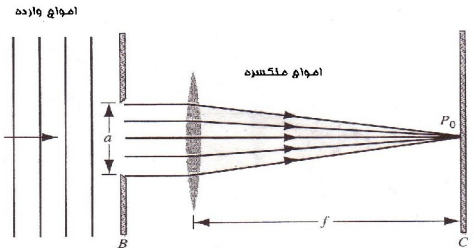
۲ :- انفصال یا جدائی بسیار بزرگ : شکل ۴ – a۵ حالتی را بیان میکند که سوراخ دورتر از صفحه موقعیت داشته باشد و ما می توانیم شعاعات را بصورت موازی ویا معادل ملاحظه کنیم طوریکه موج بر سطح مواجه گردد به این سبب ما منبع را وقتی اخذ میکنیم که دورتر از سوراخ موقعیت داشته باشد. پس موج لازمه عبارت از موج مسطحه بوده که عین اثر می تواند توسط روشن شدن سوراخ بوسیله لیزر قابل اجراً باشد.

حالتی دیگری نیز وجود دارد که بنام تفرق فرونرفیر یاد میگردد که در لابراتوار دو آئینه مورد استعمال قرار میگرد . طوریکه در شکل ۴ – ۵b ذکر گردید ، طوریکه آئینه اولی نوری را از هم جدا و از منبع به داخل موج مسطح بر میگرداند و آئینه دومی موج مسطح را در نقطه P متمرکز میسازد. تمام شعاعات موازی که به نقطه P میرسد در نقطه Px که از نقطه P به مرکز آئینه دومی وصل است ختم میگردد.

۳ : - انفصال متوسط : - طوریکه در شکل ۴ – ۵c دیده میشود صفحه نور میتواند در فاصله که از سوراخ قرار دارد و تمام شعاعات که در داخل و خارج سوراخ میگردد موازی نمی باشد که این نوع تفرق عبارت از تفرق فرنسل یاد میگردد. اگر چه تفرق فرونرفیر یک حالت مخصوص از تفرق فرنسل را دارد که این حالت یک حالت بسیار مهم و آسان برای محاسبه می باشد که ما همچنان تفرق را در بخش ۳ کتاب مورد مطالعه قرار دادیم.

۴ – ۲ تفرق در درز منفرد

در این بخش ما راجع به موقعیت های اصغری ها و اعظمی ها تفرق طوریکه در شکل ۴ – ۱ ذکر گردید بحث میکنیم. و در بحث آینده ما شدت و کار کرد وضع صفحه را مورد مطالعه قرار میدهیم.



شکل ۴ - ۶ : - نمونه وضع حد اعظمی مرکزی تفرق.

شکل ۴ - ۶ موج مستوی را نشان میدهد که در وسعت نقطه a به شکل نورمـال وارد میشود. P_0 عبارت از نقطه مرکزی پرده C است. شعاعات که سوراخ را بصورت موازی عبور میکنند در نقطه مرکزی محور افقی P_0 متمرکز میشوند. این شعاعات در حالتی باقی می مانند کـه توسط عدسیه در محل اصلی آورده میشود طوریکه در شکل ۲ – ۲۱a مـورد بحـث قـرار گـرفت. از آنجایکه تمام شعاعـات در نقطه P_0 وارد میشود دارای حالتی می باشد که آنها ضمن بر خـورد نمودن و شدت اعظمی را در نقطه P_0 بوجود می آورد.

حال نقطه دیگری را روی صفحه مورد توجه قرار میدهیم . شعاعات نـوری که به نقطه P_1 قـرار شکل ۴ - ۷ میرسد تحت زاویه θ از سوراخ عبور میکند. و همچنان شعـاع xP_1 به شکـل غیر منحرف یا غیر منکسر از قسمت مرکزی عدسیه میگذرد. شعاع r_1 در قسمت بـالای سوراخ بوجود آمده و شعاع r_2 در قسمت مرکزی سوراخ بـرخورد میکند.

اگـر θ زاویه ای انتخاب گردیده باشد پس فاصله bb' به اندازه نصف طول موج میباشد.

r_1 و r_2 خارج حالتی بوده و در نقطه P_1 برخورد میکند. و شـعـاعـات r_1 و r_2 دارائـی عین فاصله می باشند. برای هر شعاعی که از قسمت بالای سوراخ میگذرد شعاع مقارن و دیگری از قسمت پائین سوراخ میگذرد و آن دو شعاع طوری به نقطه P_1 برخورد میکند که یک شعاع از قسمت بالای سوراخ و شعاع دیگری از قسمت پائینی سوراخ به نقطه P_1 اصابت میکند.

قدرت شدت در نقطه P_1 صفر بوده و P_1 دارای کمترین نمونه از تفرق را در خود دارا می باشد.

از آنجایکه فاصله bb' مساوی به $\frac{a}{2}Sin\theta$ است پس :

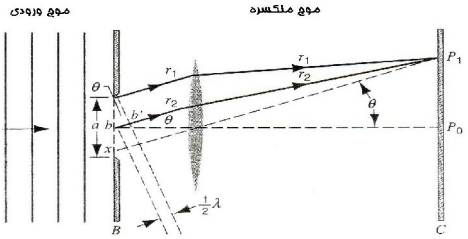
$$\frac{a}{2}Sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$aSin\theta = \lambda \quad \text{----------} \quad (۱-۴)$$

یا

معادله ۴ - ۱ نشان میدهد که قسمت مرکزی وسیع تر بوده وقتیکه سوراخ باریکتر باشد . اگر $a = \lambda$ در صورتیکه $\theta = 90^0$ باشد پس نظر به معادله ۴ - ۱ داریم که :

$$Sin\theta = 1$$

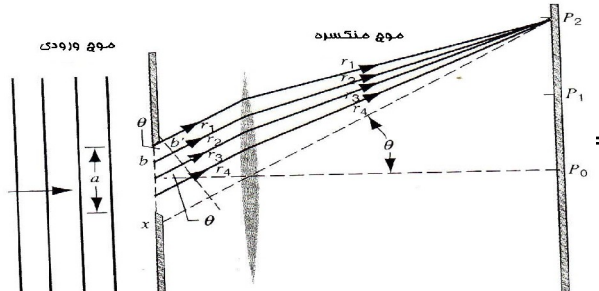


شکل ۴ - ۷ : - وضع در حد اصغری اول نمونه تفرق . زاویه θ نظر به فاصله bb' نصف طول موج است.

در شکل ۴ - ۸ دیده میشود که سوراخ به چهار قسمت تقسیم شده و همراه با یک شعـاع از سوراخ میگذرد.

اگر θ زاویه ای انتخاب گردد پس فـاصلـه bb' به انـدازه نصف طـول مـوج میگردد.

شعاعات r_1 و r_2 در نقطه p_2 برخورد نموده و شعاعات r_3 و r_4 همچنان به اندازه نصف طـول موج بوده و در نقـطه p_2 اصابت میکند و هـمـچنان شعاعات r_1 و r_2 متساوی به شعاعات r_3 و r_4 می باشد.



شکل ۴ – ۸ : - وضع در حد اصغری دومی نمونه تفرق ، زاویه θ نظر به فاصله bb' نصف طول موج است.

حال برای برخورد شعاع ضرورت به فاصله bb' بوده و طوریکه $(a/4)Sin\theta$ نظر به هندسه در شکل ۴ - ۸ مساوی به $\frac{1}{2}\lambda$ می باشد پس :

$$\frac{a}{4}\sin\theta = \frac{\lambda}{2} \quad \text{----------} \quad (۴ - ۲)$$

یا

$$a\sin\theta = 2\lambda$$

که در این جا a عبارت از وسعت سوراخ و λ عبارت از طول موج میباشد.

از مقایسه معادلات ۴ - ۱ و ۴ - ۲ فورمول عمومی بدست می آید.

$$a\sin\theta = m\lambda \quad m = \pm1,\pm2,\pm3,..... \qquad \text{حد اصغری} \quad (۴-۳)$$

در اینجا تقریباً حد اعظمی بین هر خورد ترین جوره یک اتصال وجود دارد . در بحث آینده فورمول را برای بحث تفرق نور مورد مطالعه قرار میدهیم . در معادله ۴ - ۳ .

m می تواند که قیمت های مختلف اعظمی و اصغری را بگیرد. θ زاویه است به امتداد محور به شرط اینکه ($m<0$) باشد یعنی $m \pm 1$ باشد.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۱ : - اگر شکاف به وسعت a توسط نور سفید روشن شده باشد ، برای چی مقدار a میتواند کمترین مقدار نور سرخ که $\lambda = 650nm$ و $\theta = 15^0$ باشد گرفته میتواند؟

حل :- طوریکه در معادله ۴ - ۳ قیمت $m = 1$ بوده پس a عبارت است از:

$$a = \frac{m\lambda}{\sin\theta} = \frac{(1)(650nm)}{\sin 15^0}$$

$$= 2510nm = 2.51\mu m$$

.....

مسئله نمونه ۴ – ۲ : - در مسئله نمونه ۴ – ۱ قیمت طول موج نور یعنی λ' را دریابید در صورتیکه اولین اعظمی تفرقی تحت زاویه ۱۵ درجه واقع شود.

حل :- چون زاویه اعظمی $\theta = 15^0$ بوده پس زاویه اصغری اولی $\theta = 10^0$ و زاویه اصغری دومی عبارت از $\theta = 20^0$ می باشد پس :

$$a \sin\theta = 2\lambda'$$

یا

$$\lambda' = \frac{1}{2}(2510nm)(\sin 20^0) = 430nm$$

در اینجا این نور طول موج بنفش است. اعظمی دوم برای طول موج نور همیشه 430nm می باشد، و برای اصغری اولی طول موج نور 650nm می باشد. اگر شکاف باریک یا نازک باشد، زاویه θ بزرگتر شده میرود.

۴ - ۳ شدت در تفرق درز واحد

در بخش ۴ - ۲ ما حالت های مختلف اصغری را در سوراخ منفرد ثابت نمودیم ، حال می خواهیم که بیان را راجع به شدت و نمونه دقیق از زاویه θ تفرق معلومات حاصل کنیم.

این اظهار مـا اجازه را راجع به پیدا کردن شدت و اعظمی تفرق خواهـد داد. قبل از محاسبه ای موضوع ما راجع به اعظمی و اصغری تفرق و نتیجه تکمیلی آنها را مورد مطالعه قـرار میدهیم.

شکل ۴ - ۹ نشان میدهد که وسعت a به N حصه خط های موازی تقسیم شده است . که عبارت از δx می باشد . این خط ها بسیار باریک بوده پس هر خط میتواند ملاحظه از Radiator یا نور پخش موج کوچک هیوگنس بوده و تمام نور هایکه از خط مذکور در نقطه P می تابد دارائی عین حالت میباشد.

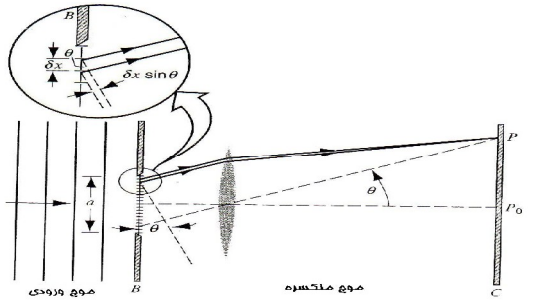
موج هایکه از بر خورد خط های متصل بر نقطه P وارد میشود دارائی عین حالت $\Delta\phi$ بوده که از رابطه ذیل حاصل میگردد.

$$\frac{\text{فرق فاز}}{2\pi} = \frac{\text{فرق مسیر}}{\lambda} \quad \text{------} \quad (۴-۴)$$

یا

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta x \sin\theta$$

در اینجا $\delta x \sin\theta$ نظر به شکل ۴ - ۹ عبارت از فرق مسیر های شعاع می باشد.



شکل ۴ - ۹ : - یک شکاف با عرض a تقسیم شده به نوار های N با عرض δx. که واضحاً نشان داده شـــده وضع نوار دومی . حدود دیفرانسیل عرض dx هر کدام از نوار ها بطور لایتجزا کـوچک شـده و شـمـاره نـوار ها نیز بطور لایتجزا بزرگ میشود. اینجا و در شکل آینده ما N=18 قرار میدهیم.

اکر زاویه θ بزرگ نباشد هر خط موج را که دارائی عین امپلیتود δE_0 باشد در نقطه P تولید میکند. اثری که به نقطه P وارد میگردد مربوط به

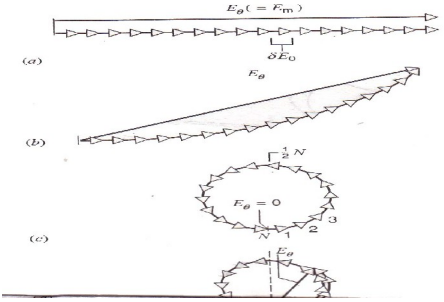
وکتور N دارائی عین امپلیتود می باشد. و هر فرق در فاز مربوط به $\Delta\phi$ می باشد. برای پیدا کردن شدت در نقطه P اول ناحیه الکتریکی وکتور N را می یابیم.

در بخش ۴ – ۳ ما طریقه گرافیک را برای اضافه نمودن موج و توضیحات آن معلومات حاصل کردیم و آن ما را قادر ساخت تا ما محاسبه را برای دو سوراخ انجام دهیم.

حال ما مثال های زیادی را راجع به تفرق سوراخ انفرادی مطرح میکنیم. اول با توجه به ناحیه برقی p_0 داشته باشیم . در این حالت $\theta = 0$ و نظر به معادله ۴ – ۴ $\Delta\phi = 0$ را بخود گرفته و حالت های مختلف عین خط های معادله بوجود می آید. و همچنان نظر به طریقه که در بخش ۴ – ۳ که ما N وکتور را به طول δE_0 موازی به یگدیگر و طوریکه نقطه آخری شان به نقطه اولی باشد قرار میدهیم. ($\Delta\phi = 0$). محصله E_θ در شکل ۴ – ۱۰a نشان داده شده این محصله قیمت اعظمی است که محصله وکتور های N بخود میگیرد . و ما آنرا E_m می نامیم.

حینیکه از زاویه $\theta = 0$ دور می شویم تغییر فاز $\Delta\phi$ به یک قیمت معین غیر از صفر تقرب می کند و مجدداً وکتور های N را از نقطه آخری شان به نقطه اولی قرار میدهد هر اختلاف جهت وکتور را از ما قبلاً بوسیله

$\Delta\phi$ ارائه شده و ما محصله نشان داده را در شکل ۴ – ۱۰b دریافت میکنیم، بیاد داشته باشید که E_θ کوچکتر از E_θ در شکل ۴ – ۱۰a است.



شکل ۴ - ۱۰ : - وکتور های دور را دور تفرق یگانه (الف) حد اعظمی در مرکز (ب) به مقدار جهت اش را از حالت حد اعظمی مرکز تغییر میدهد. (ج) اولین نقطه اصغر (د) اولین نقطه اعظمی دورتر از نقطه اعظمی مرکزی این شکل مطابقت به N=18 در شکل 4 -9 میکند.

اکنون اولین نقطه اصغری تفرق را در نظر میگیرید (نقطه P_1 در شکل ۴ - ۷) در این نقطه شدت صفر است ، پس محصله E_θ هم باید که صفر شود ، و چنین مفهومی را میرساند که N وکتور دواری که نقطه اولی وکتور را به نقطه آخری آن قرار داده باید که یک حلقه بسته را تشکیل نماید مانند ۴ – ۱۰c در حالت خارج نقطه اصغری اولی تغییر فاز $\Delta\phi$ هنوز بزرگتر است و سلسله وکتور ها به دور زاویه بزرگتر از ۳۶۰ درجه دور میزنند. در یک زاویه معینی (بر طبق تغییر فاز در شکل

۴ – ۱۰d) محصله E_θ بزرگترین طول خود را در این حلقه دارا می باشد.

بیاد داشته باشید که شدت نقطه اعظمی درین حالت خیلی کوچک تر از نقطه اصغری در حالت مرکزی است در شکل ۴ – ۱۰a ارائه گردیده بلاخره این حلقه بالای خودش نزدیک میگردد. یک محصله صفری را ارائه میکند . و به نقطه اصغری دومی منطبق می گردد.

محاسبه شدت

اکنون به یک محاسبه مکمل برای دریافت شدت با هر موقعیت θ بروی صفحه بر میگردیم ، روش ما برای شدت در نوع تفرق یک شکاف برای هر زاویه θ است که تغییر فاز را مطابق به معادله ۴ – ۴ ارزیابی می کنیم . و محصله E_θ را پیدا میکنیم مانند شکل ۴ – ۱۰b سپس مربع این محصله شدت نسبی را میدهد مانند بخش ۴ – ۳ .

نوریکه از یک درز به P میرسد فقط حالتی از فاز میباشد که درز بی اندازه خورد گردد ، و تعداد درز ها به همان تناسب خورد گردد ، سلسله از وکتور های دوار در شکل ۴ – ۱۰b نزدیک به قوس دایره میشود طوریکه در شکل ۴ - ۱۱ رسم شده طول قوس E_m می باشد و امپلیتودی که ما برای ساحه محصله جستجو میکنیم بوسیله وتر E_θ تعیین شده است زاویه θ اختلاف فاز مجموعی بین شعاعات بالای و پائینی

درز میباشد . مانند شکل ۴ – ۱۱ در شکل دیده میشود که θ نیز زاویه بین دو شعاع R است.

$$E_\theta = 2R\sin\frac{\phi}{2}$$

از شکل ۴ – ۱۱ ، ϕ با مقایسه با رادیان چنین بدست می آید :

$$\phi = \frac{E_m}{R}$$

با ترکیب نمودن R چنین نتیجه میشود.

$$E_\theta = \frac{E_m}{\phi/2}\sin\frac{\phi}{2} \quad \text{----------(۴ - ۵)}$$

یا

$$E_\theta = E_m\frac{\sin\alpha}{\alpha} \quad \text{---------- (۴ – ۶)}$$

$$\alpha = \frac{\phi}{2}$$

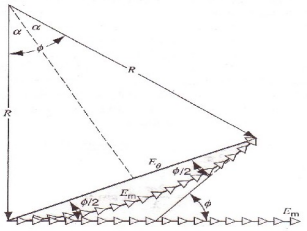
از شکل ۴ - ۹ چنین نتیجه بدست می آید که ϕ فرق فاز بین شعاعات

بالا و پائین شکاف بوده که فاز این دو شعاع عبارت از $a\sin\theta$ است، داریم که :

$$\frac{\text{فرق مسیر}}{\lambda} = \text{فرق فاز}$$

یا 2π

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(a\sin\theta)$$



شکل ۴ - ۱۱ :- ترسیمی می باشد برای محاسبه شدت تفرق در یک شکاف این حالت مطابقت میکند به شکل ۴ – b۰.

با ترکیب نمودن معادله ۴ - ۶ بدست می آید که :

$$\alpha = \frac{\phi}{2} = \frac{\pi a}{\lambda} Sin\theta \quad \text{----------} \quad (۴ - ۷)$$

معادله ۴ - ۵ با در نظر داشت قیمت a مطابق با معادله ۷ – ۴ محاسبه گردیده و قیمت را از اختلال مـوج برای یک زمینه شکاف تفرقی منفرد در هر زاویه θ میدهد . و شدت I_θ برای زمینه متناسب است با مربع دامنه بناً داریم که:

$$I_\theta = I_m \left(\frac{Sin\alpha}{\alpha} \right)^2 \quad \text{----------} (۸ - ۴)$$

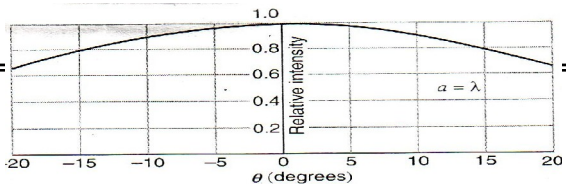
معادله ۴ – ۸ همراه با معادله ۴ – ۷ مقایسه میگردد یعنی ترکیب شان نتیجه میدهد که ما برای آن (شدت در شکاف تفرق منفرد برای هر زاویه θ) جستجو کنیم.

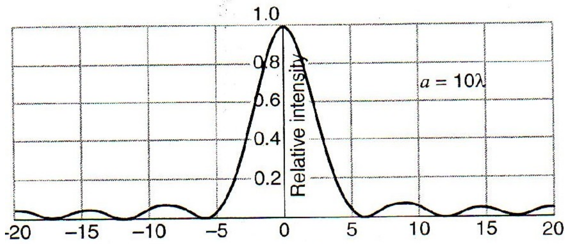
شکل ۴ – ۱۲ نشان دهنده شدت نسبی I_θ / I_m برای چندین قیمت نسبی a/λ می باشد. و هر قدر که قیمت a/λ را افزایش دهیم زمینه عرض خود را کاهش میدهد. معادله ۴ – ۸ حـد اقل قیمت را بخود میگیرد و قتیکه $Sin\alpha = 0$ یا :

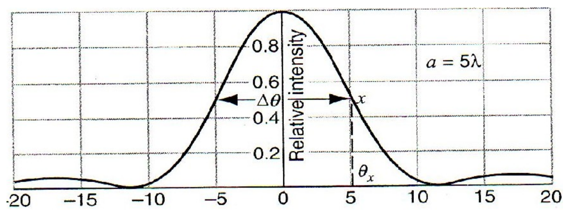
$$\alpha = m\pi \qquad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3.... \quad \text{------} (۹ - ۴)$$

با مقایسه همراه با معادله (۴ – ۷) بدست می آید که :

$$\alpha = m\pi \qquad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3.... \quad \text{------} \text{(حد اصغری)}$$







شکل ۴ – ۱۲ : - نشان دهنده پخش شـــدت در شکاف تـفـرق منفرد سه قیمت نسبت a/λ مـــی باشد ، طوریکه در شکل دیده میشود هر قدر که شکاف عریض گردد تفرق مرکزی کاهش عرض میدهد طوریکه در شکل B نشان داده شده است اندازه عرض راس مرکزی می باشد. P که مشتق از بخش های قبلی می باشد، معادله ۴ – ۳ در آن بخش فقـط مـــا

بین اندازه را مشتق گرفتیم، و آن در برگیرنده قیمت های غیر معادل برای شدت زمینه تفرقی در جایکه وجود نداشته می باشد، در اینجا معادله ۴ – ۸ دارای معلومات کامل از شدت مـــی باشد.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۳ : -

قیمت شدت نسبی را در یک زمینه شکاف تفرق اعظمی بزرگ فراون هوفر بدست آورید .

حل : - و ضع اعظمی تقریباً بین حد اقل و قیمت معادله ذیل است .

$$\alpha \approx (m+\frac{1}{2})\pi \qquad m=1,2,3,.....$$

با یک نتیجه مشابه برای $m<0$ وضع قیمت فوق در معادله 4 -8 معادله ذیل بدست می آید.

$$I_\theta = I_m\left[\frac{Sin(m+\frac{1}{2})\pi}{(m+\frac{1}{2})\pi}\right]^2$$

بعد از اختصار می توانیم بنویسیم که :

$$\frac{I_\theta}{I_m} = \frac{1}{(m+\frac{1}{2})^2\pi^2}$$

در این جا

قیمت $I_\theta / I_m = 0.045(m=1), 0.016(m=2), 0.0083(m=3)$ و غیره بدست می آید . و این حد اعظمی حاصله شدت سریع کاهش پذیر است.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۴ : - عـرض اعظمی $\Delta\theta$ در یک زمینه تقریبی شکاف فـراون هوفر را بدست آورید؟ (شکل ۴ – ۱۲b را مشاهده کنید) عرض مذکور می تواند توسط یک زاویه بین دو نقطه در جایکه شدت نصف است ارائه گردد.

حل:- نقطه X در شکل ۴ – ۱۲b انتخاب شده و I_θ قیمت $\frac{1}{2} I_m$ را بخود گرفته و یا از معادله ۴ – ۸ می توانیم بنویسیم که:

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{\sin \alpha_x}{\alpha_x} \right)^2$$

این معادله به شکل تحلیلی نمی تواند که برای قیمت α_x حل گردد. با استفاده از یک ماشین حساب یا کامپیوتر می توانیم که قیمت دقیق را بدست آوریم.

معادله را چنین می نویسیم که:

$$\alpha_x = \sqrt{2}\sin\alpha_x . \quad \text{--------} (۱۰ - ۴)$$

برای حل این معادله از طریق ماشین حساب کلید رادیان را فشار دهید یک قیمت $\alpha_x = 1$ را در نظر گیرید ، این قیمت را در طرف راست معادله ۴ – ۱۰ وضع نموده حل کنید ، ۱.۱۹ بدست مـی آید. که معادله ۴ – ۱۰ بیان میدارد که بعد از آن سپس معادله α_x باشد، کـــه دقیقاً آدرس $1 \neq 1.19$ محاسبه نیست . و قیمت ۱.۱۹ فقط شــکــل آزمونی در نظر گرفته و طـرف معادله را محـاسبه کنید ۱.۳۱ بدست می آید، ما هنوز کدام قیمت صدق کننده با معادله ۴ – ۱۰ نـــداریم $1.31 \neq 1.19$ امـا نسبت به قبل نزدیکترین است به همین طریق ادامه دهید با استفاده از یـک محاسبه مطابق ابتدا نقطه بعدی و طرف راست معادله ۴ – ۱۰ به قدری که کوچک میشود عـمل نمائید و می توانید کـه این حالت را منحیث یک پروگرام در ماشین حساب و کــامپیوتر طـرح کنید و مــی توانید ایــن پروسه را در شرایط که قیمت ها بسیار کـوچک شــده و خــارج از محدوده شما باشد تـوقـف دهید ، این مینو بنام (فن مکرر) برای حل روابط است بـعــد از 10 مرتبه تکرار قیمت مســـاوی میشودبه $\alpha_x = 1.39156$.

وقتیکه قیمت وضع گردد ، ($a = 5\lambda$ مطابق به معادله ۴ – ۷ وضع گردد بدست می آید) که:

$$\theta_x Sin^{-1}\left(\frac{\alpha_x \lambda}{\pi a}\right) = Sin^{-1}\left(\frac{1.39}{5\pi}\right) = 5.1^0$$

عرض منحنی پس از این معادله بدست می آید.

$$\Delta\theta = 2\theta_x = 10.2^0$$

۴ – ۴ تفرق در شکاف دایروی

برای تنظیم یک تصویر معمولاً یک عدسیه نوری وارده از سطح خود را بخوبی عبور میدهد، از این نقطه نظر می توانیم بگویم که یک عدسیه مطابق یک شکاف دایروی در یک صفحه کدر عمل میکند، مانند یک شکاف که آئینه تفرقی مشابه را از یک درز منفرد تشکیل میدهد، اثرات تفرق معمولاً برای تلسکوپ و دیگر آلات نوری محدود می باشد و یا به عباره دیگر اثرات تفرق و یا انکسار موانع اغلباً توانائی تلسکوپ و دیگر آلات نوری برای تشکیل تصاویر دقیق محدود می سازد.

تصویر متشکله توسط یک عدسیه اثرات دیگری نیز تحریف پذیر می باشد به شـمـول اساسات کروی و کروماتیک، این اثرات دقیق توسط شکل دهی سطوح عدسیه میتواند کـه کـاهش یا از بین برود.

و قتیکه ما برای تحلیل عدسیه ها از نور هندسی استفاده می نمایم ما عـدم تفرق را فرض مـی نمایم نور هندسی نور آن یک پدیده طبیعی است اگر ما خواسته باشیم کـه طـرز تشکیل تصویر را توسط یک عدسیه تحلیل نمایم خواهیم یافت که اثرات تفرق از راه طبیعی بلند مـی شـود.

شکل ۴ – ۱۳ نشان دهنده تصویری از یک منبع نقطوی بعید نوری می باشد تحلیل ریاضی که تفرق توسط شکاف دایروی نشان میدهد که حد اقل اندازه توسط زاویه یا محور اتفاق می افتد که از معادله ذیل بدست می آید:

$$Sin\theta = 1.22\frac{\lambda}{d} \quad \text{-------- (۴ – ۱۱)}$$

طوریکه d قطر شکاف است که می تواند توسط معادله ۴ – ۱ مقایسه گردد.

$$Sin\theta = \frac{\lambda}{a}$$

که در اصغری اولی شکاف عرضی a قرار دارد. این اصطلاحات با فکتور ۱.۲۲ فرق میکند وقتیکه شکاف را به منابع ابتدائی هیوگنز تقسیم نمایم

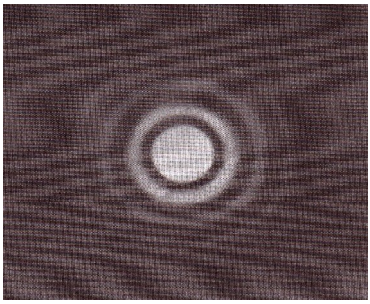
در شکل ۴ – ۱۴a اجسام ثابت نیستند و از یک منبع نقطوی فرق شده نمی توانند ، از شکل ۴ – ۱۴b بخوبی نمایان اند در شکل ۴ – ۱۴c کاملاً وصل اند در شکل ۴ – ۱۴b فاصله زاویوی دو نقطه از منبع همانند حد اعظمی تفرق نقطه مرکزی و حد اقل تفرق نقاط دیگری می باشد که بنام رای لگز کریرون یاد میشود.

و قیمت زاویوی θ_R را دارا می باشد.

$$\theta_R = Sin^{-1}\left(\frac{1.22\lambda}{d}\right)$$

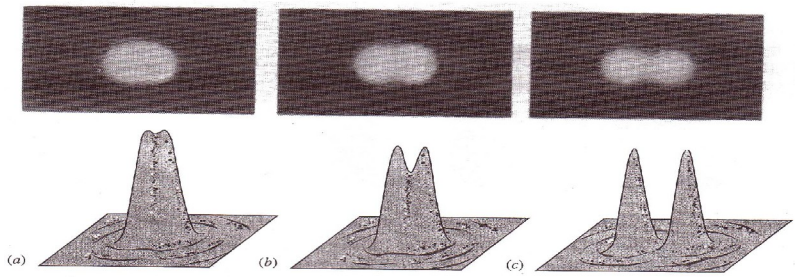
از آنجایکه زوایای شامل نسبت کوچک اند بناً بجای $\sin\theta_R$ می توانیم θ_R را وضع کنیم.

$$\theta_R = 1.22\,\frac{\lambda}{d} \quad \text{----------} \quad (۴ - ۱۲)$$



شکل ۴ - ۱۳ : - عبارت از نمونه تفرق دایروی بوده که حد اعظمی مرکزی آن را نام آیری دیسک یاد می کنند که برای اولین بار مسئله مرکزی تفرق در سال ۱۸۳۵ حل گردید.

و θ_R بر حسب رادیان حساب گردد از فاصله θ از θ_R بزرگتر باشد می توانیم که دو جسم را در نظر بگیریم و اگر کم باشد نمی توانیم زاویه θ_R کوچکترین زاویه برای فاصله مذکور مـی باشد اگر خواسته باشیم که برای این کار از عدسیه استفاده کنیم با افزایش قـطر عدسیه مـی توانیم که زمینه تفرق حد اقل را بسازیم شکل ۴ - ۱۲ را ببینید.



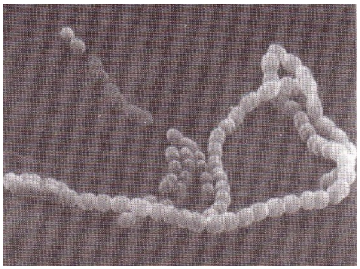
شکل ۴ - ۱۴ :- تصاویردو نقطه متفاوت منابع (ستاره ها) توسط یک عدسیه محدب تشکیل شده است قطر عدسیه 10cm است. بناً $a/\lambda = 200{,}000$ اگر طول موج موثر 500nm باشد . در شکل (a) ستاره هـا بسیارباهم نزدیک اند که تصاویرآنهارا به ندرت می توان ازهم فرق نمود بخاطریکه روی هـم قـرار گـرفته انـد در شکل (b) ستاره ها ازهم بیشتردوراند و دوری آنها با مقیاس Rayleigh's برای تحلیل تصاویرتشکیل میشود.

درشکل (c) ستاره ها هنوزاز هم دوراند و تصاویر آنها بخوبی تحلیل می شود طرح های پا یه ها در تصاویر نشان داده شده است.

با استفاده از طول موج کوتاه یک دلیل برای ساختن تلسکوپ های بزرگ ، تولید تصاویر واضح تر است تا که ما بتوانیم عناصر نجومی را با معلومات بهتر مورد بررسی قرار بدهیم. تصاویرهمچنان روشن تراست نه تنها بخاطر تمرکز انرژی دریک صفحه باتفرق کمتر بلکه بخاطریکه عدسیه های بزرگ نور را بیشترمتقارب می نمایند. همچنان عناصرضعیف تر بطورمثال کهکشان های دور را هم می توان دید.بخاطر کاهش اثرات تفرقدار مایکروسکوپ ها معمولاً از نور ماورای بنفش استفاده میکنیم بخاطریکه طول موج کوتاه آن معلومات بهتری را هنگام بررسی نسبت با استفاده از نور مرئی با همان مایکروسکوپ مهیا می سازد.

در فصل ۸ باید دید که رفتار شعاع الکترون های تحت بعضی شرایط مانند امواج است و در الکترون مایکروسکوب چنان شعاعات دارایی طول موج موثر $4x10^{-3}nm$ به ترتیبی که 10^5 مرتبه کوچکتراز نوری مرئی است معلومات بیشتری را هنگام بررسی اشیاء کوچک مانند ویروس ها وباکتریا مهیا می سازد (شکل ۴ - ۱۵).

اگر چنین اشیاء توسط مایکروسکوب نوری بررسی شود ساختمان آنها دراثر تفرق پنهان خواهد شد.



شکل ۴ - ۱۵ :- نشان دهنده ای تصـــویر باکتریای زنجیری با قطر $10^{-6}m$ توسط الکترون مایکروسکوب است با توجه به واضح بودن تصویر که بااستفاده از نور مرئی این صراحت امکان نداشت.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۵ : -

عدسیه محدبی با قطر 32mm که دارای فاصله محراقی f و 24cm است در نـظــر بگیرید.

(a) چقدرزاویه جدایی نقاط دور از شی باشد تا مقیاس Rayleigh را صدق نماید با توجه بـه اینکه $\lambda = 550nm$ باشد.

(b) مرکز تفرق اشیاء در مستوی محراقی عدسیه چقدر از هم فاصله گرفته است ؟

حل :- (a) از معادله ۴ – ۱۲ .

$$\theta_R = 1.22\frac{\lambda}{d} = \frac{(1.22)(550x10^{-9}m)}{32x10^{-3}m}$$

$$= 2.10x10^{-5}rad = 4.3arc\sec onds$$

(b) جدایی خطی عبارت است از :

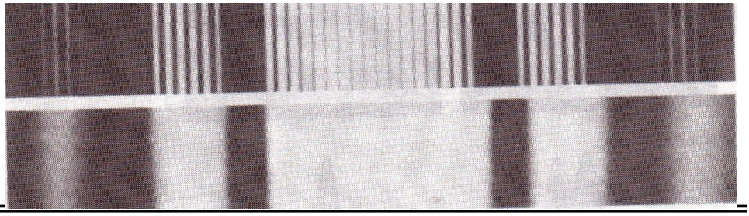
$$\Delta x = f\theta_R = (0.24m)(2.10x10^{-5} rad) = 5.0\mu m$$

و یا تقریباً ۹ چند طول امواج نور.

۴ - ۵ تداخل دو شکاف و ترکیب تفرق

از تحلیل ماراجع به تداخل مضاعف بخش(۳ - ۲) ما تصور کردیم که شکاف ها (درزها) به طور مطلق کم عرض (باریک) بودند که $a << \lambda$ برای چنین درزهای باریک مرکز صفحه ای که نور تا بانده می شود منظماً روشن می شود توسط امواج متفرق شده از هر درز.

هنگامی که چنین امواج تداخل می نمایند باعث تولید نوار های تداخلی باشدت یکسان میشوند. معمولاً درعمل برای نور مرئی شرط $a << \lambda$ صدق نمی کند برای چنین درزهای عریض شدت نوارهای تداخلی تشکیل شده بالای صفحه یکسان نیست. عوضاً شدت نوارها همراه با بسته های نوار بخاطر پدیده تفرق از درز واحد تغییر می کند.



شکل ۴ - ۱۶ : - (a) نوارهای تداخلی دریک سیستم درزهای مضاعف که عرض شکاف قابل صرف نظرنیست به مقایسه طول موج.

(b) پدیده تفرق یک درز واحد با عرض یکسان ، توجه به این پدیده تفرق شدت نوارهای تداخلی راطوریکه درقسمت a نشان داده شده است متعادل می سازد.

اثرتفرق بالای پدیده تداخل از درز مضاعف در شکل(۴ - ۱۶) نشان داده شده است که پدیده درز مضاعف را با پدیده تفرق تولید شده ازدرز واحد با عرض یکسان هریک ازدرزهای مضاعف مقایسه می کند.

شمامیتوانید درشکل ۴ – ۱۶a ببینید که تفرق درحقیقت یک محوطه شدت رابرای نوارهای تداخلی بسیارنزدیک به هم را از درزهای مضاعف مهیا می سازد.

اجازه بدهید تا ترکیب پدیده تداخل وپدیده تفرق رادر شکل ۴ – ۱۶a تحلیل نماییم.

پدیده تداخل برای دو درز باریک بسیار کوچک توسط معادله ۴ – ۱۳ داده شده است یا همراه با یک تغییر کوچک در علامه :

$$I_{\theta,\text{int}} = I_{m,\text{int}} Cos^{2}\beta \quad \text{------ (۱۳ - ۴)}$$

جاییکه :

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \quad \text{---------- (۱۴ - ۴)}$$

که d فاصله بین خطوط مرکزی درزها است. بشدت برای امواج متفرق شده از هر درز توسط معادله ۹ – ۴ داده شده یا دوباره همراه با یک تغییر کوچک در علامه .

$$I_{\theta,dif} = I_{m,dif} \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \quad \text{-------- (۱۵ – ۴)}$$

-

جاییکه :

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta \quad \text{---------- (۱۶ – ۴)}$$

ما تاثیر ترکیبی را نظر به $I_{m,\text{int}}$ در معادله ۴ – ۱۳ به حیث امپلیتود متغییر که در حقیقت توسط $I_{\theta,dif}$ داده شده در معادله ۴ – ۱۵ یافتیم .

این تصویر برای پدیده ترکیبی عبارت است از :

$$I_\theta = I_m(\cos\ \beta)^2\left(\frac{\sin\ \alpha}{\alpha}\right)^2 \quad \text{---------- (۱۷ – ۴)}$$

که ما از تمام عناوین فرعی به طور جداگانه که به تداخل و تفرق مربوط بود صرف نظر نمودیم. بعداً درین بخش ما این نتیجه را با استفاده از خانه ها بررسی خواهیم کرد.

اجازه بدهید تا این نتایج را با کلمات بیان نماییم در هر نقطه به روی صفحه شدت نور موجوده از هر درز که به طور جداگانه مورد توجه قرار گرفته است توسط پدیده تفرق همان درز (معادله ۴ – ۱۵) داده شده است.

پدیده های تفرق برای دو درز که دوباره به طور جداگانه مورد توجه قرار گرفته موافق است. بخاطریکه اشعه های موازی در تفرق فراون هوفر دریک نقطه یکسان متمرکز شده است. بخاطریکه دوموج متفرق شده پیوسته اند با هم تداخل می نمایند.

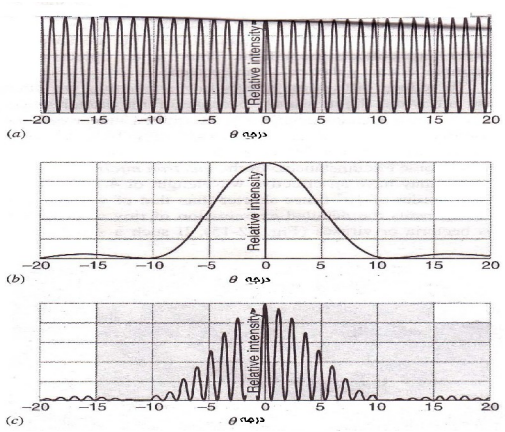
اثرتداخل برای توزیع دوباره انرژی موجوده در روی صفحه تشکل یک ست از نوارها را می کند.

در بخش ۳ – ۲ جایکه ما فرض کردیم $a << \lambda$ باشد، انرژی موجوده درتمام نقاط صفحه یکسان بود طوریکه نوارهای تداخلی نیز عین شدت را داشتند (شکل ۳ – ۹ را ملاحظه نماید).

اگر ما متمرکز شویم در فرضیه ای که $a << \lambda$ است انرژی موجوده برروی صفحه منظم نیست.

ولی توسط پدیده های تفرق از درزی با عرض a داده شده است. به این سبب نوارهای تداخل دارایی شدت های اند که توسط شدت های پدیده تفرق درموقعیت یعنی نوار تعیین می شوند. معادله(۴- ۱۷) اصطلاح الجبری این مباحثه است. و این شکل (۴ - ۱۷) مخصوصاً واضح است که (a) نشان دهنده عامل تداخل در مساوات (۴ – ۱۷) است.

(که عامل آن $Cos^2\beta$) نشان دهنده عامل تفرق ($\left(\frac{Sin\alpha}{\alpha}\right)^2$) و C حاصل ضرب را نشان می دهد.



شکل ۴ – ۱۷ : - (a) نوارهای تداخل که توسط یک درز مضاعف که دارای عرض بسیارکوچک است تـولید می شود. (b) پدیده تفرق برای یک درز با عرض معین. (c) پدیده نوارهای تداخل که تـوسط دو درز دارای عین عرض مانند b ساخته شده است. این پدیده مساوی به حاصل ضرب منحنی های نشان داده شده در شکل a و b است. (شکل ۴ – ۱۶a را مشاهده کنید).

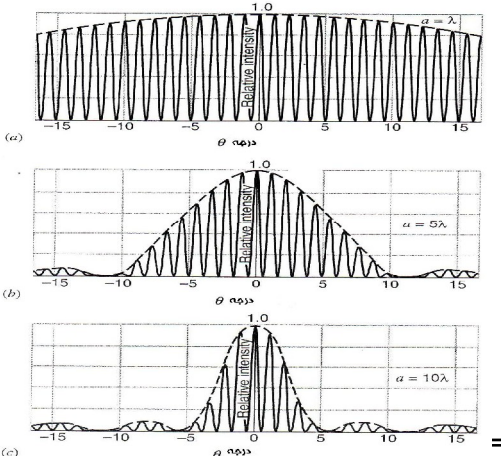
شکل ۴ – ۱۸ یک طرحی از شدت I_θ / I_m که توسط معادله ۴ – ۱۷ برای $d = 50\lambda$ و برای سـه قیمت a/λ داده شده است. و واضحاً نشان می دهد که برای درزهای باریک $a = \lambda$ نوارها در شدت تقریباً یکسان اند. هرقدر که درزها عریض می شوند شدت های نوارها توسط عـامـل تفرق میزان می شوند. معادله ۴ – ۱۷ رابا عامل $\left(\frac{Sin\alpha}{\alpha}\right)^2$ توسط شکل ۴ – ۱۲ مقایسه کنید.

اگر ما عرض درز a را کم می سازیم محوط نوارها عریض تر می شود وقله مرکزی گسترش می یابد (شکل های ۴ – ۱۸a و ۴ – ۱۸b را مقایسه کنید.)

هنگامیکه عرض a به صفر تقرب نماید و $\frac{\sin\alpha}{\alpha} \to 1$ بنا براین معادله ۴ - ۱۷ به معـادله

۴ – ۱۳ کاهش می یابد که تداخل را از یک جوره درز باریک بسیار کوچک توضیح مـی دارد.

اگر اجازه بدهیم که جدایی درز d به صفر تقرب نماید دو درز یکجا شده به یک درز واحدی بـه عرض a تبدیل می شوند از معادله ۴ - ۱۴ ، $\beta \to 0$ طوریکه $d \to 0$ تقرب نموده و معادله ۴ - ۱۷ به معادله ۴ – ۱۵ کاهش می یابد که معادله تفرق به یک درز واحد به عرض a است. اگر عرض درز یعنی a را افزایش دهیم ، محوطه نـوار باریکتر میشود و قـلـه مـرکزی آن تیز تر میگردد.(شکل های ۴ – ۱۸b و ۴ – ۱۸c را باهم مقایسه کنید.) جدایی بین نوارهای که ارتباط به d/λ می گیرد تبدیل نمی شوند.



شکل ۴ - ۱۸ :- تداخل نوارها برای یک درز مضاعف همراه جدایی درز $d = 50\lambda$ سه عرض متفاوت یک درز نشان داده شده است.

اگر ما جدایی درزیعنی d را افزایش دهیم نوارها با هم نزدیکتر می شوند ولی محوطه نوار کـه ارتباط a/λ می گیرد تغییر نمی کند. اگر ما طول موج نوار لازمی را افزایش دهیم هر دو پـدیده تداخل و تفرق گسترش می یابد. محوطه تفرق عریض می شود و جدایی نوار افـزایش می یابد. تاثیر معکوس زمانی اتفاق می افتد که طول موج را کاهش بدهیم. پدیده درز مضـاعف کـه در شکل ۴ - ۱۷ نشان داده شده است تداخل و تفرق رابه صورت نزدیک یکجا مـی سازد هردوی آنها از تاثیرات انطباق پذیری است که ارتباط می گیرد به اضافه کردن موانع موج دریک نقـطـه داده شده با در نظرداشت اختلاف فاز. اگر امواجی که با هم یکجا میشوند از تعداد معین(ومعمولاً کوچک) رادیاتورهای پیوسته سرچشمه بگیرند مانند که درز مضاعف ، این اثر را تـداخل مـی نامیم اگر امواجی که باهم یکجا می شوند از تقسیم یک موج به رادیاتورهـای پیوسته ای بسیار کوچک مانند روش ما دریک درز واحد سرچشمه نگیرند این اثرراتفرق می نامیم.

فرق بین تداخل وتفرق مناسب و مفید است اگرچه چنانچه نباید از یاد برد که این دو پدیده تاثیرات انطباق پذیر یک دیگراند و همزمان هردوی آنها درتجربه درز مضاعف موجود می باشند.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۶ : -

در یک تجربه درز مضاعف فاصله D صفحه از درزها 52cm است، طول موج $\lambda = 480nm$ است جدایی درز یعنی d=0.12mm است و ضخامت درز که به a نشان می دهند 0.025mm است.

(a) فاصله بین نوارهای مجاور را پیدا کنید ؟

(b) فاصله بین اعظمی تا اصغری محوطه نوار را پیدا کنید؟

حل :- (a) نمونه شدت توسط مساوات ۴ - ۱۷ داده شده است فاصله نوارهای توسط عامل تداخل $Cos^2\beta$ از مساوات ۴ – ۳ تعیین می شود پس داریم که :

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{d} = \frac{(480X10^{-9}m)(52X10^{-2}m)}{0.12X10^{-3}m} = 2.1mm$$

(b) موقعیت زاویوی اولین اصغری به تعقیب معادله ۴ - ۱ قرار ذیل است.

$$Sin\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{480X10^{-9}m}{25X10^{-3}m} = 0.0192$$

چون رقم کوچکی است و باکمی فرق می توانیم عوض $Sin\theta$ ، $\tan\theta$ را بنویسیم :

$$y = D\tan\theta \approx D\sin\theta = (52X10^{-2}m)(0.0192) = 10mm$$

پس شما نشان داده می توانید که ۹ نوار درقله مرکزی محوطه تفرق وجود دارد.

.....

مسئله نمونه ۴ – ۷ : -

چقدر ضرورت است برای اعظمی مرکزی محوطه تداخل از درز مضاعف که در نظر گرفته شود تا دقیقاً دارای 11 نوار باشد ؟

حل :- حالت مورد نظر طوری در نظر گرفته می شود ، اگر ششمین اصغـری عـامـل تـداخــل

($Cos^2\beta$ در معادله ۴ - ۱۷) با اولین اصغری عامل تفرق $(\frac{Sin\alpha}{\alpha})^2$ در معادله ۴ - ۱۷) روی هم قرار گیرند.

ششمین اصغری عامل تداخل وقتی واقع می شود که : $d\sin\theta = \frac{11}{2}\lambda$

در معادله ۳ – ۲ :

ویا :

$$\beta = \left(\frac{11}{2}\right)\pi$$

در معادله ۴ - ۱۴ اولین اصغری در بخش تفرق وقتی واقع می شود که $a\sin\theta = \lambda$ در معادله ۴ - ۱ شود .

یا

$$a = \pi$$

در معادله ۴ - ۱۶ از تقسیم معادلات ۴ - ۱۴ و ۴ - ۱۶ حاصل میشود که $\beta/\alpha = d/a$ و بنا برین:

$$\frac{d}{a} = \frac{11}{2}$$

جدایی درزیعنی d ، $\frac{11}{2}$ مرتبه عرض درز a باشد شرایط تنها وابستگی به نسبت جدایی درز d بر عرض درز a دارد و نه برای طول موج

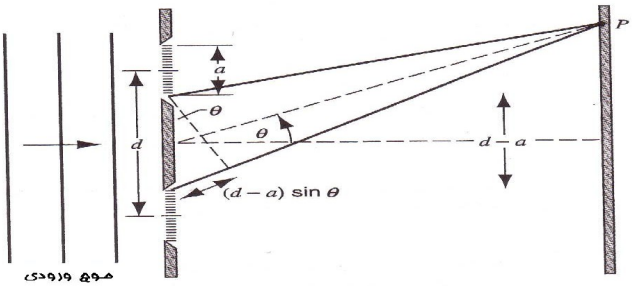
برای λ بزرگتر پدیده عریض تراست نسبت به λ کوچکتر اما همیشه ۱۱ نوار در قله مرکزی محوطه موجود است.

.....
.....

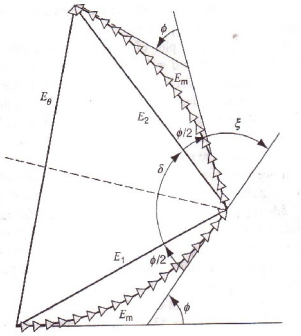
اشتقاق فازی معادله ۴ - ۱۷

شکل (۴ – ۱۹) با استفاده از فاز نشان دهنده ای مختص هندسی برای تحلیل درز مضاعف است هر کدام از دو درز به N ناحیه تقسیم شده است مانند اینکه به درز واحد در شکل (۴ - ۹) انجام شده بود ساحه برقی در قسمتP از انطباق وکتورهای ساحه برقیN از قسمت درز بالای به وکتور های ساحه برقی N از قسمت درز پایینی N پیدا می شود. میتود فازی مارا قادر می سازد تا سهولت های را از ساحه برقی P یکجا سازیم ، با در نظرداشت نسبت فازی ایشان، شکل (4 -20) نشان دهنده اولین فاز N (همنوا با درز بالای شکل ۴ - ۱۹) و محصله آنها E_1 مانند شکل (۴ - ۱۱) است. و فرق فازی $\Delta\phi = \frac{\phi}{N}$ بین هریک از فازهای N موجوداست. برای اضافه نمودن گروپ دوم فازهایN (همنوا با درز پایین) ما باید زاویه فاز ξ بین آخرین فاز از قسمت درز

بالائی و اولین فاز از درز پایینی را دریابیم. بعداً ما N فاز را از قسمت درز پایینی ترسیم و محصله آنها E_2 را پیدا می نماییم.



شکل ۴ - ۱۹ :- هردرز از درز مضاعف به N خط تقسیم شده است. در مشتق خطوط بی نهایت کوچک و بی نهایت زیاد میشود مثلیکه مادرشکل ۴ - ۹ ، N=18 را نشان دادیم.



شکل ۴ - ۲۰ :- دیاگرام فاز برای محاسبه محصله ساحه برقی در تداخل از درز مضاعف استفاده می شود.

مجموعه فاز های E_1 و E_2 محصله E_θ را که مشخص کننده درز مضاعف است می دهـــد. از شکل ۴ - ۲۰ ما می دانیم که E_θ قاعده یک مثلث متساوی الساقین است که دو ساق آن دارای عین طول E_1 و E_2 اند . که در معادله 4 -5 نشان داده شده اند. از شکـل هندسی 4 - 20 داریم که :

$$E_\theta = 2E_1 Sin\ \frac{\delta}{2} \quad \text{---------- (۱۸ - ۴)}$$

که δ زاویه راس مثلث چنین بدست می آید :

$$\frac{\phi}{2} + \delta + \frac{\phi}{2} + \xi = \pi \quad \text{---------- (۱۹ - ۴)}$$

$$\delta = \pi - (\xi + \phi) \quad \text{---------- (۲۰ - ۴)} \quad \text{که :}$$

با استفاده از معادله ۴ - ۲۰ برای بدست آوردن قیمت $\sin\frac{\delta}{2}$ ما در می یابیم که :

$$Sin\frac{\delta}{2} = Sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\xi + \phi}{2}\right) = Cos\frac{\xi + \phi}{2} \quad \text{---- (۲۱ - ۴)}$$

از اصطلاح

$$\frac{\text{اختلاف مسیر}}{\lambda} = \frac{\text{اختلاف فاز}}{2\pi}$$

همرای اختلاف فاز بین دو شعاع (از قسمت پائینی درز بالا و قسمت بالای درز پائین که در شکل ۴ - ۱۹ نشان داده شده است .) ξ و اختلاف مسیر $(d-a)\sin\theta$ داریم که:

$$\frac{\xi}{2} = \frac{\pi}{\lambda}(d-a)\sin\theta$$

یکجا ساختن این معادله با معادله ۴ – ۷ $\frac{\phi}{2} = \left(\frac{\pi a}{\lambda}\right)Sin\theta$ در می یابیم که:

$$\frac{\xi + \phi}{2} = \frac{\pi}{\lambda} dSin\ \theta$$

که نظر به معادله ۴ – ۱۴ β است . جایگزین کردن آن در معادله ۴ - ۲۱ در می یابیم که :

$$Sin\ \frac{\delta}{2} = Cos\ \beta$$

با یکجا نمودن این نتیجه با معادله ۴ - ۱۸ و با استفاده از معادله ۴ - ۵ برای بزرگ نمودن E_1 و E_2 داریم که:

$$E_\theta = 2E_m \frac{Sin\alpha}{\alpha} Cos\beta \quad \text{-------} (۲۲ - ۴)$$

مربع نمودن معادله ۴ - ۲۲ شدت را چنین میدهد.

$$I_\theta = I_m (\cos\beta)^2 \left(\frac{Sin\alpha}{\alpha} \right)^2$$

که معادل معادله ۴ - ۱۷ است، با توجه به اینکه در معادله ۳ - ۱۳ $I_m = 4I_0$ است.

سوالات چند گزینه ای

۴ - ۱ تفرق و نظریه موجی نور

۱ :- کدام یک از این جملات صحیح تر است؟

(A) تفرق فقط در امواج متقاطع دیده می شود.
(B) تفرق ثابت می سازد که نور مانند موج عمل می کنند.
(C) تفرق کمان رستم را واضح می سازد.
(D) سرخی غروب یک نمونه ای تفرق است.

۴ – ۲ تفرق در درز منفرد

۲ :- بسته های روشن و تاریک از یک درز واحد دارای عرض a را با بسته های روشن وتاریک از جدائی یک درز مضاعف $\frac{a}{2}$ مقایسه کنید(a) آیا دارای اعظمی مرکزی است؟
(b) در هنگامی که زاویه کوچک گردد آیا بسته های تاریک و روشن مساویانه از همدیگر قرار دارند؟ (c) آیا هردو اعظمی و اصغری در زاویه های موقعیت دارند که توسط ساین $\theta\alpha K$ داده شده است جایی که K یک عدد تام است؟
(A) بلی ، برای هردو.
(B) فقط برای تفرق از درز واحد.
(C) فقط برای تداخل از درز واحد.
(D) نه ، برای هردو.

۳ :- . پدیده تفرق از درز واحد همرای نور سبز مشاهده شده است کدام یک از تغییرات ذیل موقعیت تفرق اصغری رادر روی صفحه نمایان می سازد تا از تغییرات رنگ نور محفوظ باشد؟

(A) افزایش عرض درز.

(B) کاهش عرض درز.

(C) اشتقاق – ترکیب عدسیه صفحه از درز.

(D) افزایش شدت منبع نور.

۴ :- دو رنگ نور سرخ و بنفش می توانند از درز واحد بگذرند با رعایت اینکه برای یک عرض درز معین a اعظمی دومی نور بنفش و اعظمی اولی نورسرخ منطبق شدن اعظمی نـور سرخ و بنفش چه اتفاق می افتد؟

(A) جدایی اعظمی همرای زاویه اعظمی نورسرخ از نور بنفش سریع تر افزایش می یابد.

(B) جدایی اعظمی همرای زاویه اعظمی نوربنفش از نور سرخ بیشتر افزایش می یابد.

(C) زاویه اعظمی سرخ افزایش می یابد در حالیکه زاویه بنفش کاهش می یابد.

(D) زاویه اعظمی هردو افزایش می یابد بخاطریکه انطباق پذیری آنها ادامه دارد.

۵ :- طیف نور مرئی از درز واحد می تواند عبور کند پس جاییکه توسط رنگ های نور مرئی منور شده نمی تواند کجاست؟

(A) بین اعظمی مرکزی و اولین اعظمی برای نور سرخ.

(B) بین n ام اعظمی برای نوربنفش و n+1 ام اعظمی برای نورسرخ که n می تواند هرعدد تام باشد.

(C) بین n ام اعظمی برای نور بنفش و n+1 ام اعظمی برای نورسرخ n>3 باشد.

(D) هر زاویه متوافق به اعظمی برای بعضی رنگ ها است.

۴ - ۳ شدت در تفرق درز واحد

۶ :- شدت اعظمی مرکزی در تفرق از درز واحد:

(A) مستقل از عرض درز است.

(B) متناسب به عرض درز است.

(C) متناسب به مربع عرض درز است.

(D) معکوساً متناسب به عرض درز است.

۷ :- شدت اولین اعظمی بالای اعظمی مرکزی تقریباً چند فیصد شدت اعظمی مرکزی است؟

(A) 50% (B) 25% (C) 5% (D) متعلق به عرض درز است.

8:-پدیده تفرق اصغری در زاویه θ_m موقعیت داشته که m یک عدد تام غیر صفر است و؟

(A) $a\sin\theta_m = m\lambda$ (B) $aSin\theta_m > m\lambda$ (C)

$a\sin\theta_m < m\lambda$

۹ :- پدیده تفرق اعظمی در زاویه θ_m موقعیت داشته که m یک عدد تام مثبت است و

(A) $a\sin\theta_m = (m+1/2)\lambda$ (B) $a\sin\theta_m > (m+1/2)\lambda$

(C) $a\sin\theta_m < (m+1/2)\lambda$

۴ – ۴ تفرق در شکاف دایروی

۱۰ :- تفرق از یک شکاف مربع شکل با ضلع d در نظر است اولین اعظمی در $d\sin\theta = K\lambda$ واقع خواهد شد. طوریکه K یک عدد ثابت و توسط انتگرال دریافت میشود کدام یک از قیمت ها برای K ممکن است

(A) K<1 (B) K=1 (C) 1<K<1.22 (D)

1.22<K (E) K=1.22

۱۱ :- کوچکترین جسمی که توسط مایکروسکوب نوری عادی تحلیل می شود عبارت است از ؟

(A) باکتریا (B) ویروس (C) یک مالیکول آب

(D) ناممکن نیست یک روز مایکروسکوب های بهتری ساخته خواهد شد.

۴ - ۵ تداخل دو شکاف و ترکیب تفرق

۱۲ :- پدیده درز مضاعف در شکل ۴ – ۲۱a که توسط منبع نور مونوکروماتیکی دیده می شود به یک نوعی به پدیده شکل ۴ – ۲۱b تبدیل می شود. تغییرات ممکنه درین حالات قرار ذیل است ؟

(A) طول موج نور افزایش یافته بود.

(B) طول موج نور کاهش یافته بود.

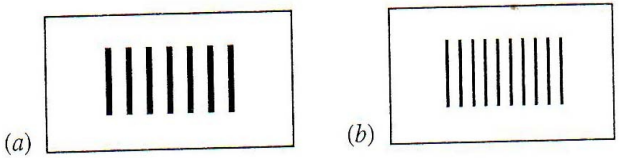
(C) عرض هر کدام از درزها افرایش یافته بود.

(D) عرض هرکدام از درزها کاهش یافته بود.

(E) جدایی درزها افزایش یافته بود.

(F) جدایی درزها کاهش یافته بود.

کدام بخش تغییر این دو پدیده را واضح می سازد.



شکل ۴ - ۲۱ :- سوال چند گزینه ای ۱۲ .

سوالات

۱ :- هنگام تمیز نمودن بین تفرق فرنسل آیا قواعد فزیکی مختلفی آنها را در برمی گیرد اگر چنین است آنها کدام قواعد اند واگر قاعده عمومی یکسان آنها را در بر میگیرد کدام است؟

۲ :- به کدام طریق تداخل وتفرق یکسان اند و به کدام طریق متفاوت؟

۳ :- فرض نمایید که شما یک درز واحد باریک و عمودی را پیش روی مردمک چشم خود گرفته اید و به یک تار طولانی به هیجان آمده به حیث یک منبع نور نگاه کنید آیا پدیده تفرق را کــه می بینید پدیده فرنسل یا فراون هوفر؟

۴ :- آیا اثرات تفرق برای تصاویر مجازی مانند تصاویر حقیقی اتفاق می افتد؟ واضح ســازید.

۵:- آیا اثرات تفرق برای تصاویر توسط آئینه های مستوی یا آئینه های کروی اتفاق می افتد ؟ توضیح دهید.

۶ :- برای این جمله نظربدهید" تفرق در تمام نواحی طیف الکترومقناطیسی اتفاق می افتد" به طور مثال ناحیه ای X-ray و ناحیه امواج را در نظر داشته باشید و نظر بدهید برای این جمـله که صحیح است یا اشتباه؟

۷ :- ما ادعا کرده بودیم که معادلات ماکسول تمام پدیده های نوری کلاسیک را توضیح می کرد حالانکه در فصل 3 (تداخل) واین فصل (تفرق) تذکر ناچیزی از معادلات ماکسول موجود است آیا کدام ناسازگاری درین جا موجود است ؟ معادله ماکسول در کجا محسوس است بحث کنید ؟

۸ :- اگر ما تحلیل های خود را درباره مشخصات عدسیه ها در فصل 2 که با میتود هندسی نور اما بدون محدود کردن توجه ما به شعاع پاراکسل و عدسیه های نازک غور مجدد نماییم آیا پدیده تفرق از تحلیل ما پدیدار می شود ؟ بحث کنید.

۹ :- چرا تفرق امواج صوتی در مشاهدات روزانه ای ما بیشتر مشهور است نسبت به تفرق امواج نو ر؟

۱۰ :- امواج صوتی می تواند متفرق شوند تقریباً چه عرضی باید ازیک درز واحد استفاده نماییم تا که توزیع امواج صوتی یک سطح مایل را که دارای فریکونسی 1KHz است توسعه دهیم؟

۱۱ :- چرا امواج رادیویی در اطراف خانه ها متفرق می شوند با وجودیکه امواج نوری نمی شوند؟

۱۲ :- یک لادسپیکر که درکنسرت موسیقی راگ استفاده شده دارای شکاف مستطیلی یک متر ارتفاع و 30cm عرض است آیا پدیده شدت صوتی در سطح افقی عریض تر است یا در سطح عمودی ؟

۱۳:- یک آنتن را طوری ساخته تا که اندازه های صحیح از ارتفاع یک طیاره را بـدست آورده می تواند ولی اندازه گیری جهت آنرا درسطح افق با دقت کمتر می دهد آیا باید نسبت طول بر عرض آنتن کوچکتر ، مساوی ویا بزرگتر از یک واحد باشد ؟

۱۴ :- واضح سازید که دریک پدیده تفرق از درز واحد فراون هوفرچه اتفاق مـی افتد اگر تمام دستگاه به زیر آب فرو برده شود ؟

۱۵ :- درتفرق از درز واحد تاثیر افزایش(a) طول موج و (b) عرض درز چیست؟

۱۶ :- هنگام شنیدن رادیو موتر زمانیکه از زیر یک پل می گذریم شما شاید توجه کرده باشید که سگنال AM تضعیف می شود اما سگنال FM نمی شود آیا تفرق کدام ارتباطی به این پدیـده دارد یا خیر؟

۱۷ :- پدیده تفرق از درز واحد چه قسم دیده می شود اگر $\lambda > a$ باشد.

۱۸ :- چه قسم پدیده ای بالای صفحه تشکیل شده توسط درز مضاعف دیده می شود اگر درزها دارای عرض یکسان باشند ؟ آیا موقعیت نوارها هم تغییر می نماید؟

۱۹ :- سایه ای یک چوب بیرق که به صورت عمود قرار دارد توسط آفتاب تشکیل شده است بـه طور واضح حاشیه های نزدیک قاعده خود

را نمایان می کند و حاشیه های قسمت بالای را به طور کمتر نمایان میکند چرا ؟

۲۰ :- نورآفتاب که بالای یک درز واحد به عرض 1Pm می تابد پدیده نتیجوی تفرق چطور دیده می شود از لحاظ کیفیت توضیح نماید ؟

۲۱ :- درشکل ۴ - ۸ اشعه r_1 و r_3 که فاز آنها r_2 و r_4 اند چرا درنقطه P_2 شدت اعظمی نیست حالانکه اصغری است ؟

۲۲ :- وقتی ما درباره تفرق از درز واحد صحبت می نماییم باید بگوییم که عرض یک درز باید به تناسب طول آن کمتر باشد فرض کنید که طول مساوی به دو چند عرض است یک حدس تقریبی که چطور پدیده تفرق دیده خواهدشد بزنید ؟

۲۳ :- در شکل ۴ - ۶ طول مسیر نور از درز با نقطه P_0 یکسان است چرا ؟

۲۴ :- در شکل۴ – ۱۰d چرا E_θ که نمایندگی از نخستین اعظمی بالای اعظمی مرکزی می کند عمود نیست ؟

نکته : تاثیرات مارپیچ کم و یا غیر مارپیچ یک کامل فاز نما این شکل را در نظر بگیرید . تمرین ۱۲ را مشاهده نماید.

۲۵ :- حد اقل دو دلیل بگویید که چرا فایده میخانیکی یک تلسکوپ بزرگ با افزایش قطر عدسیه افزایش می یابد؟

۲۶ :- تاثیرات تفرق یا تلسکوب انعکاسی متحد است مانند تلسکوب فضایی هوبل که در آن به جای عدسیه آئینه استفاده شده ؟ اگر چنین است چرا ما در صدد انداختن تلسکوب های بزرگ در فضاء هستیم ؟

۲۷ :- مشاهد نمودیم که تفرق قدرت تحلیل تلسکوب های نوری را محدود می سازد (شکـل ۴ – ۱۴ را ببینید) آیا تلسکوب های بزرگ رادیو هم چنین عمل می کند؟

۲۸ :- تفرق برای تلسکوب ها نسبت به کمره ها مضرتر است چرا ؟

۲۹ :- پدیده تداخل از درز مضاعف که در شکل ۴ – 16a ما گفته بودیم که نوار های تداخل در شدت که از پدیده تفرق از درز واحد رخ می دهد معادل شده بود آیا می توانیم این جـملـه را معکوس نموده بگوییم که پدیده تفرق از درز واحد توسط شدت تداخل نوارها متعادل می شود؟ بحث کنید.

تمرینات

۴ - ۱ تفرق و نظریه موجی نور

۴ – ۲ تفرق در درز منفرد

۱ :- وقتی که نورمونوکروماتیک بالای یک درزی که دارای 0.022mm عـرض است می تابد اولین تفرق اصغری در تحت

زاویه 1.8^0 از جهت محل واقعه دیده شده می تواند طول موج نور تابیده شده را بدست آورید؟

۲ :- آیا می تواند که موج طبیعی X-rays را با تفرق آنها از یک درز واحد معین نمایید ؟ حداکثر عرض درز را که می تواند استفاده شود اگر عرض اعظمی زاویه مرکزی 0.12mrad گرفته شود شما طول موج x-rays ، را به اندازه 0.10nm تخمین مشخص نمائید؟

۳ :- نور مونوکروماتیک با طول موج 441nm .بالای یک درز باریک می تابد و دریک صفحه ای که به اندازه ای 2.16m دورتر است وفاصله بین اصغری دومی و اعظمی مرکزی 1.62cm است.

(a) زاویه تفرق θ اصغری دوم را محاسبه نمائید. (b) عرض درز را دریافت نمائید.

۴ :- نوری که دارای طول موج 633nm است بالای یک درز باریک می تابد زاویه بین اصغـری دریک کنار اعظمی مرکزی و نخستین اصغری در کنار دیگر آن 1.97^0 است عرض درز را دریافت نمائید؟

۵ :- یک درز واحد توسط امواج نوری باطول موج های λ_a و λ_b درخشان شده است بناءً تفـرق اصغری اول از ترکیب λ_a همراه با ترکیب اصغری دوم λ_b منطبق است.(a) چه نسبتی بین این دو طول موج است. (b) آیا دیگر نقاط اصغری دراین دو پدیده مطابقت می کند؟

۶ :- یک سطح موج با طول موج 593nm بالای یک درز که $420\mu m$ عرض دارد می تابد یک عدسیه محدب نازک با طول محراقی 71.4cm درعقب درز جایگزین شده است ونور را بالای صفحه متمرکز می سازد فاصله را بالای صفحه بین مرکز پدیده و اصغری دوم دریابید؟

۷ :- در پدیده تفرق از درز واحد فاصله بین اولین اصغری از طرف راست و اولین اصغری به طرف چپ 5.20mm است صفحه ای که بالای آن پدیده نمایش داده شده است 82.3cm از درز قرار دارد وطول موج 546nm است عرض درز را محاسبه نمایید؟

۸ :- فاصله بین اولین و پنجمین اصغری یک درز واحد 0.350nm است و صفحه 41.3cm دورتر از درز است با استفاده نوری دارای طول موج 546nm . (a) زاویه تفرق (θ) اولین اصغری را محاسبه نمایید و (b) عرض درز را پیدا کنید؟

۹ :- درزی به عرض 1.16mm توسط نوری با طول موج 589nm روشن شده است پدیده تفرق بالای صفحه که 2.49m دورتر واقع است دیده می شود فاصله بین نخستین دوتفرق اصغری در تفرق یک طرف اعظمی مرکزی دریابید؟

۴ - ۳ شدت در تفرق درز واحد

۱۰ :- اگر شما عرض یک درز واحد مضاعف نمائید شدت اعظمی مرکزی پدیده تفرق با چهار عامل افزایش می یابد اگر چه انرژی که از بین دو درز می گذرد چند مـی شود این کیفیت را توضیح دهید؟

۱۱ :- نور مونوکروتیک با طول موج 538nm بالای درزی با عرض $25.2\mu m$ می تابد فاصله درز از صفحه 3.48m است یک نقطه ای به اندازه ای 1.13cm به روی صفحه از اعظمی مـرکزی در نظر بگیرید (a) θ را محاسبه نماید (b) α را محاسبه نمائید (c) نسبت شدت در این نقطه را باشدت اعظمی مرکزی محاسبه نمائید ؟

۱۲ :- درشکل۴ – ۱۰d زاویه E_θ را که با عمود می سازد محاسبه نمایید ؟ (سوال۲۴ ومسئله ۳ را ببینید).

۱۳ :- عرض یک اعظمی را در یک پدیده تفرق از درز واحد که $a = 10\lambda$ است محـاسبه نمایید نتیجه خود را با شکل ۴ – ۱۲c مقایسه نمائید؟ (مسئله نمونه ای ۴ – ۴ را ببینید).

۴ – ۴ تفرق در شکاف دایروی

۱۴ :- یک منجم ادعا می کند که او می تواند دو نقطه ای جداگانه ای را که 163km پایینتر در سطح زمین قرار دارد تفکیک نماید (a) زاویه و(b) جدایی خطی دونقطه را با درنظـر داشت شرایط ایدیال محاسبه نمائید؟

۱۵ :- چراغ های پیش روی یک موتر نزدیک شونده به فاصله ای 1.42m از هم قرار دارند.
(a) در کدام جدایی زاویوی و (b) در کدام فاصله اعظمی چشم آنها تفکیک خواهد کرد؟ بادرنظرداشت اینکه قطر مردمک چشم5.00nm و طول موج 562nm است وهم چنان تاثیرات تفرق به تنهایی نتیجه تفکیک را محدود می سازد.
۱۶ :- دیوارهای یک اطاق بزرگ توسط آجرهای صوت گذر که در آن سوراخ های کوچک بـه اندازه ای 5.20mm از یک مرکز به مرکز دیگر برمه شده پوشیده شده است چقدر دور مـی تواند یک شخص از چنین آجرها قرار داشته باشد و باز هم سوراخ های انفرادی را تفکیک کند ؟ بادر نظر داشت شرایط آیده آل همچنان با در نظرداشت اینکه نظر مردمک چشم مشاهده کننده 4.60mm و طول موج 542nm باشد.
۱۷ :- جدایی دو نقطه در سطح مهتاب توسط تلسکوپ 1200 انچ یا 5.08m که در Mount Palomar قرار دارد و تفکیک می شود دریابید ؟ بادر نظرداشت اینکه این فاصـله تـوسـط تاثیرات تفرق معین شده است وطول موج 565nm است.
۱۸ :- یک زیر دریایی از راداری به طول موج 1.57cm استفاده می کند آنتن دایروی آن دارای قطر 2.33m است درفاصله 6.25km کوتاه ترین فاصله ای که بین دوقایق که از یکدیگر قـرار دارند و هنوز به

حیث روشی جدا ازهم دیگر درسیستم رادار تفکیک می شوند بدست آرید ؟

۱۹ :- اگر یک superman بینایی شعاع x-ray را به طول موج 0.12-nm و طول موج 4.33-mm قطر مردمک چشم آن باشد داشته باشد درچه ارتفاعی اعظمی او می تواند تبه کاران را از قهرمانان تفکیک نماید؟ با در نظرداشت اینکه کمترین معلومات مستلزم در4.8cm .برای superman واضح می شود ؟

۲۰ :- یک قمر که به نام"جاسوس درآسمان" در ۱۶۰ کیلومتری بالای سطح زمین در چرخش است دارای یک عدسیه ای به طول محراقی 3.6m است و قدرت تفکیک آن برای اشیاء روی زمین 30cm است و به آسانی می تواند اندازه ای یک هوا کش طیاره را اندازه نماید قطر موثر عدسیه ای که تنها توسط تمرکز تفرق معین شده است چیست؟ با در نظرداشت اینکه $\lambda = 550nm$ باشد.

۲۱ :- نقاشی آقای جورج بوش سورات که در شکل ۴ – ۲۲ نشان داده شده حاوی نقاط کوچک به اند ازه $(\approx 2m)$ نزدیک هم قرار داده شده (شکل ۴ – ۲۲) از زنگ خالص می باشد خبط بصارت رنگ ها بخاطر واقع می شود که مردمک چشم بیننده باعث تفرق نوری که در داخل آن می شود ، کوچکترین فاصله ای را محاسبه نمائید که بیننده بایداز چنین نقاشی قرار گیرد تا بتواند که مخلوط رنگها دلخواه خودرا

2 mm

بدست آورد. طول موج نور را 475nm و قطر مردمک را 4.4mm فرض نمائید؟

شکل ۴ - ۲۲ :- تمرین ۲۱.

۲۲ :- در جون ۱۹۸۵ یک شعاع لیزری از قرارگاه نوری قوای هوایی فیر شد و دوباره به قرار گاه برگشت نموده طوریکه 354km به طرف بالا سرعت داده شده بود و قطر اعظمی مرکزی شعاع در موقعیت 9.14m گفته شده است و طول موج شعاع 500nm است قطر موثر شکاف لیزر در میدان چقدر است ؟ (توجه: شعاع لیزر بخاطر تفرق منتشر می شود بـا درنظـرداشت اینکه سوراخ خروجی نیز دایروی باشد).

۲۳ :- (a) یک دیاگرام دایروی دارای 60cm قطر به فریکونسی 25KHz در یک منبع زیرآبی صوتی که برای کشف زیردریایی ها استفاده می شود اهتزاز می نماید و دور از منبع شدت صوت مانند پدیده تفرق برای یک سوراخ دایروی که قطر آن مساوی به قطردیاگرام است توزیع مـی گردد سرعت صوت را درآب 1450m/s

فرض نمائید و زاویه بین نـارمل و دیاگرام وجهـت نخستین اصغری را دریابید؟

(b) ودوباره آنرا برای منبعی که دارای فریکونسی شنوایی 1KHz است تـکـرار نمائید؟

۲۴ :- رادارهای ملی متر امواجی شعاعات نازکتر را نسبت به رادارهای مایکرو امواجی تولید می کند و این برای Missile های ضد رادار کمتر آسیب می رساند.

(a) عرض زاویوی از نخستین اصغری به نخستین اصغری قسمت مـرکزی کـه تـوسط شعاع 220GHz رادار تولید می شود وتوسط قطر-55 cm آنتن دایروی منتشر مـی شـود محاسبه نمائید؟

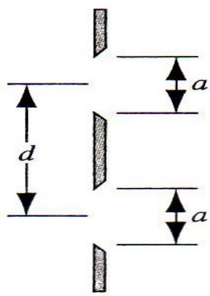
(b) همین مقدار رادار را در کشتی که در تمرین 18 توضیح شده بود نیز محـاسبه نمـائید؟

۴ - ۵ تداخل دو شکاف و ترکیب تفرق

۲۵ :- دو درز دارای عرض (a) و جدایی (d) که توسط شعاع پیوسته طوریکه طول موج آن λ است روشن شده است جدایی خطی نوارهای تداخل که در روی صفحه به فاصله D دور است و مشاهده می شود چیست؟

۲۶ :- (a) یک سیستم درز مضاعف را بسازید که در آن نوار چهارم آن در اثر عدم موجودیت اعظمی مرکزی غایب باشد؟ (b)دیگر کدام نوارها اگر موجود باشد مفقود می شوند؟

۲۷ :- (a) برای $d=2a$ در شکل ۴ - ۲۳ چقدر نوار های تداخل در قسمت مرکزی تفرق قــرار میگیرند؟ (b) اگر ما $d=a$ قرار دهیم هر دو درز به یک درز واحد که دارای عرض $2a$ اســت تبدیل می شود نشان دهیدکه معادله ۴- ۱۷ برای چنین درز به پدیده ای تفرق تقلیل می یابد؟



شکل ۴ ـ ۲۳ :- تمرین ۲۷ .

۲۸ :- فرض نمائید که در مسئله نمونه (۴ - ۷) محوطه قله مرکزی دارای ۱۱ نوار است چقدر نوار ها بین اصغری اول و دوم محوط قرار می گیرد؟

۲۹ :- (a) چه تعداد نوار های مکمل در بین اولین اصغری نوار محوطه در هر طــرف اعـظـمی مرکزی برای یک نمونه ای یک درز مضاعف

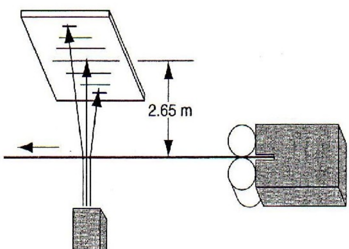
ظاهر میشود اگر $\lambda = 557nm$ ، d=0.150mm و a=0.030mm ؟ باشد؟

(b) نسبت شدت نوار سوم که به کنار مرکز قرار دارد به شدت نور مرکزی چیست؟

....

مسائل

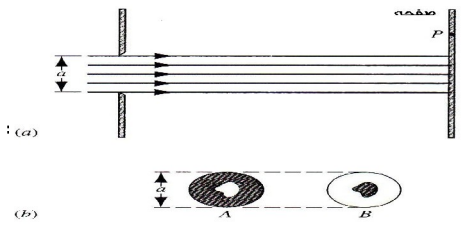
۱ :- تولید کننده گان سیم (ودیگر اشیاء دارای ابعادکوچک) بعضی اوقات از لیزر استفاده می کنند تا که به طور متداوم ضخامت محصولات را کنترول نمایند. بیسیم از اشعه لیزر جلوگیری می کند و باعث تولید پدیده تفرق مانند درز واحد که دارای عرض یکسان مثل قطر سیم است می شود. شکل ۴ - ۲۴ را ببینید. فرض نمائید کــه لیزر He-Ne با طول مــوج 632.8nm سیم را روشن می نماید و پدیده تفرق برروی صفحه که 2.65m دور است نمایان می شود اگــر قطر سیم مورد نظر 1.37mm باشد فاصله مشاهده شده بین دو اصغری مرتب شده هم در هر طرف اعظمی مرکزی چقدر است؟



شکل ۴ - ۲۴:- مسئله ۱.

۲ :- یک شعاع مونوکروماتیک نور موازی بالای یک سوراخ دارای قطر $a >> \lambda$ می تابد. نقطه P در ناحیه سایه ای هندسی روی صفحه دور قرار می گیرد طوریکه در شکل ۴ – ۲۵a نشان داده شده است دو مانع طوریکه در شکل۴ – ۲۵b نشان داده شده است در مقابل سوراخ موازی به حال چرخش قرار دارند. A یک دایره تاریکی است همراه یک سوراخ درآن و B یک کلیشه ای A است با استفاده از مفهوم انطباق پذیری نشان می دهد که شدت در نقطه ای P معادل است برای هر یک از اشیاء متفرق کننده A و B : " این اصل Babint است".

دراین رابطه معلوم می شود که پدیده تفرق برای یک سیم مانند یک درز با عرض مساوی یکسان است. ("اندازه گیری قطر یک موی توسط تفرق" این کتاب را که توسط S.M.Curry و A.l. Schawow نوشته شده و مجله فیزیک امریکایی که در ماه می سال ۱۹۷۴ پخش شده صفحه ۴۱۲ آنرا ببینید).



شکل ۴ - ۲۵ :- مسئله ۲.

۳ :- (a) نشان دهید که قیمت α در کدام شدت اعظمی در رویداد تفرق از درز واحد به طور دقیق میتواند که پیدا شود با مشتق گرفتن رابطه ۴ – ۸ با در نظر داشت α و قرار دادن آن مساوی به صفر، حالت $\tan\alpha = \alpha$ بدست می آید.

(b) قیمت های α را با اجرای این رابطه توسط طرح گراف منحنی $y = \tan\alpha$ و خط مستقیم y=a و با پیدا نمودن تقاطع آنها و یا با استفاده از ماشین حساب قیمت مناسب بدست آورید.

(c) قیمت های نسبتی m را با در نظر داشت نقاط اعظمی پی در پی در پدیده درز واحد را پیدا کنید.

با توجه به اینکه اعظمی دوم دقیقاً در نصف راه بین اصغری قرار نمی گیرد.

۴ :- در تجربه متحد شوروی و فرانسه برای بازرسی سطح مهتاب همراه اشعه نور تشعشع وارد شده از لیزر یا قوتی $\lambda = 0.69\mu m$ از طریق یک تلسکوپ انعکاسی همراه با شعاع آئینه 1.3m به طرف نور سوق داده شده بود یک انعکاس گر که در مهتاب وجود داشت مانند یک آئینه مستوی با شعاع 10cm درمقابل عکس العمل نشان داده و نور را

مستقیماً دوباره به طـــرف تلسکوپ زمین منعکس نمود و نورمنعکس شده دوباره توسط نورسنج کشف شده بعد از اینکـه توسط تلسکوپ متمرکز مشهود شده بود. چه نسبتی از انرژی نور اصلی توسط کشف کننده اخذ شده بود ؟ بادرنظرداشت اینکه گردش در هرجهت، تمام انرژی در قسمت مرکزی دایره تفـرق متمرکز است.

۵ :- می توان نشان داد که به استثناء $\theta = 0$ یک مانع دایروی که دارای قـطـر یکسان باشد برعلاوه این اگر موانع بسیار مانند قطرات کوچک آب که به طور اتفاقی موقعیت دارد و بعـداً در اثر تداخل از بین می رود، نقط با گذاشتن تفرق همراه با مانع واحد.

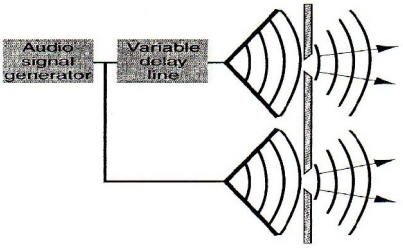
(a) توضیح بدهید که در یک شب غبار آلود چرا به دور مهتاب یک حلقه دیده می شود؟ حلقه همیشه در رنگ سرخ است چرا ؟ توضیح بدارید.

(b) اندازه قطرات آب را محاسبه نمائید در هوا اگر حلقه ای دور مهتاب با قطر 1.5مرتبه از قطر مهتاب بزرگتر باشد؟ قطر زاویوی مهتاب درآسمان 0.5^0 است.

(c)در کدام فاصله از مهتاب حلقه ای آن آبی رنگ دیده می شود؟ بعضی اوقات حلقه ها سفید اند چرا؟

(d)ترتیب رنگ ها مخالف رنگ های کمان رستم است چرا؟

۶ :- یک سیستم درز مضاعف صوتی (جدایی درز d وعرض درز a) توسط دو لادسپیکر داده شده است مانند شکل ۴ - ۲۶ با استفاده از خط تأخیری ناپایدار فازیکی از این لادسپیکر ها شاید متفاوت باشد. باتمام جزییات شرح دهید که کدام تغییرات در پدیده شدت در فواصل بزرگ وقتیکه این اختلاف فاز از صفر به 2π تغییر می نماید واقع می شود؟ تاثیرات تداخل و تفرق را در نظر بگیرید.

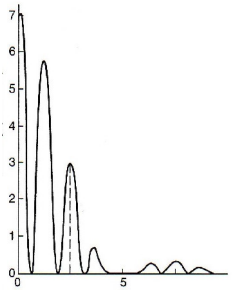


شکل ۴ – ۲۶ :- مسئله ۶

۷ :- نوری با طول موج 440nm از طریق درز مضاعف با داشتن پدیده تفرق با شدت I و زاویه θ که در شکل ۴ - ۲۷ نشان داده شده است میگذرد.

(a) عرض درز و (b) جدای درز را محاسبه نماید.

(c) شدت های نمایش داده شده m=1 و m=2 نوار های تداخل را متمایز سازید.



شکل ۴ - ۲۷ :- مسئله ۷ .

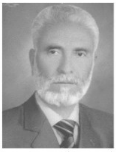
.....

مسائل کامپیوتری

۱ :- گراف شدت را که تابع زاویه از محور مرکزی تفرق از درز دایروی به طور عددی اســـت تشکیل کنید؟ قطر درز را $d = 5\lambda$ در نظر بگیرید این رابط را با در نظر داشت درز دایروی که می تواند توسط یک شبکه مربع شکل منابع نقطوی که هر کدام به فاصله ای d/10 از هم جـدا شده اند تقریب شود. تنها نقاط شبکوی همرای دایره می توانند تشعشع شوند. ضریب 1.22 را در معادله ۴ - ۱۱ ثابت نماید.

۲ :- معادله ۴ - ۸ را برای قیمت های مختلف a و λ برای ثابت ساختن اینکه قدرت برخورد مجموعی بر روی درز واحد مانند قدرت برخورد بر روی صفحه یکسان باشد از حیث عدد کامل کنید. بعضی از قیمت های را که می توانید امتحان کنید ۱ و ۲ و $a/\lambda = 0.5$ اند.

پایان



خلص سوانح بیوگرافی غلام قادر د هگان

اینجانب پوهنوال غلام قادر دهگان فرزند غلام رسول **۱۳۲۵** دریک فامیل بیسواد و متدین متولد شدم دوره ابتدایی را در مکتب فوشنج بدرجه اعلی اکمال نموده ودر سال **۱۳۳۹** به دارالمعلمین اساسی ولایت هرات شامل وبسال **۱۳۴۴** از صنف دوازدهم فارغ وشامل تحصیلات عالی کشور شدم.

وبه سال **۱۳۴۹** از رشته ریاضیات وفزیک پوهنتون تعلیم و تربیه کابل به سویه لسانس فارغ وبه موسسه عالی تربیه معلم هرات به صفت استاد مقرر شدم ودرسال **۱۳۲۳** چانس تحصیل در کشور آلمان حاصل نمودم ومدت یکسال تحصیلی در پوهنتون P.A.DAGOGISCHE HOCHSCHULE

HALLE. N.K.KRVPSKAJA مصروف تحصیل بودم ودر سال **۱۳۲۹** که پوهنځی طب در چوکات پوهنتون هرات افتتاح شد به بآن پوهنځی تبدیل شدم وتا کنون در پوهنځی طب و ساینس مصروف تدریس مضامین فزیک و بیوفزیک میباشم.

بااحترام

پوهنوال غلام قادر دهگان

مبایل : **۰۷۰۷۴۲۵۰۴۰**

ایمل :g dehgan@gmail.com

Abstract

The title of new physics and light are made in four section or four seasons which are (lightening waves, mirrors, lenses, interference, and diffraction) and in every seasons it is tried to discus about every issue very well till the students catch all the beneficial points in simple language and there are questions and exercises in every section which are well beneficial and for preparing this issue the well known sources have been used.

With respect

Publishing of textbooks and support of medical colleges in Afghanistan

Honorable lecturers and dear students,

The lack of quality text books in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging the students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past two years we have successfully published and delivered copies of 60 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

"Funds will be made ensured to encourage the writing and publication of text books in Dari and Pashto, especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state-of- the-art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this, it would not be possible for university students and faculty to acquire updated and accurate knowledge"

The medical colleges' students and lecturers in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to update and new teaching materials are main problems. The students have easy access to low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the critical situation of this war torn country into consideration, we need desperately capable and professional medical experts. Those, who can contribute in improving standard of medical education and public

health throughout Afghanistan, thus enough attention, should be given to the medical colleges.

For this reason, we have published 60 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh & Kabul medical colleges. Currently we are working on to publish 60 more different medical textbooks, a sample of which is in your hand. It is to mention that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to non-medical subjects like (Science, Engineering, Agriculture, Economics & Literature) and it is reminded that we will publish textbooks for different colleges of the country which are in need.

As stated that publishing medical textbooks is part of our program, we would like to focus on some other activities as following:

1. Publishing Medical Textbooks

This book in your hand is a sample of printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers and publish each year 100 different textbooks for Afghan Higher Education Institutions.

2. Interactive and Multimedia Teaching

In the beginning of 2010, we were able to allocate multimedia projectors in the medical colleges of Balkh, Herat, Nangarhar, Khost & Kandahar. To improve learning environment the classrooms, conference rooms & laboratories should also be equipped with multimedia projectors.

3. Situational Analysis and Needs Assessment

A comprehensive need assessment and situation analysis is needed of the colleges to find out and evaluate the problems and

future challenges. This would facilitate making a better academic environment and it would be a useful guide for administration and other developing projects.

4. College Libraries

New updated and standard textbooks in English language, journals and related materials for all important subjects based on international standards should be made available in the libraries of the colleges.

5. Laboratories

Each medical college should have well-equipped, well managed and fully functional laboratories for different fields.

6. Teaching Hospitals (University Hospitals)

Each medical college should have its own teaching hospital (University Hospital) or opportunities should be provided for medical students in other hospitals for practical sessions.

7. Strategic Plan

It would be very nice if each medical college has its own strategic plan according to the strategic plan of their related universities.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us for publication. We assure them quality composition, printing and free of cost distribution to the medical colleges.
I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

We are very thankful to the German Federal Foreign Office; German Academic Exchange Service (DAAD) for providing funds

for 90 different medical textbooks and the printing process for 50 of them are ongoing. I am also thankful to Dr. Salmaj Turial from J. Gutenberg University Mainz/Germany, Dieter Hampel member of Afghanic/Germany and Afghanic organization for their support in administrative & technical affairs.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities during the past two years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like cordially to thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Associate Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, the universities' chancellors and deans of the medical colleges for their cooperation and support for this project. I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave all these books to be published.

At the end I appreciate the efforts of my colleagues Dr. M. Yousuf Mubarak, Abdul Munir Rahmanzai, Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hematullah in publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, November, 2012
Karte 4, Kabul, Afghanistan
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

Message from the Ministry of Higher Education

In the history, book has played a very important role in gaining knowledge and Science and itis the fundamental unit of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and based on educational standards and new learning materials, new textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts ofthe lecturers of Higher Education institutions and I am very thankful to them who have worked for many years, and have written or translated textbooks. I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields. So, that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students.

At the end, I am very grateful tothe German Federal Foreign Office, theGerman Academic Exchange Service (DAAD)and all those institutions and its people who have provided opportunities for publishing medical textbooks. I am hopeful that this project should be continued and publish textbooks in other subjects too.

Sincerely,
Prof. Dr. Obaidullah Obaid
Minister of Higher Education
Kabul 2012

Book Name	Light & Modern physics
Author	Prof. Ghulam Qader Dahgon
Publisher	Herat Medical Faculty
Website	www.hu.edu.af
No of Copies	1000
Published	2012
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed at	Afghanistan Times printing press

This Publication was financed by the German Academic Exchange Service (**DAAD**) with funds from the German Federal Foreign Office.

Administrative and Technical support by Afghanic organization.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your text books please contact us:
Dr. Yahya Wardak, MoHE, Kabul, Afghanistan
Office 0756014640
Email wardak@afghanic.org

ISBN 978849280827 – 4

All rights are reserved with the author

Printed in Afghanistan 2012

Herat Medical Faculty

AFGHANIC

Prof. Ghulam Qader Dahgon

Light & Modern Physics

DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst
German Academic Exchange Service

2012

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.