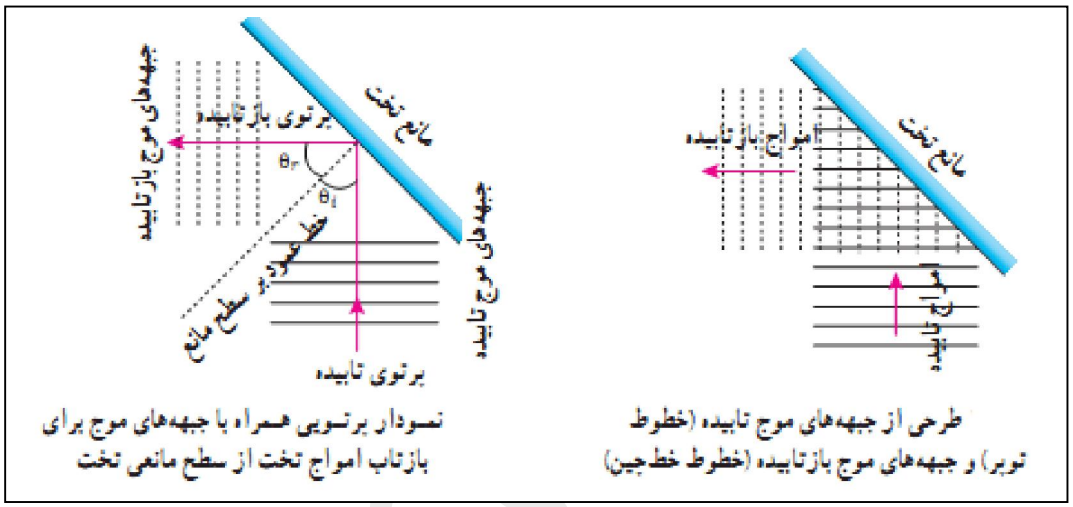
بازتاب موج : هرگاه موج در حال انتشار به مرز یک محیط با محیط دیگر برسد ، مقداری از انرژی این موج از مرز مشترک عبور، و بقیه آن به محیط اول بر می‌گردد ، به این پدیده را باز تاب موج می‌نامند .

نمودار پرتویی : برای بررسی رفتار موج از یک پرتو ، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه موج که جهت انتشار موج را نشان میدهد استفاده می‌کنیم .

زاویه تابش : زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتو تابیده (فرودی) را زاویه تابش می‌نامند و با θ_i نشان می‌دهند.

زوایه بازتابش : زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتو بازتابیده را زاویه بازتابش می‌نامند و با θ_r نشان می‌دهند.

قانون بازتاب عمومی : برای هر وضعیت مانع و انواع موجها (دایروی و کروی) همواره زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است یعنی $\theta_r = \theta_i$ ، که به آن ، قانون بازتاب عمومی گفته می‌شود .



نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت

طرحی از جبهه‌های موج تابیده (خطوط تویر) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط‌چین)

میکروفن سهموی : میکروفن سهمی‌وار میکروفونی است که از یک منعکس‌کننده‌ی سهمی‌وار برای تجمع و متمرکز کردن امواج صدا بر روی گیرنده استفاده می‌کند. نوعی از این میکروفن که می‌تواند صداها را از چندین متر دورتر دریافت کند برای کارهایی از جمله ضبط صدای طبیعت، صدای میدان برای گزارش‌های ورزشی، استراق سمع، و حتی جاسوسی استفاده می‌شود.

پژواک : انعکاس و بازگشت امواج صوتی را از موانع مانند دیوار و صخره را پژواک می‌گویند یعنی بازگشت صوت اولیه با تاخیر زمانی .

☑ اگرتاخیرزمانی صوت بازگشت و صوت اولیه کمتر از ۰/۱ ثانیه باشد گوش انسان نمی‌تواند آنها را تمیز دهد .

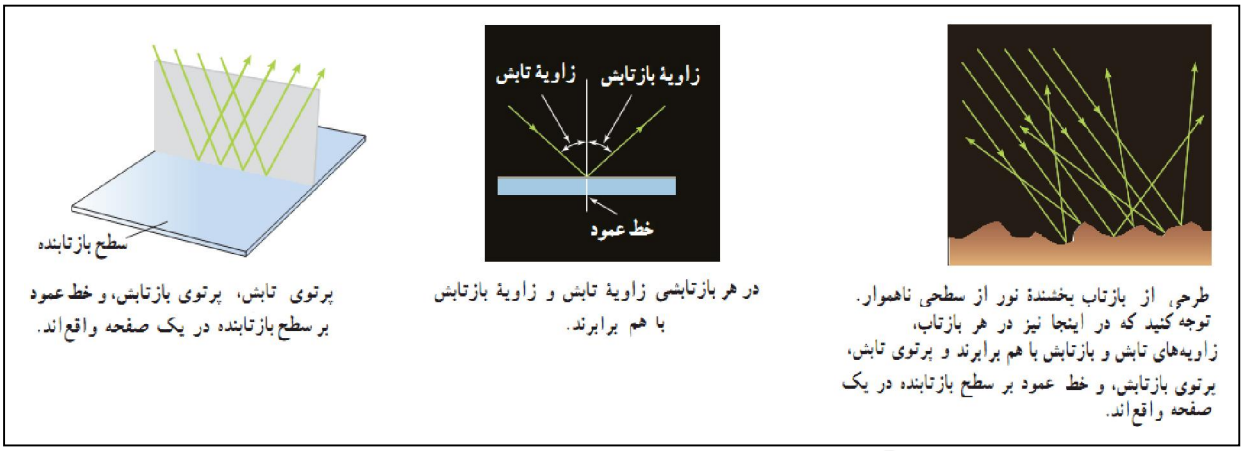
بازتاب امواج الکترومغناطیسی : امواج الکترومغناطیسی از قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کنند و امواج تخت الکترومغناطیسی پس از بازتاب از یک سطح کاو در یک نقطه کانونی می‌شوند . کاربرد : آنتن‌های بشقابی – اجاقها و کوره‌های خورشیدی .

☑ برای نور مرئی نیز مانند سایر امواج ، پرتو تابش ، پرتو بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده ، در هر بازتابشی ، در یک صفحه واقع اند .

بازتاب آینه ای یا منظم : هرگاه سطح بازتابنده نور همچون یک آینه، بسیار هموار و صیقلی باشد بازتاب نور را آینه‌ای می‌نامند.

بازتاب پخشنده یا نامنظم : اگر نور به سطحی غیر صیقلی و ناهموار بتابد بازتاب نور از پستی و بلندی ها به طور کاتوره‌ای درتمام جهات پراکنده می‌شود که به آن بازتاب پخشنده یا نامنظم می‌گویند . مانند بازتاب نور از دیوار سنگ و دست شما .

☑ سطح ناهموار در مقایسه پستی بلندی سطح با طول موج نور تابشی تعریف می‌شود .



طرحی از بازتاب پخشندهٔ نور از سطحی ناهموار. توجه کنید که در اینجا نیز در هر بازتاب، زاویه‌های تابش و بازتابش با هم برابرند و پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده در یک صفحه واقع‌اند.

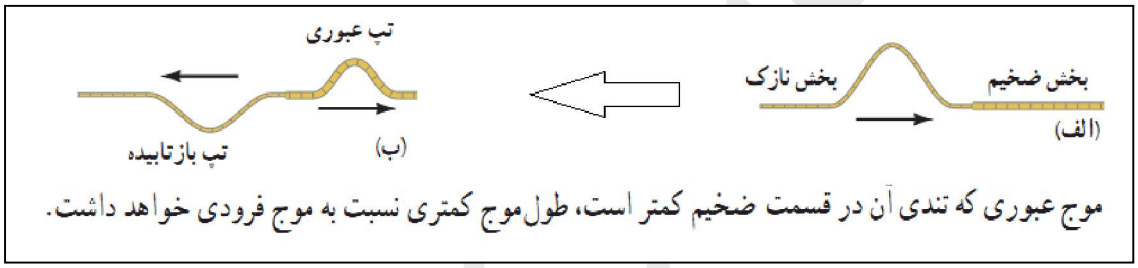
در هر بازتابشی زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش با هم برابرند.

پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده در یک صفحه واقع‌اند.

شکست موج : در اثر عبور امواج از یک محیط به محیط دیگر مسیر پرتو منحرف می‌شود که به این پدیده شکست موج می‌گویند .

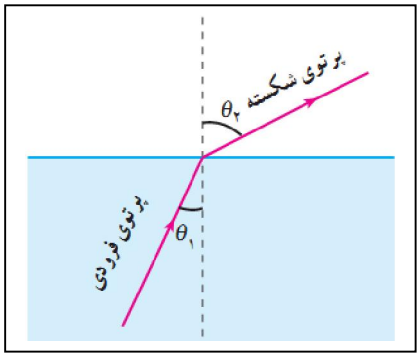
☑ در شکست موج بسامد ثابت می‌ماند (توسط چشمه موج تعیین می‌شود) در نتیجه طول موج با تندی نسبت مستقیم دارد .

$$f = \frac{V}{\lambda}$$



موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، طول‌موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت.

☑ تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد ، یعنی در عمق کمتر تندی امواج آب کمتر است .



قانون شکست عمومی : نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست برابر با نسبت تندی موج در محیط اول به تندی موج در محیط دوم است .

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

☑ در محیطی که تندی موج بیشتر باشد ، زاویه تابش یا شکست نیز بیشتر است.

ضریب شکست : نسبت تندی نور در خلاء به تندی نور در هر محیط را ضریب شکست نور آن محیط می‌گویند که با n نشان می‌دهند و واحد ندارد . n همواره عددی بزرگتر یا برابر یک است . سرعت نور در خلاء (و هوا) برابر $c = 3\times10^8\ m/s$

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

n = ضریب شکست محیط شفاف v = سرعت نور در محیط شفاف

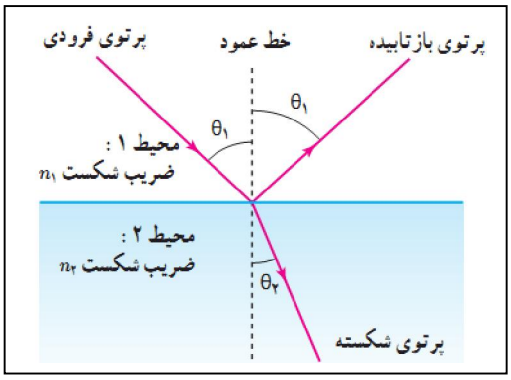
قانون شکست اسنل : نسبت سینوس زاویه شکست به سینوس زاویه تابش برابر با نسبت ضریب شکست در محیط اول به ضریب شکست در محیط دوم است .

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$$

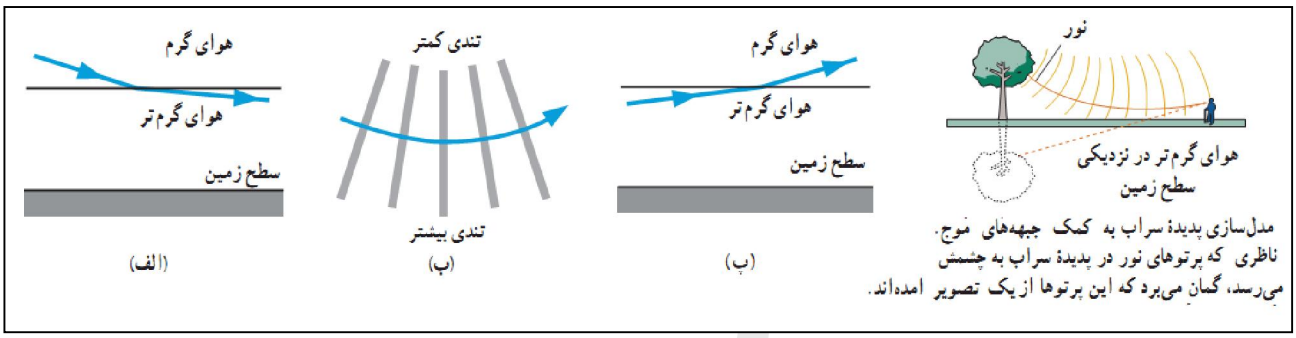
$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \longrightarrow n_1v_1 = n_2v_2$$

☑ هر چه n بزرگتر باشد محیط غلیظ تر است .

☑ زاویه‌ای (تابش یا شکست)که در محیط غلیظ تر است به خط عمود نزدیکتر است .



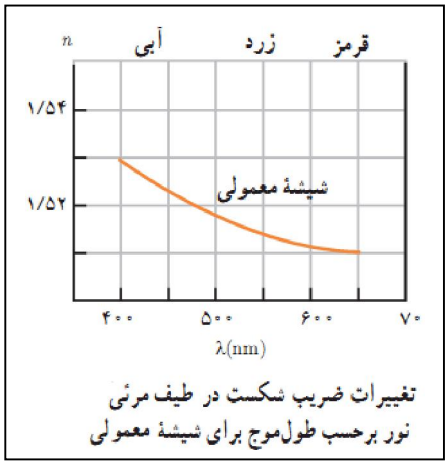
سراب : در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتاً داغ ست و چگالی هوای مجاور زمین و ضریب شکست آن کاهش می‌یابد و جبهه‌های موج که به زمین نزدیک می‌شوند به سمت بالا خمیده می‌شوند و به سمت بالا ادامه مسیر می‌دهند .

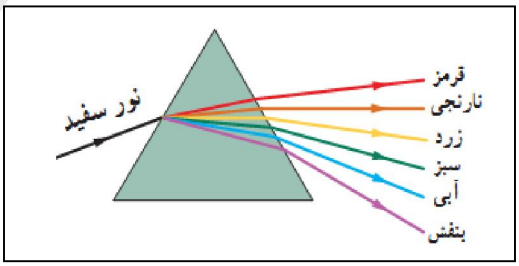


<u>پاشیدگی نور</u> : تجزیه نور به رنگهای متفاوت را به وسیله منشور پاشیدگی نور می‌گویند .

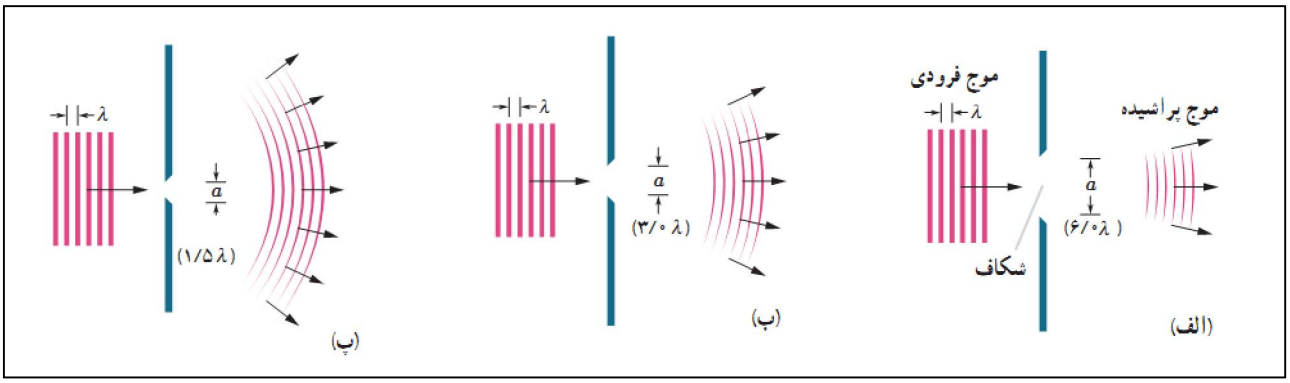
<u>علت پاشیدگی نور</u>: ضریب شکست منشور برای نورهای با طول موجهای مختلف ، متفاوت است . ضریب شکست یک محیط معین برای طول موجهای کوتاهتر ، بیشتر است .

☑در تجزیه نور سفید در منشور ، نور قرمز کمترین انحراف و نور بنفش بیشترین انحراف را دارد .





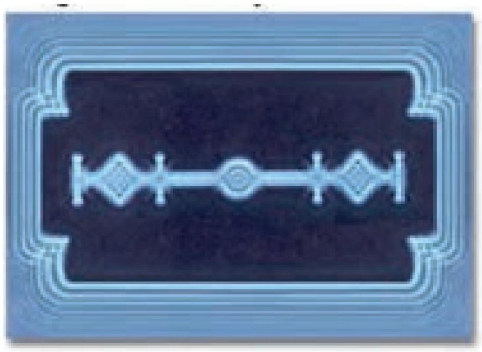
پراش : . وقتی جسم کدری میان یک پرده و یک چشمه نقطه‌ای نور قرار گیرد، سایه‌ای پیچیده متشکل از نواحی روشن و تاریک ایجاد می‌شود. به این پدیده که موج درعبور از یک شکاف (یا روزنه) با پهنایی از مرتبه طول موج ، به اطراف گسترده می‌شود ، پراش می‌گویند



نقش پراش : اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌های تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم ، همواره نوارهای تاریک و روشنی موازی با لبه‌های شکاف مشاهده می‌شود که به آن طرح نقش پراش می‌گویند .

☑ هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج باشد نیز پراش رخ می‌دهد.

☑ پراش برای همه امواج (مکانیکی – الکترو مغناطیسی) اتفاق می‌افتد .



پراش امواج تخت هنگام عبور از شکافی باریک در تشت موج

پراش نوری تکفام که از لبه‌های تیز درون و بیرون یک تیغ ایجاد شده است.

تداخل امواج

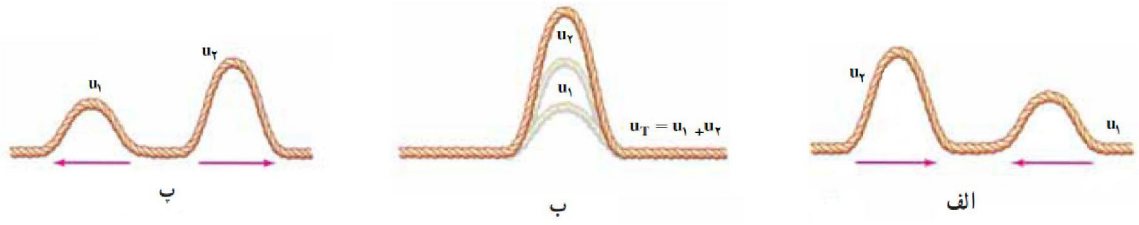
اصل بر هم نهی امواج : در نقطه ای که دو یا چند موج با هم تلاقی می‌کنند ، جابجایی ذره ای از محیط که در آن نقطه است ، برابر برآیند جابجایی های حاصل از هر یک از موجهاست .

به عبارت دیگر : وقتی چندین موج به طور همزمان بر ناحیه ای از فضا اثر بگذارند ، اثر خالص آنها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است .

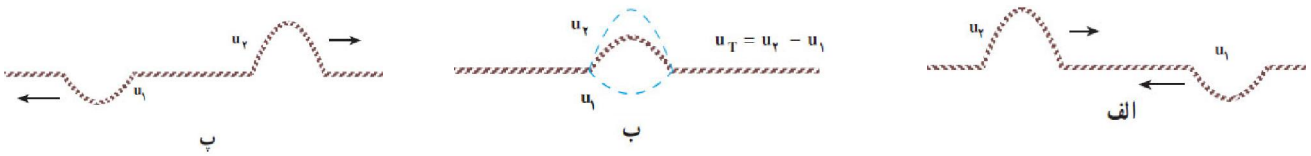
تداخل : به ترکیب دو یا چند موج که همزمان از یک نقطه عبور می‌کنند می‌گویند .

☑ امواج در تداخل شکل و حرکت یکدیگر را تغییر نمی‌دهند ، و پس از همپوشانی به حرکت خود ادامه میدهند .

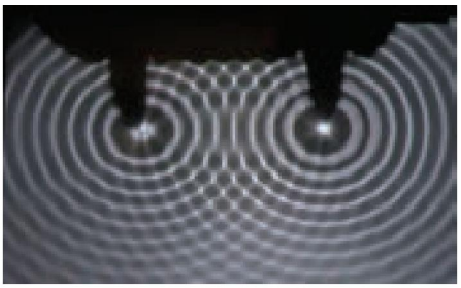
تداخل سازنده : اگر هنگامیکه دو تپ به یکدیگر می‌رسند ، جابجایی آنها هم جهت یکدیگر باشد جابجایی برآیند ، برابر مجموع اندازه جابجایی هر یک از آنهاست ، که به این برهم نهی سازنده می‌گویند .



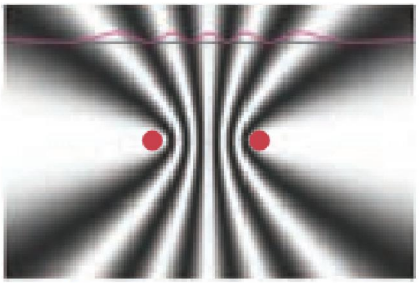
تداخل ویرانگر : اگر هنگامیکه دو تپ به یکدیگر می‌رسند ، جابجایی آنها در خلاف جهت یکدیگر باشد جابجایی برآیند ، برابر تفاضل اندازه جابجایی آنهاست ، که به این برهم نهی ویرانگر می‌گویند .



تداخل امواج سطحی آب : هنگامی که دو گوی کوچک با بسامد یکسان ، به طور همزمان بر سطح آب به نوسان در آوریم امواج در برخی نقاط تداخل سازنده (دامنه بیشینه) و در برخی نقاط تداخل ویرانگر (دامنه کمینه) شکل می‌گیرد . چنین نقش متناوب یک در میان از بیشینه ها و کمینه ها را نقش تداخلی امواج سطحی آب می‌نامیم .

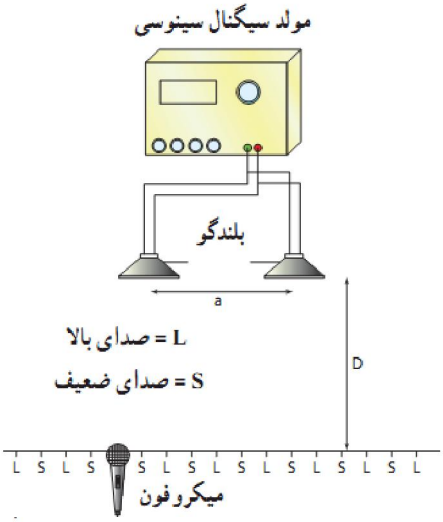


تداخل امواج دایره‌ای بر سطح آب
یک تشت موج. هرگاه فاصلهٔ دو گوی از هم از طول‌موج بزرگ‌تر باشد چنین نقشی ایجاد می‌شود.



در نواحی با تداخل سازنده (نواحی کاملاً روشن) بیشینه و در نواحی با تداخل ویرانگر (نواحی کاملاً تیره) کمینه است.

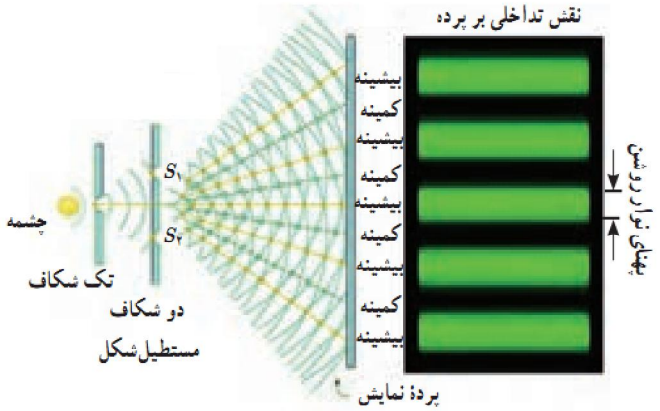
تداخل امواج صوتی (آزمایش) : دو بلندگو به یک مولد امواج صوتی سینوسی وصل می‌کنیم و یک میکروفون را در فاصله مناسبی به موازات بلندگو ها به حرکت در می‌آوریم در این حال در می‌یابیم که صدا به تناوب کم (تداخل ویرانگر) و زیاد (تداخل سازنده) می شود .



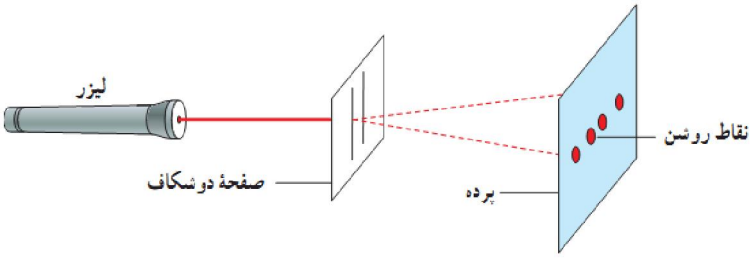
تداخل امواج نوری (آزمایش یانگ) : از یک تک شکاف یک نور تکفام به دو شکاف S_1 و S_2 می تابد و موجهای حاصل پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می‌کنند و روی پرده‌ای که در فاصله مناسب قرار دارد ، نوارها یا فریزهای روشن (تداخل سازنده) و نوارها یا فریزهای تاریک (تداخل ویرانگر)تشکیل می‌شود .

☑ پهنای نوارهای تاریک و روشن یکسان فرض شده است .

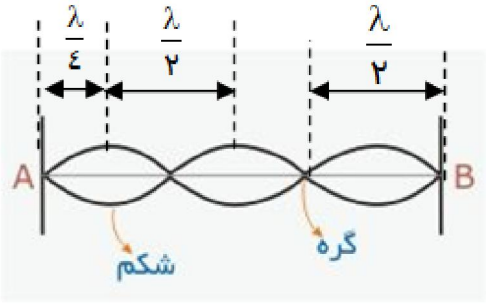
☑ پهنای نوارهه متناسب با طول موج نور بکار رفته در آزمایش



مشاهده نقش تداخلی به کمک نور لیزر : یک تیغه شیشه‌ای نازک را بوسیله شعله شمع دود اندود می‌کنیم سپس با تیغ دو خط موازی با فاصله چند دهم میلی متر روی تیغه می‌کشیم تا نقش دو شکاف آزمایش یانگ را بازی کنند . سپس با یک لیزر مدادی به شکافها نور می تابانیم .نقش تداخلی ایجاد شده روی پرده را مشاهده می کنیم .



امواج ایستاده : هرگاه دو چشمه موج ، امواجی با دامنه و بسامد یکسان را در دو سوی مخالف در یک محیط منتشر کنند از برهم نهی آنها ، مجموعه ای از نقاط محیط همواره ساکن (برهم نهی ویرانگر) خواهند بود (گره) و مجموعه ای از نقاط بیشترین دامنه نوسان (برهم نهی سازنده) را خواهند داشت (شکم) . به این گونه موجهای ایجاد شده امواج ایستاده می‌گویند .



☑ فاصله دو شکم متوالی = فاصله دو گره متوالی = $\frac{\lambda}{۲}$

☑ فاصله یک گره با شکم بعدی = $\frac{\lambda}{۴}$

☑ دو موج در نقاط ثابت گره ها کاملا ناهم فاز (در فاز مخالف) هستند .

☑ دو موج در نقاط شکمها هم فاز هستند .

بسامدهای تشدید تار : اگر تار کشیده ای را با یک مولد نوسان مرتعش کنیم ، به ازای بسامدهای معینی با تداخل امواج موج ایستاده بارزی در تار تولید می‌شود . این بسامدها بسامدهای تشدیدی خوانده می‌شود .

☑ اگر تار در بسامدهای غیر تشدیدی نوسان کند ، موج ایستاده بارزی تولید نمی‌شود .

☑ در سازهای موسیقی ، موجهای ایستاده را با سه روش زیر ایجاد می‌کنند :

۱ – ضربه زدن بر تارها (سنتور – سه تار – پیانو) ۲ – ضربه زدن بر پوسته ها (طبل – دف – تنبک)

۳ – دمیدن در ستونهای هوا (نی – فلوت – ارگ)

محاسبه بسامد و طول موج تشدیدی تار : در این حالت در دو سر طناب همواره گره وجود دارد بنابر این طول طناب باید مضرب صحیحی از نصف طول موج باشد . L = طول طناب

$$L = \frac{n\lambda_n}{۲}$$

n = تعدادشکم= شمارنده هماهنگ

n+۱ = تعداد گره

$$\lambda_n = \frac{۲L}{n} \quad و \quad f_n = \frac{V}{\lambda_n}$$

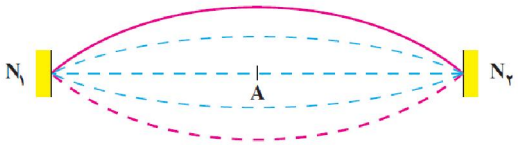
$$f_n = \frac{nV}{۲L} \Rightarrow f_۱ = \frac{V}{۲L}$$ بسامد اصلی

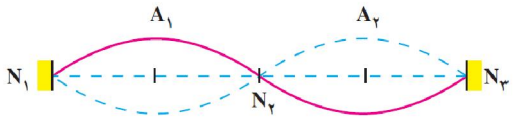
$$\Rightarrow f_n = nf_۱$$

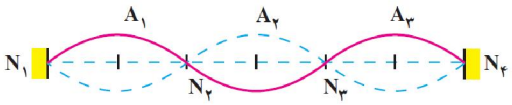
$$L = \frac{\lambda_۱}{۲}$$

$$L = \frac{۲\lambda_۲}{۲}$$

$$L = \frac{۳\lambda_۳}{۲}$$

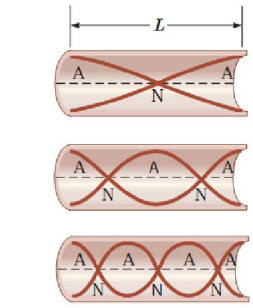




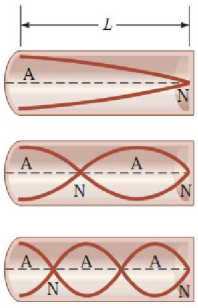


همانطور که از محاسبات بالا معلوم است در این حالت تمام مضارب صحیح بسامد اصلی تولید می‌شود که به آنها هماهنگ گفته می‌شود . بسامد اصلی در حالت n = ۱ تولید می‌شود و بم ترین صدار را دارد .

موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی : وقتی موجهای صوتی در هوای درون لوله حرکت می‌کنند از انتهای لوله به درون لوله بازتاب می‌کنند ، حتی اگر انتهای لوله باز باشد . اگر طول لوله مضرب‌های معینی از طول موج ، موج صوتی باشد از برهم نهی موج اولیه و موج بازتاب از انتهای لوله موج ایستاده بارزی ایجاد می‌شود .



سه مد نخستین یک لولهٔ صوتی با دو انتهای باز (شکم‌ها با A و گره‌ها با N مشخص شده‌اند.)



سه مد نخستین یک لولهٔ صوتی با یک انتهای باز (شکم‌ها با A و گره ها با N مشخص شده‌اند.)

تشدید گر هلمهولتز : کره‌های تو خالی با دهانه‌ای باز به شکل یک گردن است و همانند لوله‌های صوتی بسامدهای تشدیدی معینی دارند و هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدیدی آنها باشد ، تشدیدگر پاسخ قویتری به این صوت می‌دهد .

تصویری از چند تشدیدگر هلمهولتز
کروی با اندازه‌های متفاوت