

فصل چهارم : برهم‌کنش‌های موج



<p>تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن هر جسم، گرم شدن مواد غذایی در اجاق فورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن‌های بشقابی</p>	<p>نمونه‌های بازتاب موج</p>
<p>اولاً : پرتو تابش، پرتو بازتاب و فط عمود همگی در یک صفحه قرار دارند. ثانیاً : زاویه تابش و زاویه بازتاب با یکدیگر برابرند. این قوانین در بازتاب تمامی انواع موج و در بازتاب از هر سطحی، متی سطوح ناهموار و بازتاب پخشنده صادق‌اند.</p>	<p>قانون بازتاب عمومی</p>
<p>با اسباب نشان داده‌شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویه تابش و زاویه بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این اسباب، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی ثابت می‌شود.</p>	<p>آزمایش برای صدقِ قوانین بازتاب در امواج صوتی</p>
<p>از میکروفون سهموی برای ثبت صداها ضعیف استفاده می‌شود. از دستگاه لیتوتریپسی برای شکستن سنگ‌های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود.</p>	<p>کاربرد از بازتاب</p>
<p>اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی پژواک گفته می‌شود. اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت کمتر از $1s / 10$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را تمیز دهد.</p>	<p>پژواک</p>


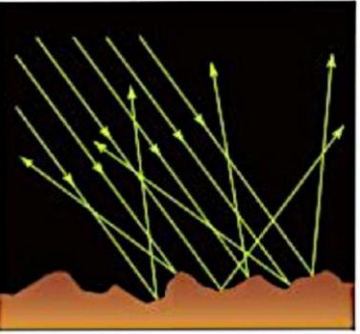


نمایشی از اسباب آزمایش بازتاب صوت



تصویری از یک میکروفون سهموی



	<p>مکان‌یابی پژواکی: روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کنند.</p> <ul style="list-style-type: none"> در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به‌کار می‌رود و در سونوگرافی استفاده می‌شود. وال عنبر نیز از همین روش برای مکان‌یابی استفاده می‌کند. مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر، در تعیین مکان اجسام ممتد و نیز تندی آن‌ها به‌کار می‌رود. این روش توسط جانورانی نظیر ففاش و دلفین و نیز در فناوری‌هایی نظیر اندازه‌گیری تندی شارش فون در رگ‌ها به‌کار می‌رود. رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی اجسام استفاده کرد. 	<p>مکان‌یابی پژواکی همراه با اثر دوپلر</p>
	<p>در مواردی که سطح بازتابنده نور مانند آینه بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه‌ای یا منظم گویند.</p> <p>این بازتاب وقتی رخ می‌دهد که نور به سطح برافورد کند که صیقلی و هموار نباشد که در این صورت پرتوهای نور به‌طور کاتوره‌ای از پستی و بلندی‌های سطح بازتابیده و در تمامی جهات پراکنده می‌شوند.</p> <p>توجه کنید که برای هر یک از پرتوهای بازتابیده‌شده، هم‌چنان قوانین بازتاب صادق می‌باشند.</p> <p>توجه کنید اگر اندازه ناهمواری‌ها از طول موج نور تابیده‌شده کمتر باشد، آن سطح برای آن نور صیقلی است.</p>	<p>بازتاب آینه‌ای</p> <p>بازتاب پخشنده یا نامنظم</p>
	<p>(رنگ‌های رنگین کمان، تصویری که با عینک می‌بینیم، تصاویری که توسط ذره‌بین و ابزارهای نوری مانند تلسکوپ و میکروسکوپ می‌بینیم، پدیده سراب و پاشندگی نور و ...)</p>	<p>نمونه‌هایی از شکست موج</p>
	<p>در حالت‌های دو یا سه بُعدی، با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا می‌کند.</p>	<p>تعریف شکست موج</p>



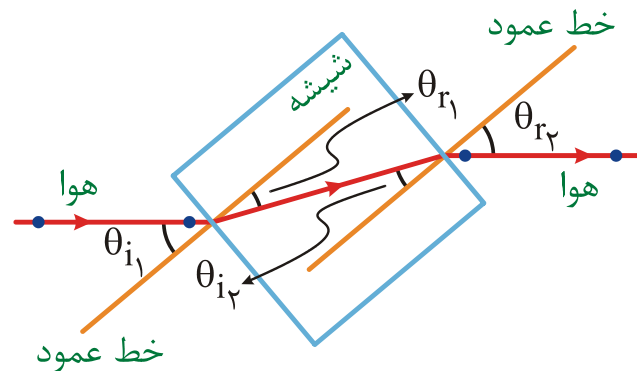
ضریب شکست

آزمایش برای اندازه‌گیری
ضریب شکست یک تیغه
متوازی‌السطوح

نسبت تندی نور در فلأ به تندی نور در یک محیط شفاف را ضریب شکست آن گویند.
ضریب شکست فلأ برابر ۱ بوده و برای سایر محیط‌ها از یک بیش‌تر است.

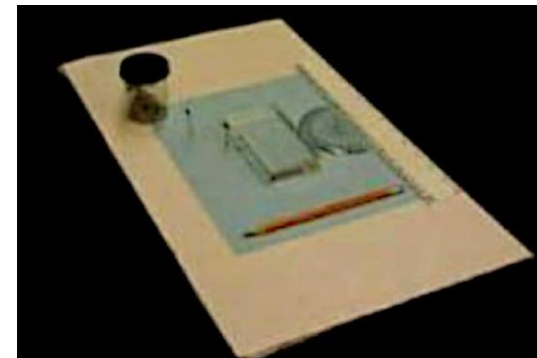
$$n = \frac{\text{تندی نور در فلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$$

یک تیغه متوازی‌السطوح را در نظر بگیرید و آن را روی کاغذ سفیدی قرار دهید، باریکه نوری را به وجهی از تیغه بتابانید به طوری که از وجه مقابل آن خارج شود. محل تیغه بر کاغذ را با رسم اضلاع آن بر روی کاغذ مشخص کنید. هم‌چنین مسیر باریکه فرودی و باریکه خروجی از تیغه را روی کاغذ رسم کنید. برای رسم دقیق‌تر مسیر باریکه‌های فرودی و خروجی، می‌توانید مطابق شکل (الف) کاغذ سفید را روی قطعه یونولیتی قرار دهید و مسیر باریکه‌ها را با فرو بردن سوزن‌هایی در آن مشخص کنید. اکنون تیغه را بردارید و با استفاده از یک خط‌کش، مسیر باریکه نور در درون تیغه را رسم کنید. بر روی مسیر باریکه‌های نور، پیکان‌هایی رسم کنید تا جهت پرتوها مشخص شود. با استفاده از یک نقاله، خطوط عمود بر وجه‌های تیغه در محل ورود و خروج باریکه‌های نور را رسم کنید و زاویه‌های بین باریکه‌ها و خطوط عمود را اندازه بگیرید. شکل (ب)، طریقی از چینی ترسیمی را نشان می‌دهد. اکنون می‌توانیم با استفاده از قانون اسنل برای ورود باریکه از هوا به تیغه، ضریب شکست تیغه را به دست آوریم و یا این‌که ضریب شکست را با استفاده از قانون اسنل برای خروج باریکه از تیغه به هوا بیابیم.

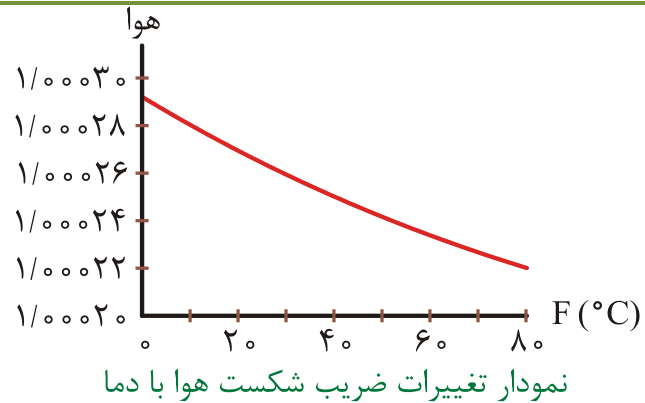


(ب) نمودار پرتویی آزمایش توجه کنید θ_i زاویه تابش و θ_r زاویه شکست و

$\theta_{i1} = \theta_{r2}$ و $\theta_{i2} = \theta_{r1}$ است. بنابراین پرتوهای فرودی و خروجی با هم موازی‌اند.



(الف) تصویری از اسباب آزمایش اندازه‌گیری ضریب شکست

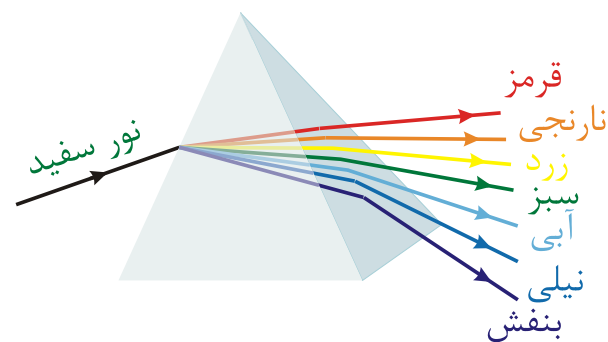
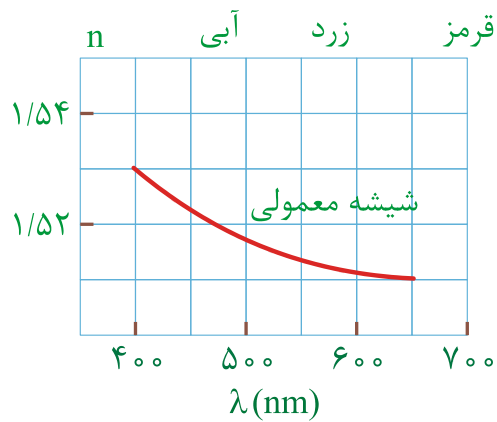


در روزهای گرم ممکن است برکه‌آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قرار دارد، اما وقتی به محل می‌رسید، آن‌جا را خشک می‌یابید، به این پدیده **سراب** می‌گویند و نه تنها می‌توان آن را دید، بلکه می‌توان عکس هم گرفت.

علت این پدیده، تأخیر پگالی هوا و در نتیجه تأخیر ضریب شکست هوا با دما است. هر اندازه دمای هوا افزایش یابد، پگالی آن کاهش یافته و ضریب شکست آن کمتر می‌شود.

پدیده سراب

جداسازی نور با رنگ‌های مختلف (بسامدهای مختلف) توسط منشور را پدیده **پاشندگی نور** می‌نامند. علت این پدیده، وابستگی ضریب شکست یک محیط به طول موج نور تابیده شده می‌باشد. هر اندازه طول موج بلندتر باشد، ضریب شکست کوچک‌تر خواهد بود.



پاشندگی نور

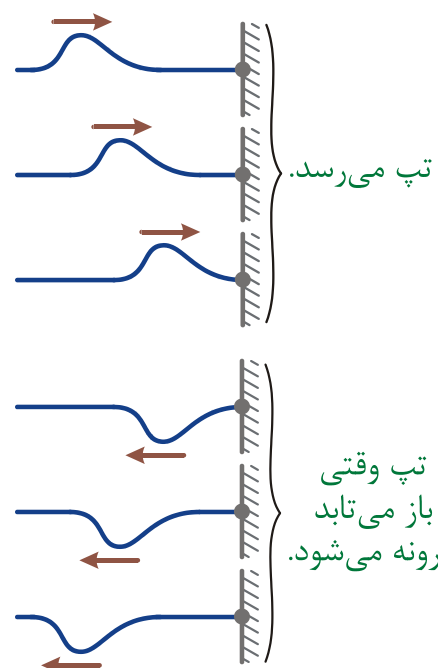
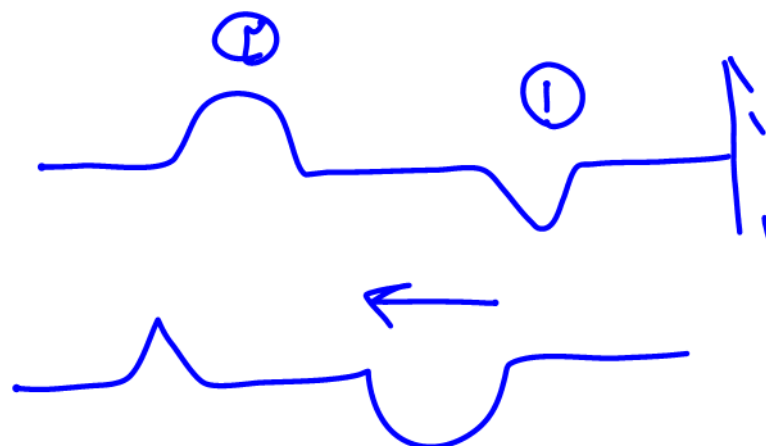


پراش	با این پدیده که موج در اثر عبور از یک شکاف یا پهنایی از مرتبه طول موج به اطراف گسترده می‌شود، پراش گویند. شرط تمقق پدیده پراش آن است که پهنای شکاف یا ضخامت لبه در مدود طول موج نور تابشی باشد. به همین علت امواج تلویزیونی در شرایط فعلی، پوشش کمتری در نوامی پشت کوه‌ها دارند.
اصل برهم‌نهی امواج	وقتی چندین موج به‌طور هم‌زمان بر نامیه‌ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آن‌ها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آن‌هاست. به ترکیب موج‌ها با یکدیگر تداخل گویند. به بیان دیگر، تداخل ترکیب دو یا چند موج است که هم‌زمان از یک منطقه عبور می‌کنند. اگر تپ‌ها هنگام همپوشانی تپ بزرگ‌تری را ایجاد کردند، تداخل سازنده و اگر هنگام همپوشانی اثر یکدیگر را حذف کردند، به آن تداخل ویرانگر می‌گویند.
آزمایش یانگ	آزمایشی است که تداخل امواج را در امواج الکترومغناطیس نشان می‌دهد. نقش نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل سازنده و ویرانگراند، نقش تداخلی خوانده می‌شود. پهنای نوارهای تداخلی متناسب با طول موج نور مورد استفاده است.
موج ایستاده	نقش موج حاصل از تداخل یک موج تابشی با بازتابشی خودش حاصل از یک مانع را امواج ایستاده گویند. مکان‌هایی که ریسمان هرگز حرکت نمی‌کند را گره می‌نامند، که در آن‌جا دو موج تداخل یافته کاملاً ناهم‌فاز هستند. در وسط گره‌ها نقاطی وجود دارد که دامنه موج برآیند در آن‌جا بیشینه است، به این نقاط شکم گفته می‌شود. در این نقاط دو موج تداخل یافته کاملاً هم‌فاز هستند. $\text{فاصله دو گره متوالی} = \text{فاصله دو شکل متوالی} = \text{نصف طول موج}$ $\text{فاصله یک گره از شکم مجاور} = \text{یک چهارم طول موج}$



بازتاب امواج مکانیکی

۱- بازتاب در یک بُعد: اگر تپی در یک فنر یا طناب به مانع برخورد کند، تپ بازتاب‌شده به صورت وارون و در جهت مخالف حرکت می‌کند.



تپ می‌رسد.

تپ وقتی
باز می‌تابد
وارونه می‌شود.

۲- بازتاب در دو بُعد: در برخورد امواج تخت مانند امواج سطحی آب به مانع ایجاد می‌شود.

دکتر علی رضا بیات



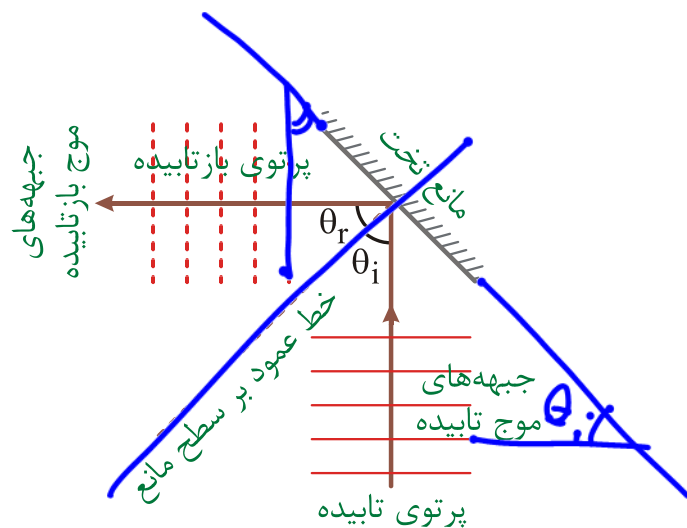
پویش علمی
ماندگار البرز



یویش جھاد علمی دیرستان ماندگار البرز

کاربردها:

- ◆ ۱- میکروفون سهموی برای شنیدن صداهای ضعیف.
- ◆ ۲- دستگاه لیتوتریپسی برای شکستن سنگ‌های کلیه.



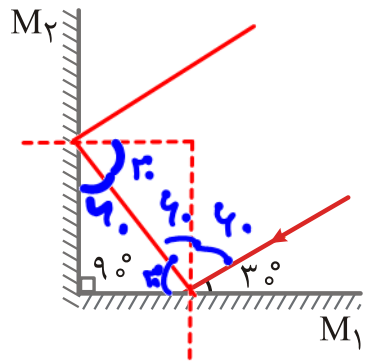
نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت

$$\theta_i = \theta_r$$



۵۴: در شکل روبه‌رو پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم نموده و زاویه بین پرتو بازتابیده از آینه M_2 با سطح این آینه را تعیین کنید.

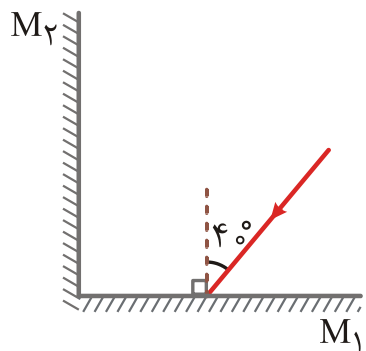
(شکل به پاسخ‌برگ منتقل شود.)



۵۵: شکل روبه‌رو دو آینه تخت M_1 و M_2 را نشان می‌دهد که با زاویه ۹۰ درجه نسبت به هم قرار گرفته‌اند. پرتو نوری به آینه M_1 می‌تابد.

الف) این شکل را به پاسخ‌نامه انتقال داده و سپس پرتوهای بازتابیده از آینه‌ها را رسم کنید.

ب) زاویه تابش در آینه M_2 چند درجه است؟



پژواک

دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبرز



اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی **پژواک** می‌گویند.

تذکر: حداقل فاصله زمانی برای تمیز دادن صوت اولیه و صوت بازتاب برای انسان، $18/0$ s است.

➤ **۱- مکان‌یابی پژواکی:** روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند، مانند دستگاه سونوگرافی و دستگاه سونار در کشتی‌ها.

➤ **۲- مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر:** روشی است که در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تندی آن‌ها به کار می‌رود، مانند دستگاه تعیین تندی شارش خون. این قابلیت در خفاش (با استفاده از امواج فراصوتی) و دلفین برای یافتن طعمه وجود دارد.

بازتاب امواج الکترومغناطیسی:

بازتاب امواج الکترومغناطیسی از قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند.

بازتاب پخشنده (نامنظم):

در سطحی که صیقلی و هموار نباشد رخ می‌دهد و ابعاد ناهمواری‌های سطح بیش‌تر از $1\mu m$ است.

بازتاب آینه‌ای (منظم) :

در سطحی که مانند آینه بسیار هموار باشد و ابعاد ناهمواری‌های سطحی بسیار کم‌تر از $1\mu\text{m}$ است.



♦ ۱- دریافت امواج رادیویی توسط آنتن‌های بشقابی

♦ ۲- استفاده از امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی

دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبرز



رادار دوپلری:

اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است و از این امواج، در رادار دوپلری برای مکان‌یابی پژواکی برای تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.

شکست موج

دکتر علیرضا بیات



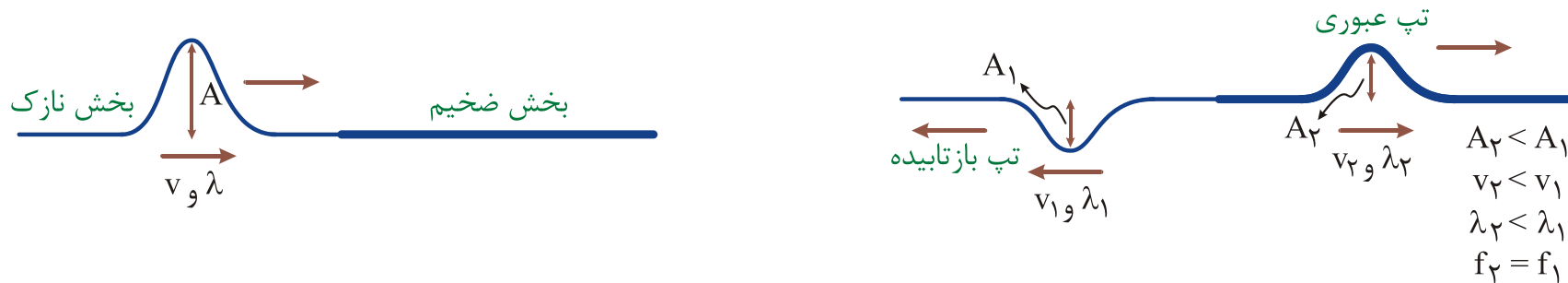
پویش علمی
ماندگارالبرز



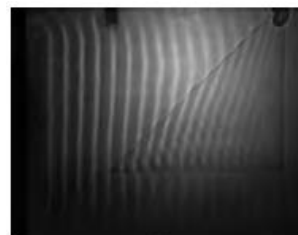
شکست موج نوع دیگری از برهم‌کنش امواج با محیط است که بر اثر آن همراه با تغییر تندی موج، جهت پیشروی موج در ورود به محیط جدید تغییر می‌کند.

● وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می‌رسد، بخشی از آن بازتابیده و بخشی دیگر وارد محیط دوم می‌شود.

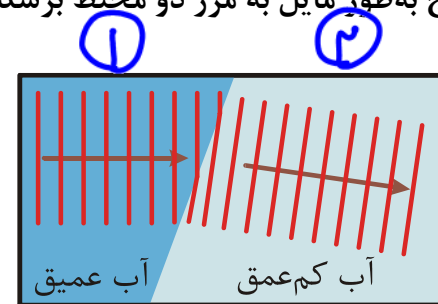
➤ ۱- شکست در یک بُعد: تپی از یک طناب ضخیم به طناب نازک می‌رسد.



➤ ۲- شکست در دو و سه بُعد: اگر موج به‌طور مایل به مرز دو محیط برسد، می‌شکند و تغییر جهت می‌دهد.



(ب)



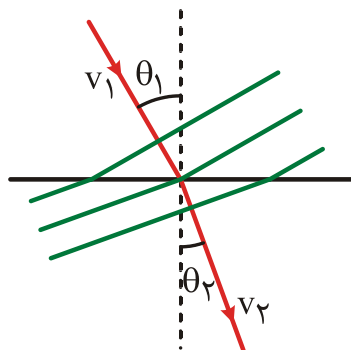
(الف)

الف) طرحی از شکست امواج سطحی در مرز آب عمیق و آب کم عمق در تشت موج
ب) تصویری واقعی از شکست امواج سطحی در تشت موج

$$v_1 > v_2$$

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

$$f_1 = f_2$$



جبهه موجی با زاویه تابش θ_1 از محیط اول وارد محیط دوم می‌شود و با زاویه θ_2 شکست پیدا می‌کند.
(شکل با فرض $v_2 < v_1$ رسم شده است.)

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

طول موج در محیط (۲) →

→ طول موج در محیط (۱)

قانون شکست عمومی :

دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبرز



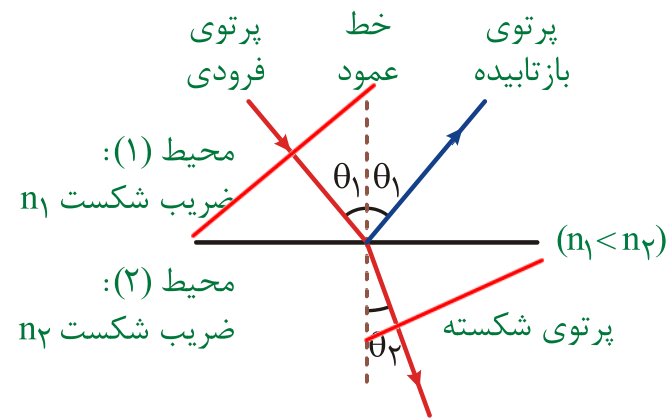
شکست امواج الکترومغناطیسی :

ضریب شکست محیط شفاف:

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

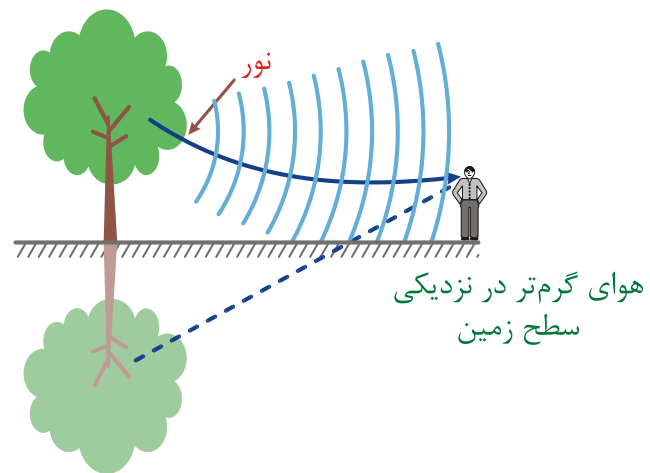
طول موج در محیط (۲) →

→ طول موج در محیط (۱)



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

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$



مدل‌سازی پدیدهٔ سراب به کمک جبهه‌های موج. ناظری که پرتوهای نور در پدیدهٔ سراب به چشمش می‌رسد، گمان می‌برد که این پرتوها از یک تصویر آمده‌اند.

قانون شکست اسنل:

روابط کلی شکست نور:

دکتر علیرضا بیات



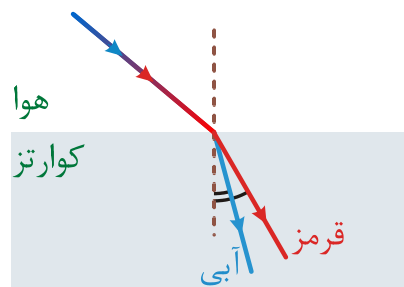
پویش علمی
ماندگارالبزر



تذکر: هنگام شکست موج، بسامد موج تغییر نمی‌کند.

سراب:

ایجاد تصویر اجسام در سطح زمین در روزهای گرم است.



پاشندگی نور سفید :

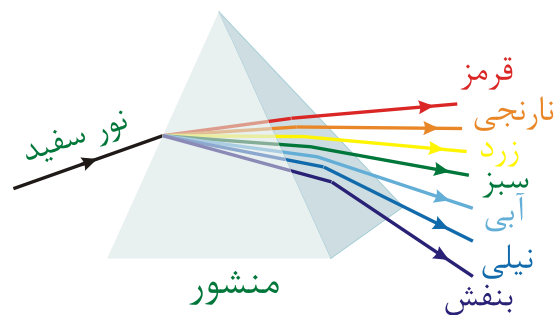
طول موج‌های کوتاه‌تر بیش‌تر خم می‌شوند.

● عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیش‌تر است.

دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبزر



پاشندگی نور در منشور :

باریکه‌ای از نور سفید که بر یک منشور شیشه‌ای مطابق شکل بتابد، به مؤلفه‌های رنگی خود پاشیده می‌شود.



۵۶: شکل روبه‌رو طرحی از بازتاب و شکست نور، در عبور یک پرتوی نور از هوا به محیط شفاف دیگر را نشان می‌دهد.

الف) زاویه بین پرتو بازتاب و پرتو شکست چند درجه است؟

ب) ضریب شکست محیط دوم را به دست آورید.

$$\theta = 40 + 53 = 93^\circ$$

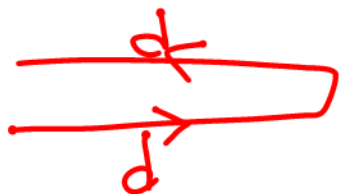
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin 3^\circ} = \frac{1}{n_2} \quad \frac{0.6}{0.05} = \frac{1}{n_2} \quad n_2 = \frac{1}{0.12} = 8.33$$

۵۷: جبهه موجی با زاویه تابش 60° از محیط اول وارد محیط دوم می‌شود و با زاویه 30° شکست پیدا می‌کند. طول موج موج شکست یافته چند برابر طول موج فرودی است؟

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin 30^\circ = \frac{1}{2})$$

۵۸: دانش آموزی در فاصله 288m از یک صخره قائم ایستاده است و فریاد می‌زند. اگر پژواک صدای خود را پس از $1/8\text{s}$ بشنود، تندی صوت در هوا چند متربر ثانیه است؟



$$2d = v \times t$$

$$2 \times 288 = v \times 1/8$$

$$v = 32.4 \text{ m/s}$$

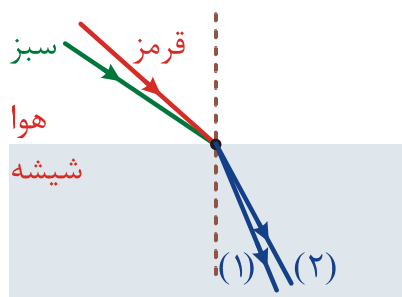


۵۹: پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می‌شود. اگر زاویه پرتو تابش با سطح جداکننده دو محیط 30° و زاویه شکست در محیط دوم 45° باشد. ضریب شکست محیط شفاف را به دست آورید. ($n = 1$ هوا)



$\sin 30^\circ$	۰ / ۵
$\sin 45^\circ$	۰ / ۷
$\sin 60^\circ$	۰ / ۸۵

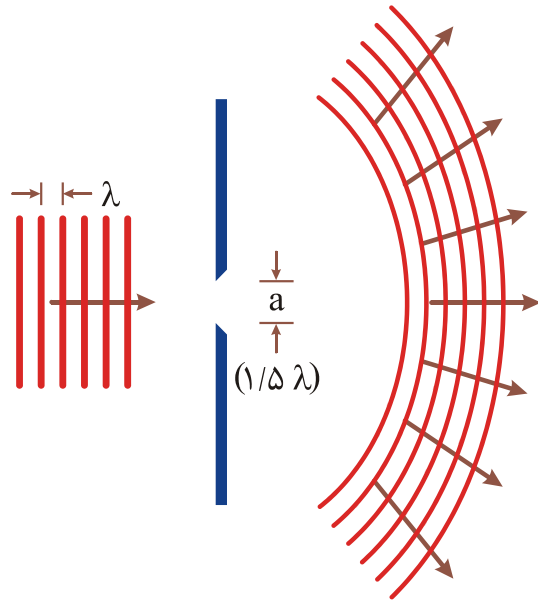
۶۰: شکل روبه‌رو باریکه نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و سبز را نشان می‌دهد که از هوا بر سطح تختی از شیشه می‌تابد. کدام یک از پرتوهای شکست (۱) یا (۲) سبز است؟ چرا؟ **را**





پراش موج :

موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج به اطراف شکاف گسترده می‌شود که به این پدیده **پراش موج** می‌گویند.
پراش هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج است، نیز رخ می‌دهد.



تداخل امواج :

به ترکیب یا برهم‌نهی موج‌ها با یکدیگر، **تداخل** می‌گویند.

تداخل سازنده :

هنگام همپوشانی دو تپ، تپ بزرگ‌تری ایجاد می‌شود.

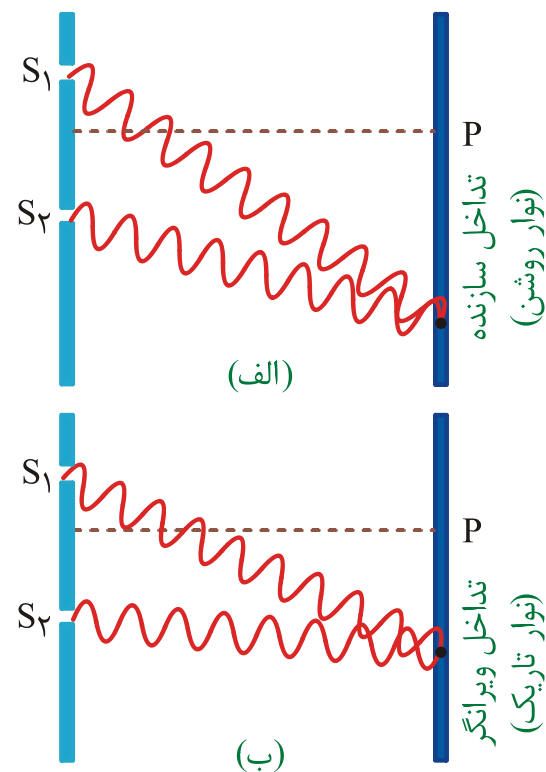
تداخل ویرانگر :

هنگام همپوشانی دو تپ، تپ‌ها اثر یکدیگر را حذف می‌کنند.

● در **تداخل امواج صوتی**، در نقاط **تداخل ویرانگر**، پلندی صدا کم و در نقاط **تداخل سازنده**، پلندی صدا زیاد می‌شود.

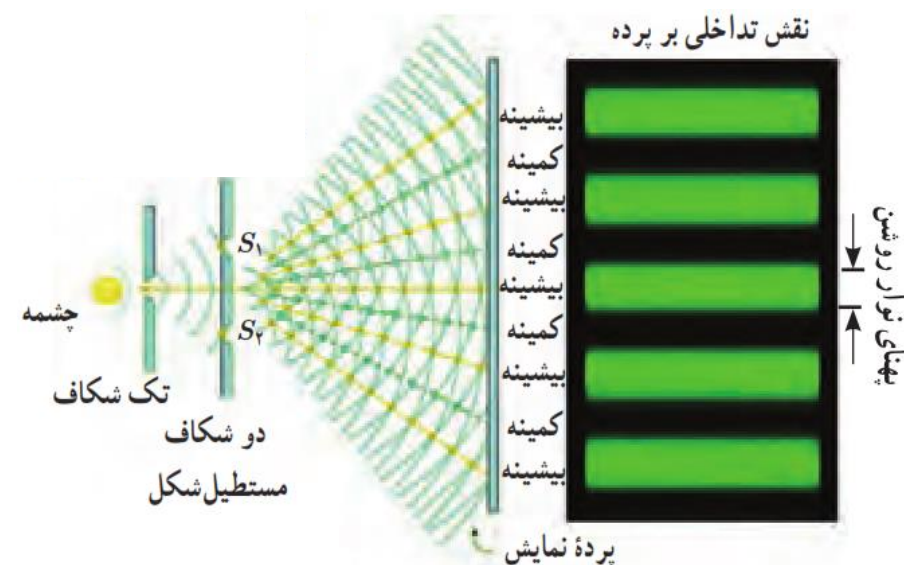


نمونه‌ای از تداخل امواج نوری است که در آن نوارهای روشن (تداخل سازنده) و نوارهای تاریک (تداخل ویرانگر) مشاهده می‌شود.



الف) دو موج همدیگر را تقویت می‌کنند و در نتیجه تداخل آن‌ها سازنده است.

ب) دو موج همدیگر را تضعیف می‌کنند و در نتیجه تداخل آن‌ها ویرانگر است.



در آزمایش ینگ :

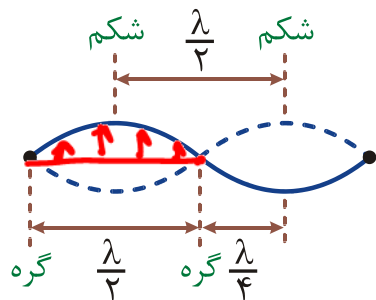
- ۱- اگر طول موج کوتاه‌تر به کار ببریم، پهنای نوارها کمتر می‌شود.
- ۲- اگر آزمایش را به جای هوا در آب انجام دهیم، پهنای نوارها کمتر می‌شود.

موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده :

اگر در تار دو سر بسته موج عرضی پیش‌رونده ایجاد کنیم، پس از بازتاب در دو انتها با هم تداخل می‌کنند و موج ایستاده ایجاد می‌شود.

♦ ویژگی‌های موج ایستاده در ریسمان :

- ۱- در نقاط گره، تداخل ویرانگر رخ می‌دهد.
- ۲- در نقاط شکم، تداخل سازنده رخ می‌دهد.
- ۳- فاصله دو شکم متوالی یا دو گره متوالی برابر $\frac{\lambda}{2}$ است.
- ۴- فاصله شکم با گره متوالی برابر $\frac{\lambda}{4}$ است.
- ۵- در نقاط شکم، دو موج کاملاً هم‌فاز تداخل می‌کنند.
- ۶- در نقاط گره، دو موج کاملاً در فاز مخالف تداخل می‌کنند.



دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبرز



پویش جهاد علمی دبیرستان ماندگارالبرز

بسامدهای تشدیدی تار :

دکتر علیرضا بیات



پویش علمی
ماندگارالبرز

رابطه بسامدهای تشدیدی تار :

تندی موج در تار (m/s) \rightarrow $f_n = \frac{nv}{2L}$ \leftarrow عدد هماهنگ (مُد) $n = 1, 2, \dots$

بسامد تشدیدي n أم (Hz) \leftarrow $f_n = \frac{nv}{2L}$

طول تار (m) \leftarrow $f_n = \frac{nv}{2L}$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

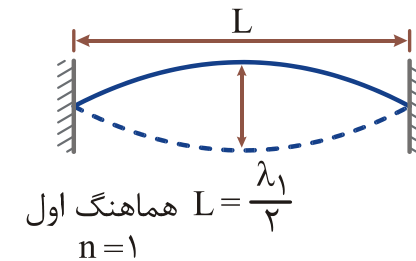
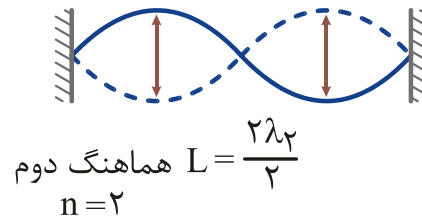
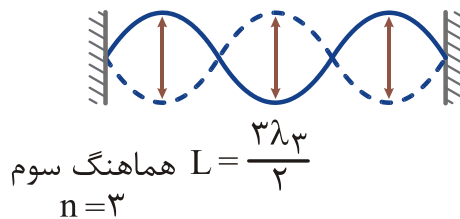
$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

طول موج تشدیدي n أم

تذکر: بسامد اصلی یا هماهنگ اول:

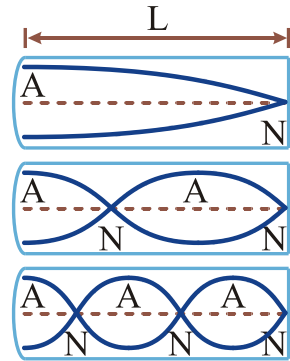
$$f_n = n f_1 \quad f_{n+1} - f_n = f_1$$

$$n = 1 \Rightarrow f_1 = \frac{v}{2L}$$

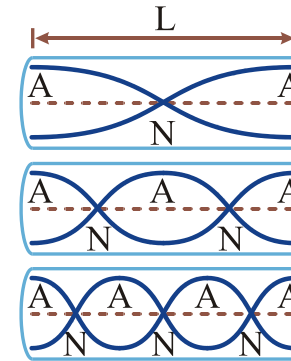


موج ایستاده و تشدید در لوله‌های صوتی :

انتشار صوت در لوله‌های باریک و بلند می‌تواند امواج ایستاده در آن ایجاد کند.



لوله صوتی با یک انتهای باز



لوله صوتی با دو انتهای باز

تشدیدگر هلمهولتز :

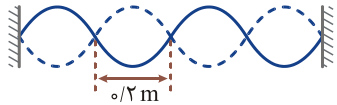
کره‌هایی توخالی با دهانه‌ای باز به شکل گردن است و اگر صوتی با بسامد معین در آن بدمیم که برابر با بسامدهای تشدید آن باشد، موج صوتی قوی‌تری ایجاد می‌شود.

تذکر: اجاق‌های مایکروویو بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل امواج ایستاده کار می‌کنند به این صورت که دامنه نوسان مولکول‌های آب موجود در ماده غذایی در

نقاط شکم، بیشینه است و در آن نقاط، تشدید رخ می‌دهد. و دما افزایش می‌یابد.



۶۱: شکل روبه‌رو نقش موج ایستاده‌ای را در یک تار نشان می‌دهد. اگر تندی موج عرضی در این تار 240 m/s باشد، بسامد این موج چند هرتز است؟



$$L = 4 \times 0.2 = 0.8$$

$$n = 4$$

$$f_4 = \frac{4v}{2L} = \frac{4 \times 240}{2 \times 0.8} = 600 \text{ Hz}$$

۶۲: هر یک از موارد ستون اول به یک مورد از ستون دوم مرتبط است. آن‌ها را مشخص کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (دو مورد در ستون دوم اضافی است.)

ستون اول	ستون دوم
الف) شکستن سنگ‌های کلیه با دستگاه لیتوتریپسی	۱- تداخل
ب) تشکیل نوارهای تاریک و روشن در آزمایشگاه ینگ	۲- افزایش
پ) تغییر بسامد حاصل از ریختن آب در داخل لیوان	۳- بازتاب امواج الکترومغناطیسی
ت) عبور موج از یک شکاف با پهنایی از مرتبه طول موج	۴- کاهش
	۵- پراش
	۶- بازتاب امواج مکانیکی

۳

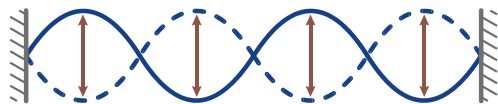


۶۳: در یک تار دوسر بسته یکی از بسامدهای تشدید 300 Hz و بسامد تشدید بعدی 400 Hz است. اگر تندی موج عرضی در این تار 240 m/s باشد:

الف) طول این تار چند متر است؟



ب) طول موج هماهنگ 300 هرتزی چند متر است؟



۶۴: نقش موج ایستاده در یک تار ویولنی به طول 2 m مطابق شکل روبه‌رو است. اگر بسامد ایجادشده در این هماهنگ

2500 Hz باشد. تندی موج عرضی در این تار چند متربرثانیه است؟





ستون اول	ستون دوم
الف) پراکنده شدن پرتوهای بازتابیده به‌طور کاتوره‌ای در تمام جهتها	۱- پراش
ب) گسترده شدن موج هنگام عبور از یک روزنه با پهنایی از مرتبه طول موج	۲- پاشندگی
پ) استفاده از این روش در دستگاه سونار کشتی‌ها	۳- بازتاب پخشنده
ت) تجزیه نور سفید به رنگ‌های مختلف	۴- بازتاب منظم
	۵- تداخل
	۶- مکان‌یابی پژواکی