 # بازتاب موج

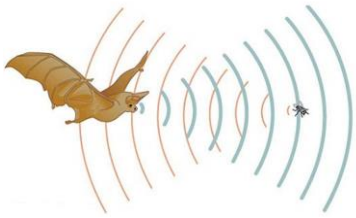
- بازتاب امواج مکانیکی« فنر و طناب(یک بعد) – سطح آب(دو بعد) – امواج صوتی(سه بعد»

- بازتاب امواج الکترومغناطیسی (از جمله نور)

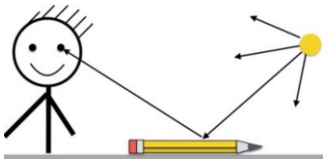
کاربرد بازتاب امواج در زندگی

تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحهٔ این کتاب، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و...

برخی از جانداران نظیر خفاش از پژواک موج صوتی برای یافتن مسیر خود یا طعمه استفاده می کنند.



وقتی نور بازتابیده از جسمی به چشم ما برسد، آن جسم را می بینیم.



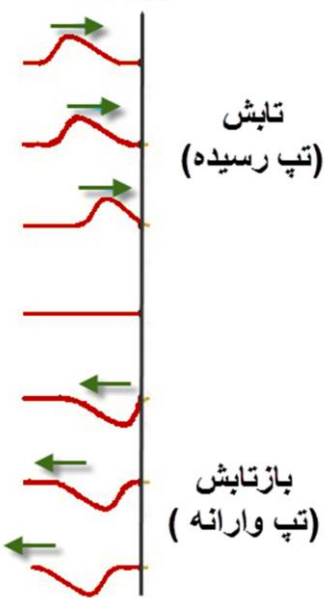
 # بازتاب امواج مکانیکی:(طناب یا فنر)

« بازتاب در یک بُعد:»

- تپی را در یک فنر که یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت (یا یک ریسمان) کشیدهٔبلند روانه می نماییم،

- تپ در رسیدن به تکیه گاه (مرز): نیرویی به آن وارد می کند (قانون سوم نیوتون)،
تکیه گاه نیز نیرویی با اندازهٔ برابر و در جهت مخالف بر فنر وارد می آورد.

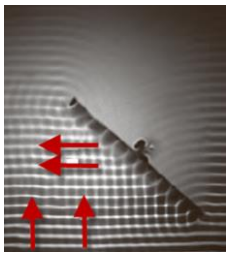
- این نیرو در محل تکیه گاه، تپی در فنر ایجاد می کند که روی فنر در جهت مخالف تپِ تابیده حرکت می کند .



علت بازتاب تپ در مرز تکیه گاه ثابت و فنر را توضیح دهید:

بازتاب تپ فنر کشیده شده باتکیه گاه ثابت، نمونه ای از بازتاب امواج(الکترومغناطیس/مکانیکی) و بازتاب در(یک بعد/دو بعد) است.

بازتاب امواج مکانیکی:(سطح آب)



« بازتاب در دو بُعد:»

- تیغهٔ‌تختی را بر سطح آب تشت موج به نوسان در آورده، امواج تختی بر سطح آب تشکیل می شود؛
- بر سر راه این امواج مانع هایی قرار داده، و امواج پس از برخورد با این موانع بازمی تابند.

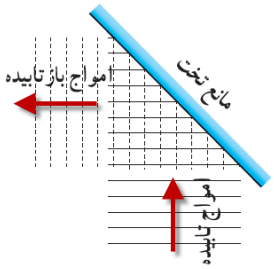
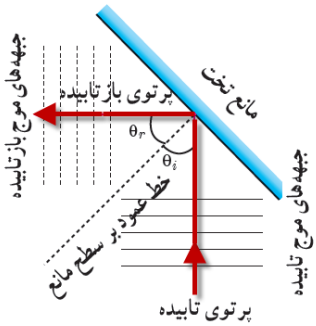
ساده ترین شکل یک مانع، مانعی تخت است.

با **مانع تخت**، امواج بازتابیده **تخت** خواهند بود.

رفتار موج

۱– (با کمک جبهه های موج) در برخورد با یک مانع به طور تجربی

۲– استفاده از نمودار پرتویی

رفتار موج(با کمک جبهه های موج) در برخورد با یک مانع به طور تجربی	رفتار موج با استفاده از نمودار پرتویی
 طرحی از جبهه‌های موج تابیده (خطوط توپر) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط‌چین)	 نمودار پرتویی همراه با جبهه‌های موج برای بازتاب امواج تخت از سطح مانعی تخت

جهت انتشار موج : یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه های موج

زاویهٔ تابش(θ_i) : زاویهٔ بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی)

زاویهٔ بازتابش (θ_r) : زاویهٔ بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده

قانون بازتاب عمومی:

برای هر وضعیت مانع، و همهٔ انواع دیگر موج،(مانند امواج دایره ای یا کروی)،

همواره زاویهٔ بازتابش برابر با زاویهٔ تابش است یعنی : $\theta_i = \theta_r$

موج ایجاد شده در سطح آب، (یک بعد/ دو بعد) است.

قانون ..... بیان می نماید که« همواره زاویهٔ بازتابش ..... با زاویهٔ تابش است.»

با کمک جبهه های موج و نمودار ..... می توان رفتار موج را نشان داد.

قانون ..... شامل، بازتاب از سطح آب و امواج صوتی است.

بازتاب امواج مکانیکی (امواج صوتی):

« بازتاب در سه بُعد:»

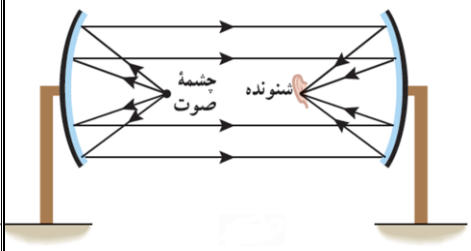
صوت از یک سطح سخت (مانند دیوار) بازتابش می کند.

بازتاب صوت نیز از همان قانون بازتاب عمومی پیروی می کند.

فعالیت۳ـ۷

اندازه گیری زاویهٔ تابش و بازتابش امواج صوتی:

با استفاده از اسباب مقابل، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی تحقیق کنید.



امواج صوتی می توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند.

در پارک های تفریحی دو سطح کاو را در برابر هم قراردارندکه

وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می کند،

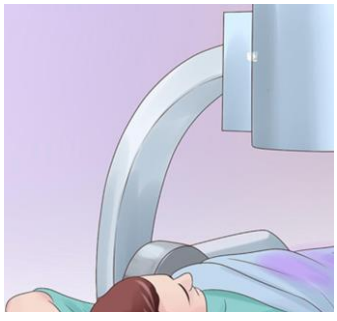
شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می شنود(با کمک ازنمودارپرتویی).

فعالیت۳ـ۸

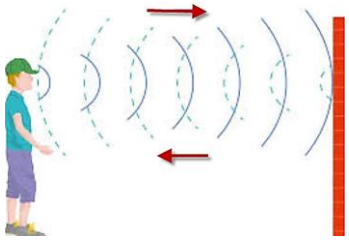
درباره میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف و

دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه،

با کمک بازتابنده های بیضوی استفاده می شود تحقیق کنید.



#پژواک:



از دیواره یا صخره بلندی که چند ده متر از ما فاصله دارد، ایستاده و یک بار دست بزنیم، پس از مدت زمان کوتاهی، **بازتاب صدای** دست زدن خود را خواهیم شنید.

تعریف پژواک:

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

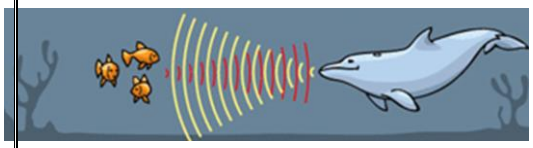
شرط شنیدن پژواک:

اگر تأخیر زمانی بین این دو صوت **کمتر از**۰/۱ ثانیه باشد،گوش انسان **نـــمی تواند** پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

فنّاوری و کاربرد: مکان یابی پژواکی

مکان یابی پژواکی روشی است **که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند.**

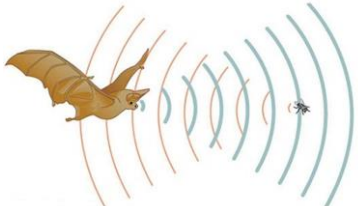
مکان یابی پژواکی(واثر دوپلر) در **تعیین مکان اجسام متحرک** و نیز **تعیین تندی** آن ها به کار می رود.



برخی از جانوران نظیر **خفاش و دُلفین** از این روش استفاده می کنند.

خفاش، فَوَرانی از امواج فراصوتی را گسیل می کند که این بسته به نوع خفاش از دهان یا سوراخ های بینی آن گسیل می شود. این امواج از اشیایی که در مسیر خفاش قرار دارند بازمی تابد وبدین ترتیب خفاش را از اشیایی که بر سر راه او قرار دارند آگاه می سازد.

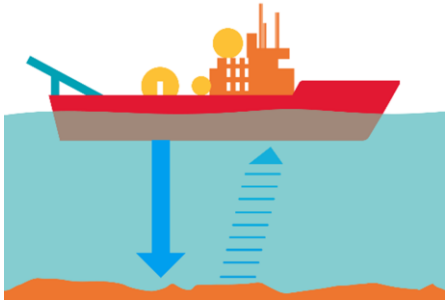
بسته به اینکه شیء بازتابنده، خودِ خفاش، یا هر دومتحرک باشند،خفاش تغییر بسامدی ناشی از اثر دوپلر را در موج بازتابیده ادراک می کند و بدین وسیله می تواند سرعت خود یاشیء متحرک را تعیین کند.



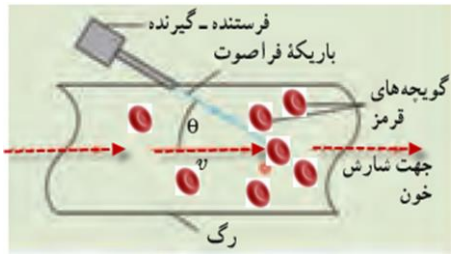
خفاش ها از این ویژگی برای شناسایی و شکار طعمه های خود استفاده می کنند.

در دستگاه سونار که در کشتی ها برای مکان یابی اجسام زیر آب به کار می رود.

در سونوگرافی نیز از مکان یابی پژواکی استفاده می شود.



فعالیت۳ـ۹



اندازه گیری تندی شارش خون: از مکان یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می توان برای تعیین تندی شارش خون(گویچه های قرمز) در رگ هااستفاده کرد. در مورد چگونگی این فنّاوری تحقیق کنید.

تمرین ۳ـ۸

کمترین فاصلهٔ بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟
تندی صوت در هوا(۳۴۰ متر بر ثانیه)در نظر بگیرید.

مثال ۳ـ۱۰

والِ عنبر یکی از جانورانی است که با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، مکان یابی می کند.
بسامد امواج فراصوتی ای که این وال تولید۱۰۰ kHz است. تندی صوت در آب دریا $v = 1/52 \times 10^{3}\ m/s$
الف) طول موج این صوت

ب) **زمان رفت و برگشت** صوت گسیل شده توسط وال برای مانعی که در فاصلهٔ ۱۰۰mاز آن قرار گرفته، چقدر است؟

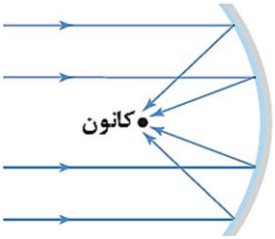
درمکان یابی پژواکی براساس امواج صوتی(بازتابیده/ تابیده) از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کنند.
برای شنیدن پژواک، تاخیر زمانی بین صوت اولیه مستقیم و صوت بازتابی (کمتر/بیشتر) از ۰/۱s است.
مکان یابی پژواکی(واثر دوپلر) در تعیین ..... و تعیین ..... به کار می رود.

پژواک را تعریف نموده و دو کاربرد از آن را نام ببرید.

 # بازتاب امواج الکترومغناطیسی:

« بازتاب در سه بُعد:»

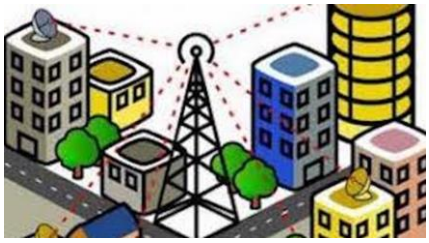
امواج الکترومغناطیسی **می توانند از یک سطح**، بازتابیده شوند و بازتاب آنها از همان **قانون بازتاب عمومی** پیروی می کند.



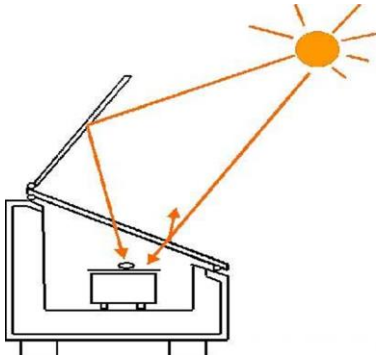
امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش، در یک نقطه کانونی می شوند.

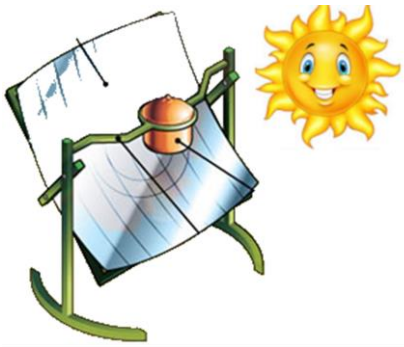
ساز و کارهای مشابه:

دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی



امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی





شناخت دانشمند:

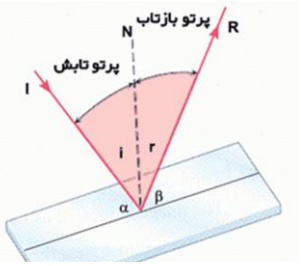
کریستین هویگنس(۱۶۹۵ - ۱۶۲۹ م)در لاهۀ هلند به دنیا آمد. در دانشگاه های لیدن و بِردا تحصیل کرد و هنگامی که فقط ۲۲سال داشت مقاله هایی در زمینۀ ریاضی و اخترشناسی نوشت که مورد توجه رنه دکارت، ریاضی دان نامی، قرار گرفت. هویگنس در زمان خود دانشمندی با ذوق ومبتکر بود. در سال ۱۶۵۷ **ساعت آونگی** رااختراع کرد که پیش از آن دانشمندانی مانندگالیله روی آن کار کرده بودند، اما به جایی نرسیده بودند. علاوه بر این، او پژوهش هایی با ارزش روی نور نیز انجام داد و نظریۀ مشهور خود را در این مورد ارائه کرد. بنابه **نظریۀ هویگنس، نور از موج های** زیادی تشکیل شده است که این موج ها را می توان به موج های صوتی یا موج های روی آب تشبیه کرد. نظریۀ موجی بودن نور هویگنس بحث های فراوانی برانگیخت تا اینکه درحدود ۲۰۰ سال بعد ماکسول فیزیک دان اسکاتلندی دوباره به این نظریه پرداخت و به آن جان تازه ای بخشید. هویگنس اخترشناس برجسته ای نیز بود و اسباب ها ودستگاه های نوری زیادی را اختراع کرد **اختراع ریزسنج** را نیز به او نسبت داده اند.

فعالیت۳ـ۱۰

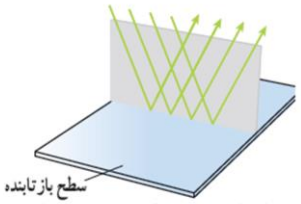
رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز می توان برای مکان یابی پژواکی استفاده کرد.
در این مورد و کاربرد آن به خصوص درتعیین تندی خودروها تحقیق کنید.
راهنمایی اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیس نیز برقرار است.

قانون بازتاب عمومی امواج الکترو مغناطیس(نور):

نور مرئی از **<u>قانون بازتاب عمومی</u>** امواج پیروی می کند **زیرا** نور مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است
یعنی زاویهٔ تابش و بازتابش در هر بازتابشی با هم برابرند.



پرتوی تابش، پرتوی بازتابش، و خط عمود بر سطح بازتابنده،
در هر بازتابشی در یک صفحه واقع اند.

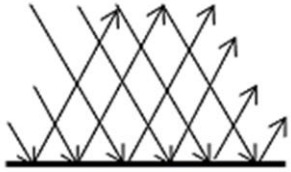


پرتوتابش،پرتو بازتابش و خط عمودبر سطح
بازتابنده در یک صفحه قرار دارند.

انواع بازتاب امواج الکترومغناطیسی:

بازتاب منظم(آینه ای)
بازتاب نامنظم(پخشنده)

بازتاب منظم(آینه ای):



بازتاب منظم

در مواردی که سطح بازتابندهٔ نور **همچون یک آینه**، **<u>بسیار هموار</u>** باشد،
بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند.

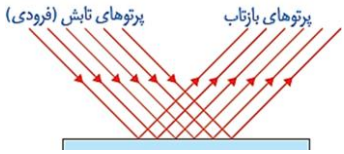
بازتاب نامنظم(پخشنده):

بازتاب نا منظم

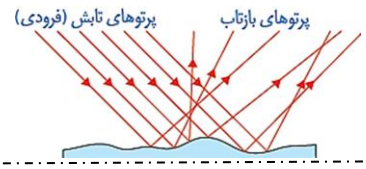
این بازتاب وقتی رخ می دهد که نور به سطحی برخورد کند که **صیقلی و هموار نـــباشد.**
پرتوهای نور به **طور کاتوره ای** از پستی و بلندی های سطح بازتابیده،
و در **تمام جهات پراکنده** می شوند

به دلیل **<u>بازتاب نامنظم</u>** است که شما این صفحهٔ کاغذ، دیوار، دستتان، دوست خود، و... را می بینید.

در **بازتاب آینه ای** از یک آینهٔ تخت، بازتابش یک دسته پرتوی موازی را **فقط در یک جهت** می توان دید .



در **بازتاب پخشنده**، بازتابش این دسته پرتو را می توان **در جهت های مختلف** مشاهده کرد.



مقایسهٔ سطح هموار و ناهموار بر اساس طول موج نور:

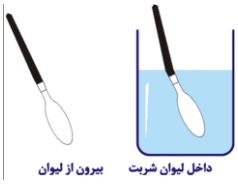
منظور از سطح ناهموار : **سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار** است؛
مثلاً یک کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می رسداما از دید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که **بسیار بزرگ تر** از $1\mu m$ هستند

طول موج نور مرئی در حدود $0/5\ \mu m$ است، چنین سطحی(کاغذ) برای نورمرئی، ناهموار محسوب می شود.

منظور از سطح هموار : ناهمواری های یک آینه یا یک سطح فلزی صیقلی، **بسیار کوچک تر** از $1\mu m$ است.
پس بنابراین برای نور مرئی سطح آینه یا سطح سیقلی فلزی، هموار محسوب می شوند.

در بازتاش نور از چه نوعی سطحی زاویه تابش با زاویهٔ بازتاب برابر است؟
۱) فقط سطوح تخت ۲) فقط سطوح کروی ۳) کلیه سطوح ۴) فقط سطوح استوانه ای

طول موج نور برای سطح هموار ..... و برای سطح ناهموار ..... از $1\mu m$ است.
معمولا سطوح هموار و ناهموار را با توجه به ..... نور مقایسه می نمایند.
بازتاب آینه ای و پخشنده، دو نمونه از بازتاب امواج (مکانیکی / الکترومغناطیسی) می باشند.
قانون بازتاب عمومی برای همهٔ امواج الکترومغناطیس(نور) و صوت صادق (است / نیست)
قانون بازتاب عمومی برای همهٔ امواج تخت، دایره ای و کروی صادق (است / نیست)

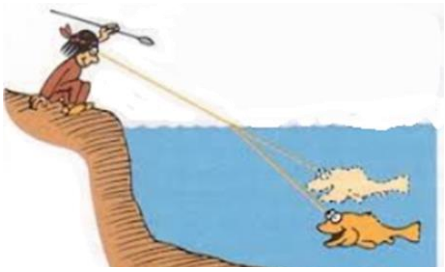


۳-۸ شکست موج

برهم کنش امواج با محیط

۱- بازتاب ۲- شکست

در برهم کنش امواج با محیط از طریق شکست، **جهت پیشروی موج در ورود به محیط جدید تغییر** می کند.
ماهی از بالای برکه ای بینید، آن را در مکان واقعی خود مشاهده نـمی کنید
بلکه مکانی ظاهری بر اثر شکست نور راادراک می کنید.



مثال های شکست موج های نوری در پیرامون ما
رنگ های رنگین کمان،
تصویری که با کمک عینک می بینیم
تصاویری که با استفاده از عدسی های ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود

 # پدیده شکست موج مکانیکی:

سه اتفاقی که وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می رسد:

۱- بخشی از موج **بازتابیده** می شود

۲- بخش دیگر موج **عبور** می کند

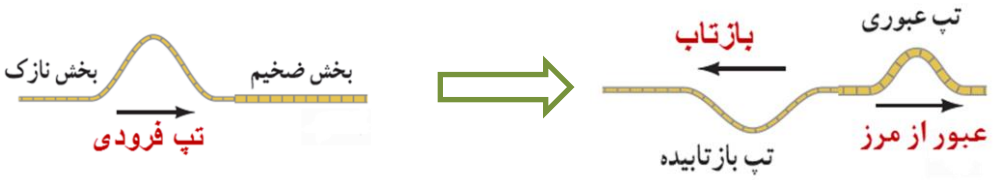
۳- بخش دیگر موج جذب می شود .**جذب موج درهر دو محیط رخ** می دهد؛

مثلاً : یک طناب از دو بخش(یکی نازک و دیگری ضخیم) را در نظر بگیرید:

عبور یک تپ در طول طنابی وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می رسد:

۱- بخشی از تپ دیگر عبور

۲- بخشی از این تپ بازمی تابد

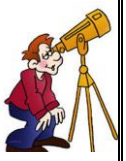


مقایسه در بخش نازک با بخش ضخیم			
بخش	بسامدf	تندیv	طول موج λ
نازک	بسامد = بسامد موج فرودی(چشمه)ثابت	بیشتر	بیشتر
ضخیم	بسامد = بسامد موج فرودی(چشمه)	کمتر	کمتر

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

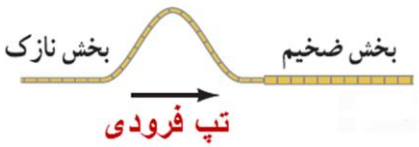
تپ عبوری بدون تغییر شکل(قله)

تپ بازتاب وارونه (دره)



در شکل مقابل یک تپ به بخش نازک طناب می رسد، در مرز چه اتفاقی برای تپ فرودی می افتد؟

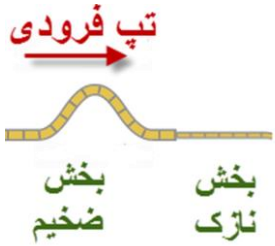
با شکل نشان دهید:



پرسش ۳ــ۸

اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود،

بسامد، تندی وطول موجِ موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می کند؟



تپ عبوری .....

تپ بازتاب .....

مقایسه در بخش نازک با بخش ضخیم			
بخش	بسامدf	تندیv	طول موج λ
نازک			
ضخیم			

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

در حالت های دو یا سه بُعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر:

تندی موج تغییرمی کند و ممکن است **جهت انتشار موج** نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند.

 # تحقیق پدیدهٔ شکست در تشت موج:

تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد.((استفاده از این ویژگی برای تحقیق پدیدهٔشکست در تشت موج))

با تغییردادن عمق آب در بخشی از تشت می توان؛

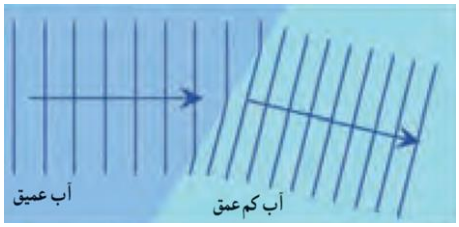
تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد.

و باعث تغییر جهت انتشار موج در آن بخش، و به عبارتی به شکست موج می انجامد.

تغییر عمق ← تغییر تندی ← تغییر جهت انتشار ← شکست موج

مشاهده :با ورود موج به بخش کم عمق،

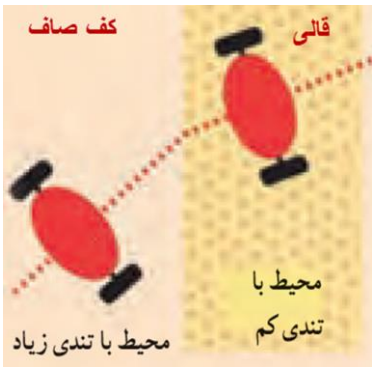
تندی موج سطحی کاهش ← طول موج کاهش ← جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند.



علت:

آن بخش موج که زودتر به ناحیهٔکم عمق می رسد، چون با تندی کمتر حرکت می کند از بقیهٔ موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می افتد وبنابراین فاصلهٔ بین جبهه های موج و در نتیجه طول موج کاهش می یابد و به این ترتیب جبهه های موج در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهند.

مثال(مطابقت مطلب):



در نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب دار مشاهده می کنی؛

با رسیدن جبهه های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می شود،

جهت انتشار جبهه های موج تغییر می کند.

تفهیم مطلب:

با ورود اسباب بازی چرخ دار از کف صاف اتاق وارد قالیچه ای می شود،

تندی اسباب بازی کم شده و در نتیجه مسیر آن تغییر می کند.

تمرین ۳ـ۹

در یک تشت موج به کمک یک نوسان ساز تیغه‌ای که با بسامد۵HZ کار می کند، امواجی تخت ایجاد می کنیم، به طوری که فاصلهٔ بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰cm می شود. اگر اکنون بُره ای شیشه ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیهٔکم عمقِ بالای بُره، شکست پیدا می کنند.

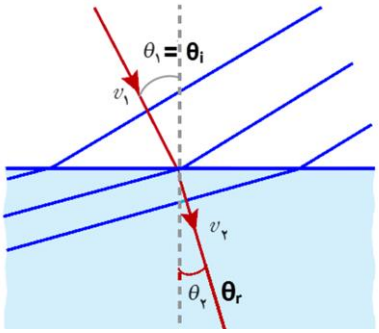
اگر تندی امواج در ناحیهٔکم عمق،۰/۴ برابر تندی در ناحیهٔ عمیق باشد،

طول موج امواج در ناحیهٔ کم عمق چقدر می شود؟

 # قانون شکست عمومی:

وقتی جبهه های موج تخت **<u>به طور مایل به مرز دو محیط</u>** می رسند، شکست پیدا می کنند.

جبهه های موج در مرز جدایی دو محیط می شکنند، پس پرتوهای موج که همواره عمود بر جبهه های موج هستند **در عبور از این مرز تغییر جهت** می دهند.



$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$ قانون شکست عمومی

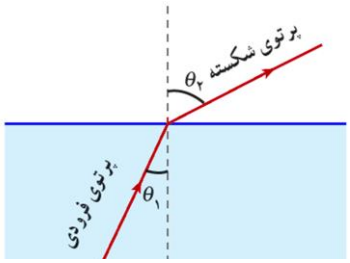
θ ۱ = θi = زاویهٔ پرتوی فرودی با خط عمود بر مرز را زاویهٔتابش می نامند

θ ۲ = θr = زاویهٔپرتوی شکسته با خط عمود بر مرز را زاویهٔ شکست می نامند

v۲ = تندی انتشار موج فرودی

v۱ = تندی انتشار موج شکست

$$v_1 > v_2$$



درنمودار پرتویی شکست

درمحیطی که **<u>سرعت بیشتر</u>** است، همواره **<u>زاویه بزرگتر</u>** است.

گر موجی تخت از محیطی با تندی بیشتر به محیطی با تندی کمتر برود؛ θi > θ r

اگر موجی تخت از محیطی با تندی کمتر به محیطی با تندی بیشتر برود؛ θi < θ r

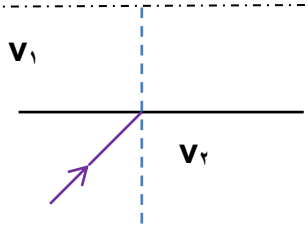
شناخت دانشمند:

ابن هیثم در سال ۳۴۳ هجری شمسی در بصره متولد شد و در سال ۴۱۸ هجری شمسی درگذشت.
او با اینکه از آثار گذشتگان خود استفاده کرد،بنیان نورشناخت را دگرگون ساخت و آن را به صورت علم منظم و مشخصی درآورداو مانند اقلیدس هم فیزیک دان نظری وهم تجربی بود و به منظور تشخیص حرکت مستقیم الخط نور، یافتن خصوصیات سایه، موارد استفاده از عدسی ها و ویژگی های اتاق تاریک آزمایش هایی انجام داد. وی برای نخستین بار در مورد بسیاری ازمسائل در نورشناسی به تحلیل ریاضی پرداخت. در مبحث شکست نور، وی ثابت کرد که زاویهٔ شکست متناسب با زاویهٔ تابش نیست و به تحقیق در مورد شکست نور درعدسی ها و در جو پرداخت. همچنین سهم عمدهٔ او در بحث بازتاب نور که پیش از آن یونانیان به اکتشاف های مهمی در آن دست یافته بودند، پژوهش در آینه های سهموی و کروی بود. او از آزمایش های خود دریافت که در آینهٔسهموی همهٔ پرتو ها در یک نقطه متمرکز می شود و از این رو بهترین آینه های سوزاننده همین آینه های سهموی هستند.المناظر، کتابی است که از این دانش پژوه مسلمان برجای مانده است، اثری بی نظیرکه یافته های او را در زمینهٔ نورشناسی دربردارد. نویسنده در این شاهکار خود، با تکیه بر نظریه های ریاضی به توضیح علمی فرایند دیدن می پردازد و سعی می کند ساز وکار دیدن با دو چشم را توضیح دهد.

تمرین ۳ـ۱۰

در تمرین ۳ -۹ با فرض اینکه زاویهٔ تابش امواج برابر 30°باشد، زاویهٔ شکست چقدر می شود؟

اگر در شکل مقابل $v_1 < v_2$ باشد، پرتو شکست را رسم نمایید.



 # شکست امواج الکترومغناطیسی:

امواج الکترومغناطیسی(و از جمله نور مرئی) نیز با گذر از یک محیط به محیطی دیگر که در آن تندی آن ها متفاوت می شود، شکست پیدا می کنند.

بیشترین و معروف ترین موارد شکست: گسترهٔ نور مرئی

اهمیتی کاربردی شکست امواج: امواج رادیویی در ارتباطات رادیویی

«خوب است بدانید » صفحهٔ ۸۴ مراجعه نمایید.

پرسش ۳ـ۹

شکل روبه رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می دهد که با عبور از محیط اولیهٔaاز طریق محیط های b وc به محیط بازمی گردد.
این محیط ها را بر حسب تندی موج در آنها از بیشترین تا کمترین مرتب کنید.

 # ضریب شکست :

تعریف : نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در آن محیط است

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

وقتی یک پرتوی نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری شود، بخشی از نور بازمی تابد و بخشی دیگر وارد محیط دوم شده و شکسته می شود.

علت شکست نور: به دلیل آنکه **<u>تندی نور</u>** در محیط دوم **<u>تغییر می کند</u>**، نور شکسته می شود

c = تندی نور در خلأ با مقدار دقیق $= ۲۹۹۷۹۲۴۵۸ m/s = ۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s$

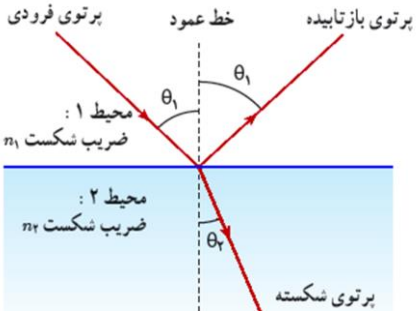
ضریب شکست همواره بزرگ تر یا مساوی ۱ است (۱ مربوط به خلأ است) $n \geq ۱$

در عبور یک پرتوی نور ازمحیطی شفاف به محیط شفافی دیگر، بخشی از نور ..... و بخشی .....
یکای ضریب شکست چیست؟ توضیح دهید:

قانون شکست اسنل:

به افتخار فیزیک دان هلندی، ویلبرد اسنل که به طور تجربی کشف کرد،

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2}$$ قانون شکست اسنل



رابطهٔ ضریب شکست با تندی نور در محیط و زاویه ها

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

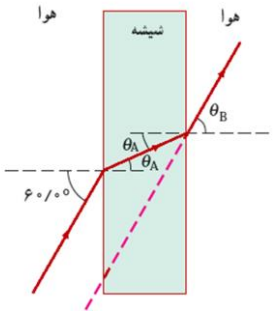
ضریب شکست چند مادهٔ مختلف*

محیط	ضریب شکست
خلأ	دقیقاً ۱
هوا (شرایط متعارف)	۱/۰۰۰۲۹
یخ	۱/۳۱
آب (۲۰°C)	۱/۳۳
استون	۱/۳۶
اتانول	۱/۳۶
محلول آب‌قند (۳۰٪)	۱/۳۸
محلول آب‌قند (۸۰٪)	۱/۴۹
پلاستیک پلکسی‌گلاس	۱/۵۱
بنزن	۱/۵۰
شیشهٔ خالص	۱/۵۲
سدیم کلرید (نمک خوراکی)	۱/۵۴
کوارتز (SiO_2)	۱/۵۴
الماس	۲/۴۲

* برای طول‌موج ۵۸۹nm (نور زرد سدیم)

مثال ۳ـ۱۱

پرتوی نوری مطابق شکل، از هوا بر تیغهٔ شیشه ای متوازی السطوحی، با زاویهٔ تابش ۶۰° فرود می آید.

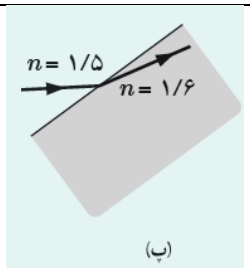


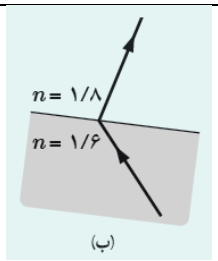
الف) زاویهٔ شکست پرتو θ_A در شیشه چقدر است؟

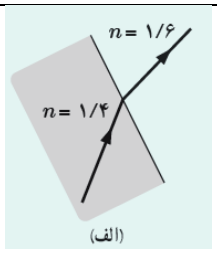
ب) زاویه خروجی θ_B پرتو از شیشه چقدر است؟

پرسش ۳ـ۱۰

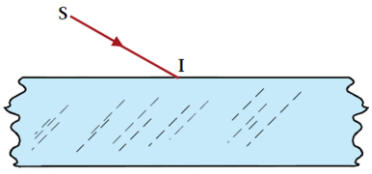
کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می دهدکه از لحاظ فیزیکی ممکن است؟





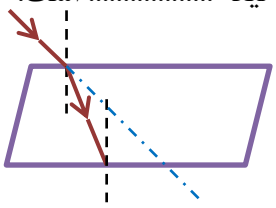


فعالیت۳ـ۱۱

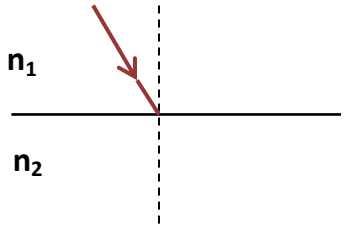


اندازه گیری ضریب شکست: با توجه به مثال ۳- ۱۱ ،
آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغهٔ متوازی السطوح شفاف را اندازه گرفت.

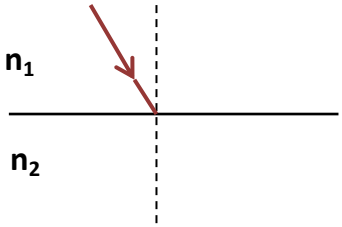
هر قدر سرعت نور در یک محیط شفاف ..... از سرعت نور در هوا باشد، آن محیط غلیظ تر است.
در یک تیغهٔ متوازی السطوح شفاف، پرتو نور ورودی با پرتو نور خروجی از تیغه ..... است.



اگر $n_1 < n_2$ باشد، پرتو بازتاب و پرتو شکست را در دو محیط رسم نمایید.

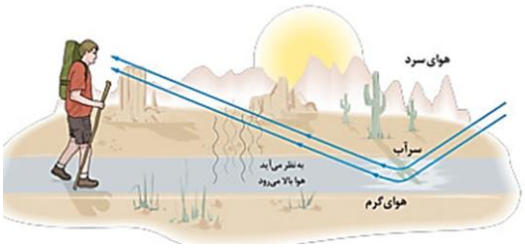


اگر $n_2 < n_1$ باشد، پرتو بازتاب و پرتو شکست را در دو محیط رسم نمایید.



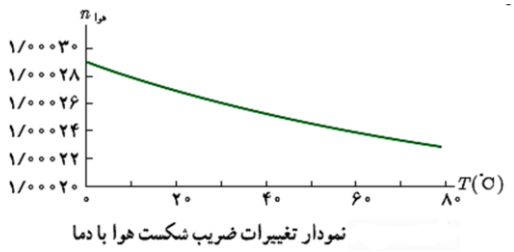
پرتویی با زاویهٔ تابش 30° از هوا به سطح یک تیغهٔ متوازی السطوح می تابد،
در صورتی که زاویهٔ تابش را ۲ برابرکنیم، سرعت پرتو نور در تیغه چگونه تغییر می کند؟

 # پدیده سراب:



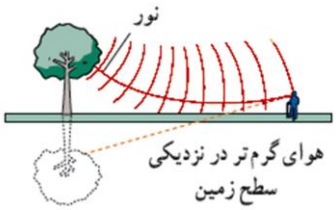
در روزهای **گرم** ممکن است برکهٔ آبی را در دوردست ببینید
که بر سطح زمین قرار دارد،اما وقتی به آن محل می رسید،
آنجا را خشک می یابید. به این **پدیده سراب یا سراب آبگیر**
می گویندونه تنها می توان آن را **دید**، بلکه می توان از آن **عکس** هم گرفت

علت پدیده سراب:



نمودار تغییرات ضریب شکست هوا با دما

در روزهای گرم هوای سطح زمین نسبتا داغ است.
از طرفی، **چگالی هوا با افزایش دما کاهش** می یابد که
این سبب **کاهش ضریب شکست** نیز می شود.

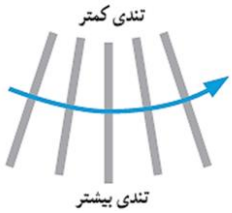


 # مدل سازی پدیدهٔ سراب مبتنی بر جبهه های موج:

جبهه های موجی که به طرف پایین می آیند. و
با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای متناظراین جبهه های موج،
آنها با **ضریب شکست های کوچک تر و کوچک تری** روبه رو می شوند و

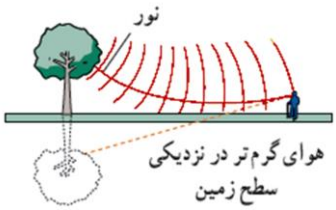
در هر مرحله **با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می شوند**
وقتی پرتوها **درنزدیکی سطح زمین تقریباً افقی می شوند به سمت بالا خم برمی دارند.**

بخش پایینی هر جبههٔ موج در هوای کمی گرم تر قرار دارد و
بنابراین کمی تندتر از بخش بالایی جبههٔ موج حرکت می کند و
این تفاوت رفتار دو قسمت جبهه های موج،موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای موج می شود،
زیرا **پرتوهای موج باید همواره عمود بر جبهه های موج باشند**



وقتی پرتوها رو به بالا می روند به خم شدن رو به بالای خود ادامه می دهند،
زیرا اکنون مدام با محیط هایی با ضریب شکست های بزرگ و بزرگ تر مواجه می شوند و
بنابراین در هرمرحله با نزدیک شدن به خط عمود، بیشتر و بیشتر رو به بالا خم می شوند

اگر بخشی از این نور به چشم ما برسد، به نظر می آید که منشأ این نور
از امتداد رو به عقب پرتوهایی است که به چشم
ما رسیده اند و این حس را ایجاد می کند که **گویی ازسطح زمین** آمده است.



تعریف پدیدهٔ سراب :در روزهای گرم به علت تغییر منظم مسیر نورهنگام عبور نور از لایه های مختلف هوا (ضریب شکست متفاوت) در نزدیکی سطح زمین بوجود می آید.

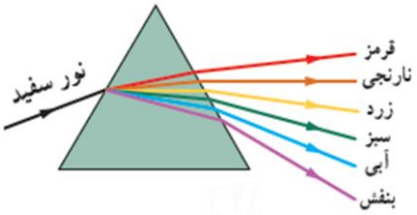
در شکل خمیدگی اغراق آمیز یک پرتوی نور که در امتداد یک مرز فرضی از **هوای گرم به سمت هوای گرم** پایین می رود را نشان دهید.

در شکل خمیدگی اغراق آمیز یک پرتوی نور که در امتداد یک مرز فرضی از **هوای گرم تر به سمت هوای گرم** بالا می رود را نشان دهید.

 # پاشندگی نور:

وقتی باریکهٔ **نور سفید** خورشید به وجهی ازیک **منشور** می تابد،

در عبور از منشور به رنگ های مختلفی **تجزیه** می شود.



علت پاشندگی نور:

ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد؛

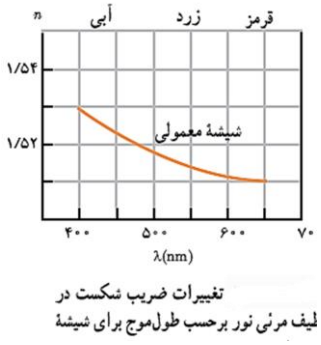
یعنی وقتی باریکهٔ نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند.

تعریف پاشندگی نور: تجزیهٔنور سفید(پخش شدگی نور) به رنگ های متفاوت(طول موج متفاوت) به وسیلهٔ منشور را پاشیدگی نور می نامیم.

 # وابستگی ضریب شکست به طول موج نور را برای شیشهٔ معمولی

دو باریکهٔ نور آبی و قرمز با زاویهٔ تابش یکسانی از هوا وارد شیشه شوند

باریکهٔ آبی بیشتر از باریکهٔ قرمز خم می شود



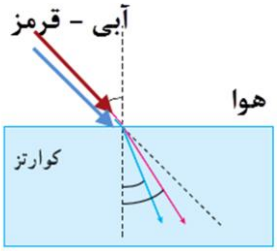
تغییرات ضریب شکست در
لیف مرئی نور برحسب طول‌موج برای شیشهٔ

ضریب شکست یک محیط معیّن برای **طول موج های کوتاه تر**، بیشتر است.

اگر باریکهٔ نور سفید از هوا بر یک سطح شیشه ای فرود آید بر اثر شکست نور، مؤلفه های سازندهٔ باریکهٔ نور سفید هر کدام به **میزان متفاوتی** خم می شوند که البته این تفاوت چندان محسوس **نیست.**

برای افزایش جدایی رنگ ها در پاشندگی نور، معمولاً از **یک منشور با سطح مقطع مثلثی** استفاده می کنیم.

تمرین ۳ـ۱۱



شکل روبه رو باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی را نشان می دهد که از هوا و با زاویهٔ تابش 45° بر سطح تیغهٔ تختی از کوارتز می تابد.

زاویه های شکست برای این دو پرتو را محاسبه کنید.

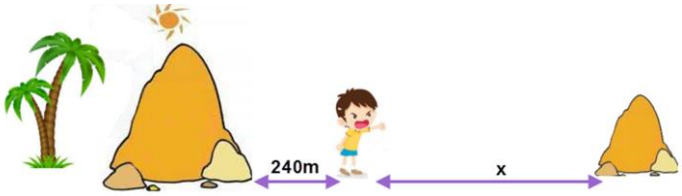
ضریب شکست نورهای قرمز و آبی در کوارتز:

$n_{\text{قرمز}} = 1/459$ و $n_{\text{آبی}} = 1/467$

خوب است بدانید(تار نوری) صفحهٔ ۸۸ توجه کنید.

پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۳

۳-۷ بازتاب موج



۳۳- دانش آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ او از صخرهٔ نزدیک تر ۲۴۰ m است. دانش آموز فریاد می زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵ s و صدای پژواک دوم را ۱ s بعد از پژواک اول می شنود.

الف) تندی صوت در هوا چقدر است؟

ب) فاصلهٔ بین دو صخره را بیابید.

۳۴- اگر در فاصلهٔ مناسبی از یک رشته **پلکان بلند** بایستید و یک بار کف بزنید، **پژواکی بیشتر** از یک صدای برهم زدن دست می شنوید. نمونهٔ جالبی از این پدیده در برابر رشته پله های معبد قدیمی کوکولکان در مکزیک رخ می دهد. این معبد از ۹۲ پلهٔ سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید.

پاسخ:

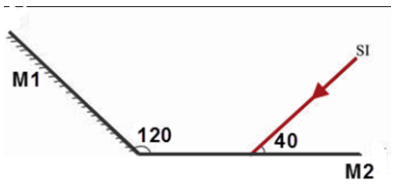
پژواک صوت با هر بار دست زدن، ..... بارتکرار می شود.

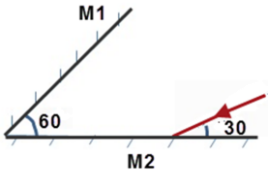
چون پلکان معبد ..... عدد است ازهرپله پژواک و انعکاس صوت دست بوجود می آید.

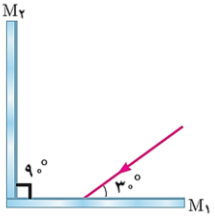
۳۵- وقتی یک باریکهٔ لیزر را به دیوار کلاس می تابانیم، همهٔ دانش آموزان نقطهٔ رنگی ایجاد شده روی دیوار را می بینند. دلیل آن چیست؟

۳۶- در شکل پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید .

مجموع زوایای داخلی مثلث° ۱۸۰ است.



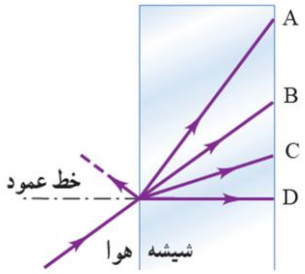




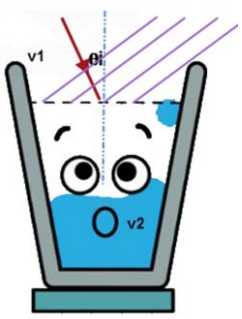
۳-۸ شکست موج

۳۷- با رسم شکلی از جبهه های موج توضیح دهید چگونه **جهت انتشار جبهه های موج** با رسیدن به یک ساحل شیب دار، **تغییرمی کند**.

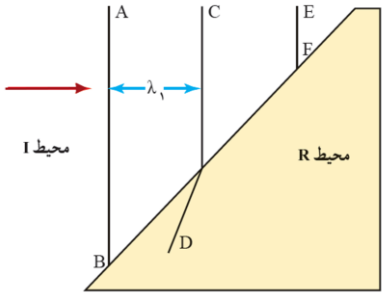
۳۸- شکل پرتویی را نشان می دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه های A تا Dمی تواند پرتوی داخل شیشه ، را نشان دهد؟



۳۹- ضریب شکست آب ۱/۳ و ضریب شکست شیشه ۱/۵ است. اگر نوری به طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه های موج را در دو محیط نشان دهید.



۴۰- شکل زیر جبهه های موجی را نشان می دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده اند

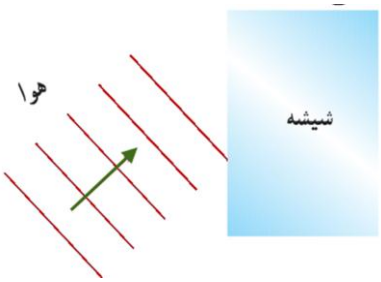


الف) ادامهٔ جبههٔ موج EF را در محیط Rرسم کنید.

ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است؟

پ) آیا با استفاده از این نمودار می توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟

۴۱- در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می شود بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی تابد و بخشی دیگر شکست می یابد و وارد شیشه می شود.



الف) مشخصه های موج بازتابیده و موج شکست یافته را با موج فرودی مقایسه کنید.

بسامد:

تندی:

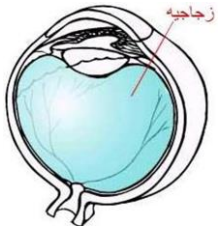
طول موج:

امتداد:

شدت نور:

ب) جبهه های موج بازتابیده و شکست یافته را رسم کنید.

۴۲- طول موج نور قرمز لیزر هلیم - نئون در هوا حدود۶۳۳ nm است، ولی در زجاجیهٔ چشم ۴۷۴nm است.



الف) بسامد این نور چقدر است؟

ب)ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟

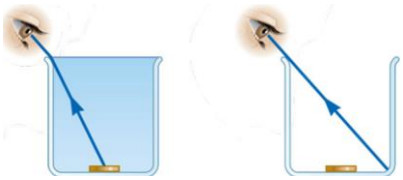
پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید.

۴۳- سکه ای را در گوشهٔ فنجانی خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرید که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی آنکه سرتان راحرکت دهید به آرامی در فنجان آب بریزید، به طوری که آب ریختن شما موجب جابه جایی سکه نشود. با پرشدن فنجان، سکه را خواهید دید.

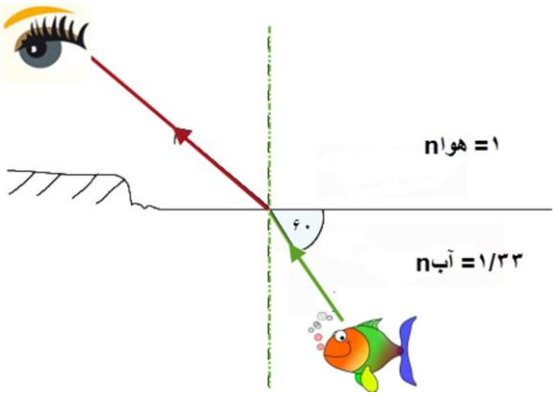
با رسم پرتوها علت دیده شدن سکه را توضیح دهید.

پاسخ: وقتی ظرف خالی باشد؛

وقتی درون لیوان راآب ریختیم؛

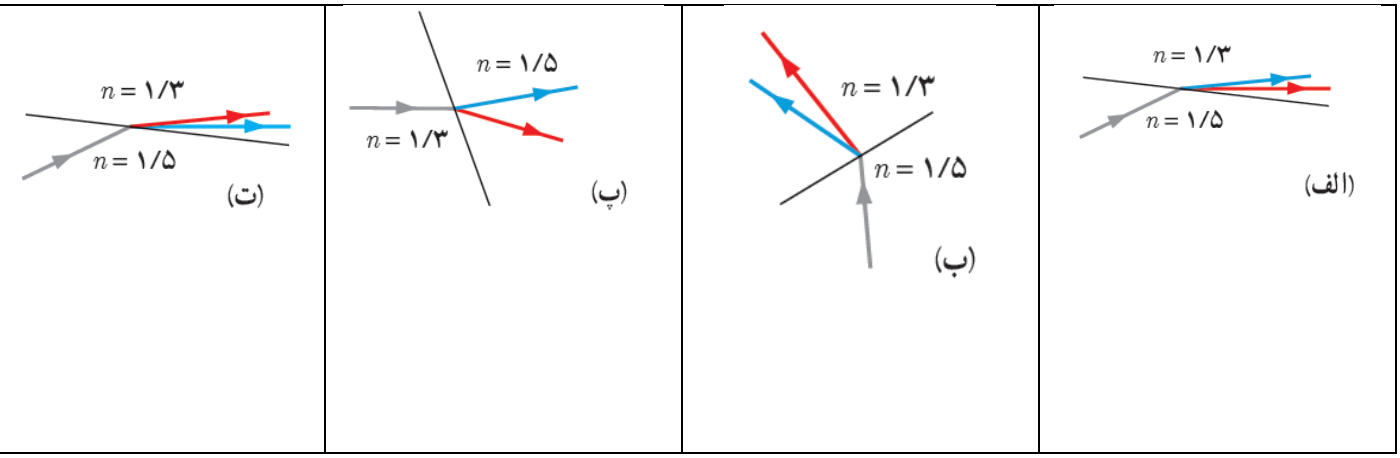


۴۴- مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می رسد تحت زاویهٔ ۶۰° به مرز آب هوا برخورد کرده است زاویهٔ شکست این پرتو در هوا چقدر است؟



۴۵- در شکل های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است در سطح مشترک دو ماده شکست پیدا کرده اند.

کدام شکل، شکستی را نشان می دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



۴۶- دو دانش آموز به نور زرد نگاه می کنند.

یکی از آنها نور زرد را ترکیب دو نور قرمز و سبز و دیگری آن را از یک نوع رنگ می داند.

به نظر شما با چه تجربه ای می توان بین این دو نظر، یکی را انتخاب کرد؟