درسنامه ۱

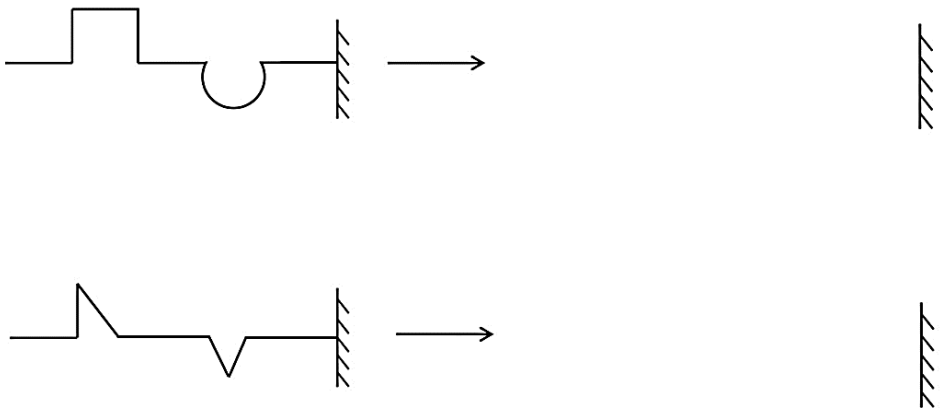
بازتاب امواج مکانیکی:

وقتی موج به انتهای محیط انتشارش می‌رسد قسمتی از آن بازتاب می‌شود، قسمتی وارد محیط جدید می‌شود و بخشی هم به صورت گرما هدر می‌رود حال در اینجا فرض می‌کنیم که همه‌ی موج بازتاب می‌شود.

۱) بازتاب یک بعدی از انتهای طناب:

اگر تپی را درون طناب به سمت انتهای آن که به تکیه‌گاه ثابت شده است روانه کنیم وقتی تپ به تکیه‌گاه می‌رسد باز می‌گردد که به آن بازتاب در یک بعد گویند.

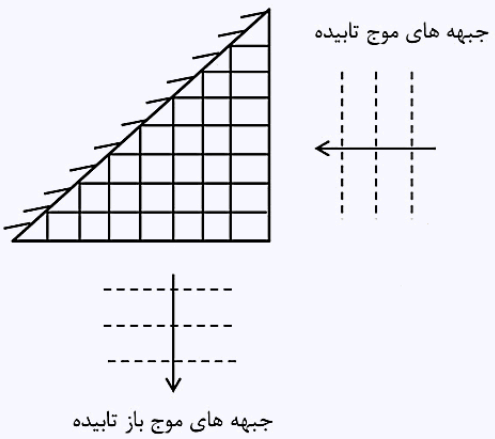
➢ **تمرین: در شکل‌های زیر شکل تپ بازتاب را رسم کنید.**



۲) بازتاب در دو بعد:

در شکل روبه‌رو جبهه‌های موج تخت را می‌بینید که به طرف یک مانع تخت تابیده شده‌اند، این امواج بعد از برخورد به مانع تخت بازتاب می‌شوند.

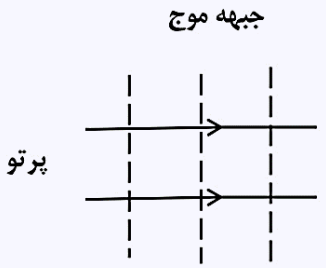
برای نشان دادن راحت‌تر جبهه‌های موج می‌توان از پرتو موج استفاده کرد.

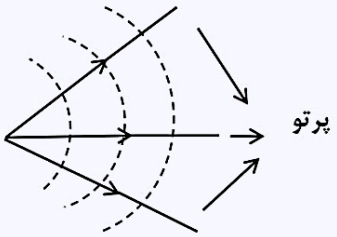


GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

تعریف پرتو:

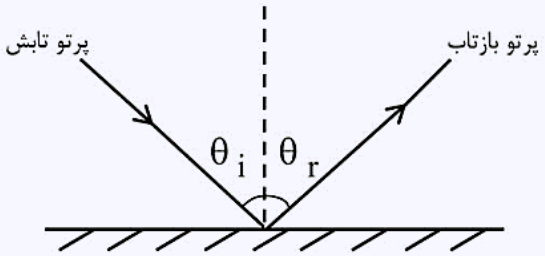
پرتو یک خط جهت‌دار است که جبهه‌های موج و جهت پیکان پرتو، جهت انتشار موج را نمایش می‌دهد.





قانون بازتاب عمومی:

زاویه‌ی بین پرتو تابش و خط عمود بر سطح مانع را زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بین پرتو بازتاب و خط عمود بر سطح را پرتو بازتاب گویند و مطابق قانون بازتاب عمومی همواره باهم برابر هستند.



$$\theta_i = \theta_r$$

چند نکته مهم:

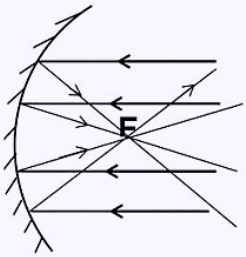
۱- قانون عمومی بازتاب برای هر وضعیت مانعی (تخت، کاو، کوژ) و همه‌ی انواع موج مثل (مرئی، الکترومغناطیسی، تخت، دایره‌ای) صادق است.

۲- تندی انتشار، طول موج و بسامد موج تابشی و بازتاب باهم برابر است.

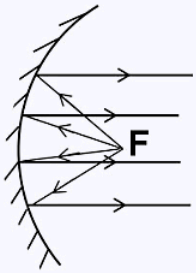
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

قوانین بازتاب در سطوح خمیده:

۱- اگر چند دسته پرتو موازی را روانه یک مانع خمیده کاو کنیم پرتوهای بازتاب همگی در یک نقطه به هم می‌رسند که به این نقطه کانون گویند.



۲- اگر چند پرتو از کانون به سطح کاو بتابد موازی یکدیگر بازتاب می‌شوند.



۳- حال اگر پرتو موازی نباشد یا از کانون نگذرد مسئله چیست؟

تذکر:

۱- سطوح خمیده جبهه‌های تخت ورودی را به صورت خمیده بازتاب می‌کند یا برعکس.

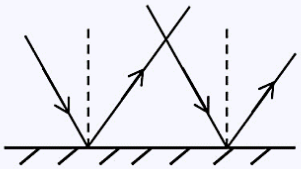
۲- اگر دو سطح خمیده روبه‌روی هم بگذاریم شنونده‌ای که در کانون سطح کاو دیگر قرار دارد صدای چشمه را خیلی واضح می‌شنود.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

انواع بازتاب موج از سطوح:

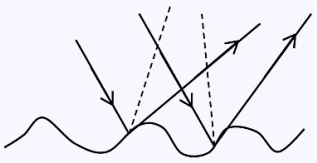
الف) بازتاب منظم (آینه‌ای):

اگر سطح یک مانع هموار و صیقلی باشد با تابش یک دسته پرتو موازی به آن پرتوهای بازتاب نیز موازی هستند.



ب) بازتاب نامنظم (پخشنده):

اگر سطح مانع دارای ناهمواری باشد با تابش یک دسته پرتو موازی پرتوهای بازتاب در جهت‌های مختلف پخش خواهد شد و این بازتاب است که باعث می‌شود چشم ما، اجسام مختلف را ببیند.



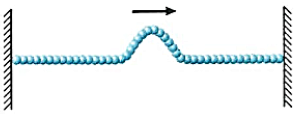
تذکر بسیار مهم:

برای یک موج سطحی ناهموار محسوب می‌شود که ابعاد ناهمواری آن در حدود طول موج یا بیشتر باشد اگر ابعاد ناهمواری خیلی کوچک‌تر باشد سطح هموار محسوب می‌شود.

مثال: بسامد یک موج الکترومغناطیسی برابر یک تراهرتز است. بازتاب این موج از سطحی که ابعاد ناهمواری آن حدود یک میکرومتر است چگونه خواهد بود؟ $\left(c = ۳\times ۱۰^{۸}\right)$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱) طنابی کشیده شده، به طول $۸۰cm$، بین دو نقطه بسته شده است. تپی در این طناب با تندی $۰/۲m/s$ در حال انتشار است. اگر در لحظه‌ی $t=۰$ تصویر لحظه‌ای طناب به شکل روبه‌رو باشد (تپ در وسط طناب قرار دارد.) در لحظه‌ی $t=۹s$ تصویر لحظه‌ای طناب به شکل کدام می‌تواند باشد؟



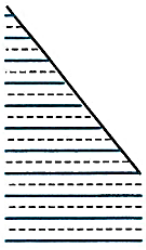
۱)

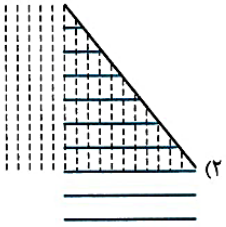
۲)

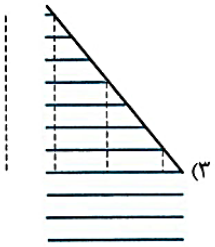
۳)

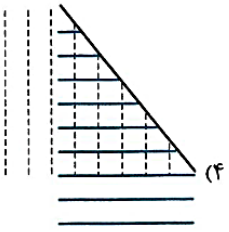
۴)

تست (۲) کدام یک از شکل‌های زیر، طرح جبهه‌های موج تخت تابیده (خطوط ممتد) و جبهه‌های موج بازتابیده (خطوط خط‌چین) از یک مانع تخت را به درستی نشان می‌دهد؟

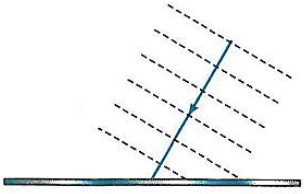
۱)


۲)


۳)


۴)


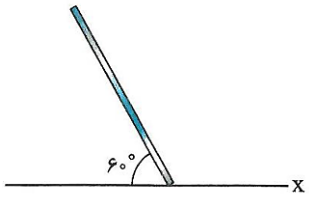
تست (۳) در شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج تختی در حال پیشروی به سمت مانع تخت هستند، اگر زاویه‌ی بین این جبهه‌های موج و سطح مانع، نصف زاویه‌ی بین پرتوی تابش این جبهه‌ها و سطح مانع باشد، زاویه‌ی بازتاب چند درجه است؟



۱) ۳۰
۲) ۱۵
۳) ۱۵
۴) ۷۵

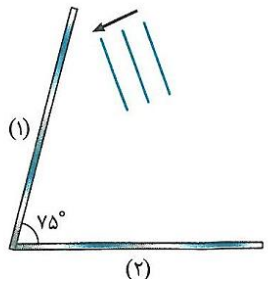
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (٤) در شکل زیر، یک مانع تخت با محور x زاویه 60° می‌سازد. جبهه‌های موج تخت تابیده به این مانع با محور x چه زاویه‌ای بسازند تا جبهه‌های موج بازتابیده از مانع، موازی محور x باشند؟ (موج از سمت چپ به مانع تابیده می‌شود.)



۱) صفر
۲) ۹۰
۳) ٦٠
٤) ۳۰

تست (٥) در شکل روبه‌رو، دو مانع تخت متقاطع (۱) و (۲) با یکدیگر زاویه‌ی 75° ساخته‌اند. جبهه‌های موج تختی به سطح مانع (۱) می‌تابند و پس از بازتاب از آن به سطح مانع (۲) می‌رسند. اگر زاویه‌ی بین جبهه‌های موج تابیده به سطح مانع (۱) با سطح این مانع برابر 50° باشد، زاویه‌ی بین جبهه‌های بازتابیده از سطح مانع (۲) و این مانع چند درجه است؟

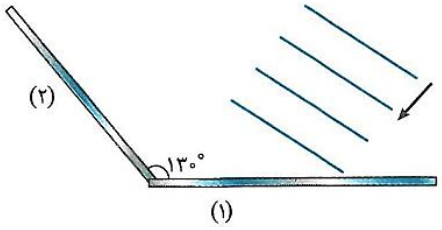


۱) ۲۵
۲) ۳۵
۳) ۵۵
٤) ٦٥

نکته

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (٦) در شکل روبه‌رو، جهت انتشار جبهه‌های موج پس از بازتاب‌های متوالی از دو مانع تخت (۱) و (۲) چند درجه تغییر می‌کند؟



۱) ۱۰۰

۲) ۱۳۰

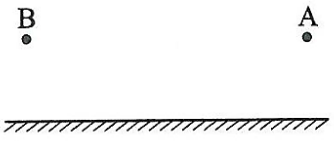
۳) ۸۰

٤) بستگی به زاویه‌ی تابش جبهه‌های موج به سطح (۱) دارد.

تست (۷) اگر زاویه بین پرتوی تابش نور و سطح بازتابنده‌ی تختی ۲۴ درجه تغییر کند، زاویه‌ی بین پرتوی تابش و پرتوی بازتاب ۳ برابر می‌شود. زاویه‌ی بازتاب در حالت دوم چند درجه است؟

۱) ۱۲ ۲) ۲٤ ۳) ۳٦ ٤) ۷۲

تست (۸) در شکل روبه‌رو، فاصله‌ی دو نقطه‌ی B, A از آینه یکسان و برابر $۳۰cm$ است. پرتوی نوری از نقطه‌ی A به آینه تابیده و پس از بازتاب از نقطه‌ی B عبور می‌کند. اگر زاویه‌ی تابش برابر ۶۰° باشد، پرتو این مسیر را در مدت چند ثانیه طی می‌کند؟ (تندی نور $۳\times۱۰^۸ m/s$ است.)



۱) $\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۹}$ ۲) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۹}$

۳) ۳×۱۰^{-۹} ٤) ۴×۱۰^{-۹}

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

تست (۹) امواج رادیویی با فرکانس ۳ گیگاهرتز و امواج صوتی با فرکانس ۶/۸ کیلوهرتز، در برخورد با سطحی که ابعاد ناهمواری‌های آن از مرتبه‌ی یک میلی‌متر است، به ترتیب از راست به چپ چگونه بازتاب می‌شوند؟

$(v_{\text{صوت}} = ۳۴۰ m/s , c = ۳\times ۱۰^{۸} m/s)$

۱) آینه‌ای - آینه‌ای ۲) آینه‌ای – پخشنده ۳) پخشنده - آینه‌ای ۴) پخشنده - پخشنده

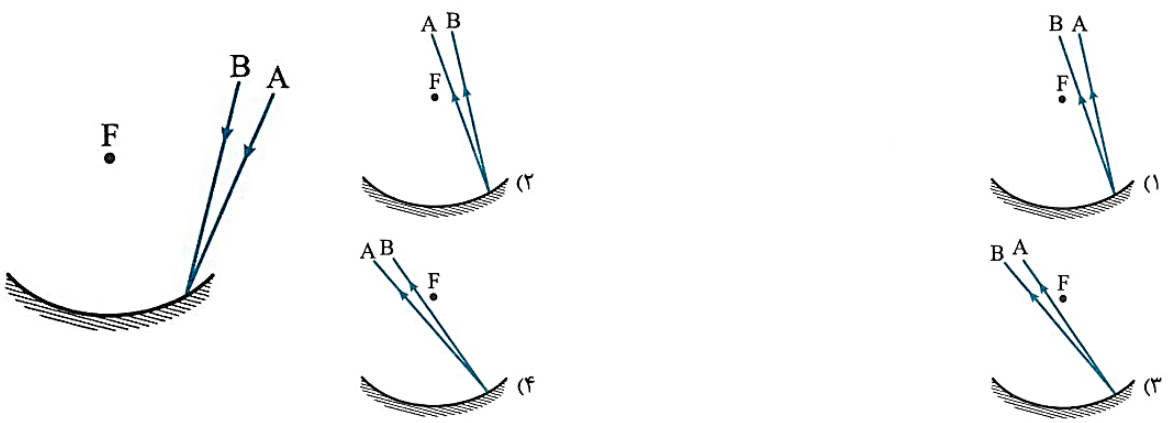
تست (۱۰) در کدام یک از موارد زیر از کانونی شدن امواج الکترومغناطیس بازتابیده شده از یک سطح کاو استفاده می‌شود؟

الف) میکروفن سهموی ب) دستگاه لیتوتریپسی پ) رادار دوپلری

ت) آنتن بشقابی ث) اجاق خورشیدی

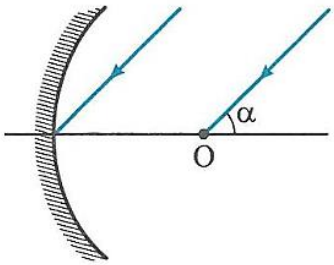
۱) پ، ت، ث ۲) ب، ت، ث ۳) ت، ث ۴) الف، ث

تست (۱۱) پرتوهای دو موج B, A به شکل روبه‌رو به سطح داخلی یک مانع کروی که نقطه‌ی F کانون آن است، برخورد می‌کند. این دو پرتو پس از بازتاب از این مانع، به شکل کدام گزینه می‌توانند باشند؟



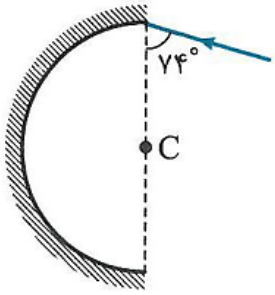
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱۲) در شکل روبه‌رو، دو پرتوی نور موازی، به سطح داخلی یک کره‌ی بازتابنده می‌تابند. α چند درجه باشد تا بازتاب این دو پرتو برهم عمود باشند؟ (نقطه‌ی O مرکز کره است.)



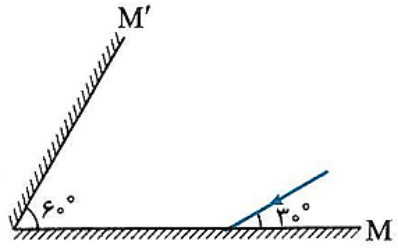
۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) ۲۲/۵
۴) ۴۵

تست (۱۳) سطح داخلی نیم استوانه‌ای که در شکل، مقطع آن نشان داده شده است، آینه است. نقطه‌ی C مرکز این مقطع نیم استوانه است. پرتویی به لبه‌ی داخلی این نیم استوانه با زاویه‌ی تابش می‌تابد. این پرتو پس از چندبار بازتاب، نیم استوانه را ترک می‌کند؟



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۷

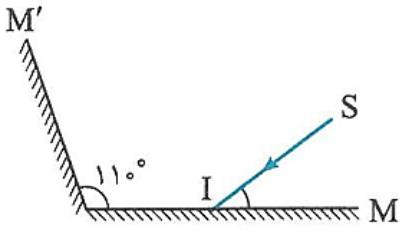
تست (۱۴) در شکل مقابل پرتوی نور پس از بازتاب از آینه‌ی M به آینه‌ی M' می‌تابد. زاویه تابش در آینه‌ی M' چند درجه است؟



۱) صفر
۲) ۳۰
۳) ۶۰
۴) ۹۰

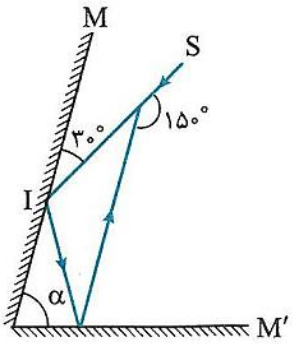
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

تست (۱۵) در شکل مقابل، پرتوی SI به آینه‌ی M می‌تابد و پس از برخورد به آینه‌ی M' بازتاب می‌شود. پرتوی نور چند درجه نسبت به جهت اولیه (SI) منحرف می‌شود؟



۱) ۴۰
۲) ۷۰
۳) ۱۱۰
۴) ۱۴۰

تست (۱۶) پرتوی نورانی SI بر آینه‌ی M تابیده و مطابق شکل روی دو آینه‌ی M', M بازتابش پیدا کرده است. زاویه‌ی بین دو آینه چند درجه است؟



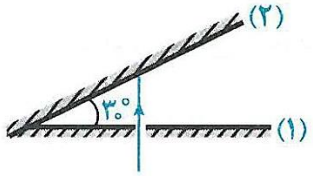
۱) ۴۵
۲) ۶۰
۳) ۷۵
۴) ۸۰

تست (۱۷) پرتوی نوری با چه زاویه‌ی تابشی به یکی از دو آینه‌ی تخت که با هم زاویه‌ی 60° ساخته‌اند، بتابد تا پرتو خروجی و ورودی بر هم منطبق شوند؟

۱) ۳۰
۲) ۴۵
۳) ۶۰
۴) ۹۰

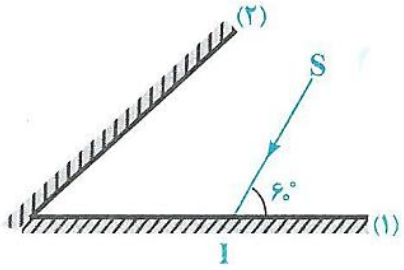
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱۸) دو آینه‌ی تخت با طول زیاد، مطابق شکل مقابل باهم زاویه ۳۰° می‌سازند. در آینه (۱) روزنه‌ای ایجاد شده و باریکه نور به طور عمود بر آینه‌ی (۱) از آن می‌گذرد. این باریکه نور چندبار در برخورد به آینه‌ها بازتاب خواهد شد؟



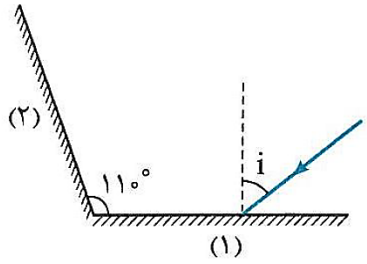
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ٤

تست (۱۹) در شکل نشان داده شده پرتوی SI پس از اولین برخورد به آینه (۲) به موازات آینه (۱) از مجموعه خارج می‌شود. زاویه بین دو آینه چند درجه است؟



۱) ۱۵
۲) ۳۰
۳) ٤٥
۴) ٦٠

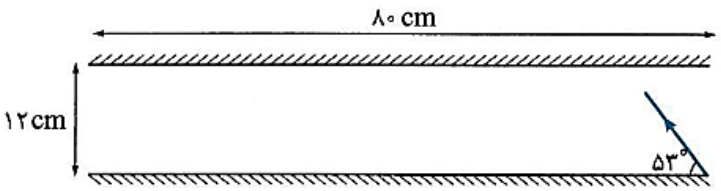
تست (۲۰) در شکل روبه‌رو، یک پرتوی نور با زاویه تابش i به آینه (۱) می‌تابد. زاویه i در چه محدوده‌ای باشد تا پرتوی بازتاب شده ازآن به آینه (۲) برسد؟ (طول آینه‌ها بسیار بزرگ است.)



۱) $i > ۲۰$
۲) $i \geq ۲۰$
۳) $i > ۳۰$
۴) $i \geq ۳۰$

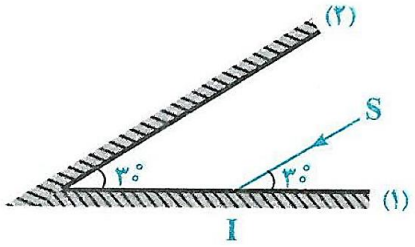
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

تست (۲۱) در شکل روبه‌رو، دو آینه تخت موازی به طول ۸۰ سانتی‌متر در فاصله ۱۲ سانتی‌متری هم قرار دارند. پرتوی نوری که از لبه‌ی یکی از آینه‌ها به دیگری می‌تابد در مجموع چند بار بازتاب می‌شود؟



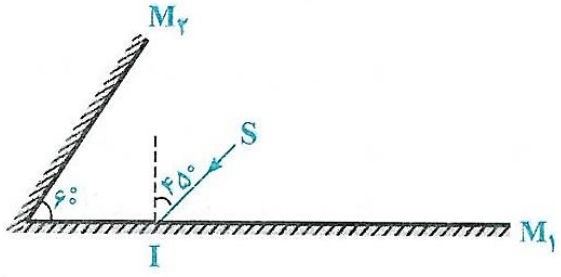
۱) ٤
۲) ٥
۳) ٨
٤) ٩

تست (۲۲) در شکل مقابل، پرتوی SI پس از تابش از مجموعه با چند درجه انحراف از مجموعه خارج می‌شود؟



۱) ۱۲۰
۲) ۲٤۰
۳) ۱۸۰
٤) ۰

تست (۲۳) در شکل مقابل پرتوی SI با زاویه ۴۵ درجه آینه‌ی M_1 برخورد کرده است. پرتوی SI پس از برخوردهای متوالی به آینه‌ها با چند درجه انحراف از مجموعه خارج می‌شود؟

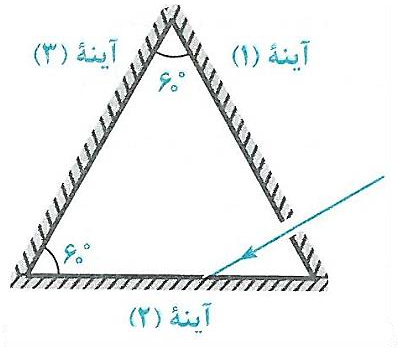


۱) ۱۵۰
۲) ۱۳۰
۳) ۳۰
٤) ٦۰

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۲٤) در شکل مقابل، در آینه‌ی (۱) روزنه‌ای ایجاد شده و پرتو نشان داده شده عمود بر سطح آینه (۱) وارد مجموعه آینه‌ها می‌شود. این پرتو پس از چند برخورد به سطح آینه‌ها، در نهایت از این مجموعه خارج می‌شود؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ٤
٤) بی‌نهایت



پژواک:

به صورت بازتابیده شده که با یک تاخیر زمانی نسبت به صوت اولیه می‌شنویم، پژواک گویند.

تذکر:

اگر فاصله‌ی زمانی بین صوت مستقیم و پژواک کمتر از باشد گوش ما نمی‌تواند پژواک را از صوت اولیه تشخیص دهد.

➢ **مکان‌یابی پژواکی:** بعضی جانوران مثل خفاش، دلفین و وال‌ها با ارسال امواج صوتی و دریافت پژواک آن‌ها اجسام اطراف نور استثنایی می‌کنند. از مکان‌یابی پژواکی انسان‌ها نیز استفاده می‌کنند در فناوری‌هایی مثل سونوگرافی یا مکان‌یابی اجسام زیر آب و توسط دستگاه سونارکشتی.

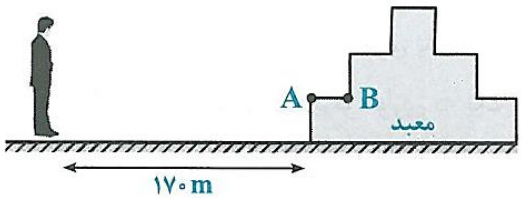
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تذکر مهم:

تست (۲۵) حداقل زمان تاخیری بین دو صوت برای آن که گوش انسان بتواند آن‌ها را از هم تمیز دهد برابر ۰/۱ ثانیه است. کمترین مسافت لازم بین چشمه‌ی صوت و سطح بازتابنده برای تشخیص پژواک از صوت اولیه چند متر است؟ (تندی انتشار در محیط برابر $۳۵۰ m/s$ است.)

۱) ۱۷ ۲) ۱۷/۵ ۳) ۳٤ ٤) ۳۵

تست (۲٦) در شکل مقابل، شخصی در فاصله‌ی ۱۷۰ متری یک معبد پلکانی ایستاده است. شخص در لحظه‌ی $t = ۰$ یک بار کف می‌زند و پژواک صدای کف زدن در لحظات $t_۱ = ۱s , t_۲ = ۱/۰۴s , t_۳ = ۱/۰۸$ به گوش شخص می‌رسد. به ترتیب از راست به چپ، تندی انتشار صوت در محیط و عرض پله‌های معبد (فاصله‌ی AB) چند واحد SI است؟



۱) ۳٤۰، ٦/۸ ۲) ۳٤۰، ۱۳/٦

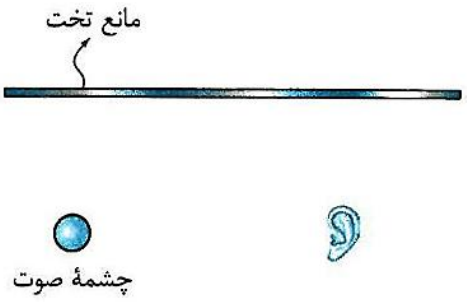
۳) ۳۲۰، ٦/۸ ٤) ۳۲۰، ۱۳/٦

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۲۷) دانش‌آموزی بین دو صخره‌ی قائم ایستاده است. فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر ۴۸۰ متر است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۳ ثانیه و صدای پژواک دوم را ۲ ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود. تندی انتشار صوت در محیط ..... متر بر ثانیه و فاصله‌ی دو صخره از یکدیگر ..... متر است.

۱) ۳۲۰، ۸۰۰ ۲) ۳۲۰، ۱۲۸۰ ۳) ۴۰۰، ۸۰۰ ۴) ۴۰۰، ۱۲۸۰

تست (۲۸) در شکل روبه‌رو فاصله‌ی عمودی چشمه صوت و شنونده از مانع تخت $255m$ است. چشمه‌ی صوت صدایی تولید کرده و شنونده دو صدا با اختلاف زمانی $0/5s$ می‌شنود. فاصله شنونده از چشمه صوت چند متر است؟ (تندی انتشار صوت در محیط برابر $340m/s$ است.)

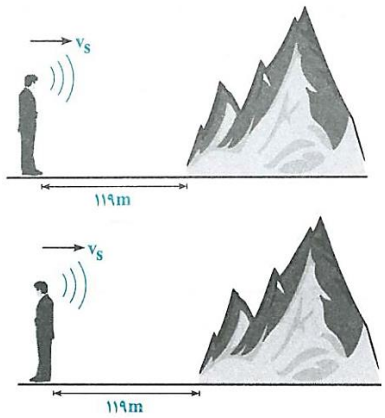


۱) ۳۴۰ ۲) ۶۸۰

۳) ۴۲۵ ۴) ۸۵۰

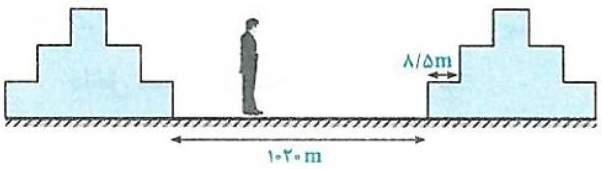
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۲۹) مطابق شکل، شخصی یک بار هنگامی که به سمت یک کوه حرکت می‌کند فریاد می‌زند و بار دوم هنگامی که با همان تندی از کوه دور می‌شود فریاد می‌زند. اگر شخص پژواک صدای خود را در حالت‌های اول و دوم به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۷ ثانیه پس از فریاد زدن بشنود، تندی حرکت شخص و تندی انتشار صوت در محیط به ترتیب از راست به چپ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۵، ۳۴۰
۲) ۵، ۳۴۵
۳) ۲/۵، ۳۴۰
۴) ۲/۵، ۳۴۵

تست (۳۰) شخصی بین دو معبد پلکانی مشابه که در فاصله ۱۰۲۰ متری هم قرار دارند ایستاده است و یک بار کف می‌زند، اگر آخرین پژواک صدا ۲/۱ پس از اولین پژواک به گوش شخص برسد، فاصله شخص از معبد نزدیک‌تر چند متر است؟ ($v_{صوت} = ۳۴۰ m/s$) و پله‌های دو معبد مشابه هستند.)



۱) ۲۸۰
۲) ۳۲۰
۳) ۳۴۰
۴) ۵۱۰

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

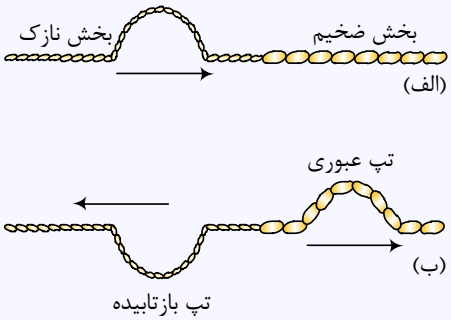
درسنامه ۲

شکست امواج:

همانطور که در قسمت قبل اشاره کردیم، زمانی که یک موج به مرز جدایی دو محیط می‌رسد قسمتی از آن بازتاب شده و قسمتی از آن وارد محیط جدید شده و قسمتی نیز در مرز جدایی جذب می‌شود. حال در این‌جا می‌خواهیم حالت شکست موج را بررسی کنیم.

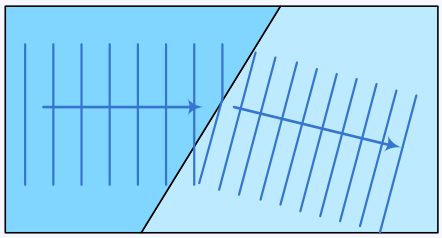
شکست در یک بعد:

با توجه به شکل مشاهده می‌کنیم که موج از قسمت نازک وارد قسمت ضخیم می‌شود و سرعت آن کاهش و طول موج نیز کاهش می‌یابد و قسمتی نیز بازتاب می‌شود و طول موج تغییر نمی‌کند.



شکست در دو بعد:

در شکل مقابل امواج تخت آب را نشان می‌دهد، هر ذره به محض ورود به محیط جدید تندی‌اش تغییر می‌کند و در نتیجه تغییر جهت می‌دهد و چون V تغییر کرده و f ثابت است پس طول موج نیز تغییر می‌کند.



نتیجه‌گیری:

❖ در شکست موج:

تندی ← بسامد ← طول موج ← جهت ←

تذکر:

پدیده شکست مانند بازتاب برای همه‌ی انواع موج اتفاق می‌افتد.

نکته:

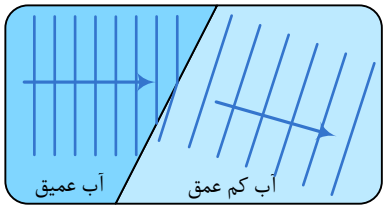
نکته مهم راجع به شکست امواج در آب:

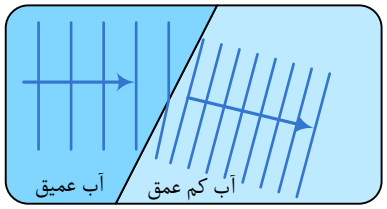
در آب تندی انتشار امواج به عمق آن بستگی دارد. هرچه عمق آب بیشتر باشد تندی انتشار نیز بیشتر است.

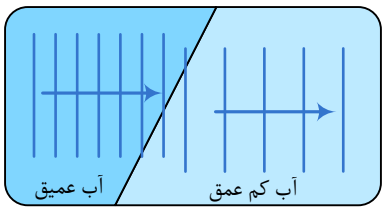
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

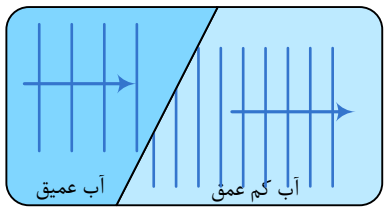
سوال: اگر امواج در آب از عمق کم به عمق زیاد بروند چه اتفاقی می‌افتد؟

تست (۳۱) کدام گزینه جبهه‌های موج سطح در مرز آب عمیق و کم عمق را به درستی نشان می‌دهد؟

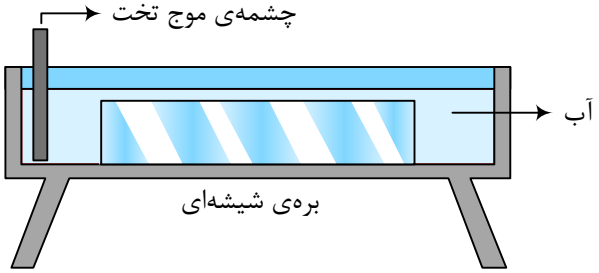
۱)


۲)


۳)


۴)


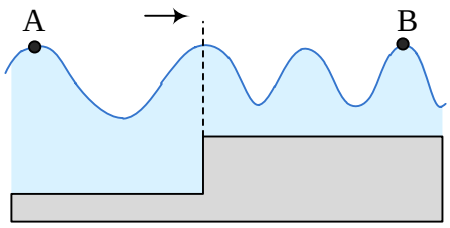
تست (۳۲) در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد $5\,Hz$ کار می‌کند، امواج تخت ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصله‌ی بین دو برآمدگی متوالی برابر با $10\,cm$ می‌شود. اگر مطابق شکل مقابل، یک برهٔ شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه کم عمق بالای بره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه کم عمق ۰/۴ برابر تندی در ناحیه عمیق باشد، طول موج و بسامد امواج تخت در ناحیه کم عمق به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟



۱) ۴ و ۵
۲) ۳۵ و ۵
۳) ۴ و ۳
۴) ۳۵ و ۲

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

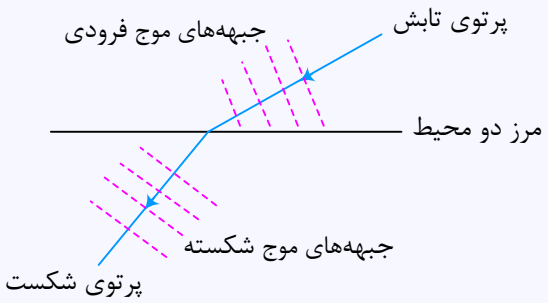
تست (۳۳) **در شکل روبه‌رو، مقطع قسمتی از یک تشت موج را نشان می‌دهد که عمق آب در دو قسمت آن متفاوت است. بسامد این موج $8Hz$ و تندی انتشار امواج سطحی در این دو قسمت $0/6m/s$ و $0/4m/s$ است. فاصله دو نقطه A, B چند سانتی‌متر است؟**



۱) ۱۵
۲) ۱۷/۵
۳) ۲۰
۴) ۲۲/۵

❖ **زاویه‌ی تابش شکست و قانون شکست عمومی:**

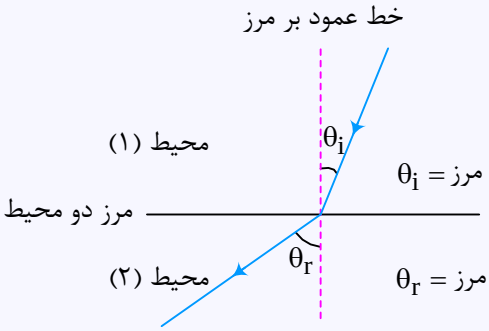
همانطور که در قسمت بازتاب خواندیم برای نشان دادن راحت‌تر جبهه موج از پرتو موج استفاده می‌کنیم که در شکل روبه‌رو می‌بینید.



حالا اگر فقط موج را به صورت پرتو نمایش دهیم داریم:

زاویه بین پرتو تابش و خط عمود بر مرز $= \theta_i$

زاویه بین پرتو شکست و خط عمود بر مرز $= \theta_r$



زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود بر مرز $= \theta_i$

زاویه بین پرتوی شکست و خط عمود بر مرز $= \theta_r$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

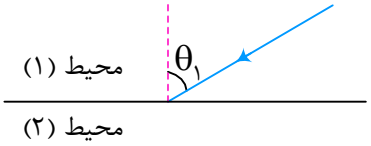
حال اگر تندی موج در محیط اول v_1 و در محیط دوم v_2 باشد داریم:

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}=\frac{v_1}{v_2} \quad \text{یا} \quad \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}$$

حال چون f ثابت است می‌توان گفت:

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

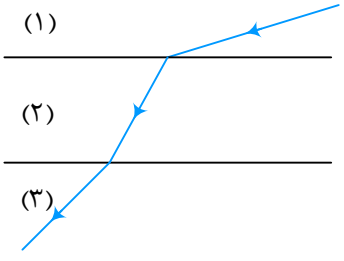
سوال: طبق شکل زیر:



۱. اگر $v_2 > v_1$ باشد، طبق شکل شکست را رسم کنید.

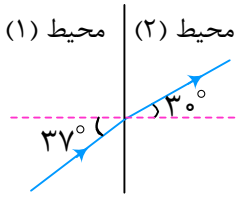
۲. اگر $v_2 < v_1$ باشد، شکل شکست را رسم کنید.

مثال: در شکل زیر $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ را با یکدیگر مقایسه کنید.



GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۳۴) در شکل مقابل، پرتوی موجی از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود. اگر موج در محیط (۱) در مدتی معین ۱۲m پیشروی کند، در محیط (۲) در همان مدت چند متر پیشروی می‌کند؟



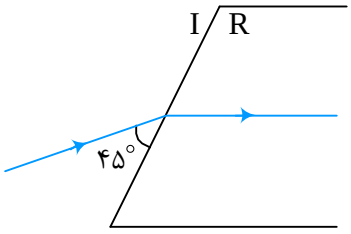
۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۱۴/۴
۴) ۷/۵

تست (۳۵) پرتوی موجی با زاویه‌های تابش یکسان، از هوا، یک‌بار وارد مایع A و بار دیگر وارد مایع B می‌شود. اگر زاویه شکست در این دو مایع به ترتیب برابر α و 2α باشد، تندی انتشار موج در مایع A چند برابر تندی انتشار موج در مایع B است؟ $(\cos\alpha = 0/2)$

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
۲) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
۳) $\frac{2}{5}$
۴) $\frac{5}{2}$

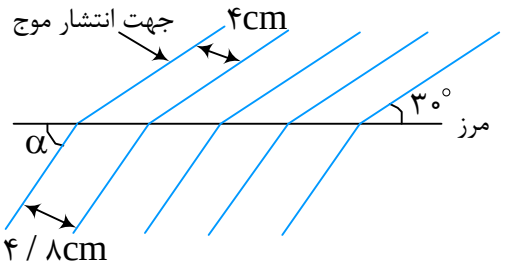
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۳۶) شکل روبه‌رو، پرتوی موجی را نشان می‌دهد که هنگام ورود به محیط R، راستای انتشارش ۱۵° تغییر کرده است. طول موج این موج در محیط I چند برابر طول موج آن در محیط R است؟



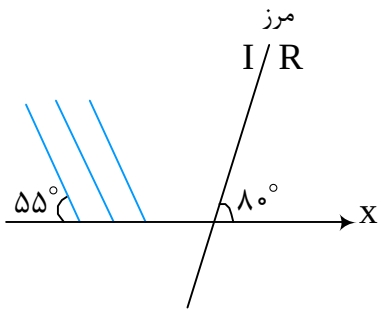
۱) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$
۲) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$
۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۴) $\sqrt{۲}$

تست (۳۷) شکل روبه‌رو جبهه‌های موج تخت هم شکلی را نشان می‌دهد که از مرز دو محیط عبور کرده‌اند. α در این شکل برابر چند درجه است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۳۷
۲) ۵۳
۳) ۴۵
۴) ۶۰

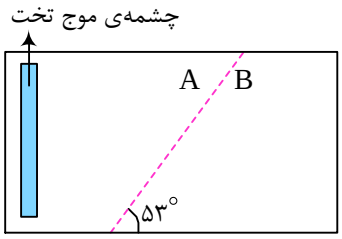
تست (۳۸) در شکل روبه‌رو، مرز بین دو محیط I و R با محور x زاویه ۸۰° می‌سازد. اگر جبهه‌های موج تختی در محیط I با محور x زاویه ۵۵° باشد، در محیط R چه زاویه‌ای با این محور می‌سازند؟ (تندی انتشار موج در محیط I، $\sqrt{۲}$ برابر تندی انتشار موج در محیط R است.)



۱) ۶۰
۲) ۶۵
۳) ۷۰
۴) ۷۵

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۳۹) شکل روبه‌رو تشت موجی را از نمای بالا نشان می‌دهد. خط‌چین رسم شده تشت را به دو قسمت A, B تقسیم کرده و عمق آب در این دو قسمت متفاوت است. اگر تندی انتشار امواج سطحی آب در این دو قسمت به ترتیب $۳/۶ m/s$ و $۴/۸ m/s$ باشد، جبهه‌های موج در قسمت B با ضلع بزرگ‌تر تشت موج، زاویه چند درجه می‌سازد؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۵۳
۲) ۷۴
۳) ۹۰
۴) صفر

تست (۴۰) پرتوی نوری از هوا به سطح یک تیغه شیشه‌ای می‌تابد و قسمتی از آن بازتاب پیدا می‌کند و قسمتی نیز با انحراف ۱۵ درجه وارد شیشه می‌شود. اگر زاویه بین پرتو تابش و پرتو شکست ۱۲۵ درجه باشد، زاویه شکست چند درجه است؟

۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۳۵
۴) ۴۵

❖ شکست امواج الکترومغناطیس

تمامی قوانینی که برای شکست امواج گفتیم برای امواج الکترومغناطیسی نیز صادق هستند ولی ما امواج الکترومغناطیسی را بیشتر بررسی می‌کنیم و بیشتر در زندگی روزمره آن را می‌بینیم مثل رنگین کمان و ... .

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

ضریب شکست نور (n):

تندی امواج الکترومغناطیسی در خلاء برابر $c = ۳\times۱۰^{۸}$ است ولی سرعت این امواج در محیط‌های شفاف کمتر از این مقدار است. نسبت تندی نور در خلاء به تندی نور در یک محیط شفاف برابر است با:

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

تذکر:

تندی همه‌ی بسامدهای امواج الکترومغناطیسی در خلاء یکسان است ولی تندی امواج الکترومغناطیسی با بسامدهای متفاوت در یک محیط شفاف یکسان نیست پس ضریب شکست یک محیط برای بسامدهای مختلف متفاوت است. هرچه بسامد موج بیشتر باشد ضریب شکست نیز بیشتر است پس تندی موج کمتر است.

مثال: در یک محیط مثلا شیشه ضریب شکست نور بنفش بیشتر از ضریب شکست نور قرمز است چون نور بنفش بسامد بیشتر دارد و سرعت نور بنفش در آن محیط کمتر از نور قرمز است.

تذکر:

بیشترین تندی برای امواج الکترومغناطیسی ۳×۱۰^{۸} است که در خلاء است. پس می‌توان گفت:

$$n_{\text{خلاء}} = \frac{c}{v_{\text{خلاء}}} = \frac{c}{c} = ۱$$

در هوا v فقط اندکی کمتر از ۳×۱۰^{۸} است و آن را نیز برابر با همان ۳×۱۰^{۸} در نظر می‌گیریم و n هوا را نیز یک در نظر می‌گیریم.

در محیط‌های شفاف دیگر سرعت از ۳×۱۰^{۸} کمتر است پس می‌توان گفت:

$$n \geq ۱$$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

* اگر تندی موج الکترومغناطیسی در محیطی با ضریب شکست n_1 برابر v_1 و در محیط به ضریب شکست n_2 برابر v_2 باشد، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} n_1 = \dfrac{c}{v_1} \rightarrow c = n_1 v_1 \\ n_2 = \dfrac{c}{v_2} \rightarrow c = n_2 v_2 \end{array}\right\} \rightarrow n_1 v_1 = n_2 v_2 \quad \text{یا} \quad n \propto \frac{1}{V}$$

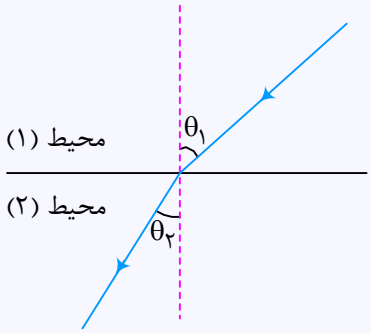
می‌دانیم در شکست امواج الکترومغناطیسی f ثابت است. پس:

$$\boxed{V \propto \lambda \propto \frac{1}{n}}$$

قانون شکست اسنل:

در قسمت قبل خواندیم که:

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



حال اگر بخواهیم این رابطه را با ضریب شکست بنویسیم داریم:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

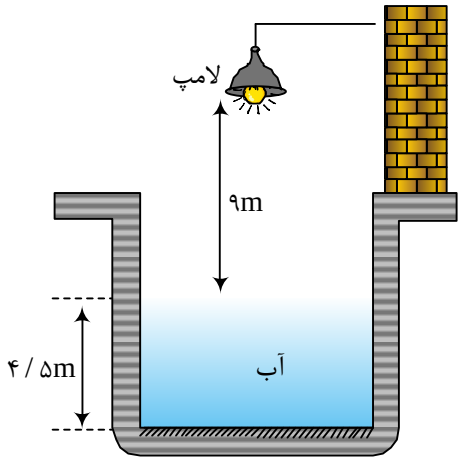
تست (٤١) اگر زمانی که نور مسافت ۱۲۰ سانتی‌متر را در آب با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ طی می‌کند با زمانی که مسافت d را در هوا طی می‌کند برابر باشد، d چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۰ ٤) ۹۰

تست (٤٢) اختلاف طول موج نور تک رنگی در دو محیط به ضریب شکست‌های ۲ و ۱/۶ برابر ۸۰nm است. طول موج این نور تک رنگ در خلاء چند میکرومتر است؟

۱) ۶۴۰ ۲) ۰/۶۴ ۳) ۷۲۰ ٤) ۰/۷۲

تست (٤٣) در شکل روبه‌رو، حداقل زمان لازم برای آن که نور لامپ پس از گذشتن از هوا و آب و بازتابش از روی آینه تخت افقی که در کف مخزن نصب شده است، دوباره به لامپ برگردد، چند ثانیه است؟ (ضریب شکست آب نسبت به هوا $\frac{۴}{۳}$ و تندی انتشار نور در هوا $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ است.)

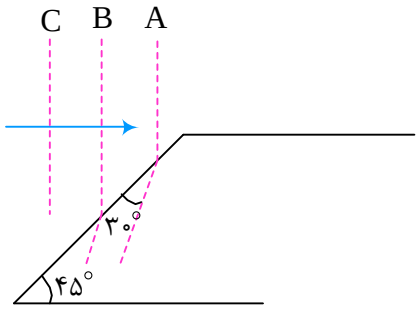


۱) ۹×۱۰^{-۸} ۲) ۵×۱۰^{-۸}

۳) ۲×۱۰^{-۸} ٤) $۱۰^{-۷}$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (٤٤) در شکل مقابل، سه وجهه موج نوری که در راستای افق در هوا منتشر می‌شوند به سطح یک محیط شفاف رسیده‌اند و قسمتی از جبهه‌های B, A پس از شکست وارد محیط شفاف شده است. جهت انتشار این جبهه‌ها در اثر شکست موج ..... تغییر کرده است و بسامد موج تابشی با موج شکسته شده برابر ..... .

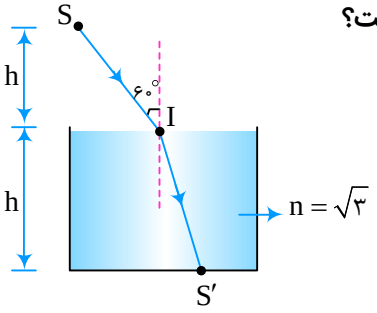


۱) 30°، نیست
۲) 30°، است
۳) 15°، نیست
٤) 15°، است

سوال ۱: در تست قبل فاصله‌ی بین جبهه‌های موج در محیط شفاف چند برابر شدند؟

سوال ۲: در سوال قبل ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

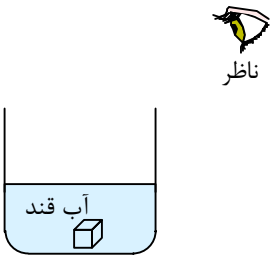
تست (٤٥) در شکل مقابل، پرتوی نورانی SI پس از طی کردن مسیر نشان داده شده به کف ظرف رسیده است. اگر زمان رسیدن نور از S تا I برابر t_1 و از I تا S' برابر t_2 باشد، نسبت $\frac{t_1}{t_2}$ کدام است؟



۱) ۱
۲) $\sqrt{3}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
٤) $2\sqrt{3}$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (٤٦) در شکل مقابل، ناظر نمی‌تواند جسم آهنی کف لیوان را ببیند. با انجام کدام یک از کارهای زیر، ممکن است ناظر جسم را ببیند؟



۱) کاهش ارتفاع مایع - استفاده از بنزین به جای آب قند

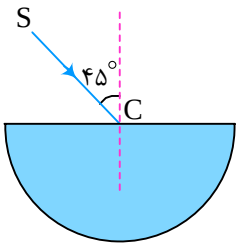
۲) کاهش ارتفاع مایع - استفاده از آب به جای آب قند

۳) افزایش ارتفاع مایع - استفاده از بنزین به جای آب قند

٤) افزایش ارتفاع مایع - استفاده از آب به جای آب قند

مایع	آب	آب قند	بنزین
ضریب شکست (n)	۱/۳۳	۱/۴	۱/۵

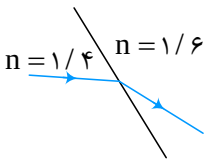
تست (٤٧) در شکل روبه‌رو، پرتو SC به نقطه C (مرکز نیم استوانه شفاف) به ضریب شکست $\sqrt{۲}$ تابیده و از طرف دیگر خارج شده است. پرتو خروجی نسبت به پرتو SC چند درجه منحرف شده است؟

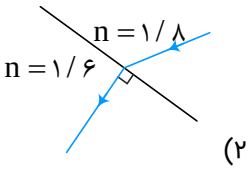


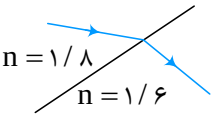
۱) صفر ۲) ۱۵

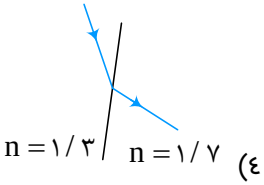
۳) ۶۰ ٤) ۷۵

تست (٤٨) کدام یک از شکل‌های زیر، یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

۱) 

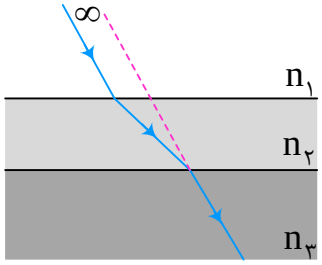
۲) 

۳) 

٤) 

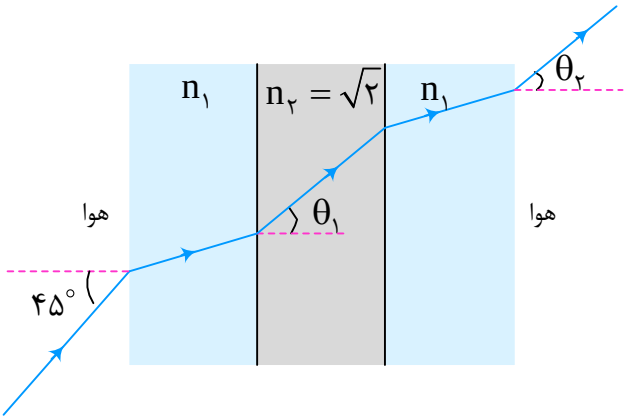
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۴۹) شکل روبه‌رو، مسیر یک پرتو نور را نشان می‌دهد. کدام یک از روابط زیر، درباره ضریب شکست این محیط‌ها درست است؟



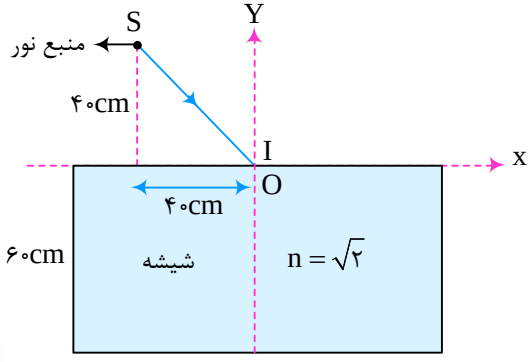
۱) $n_۲ > n_۱ = n_۳$
۲) $n_۲ < n_۱ = n_۳$
۳) $n_۱ > n_۲ > n_۳$
۴) $n_۳ > n_۲ > n_۱$

تست (۵۰) مطابق شکل، پرتوی نوری با زاویه ۴۵° به تیغه (۱) می‌تابد. زاویه $\theta_۲, \theta_۱$ چند درجه است؟



۱) ۴۵, ۴۵
۲) ۴۵, ۳۰
۳) ۳۰, ۳۰
۴) باید مقدار $n_۱$ مشخص باشد.

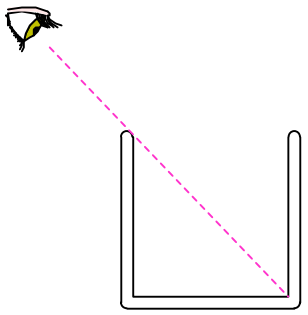
تست (۵۱) در شکل مقابل، پرتوی SI توسط منبع نشان داده شده در هوا تولید شده است. این پرتو در کدام مختصات برحسب سانتی‌متر از شیشه خارج می‌شود؟



۱) $(-۲۰\sqrt{۳}, ۶۰)$
۲) $(-۱۰\sqrt{۳}, ۶۰)$
۳) $(۲۰\sqrt{۳}, -۶۰)$
۴) $(۱۰\sqrt{۳}, -۶۰)$

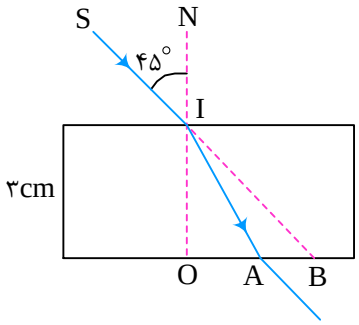
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۵۲) یک ظرف مکعب شکل کدر خالی را در نظر بگیرید. ناظری تمام نقاط دیواره داخلی روبه‌رویش، از این ظرف را می‌بیند ولی هیچ نقطه‌ای از کف ظرف را نمی‌بیند (مثل شکل مقابل). اگر ظرف، پر از مایعی به ضریب شکست n شود، ناظر سکه‌ای را که در مرکز ظرف قرار دارد، برای اولین بار می‌بیند. n برابر کدام است؟



۱) $\sqrt{۵}$
۲) $\sqrt{\frac{۵}{۲}}$
۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$
۴) $۲\sqrt{۵}$

تست (۵۳) در شکل مقابل، پرتوی SI با زاویه تابش ۴۵° به سطح یک تیغه شیشه‌ای به ضخامت $۳cm$ می‌تابد و در نقطه A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI در نقطه B از شیشه خارج شود، AB چند سانتی‌متر است؟ (ضریب شکست تیغه شیشه‌ای $= \sqrt{۲}$)



۱) $\sqrt{۳}$
۲) $۳-\sqrt{۳}$
۳) $۱+\sqrt{۳}$
۴) $۲\sqrt{۳}$

تست (۵۴) پرتوی نور تک رنگی که با افق زاویه ۳۷° می‌سازد، در حال تابش به کف استخری خالی است و در نقطه A در کف استخر، یک لکه روشن ایجاد کرده است. اگر در همین شرایط در استخر تا ارتفاع $۳/۴$ متری آب بریزیم، در نقطه B در کف استخر لکه روشن ایجاد می‌شود. فاصله دو نقطه B, A چند متر است؟ (ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است، $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)

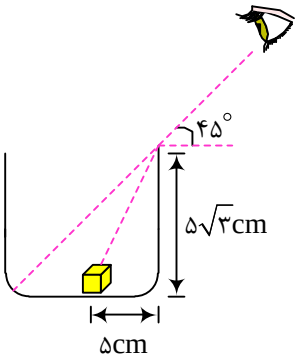
۱) $۱/۳$
۲) $۱/۴$
۳) $۱/۸$
۴) $۳/۲$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۵۵) مطابق شکل، یک جسم کوچک آهنی درون یک لیوان کدر قرار دارد. ظرف را از کدام مایع پر کنیم تا شخص جسم را ببیند؟ $\left(\sqrt{۳}=\frac{۱}{۷}, \sqrt{۲}=۱/۴\right)$

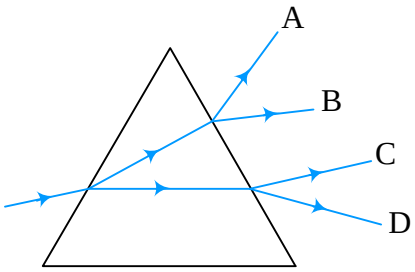
بنزن	آب قند	اتانول	آب	مایع
۱/۵	۱/۳۹	۱/۳۶	۱/۳۳	n

۱) آب
۲) اتانول
۳) آب قند
۴) بنزین



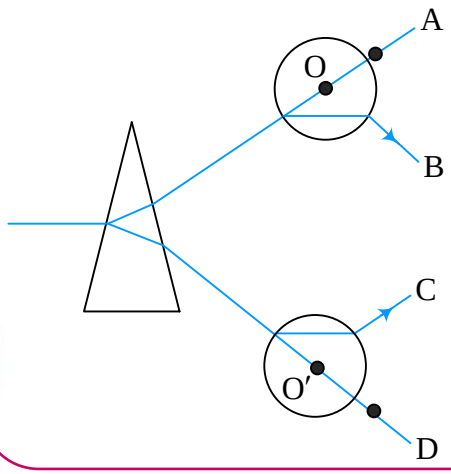
تست (۵۶) در شکل مقابل، پرتوی نوری از هوا به یک منشور شیشه‌ای می‌تابد. پرتوی نور خروجی از منشور کدام است؟

۱) A
۲) B
۳) C
۴) D



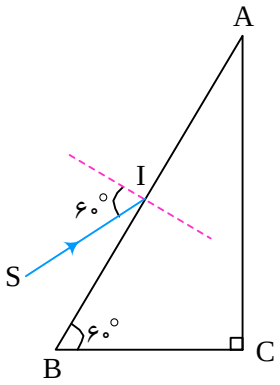
تست (۵۷) شکل مقابل، یک منشور و دو کره شیشه‌ای تو پر به مرکز O', O را نشان می‌دهد، که در خلاء فرض شده‌اند. یک پرتوی نور تک رنگ بر منشور تابیده است. کدام یک از این مسیرها عبور نور را درست نشان می‌دهد؟

۱) A
۲) B
۳) C
۴) D



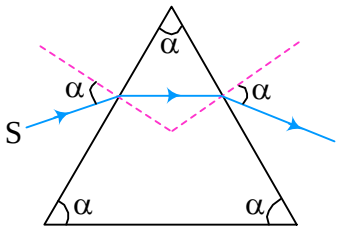
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

تست (۵۸) در شکل مقابل، پرتوی SI با زاویه تابش 60° به وجه AB می‌تابد و موازی با BC از وجه AC خارج می‌شود. ضریب شکست منشور چقدر است؟



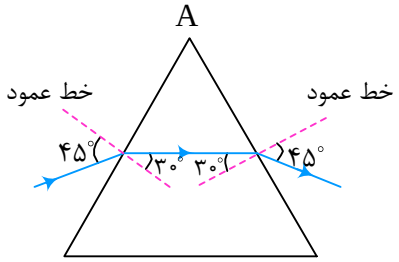
۱) $\sqrt{2}$
۲) $\frac{3}{2}$
۳) $\sqrt{3}$
۴) ۲

تست (۵۹) در شکل روبه‌رو، پرتوی نوری توسط منشور انحراف پیدا کرده است. اگر همه زاویه‌های α با هم برابر باشند، ضریب شکست منشور چقدر است؟



۱) $\sqrt{\frac{3}{2}}$
۲) $\sqrt{3}$
۳) ۳
۴) $\frac{3}{2}$

تست (۶۰) مطابق شکل مقابل، باریکه نور تک رنگی از هوا وارد منشور شیشه‌ای شده و پس از شکست، از منشور عبور می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست نیست؟ $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} = 0/7\right)$



۱) زاویه انحراف 60° است.
۲) زاویه A در منشور 60° است.
۳) ضریب شکست منشور $\sqrt{2}$ است.
۴) سرعت نور در منشور ۰/۷ برابر سرعت نور در هوا است.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

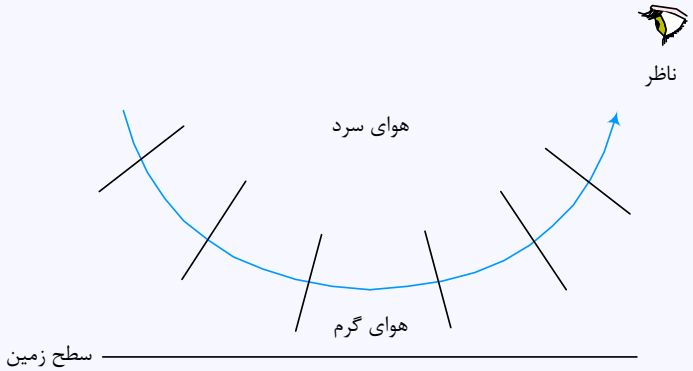
پدیده سراب:

در روزهای گرم تابستان در جاده‌ها و بیابان‌ها در فاصله‌ی نسبتا دوری روی سطح زمین آبگیر دیده می‌شود در حالی که سرابی بیش نیست.

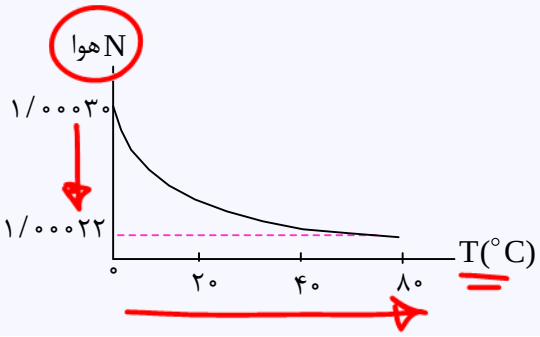
❖ دلیل این پدیده چیست؟

در روزهای گرم سطح زمین گرم می‌شود و لایه‌های هوا هرچه نزدیک‌تر سطح زمین باشند گرم‌تر می‌شوند. در سطح زمین چگالی هوا کاهش می‌یابد. با کاهش چگالی، ضریب شکست کاهش می‌یابد. پس جبهه‌های موج هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شوند طول موجشان افزایش و تندتر حرکت می‌کنند.

طبق شکل جبهه‌های موج با نزدیک شدن به سطح زمین رو به بالا خم می‌شوند و بدین ترتیب ناظر تصویر آسمان را روی زمین می‌بیند.



❖ نمودار ضریب شکست برحسب دما:



تست (۶۱) کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده سراب نادرست است؟

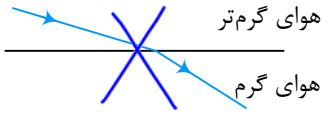
۱) در این پدیده، هرچه پرتوی نور به سطح زمین نزدیک‌تر باشد، زاویه کمتری با افق می‌سازد.

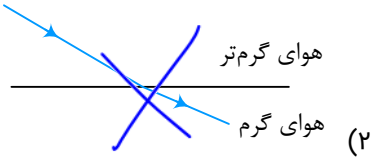
۲) در این پدیده، لایه‌های نزدیک‌تر به سطح زمین چون دمای پایین‌تری دارند، ضریب شکستشان بیشتر است.

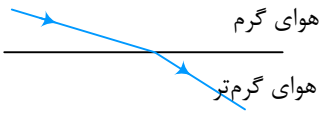
۳) در این پدیده، بخش‌های پایین‌تر جبهه‌های نور، در مقایسه با بخش‌های بالایی آن با تندی بیشتری حرکت می‌کنند.

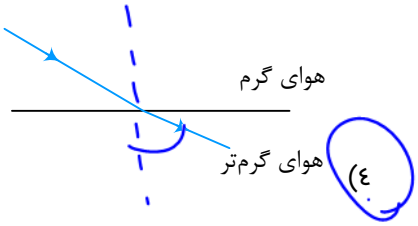
۴) پرتو نور هنگام عبور از مرز فرضی دو ناحیه با هوای گرم و هوای گرم‌تر و ورود به ناحیه گرم‌تر، به این مرز فرضی نزدیک‌تر می‌شود.

تست (۶۲) خمیدگی یک پرتوی نور که در یک روز گرم در حال نزدیک شدن به سطح زمین است، در کدام شکل به درستی نشان داده شده است؟

۱)


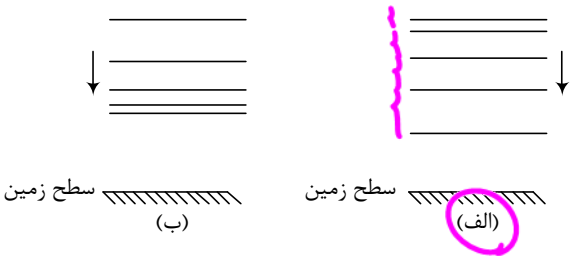
۲)


۳)


۴)


تست (۶۳) در یک روز گرم، نور خورشید عمود بر سطح زمین در حال تابیدن است. از آنجایی که با نزدیک شدن به سطح زمین، ضریب شکست هوا ..... می‌یابد، جبهه‌های موج نور خورشید به مانند شکل ..... است.

۱) کاهش - الف
۲) کاهش - ب
۳) افزایش - الف
۴) افزایش - ب

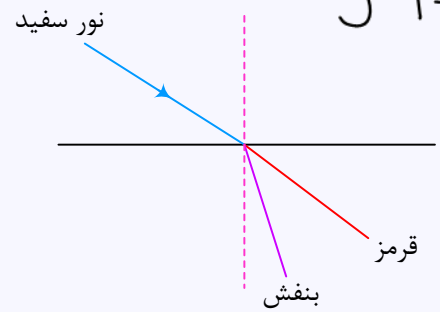


GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

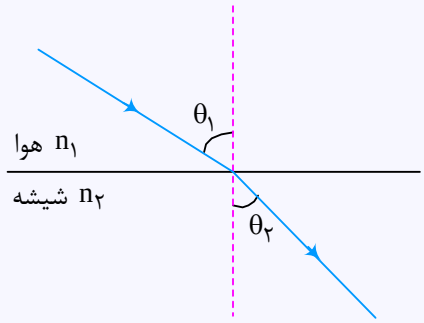
پاشندگی نور:

در قسمت‌های قبل گفتیم که ضریب شکست یک محیط مادی برای طول موج‌های مختلف نور یکسان نیست هرچه بسامد نور تابشی بیشتر باشد ضریب شکست محیط برای آن بیشتر است.

$f \uparrow \Rightarrow n \uparrow \Rightarrow \theta \downarrow$

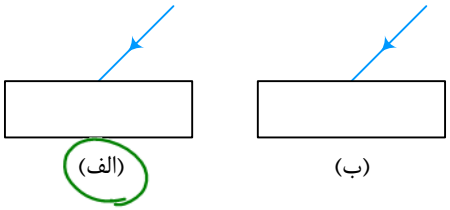


حال فرض کنید، یک پرتو از هوا وارد تیغه شود، طبق رابطه‌ی اسنل $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ اگر θ_1 ثابت باشد، با افزایش n_2 مقدار θ_2 کاهش می‌یابد پس پرتو شکسته‌تر می‌شود و انحرافش بیشتر می‌شود.



حال می‌توان نتیجه گرفت که در طیف نور مرئی هرچه از نور قرمز به سمت نور بنفش برویم ضریب شکست در نتیجه n بیشتر شده و پرتو شکسته‌تر می‌شود و انحرافش بیشتر می‌شود. به طوری که قرمز کمترین انحراف و بنفش بیشترین انحراف را دارد و به این جدا شدن بسامدهای مختلف نور، پاشندگی نور گویند.

تست (٦٤) در شکل (الف) باریکه نور تک رنگ زرد و در شکل (ب) باریکه نور زردی که ترکیبی از دو نور تک رنگ سبز و قرمز است، از هوا به شیشه می‌تابد. کدام گزینه در مورد شکست این دو باریکه نور درست است؟



۱) در هر دو شکل، باریکه نور به دو پرتوی سبز و قرمز تجزیه می‌شود، به طوری که انحراف پرتوی قرمز رنگ بیشتر است.

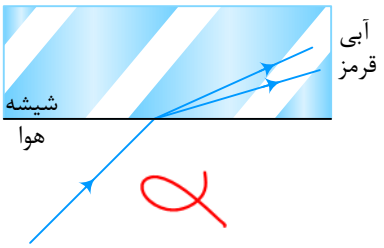
۲) در هر دو شکل، باریکه نور به دو پرتوی سبز و قرمز تجزیه می‌شود، به طوری که انحراف پرتوی قرمز رنگ کمتر است.

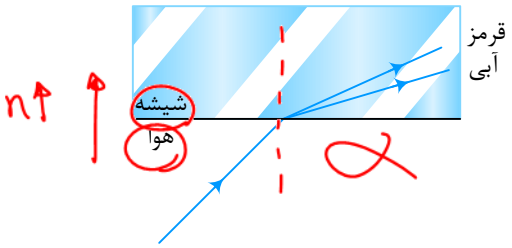
۳) تنها در شکل (ب)، باریکه نور به دو پرتوی سبز و قرمز تجزیه می‌شود، به طوری که انحراف پرتوی قرمز رنگ بیشتر است.

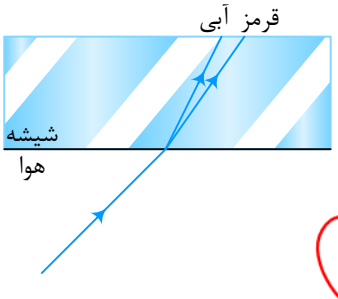
٤) تنها در شکل (ب)، باریکه نور به دو پرتوی سبز و قرمز تجزیه می‌شود، به طوری که انحراف پرتوی قرمز رنگ کمتر است.

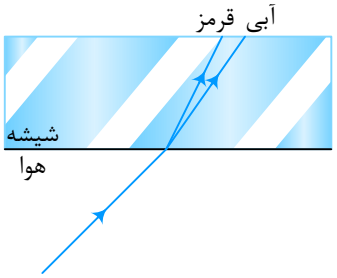
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (٦٥) پرتو نوری مرکب از رنگ‌های آبی و قرمز از هوا وارد شیشه می‌شود و می‌شکند. کدام یک از شکل‌های زیر مسیر پرتو را به درستی نشان می‌دهد؟

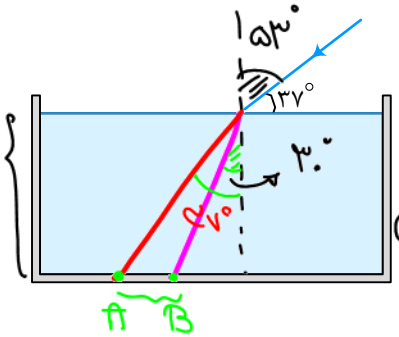
۱)


۲)


۳)


۴)


تست (٦٦) در شکل روبه‌رو، باریکه نور سفیدی تحت زاویه 37° از هوا وارد مایع شفافی به عمق $24cm$ می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های قرمز و بنفش برابر $\frac{4}{3}$ و $1/6$ باشد، فاصله پرتوهای قرمز رنگ و بنفش رنگ در کف ظرف حاوی مایع چند سانتی‌متر است؟



۱) ۴/۴
۲) ۵/۴
۳) ۶/۲
۴) ۷/۲

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان