



بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر

**کلیک کنید**  [www.tafrihicenter.ir/edu](http://www.tafrihicenter.ir/edu)

 نمونه سوال  گام به گام

 امتحان نهایی  جزوه

 دانلود آزمون های آزمایشی

متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم

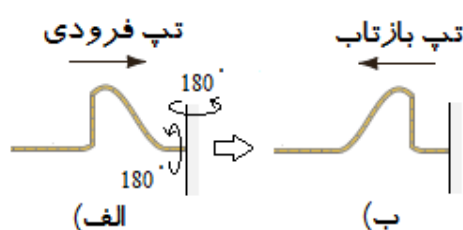
متوسطه دوم : دهم ... یازدهم ... دوازدهم

[www.tafrihicenter.ir](http://www.tafrihicenter.ir)

# برهم کنش موج ها

**مفهوم برهم کنش موج:** بازتاب امواج ، شکست نور و تداخل امواج ، برهم کنش امواج نامیده می شود.

**بازتاب امواج مکانیکی در یک بعد:** اگر تپی را در یک فنر (یا یک ریسمان) کشیده ی بلند که یک سر آن بر تکیه گاهی ثابت شده است روانه کنیم، وقتی تپ به تکیه گاه (مرز) می رسد نیرویی به آن وارد می کند و طبق قانون سوم نیوتن ، تکیه گاه نیز نیرویی با اندازه ی 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 تپ تابیده حرکت می کند. به مثال زیر توجه کنید:

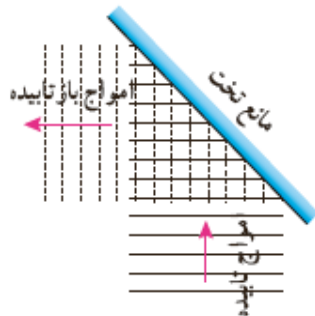


**نکته ۱-** وقتی موجی به مرز جدایی دو محیط می رسد، بخشی از آن بازتابیده می شود و بخشی دیگر عبور می کند، به طور مثال تپ عبور در یک طناب را به صورت زیر در نظر بگیرید که از سمت نازک طناب به سمت بخش ضخیم آن در حرکت است، بخشی از این تپ بازتاب می شود و بخش دیگر عبور می کند. برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان بسامد فرودی است که توسط چشمه ی موج تعیین می گردد، اما چون تندی آن در قسمت ضخیم کم تر است ، طبق رابطه ی  $\lambda = \frac{v}{f}$  ، طول موج کم تری نسبت به موج فرودی خواهد داشت:



**نکته ۲-** تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی ، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و ... مثال هایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.

**بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد:** امواج تختی که بر سطح آب تشکیل می شود پس از برخورد با مانع تخت بازتاب می شوند که این امواج بازتابیده مانند تصاویر زیر نیز تخت هستند. با استفاده از جبهه های موج می توانیم به طور تجربی به رفتار موج در برخورد با یک مانع پی ببریم:



در تصویر فوق موج جبهه های موج تابیده با خطوط توپر و خطوط خط چین جبهه های موج بازتابیده را نشان می دهند.

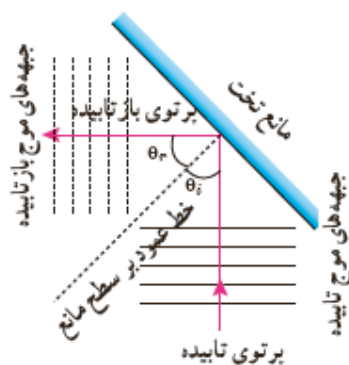
**نمودار پرتویی برای نمایش بازتاب امواج مکانیکی در دو بعد:** در این نمودار یک پرتو ، پیکان مستقیمی عمود

بر جبهه های موج است که جهت انتشار موج را نشان می دهد. در این نمودار به موارد زیر توجه کنید:

۱- **زاویه ی تابش ( $\theta_i$ ):** زاویه ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) زاویه ی تابش نامیده می شود.

۲- **زاویه ی بازتابش ( $\theta_r$ ):** زاویه ی بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده زاویه ی تابش نامیده می شود.

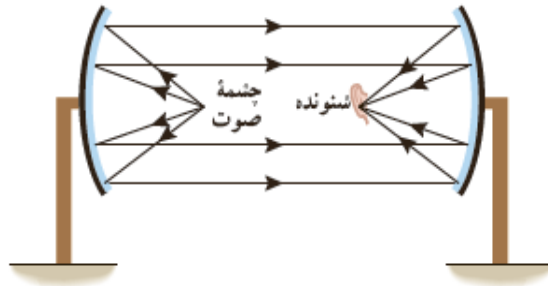
۳- برای امواج دایره ای و کروی همواره زاویه ی تابش و بازتابش برابر است (یعنی  $\theta_r = \theta_i$  است که به آن ، قانون بازتاب عمومی گفته می شود)



**بازتاب امواج مکانیکی در سه بعد:** بازتاب امواج صوتی نمونه ای از بازتاب امواج در سه بعد است. صوت می تواند

از یک مانع سخت مانند دیوار بازتاب می شود. بازتاب صوت نیز از قانون بازتاب عمومی پیروی می کند.

**کاربرد بازتاب امواج صوتی در پارک های تفریحی:** دو سطح کاو مانند شکل زیر را در نظر بگیرید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می شنود:

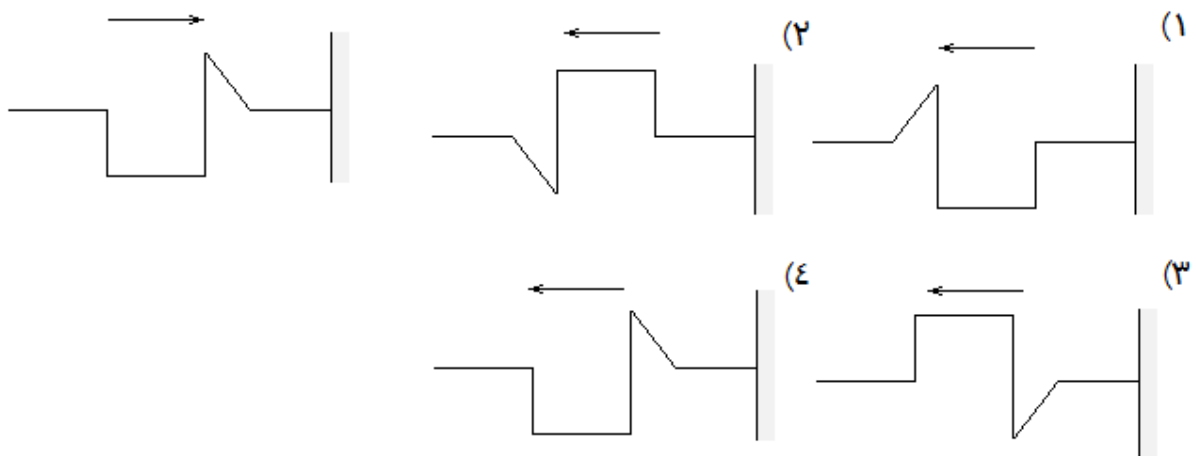


**نکته-** در ساخت میکروفون سهموی که برای ثبت صداهای ضعیف استفاده می شود و دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ های کلیه استفاده می شود از بازتابنده های بیضوی استفاده می شود.

**پژواک:** اگر صوت پس از بازتاب ، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود به چنین بازتابی پژواک می گویند. (اگر تأخیر زمانی بین دو صوت کم تر از  $0.1$  ثانیه باشد گوش انسان نمی تواند پژواک صوت را از صوت اصلی تشخیص دهد)

**مکان یابی پژواکی :** روشی است که بر اساس امواج بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می کند. برخی جانوران نظیر خفاش و دلفین از این روش استفاده می کنند. همین طور در فناوری هایی نظیر اندازه گیری تندی شارش خون در رگ ها ، دستگاه سونار که در کشتی ها برای مکان یابی اجسام زیر آب و در سونوگرافی از مکان یابی پژواکی استفاده می شود.

**تست ۱-** کدام گزینه بازتاب تپ موج رسم شده روی یک طناب را به درستی نشان می دهد؟



پاسخ - گزینه ( )

**تست ۲-** مطابق تصویر زیر یک تپ موج در طول طنابی را در نظر بگیرید که از سمت ضخیم طناب در حال حرکت به طرف بخش نازک آن است. چه تعداد از عبارت های زیر در مورد آن درست است؟



- (آ) بسامد موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب کمتر می شود.  
 (ب) سرعت موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب بیش تر می شود.  
 (پ) طول موج موج عبوری پس از رسیدن به بخش نازک طناب بیش تر می شود.  
 (ت) بخشی از موج عبوری هنگام رسیدن به بخش نازک طناب بازتاب می شود.

(۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۳-** شخصی بین دو دیوار قائم و موازی به فاصله ی  $x$  از اولی و  $y$  از دیگری قرار دارد و بعد از تولید صدایی، دو صوت را به ترتیب پس از  $۰/۲$  ثانیه و  $۰/۳$  ثانیه از دیوار های اول و دوم می گیرد.  $x$  و  $y$  چند متر هستند. (تندی انتشار صوت در هوا را  $۳۴۰ \text{ m/s}$  فرض کنید)

(۱) ۳۴ و ۵۱      (۲) ۱۷ و ۵۱      (۳) ۳۴ و ۱۰۲      (۴) ۶۸ و ۱۰۲

پاسخ- گزینه (۱)

**تست ۴-** کم ترین فاصله ی بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ (تندی انتشار صوت در هوا را  $۳۴۰ \text{ m/s}$  فرض کنید)

(۱) ۳۴ متر      (۲) ۱۷ متر      (۳) ۳۴۰ متر      (۴) ۱۷۰ متر

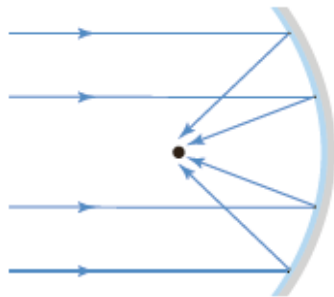
پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۵-** شخصی بین دو صخره ی قائم ایستاده است و فاصله ی او از صخره ی نزدیکتر  $۵۱۰ \text{ m}$  است. اگر این شخص فریاد بزند اولین پژواک صدای خود را ۳ ثانیه بعد می شنود و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می شنود. فاصله ی بین دو صخره چند متر است؟

(۱) ۱۳۶۰      (۲) ۱۱۹۰      (۳) ۱۰۲۰      (۴) ۸۵۰

پاسخ- گزینه (۲)

**بازتاب امواج الکترومغناطیسی:** این امواج نیز می توانند از یک سطح بازتابیده شوند و بازتاب آن ها نمونه ی دیگری از بازتاب در سه بعد است.



**نکته ۱-** امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش ، به یک نقطه ی کانونی می رسند. از این ساز و کار برای دریافت امواج رادیویی توسط آنتن های بشقابی و یا امواج فرسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی در اجاق های خورشیدی استفاده می شود:

**نکته ۲-** رادار دوپلری وسیله ای است که از امواج الکترومغناطیسی برای مکان یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می شود.

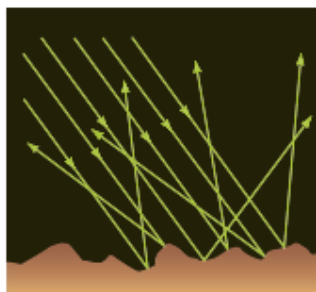
**بازتاب در نور مرئی:** از آنجا که نور مرئی نیز یک موج الکترومغناطیس است از قانون بازتاب عمومی امواج پیروی می کند. یعنی اولاً زاویه تابش و بازتابشی با هم برابرند و ثانیاً پرتوی تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده ، در هر بازتابش در یک صفحه واقعند.

### انواع بازتاب نور مرئی :

**۱- بازتاب آینه ای یا منظم:** در مواردی که سطح بازتابنده ی نور همچون یک آینه ، بسیار هموار باشد، بازتاب نور را بازتاب آینه ای یا منظم می گویند.



**۲- بازتاب پخشنده یا نامنظم:** این بازتاب وقتی رخ می دهد که صیقلی و هموار نباشد . پرتوهای نور به طور کاتوره ای از پستی و بلندی های سطح بازتابیده ، و در تمام جهات پراکنده می شود. علت دیدن اجسام رخ دادن این نوع بازتاب است.



**نکته ۱-** در بازتاب آینه ای از یک آینه تخت ، دسته پرتوی موازی را تنها در یک جهت می توانید ببینید، اما در بازتاب پخشنده ، این دسته پرتو را در جهت های مختلف می توان مشاهده کرد.

**نکته ۲-** منظور از سطح ناهموار آن است که سطح در مقایسه با طول موج نور ناهموار است، مثلاً کاغذ در ظاهر بسیار هموار به نظر می رسد اما ازدید میکروسکوپی این سطح از اجزای متمایز و کوچکی تشکیل شده است که برای یک نور مرئی ناهموار محسوب می شود.

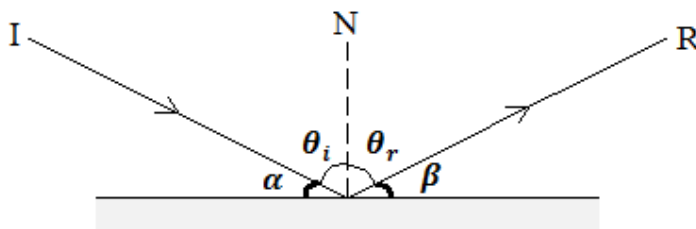
**نکته ۳-** برای مسائل محاسباتی مربوط به آینه های تخت به موارد زیر توجه کنید:

$$\theta_i = \theta_r$$

$$\alpha = \beta$$

$$\theta_i + \alpha = 90^\circ$$

$$\theta_r + \beta = 90^\circ$$



**تست ۶-** در یک آینه ی تخت حداقل زاویه ی بین پرتوی تابش و سطح آینه ، سه برابر زاویه ی بازتابش است. زاویه تابش چند درجه است؟

۳۰ (۱)      ۶۰ (۲)      ۵۴ (۳)      ۲۲/۵ (۴)

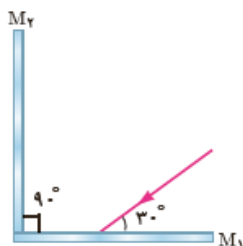
پاسخ - گزینه (۴)

**تست ۷-** در یک آینه ی تخت زاویه ی بین پرتوی تابش و بازتاب ، ۳ برابر حداقل زاویه ای است که پرتوی بازتاب با سطح آینه می سازد ، زاویه ی تابش چند درجه است؟

۵۴ (۱)      ۳۶ (۲)      ۱۸ (۳)      ۲۷ (۴)

پاسخ - گزینه (۱)

**تست ۸-** در شکل زیر پرتوی تابش شده به آینه ی  $M_1$  پس از بازتاب از آینه ی  $M_2$  در مجموع چند درجه انحراف دارد؟

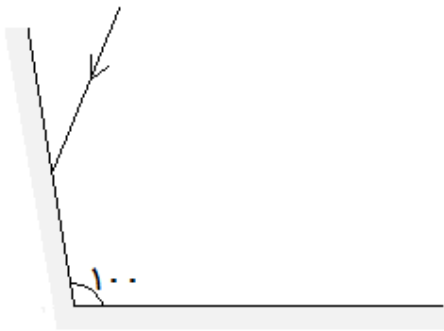


۶۰ (۱)      ۱۰۰ (۲)

۱۸۰ (۳)      ۹۰ (۴)

پاسخ - گزینه (۳)

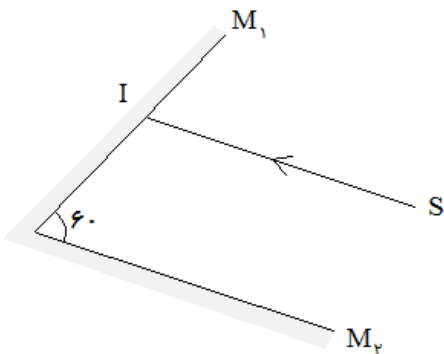
**تست ۹-** در شکل زیر زاویه ی بین دو آینه ی تخت  $100^\circ$  درجه است. پرتوی نوری پس از بازتاب از آینه ی اول به آینه ی دوم می رسد، پرتوی اولیه در مجموع چند درجه انحراف دارد؟



- |         |         |
|---------|---------|
| (۱) ۵۰  | (۲) ۲۰۰ |
| (۳) ۱۶۰ | (۴) ۲۶۰ |

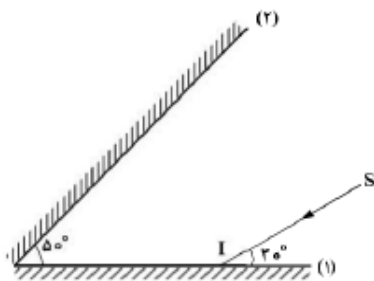
پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۱۰-** در شکل زیر دو آینه ی تخت  $M_1$  و  $M_2$  با هم زاویه ی  $60^\circ$  درجه می سازند. اگر پرتوی SI موازی با  $M_2$  باشد، پرتوی بازتابش از آینه ی  $M_2$  با SI زاویه ی چند درجه می سازد؟



- |        |         |
|--------|---------|
| (۱) ۳۰ | (۲) ۴۵  |
| (۳) ۹۰ | (۴) ۱۲۰ |

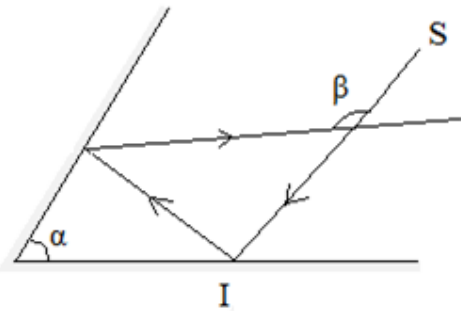
**تست ۱۲-** مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینه ی (۱) می تابد و پس از بازتاب از آینه (۲)، دوباره به آینه ی (۱) می تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویه چند درجه می سازد؟ (تجربی-۹۸)



- |         |         |
|---------|---------|
| (۱) ۱۲۰ | (۲) ۱۴۰ |
| (۳) ۱۶۰ | (۴) ۱۸۰ |

پاسخ- گزینه (۳)





**تست ۱۱-** مطابق شکل زیر پرتو SI پس از بازتابش از آینه های تخت در مسیر نشان داده مسیر خود را ادامه می دهد. اندازه ی زاویه ی  $\beta$  چند برابر زاویه ی  $\alpha$  است؟

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۱/۵ (۴) قابل محاسبه نیست.

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۱۲-** پرتویی به سطح یک آینه ی تخت برخورد می کند و بازتابش می شود، اگر آینه را  $۱۷/۵$  درجه بچرخانیم، پرتوی بازتابش چند درجه می چرخد؟

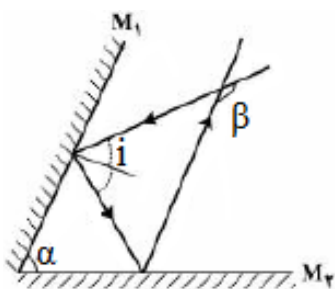
(۱)  $۸/۷۵$  (۲)  $۱۷/۵$  (۳) ۳۵ (۴) بستگی به جهت چرخش دارد.

پاسخ- گزینه ( )

**تست ۱۳-** زاویه ی بین پرتوی تابش و سطح آینه  $۷۰$  درجه است. اگر پرتوی تابش و آینه هریک به اندازه ی  $۱۰$  درجه در یک صفحه به گونه ای بچرخند که از یکدیگر دورتر شوند، زاویه ی بازتابش چند درجه می شود؟

(۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) صفر (۴) ۳۰

پاسخ- گزینه (۳)



**تست ۱۴-** مطابق شکل زیر ، پرتو نوری تحت زاویه ی تابش  $i$ ، به آینه تخت  $M_1$  می تابد و پس از بازتاب از آینه ی  $M_2$  با پرتو اولیه زاویه ی  $\beta$  را می سازد. اگر زاویه ی تابش ( $i$ ) نصف شود، زاویه ی  $\beta$  چگونه تغییر می کند؟

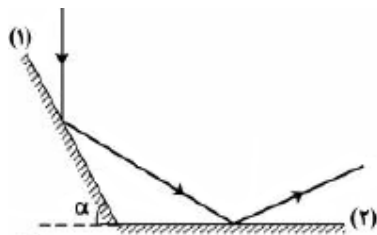
(۱) ثابت می ماند.

(۲) نصف می شود.

(۳) دو برابر می شود.

(۴) چهار برابر می شود.

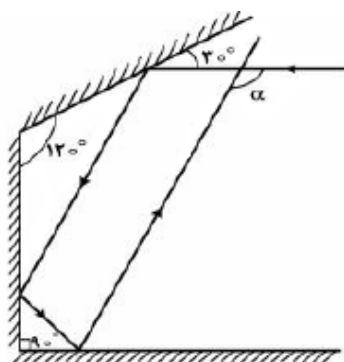
پاسخ- گزینه ( )



**تست ۱۵-** مطابق شکل زیر ، پرتو نوری به آینه ی تخت (۱) می تابد و در نهایت از آینه تخت (۲) بازتاب می شود. پرتو تابش به آینه ی (۱) با پرتو بازتابش از آینه ی (۲) چه زاویه ای می سازد؟

- (۱)  $\alpha$  (۲)  $2\alpha$  (۳)  $180 - \alpha$  (۴)  $90 + \alpha$

پاسخ - گزینه (۲)



**تست ۱۶-** در شکل روبه رو، زاویه ی  $\alpha$  چند درجه است؟

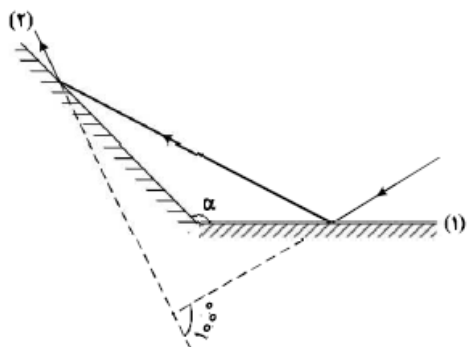
(۱) ۱۱۰

(۲) ۱۲۰

(۳) ۱۳۰

(۴) ۱۵۰

پاسخ - گزینه (۲)



**تست ۱۷-** مطابق شکل زیر ، پرتو نوری به آینه ی (۱) می تابد و پس از بازتاب ، به آینه ی (۲) برخورد می کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه ی (۱) با امتداد پرتو بازتاب آینه ی (۲) زاویه ی  $100^\circ$  بسازد،  $\alpha$  چند درجه است؟ (ریاضی خارج - ۹۸)

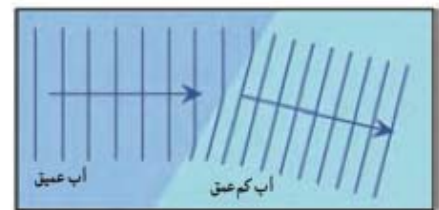
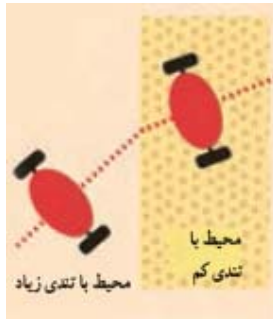
(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۲۰

(۳) ۱۳۰ (۴) ۱۴۰

پاسخ - گزینه (۲)

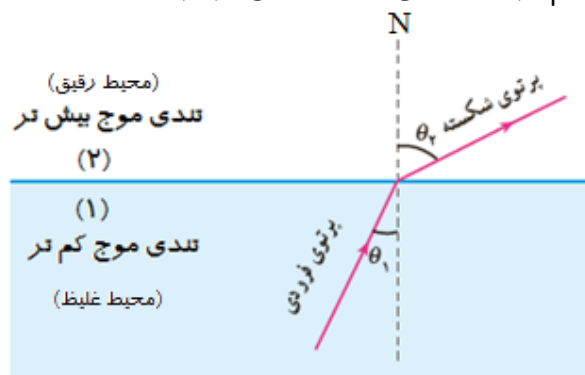
**شکست موج:** در امواج دوبعدی (مانند امواج روی آب) و سه بعدی (امواج الکترومغناطیس) با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر ، تندی موج تغییر می کند و موجب تغییر جهت موج می گردد که به آن شکست موج گفته می شود.

**بررسی علت شکست موج در آب :** همان طور که قبل تر گفته شد تندی موج در سطح آب به عمق آب بستگی دارد . در تشت موج، با ورود موج به به بخش کم عمق آب ، تندی امواج سطحی کاهش می یابد . در حقیقت آن بخش که زودتر به ناحیه ی کم عمق می رسد، چون با تندی کم تر حرکت می کند از بقیه ی موج که هنوز وارد این ناحیه نشده ، عقب می افتد و مطابق شکل در مرز دو ناحیه تغییر جهت می دهد. (این مطلب را می توان در نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب دار مشاهده کرد ، درست مانند تغییر مسیر یک اسباب بازی چرخ دار که از کف صاف اتاق وارد قالیچه ای می شود)



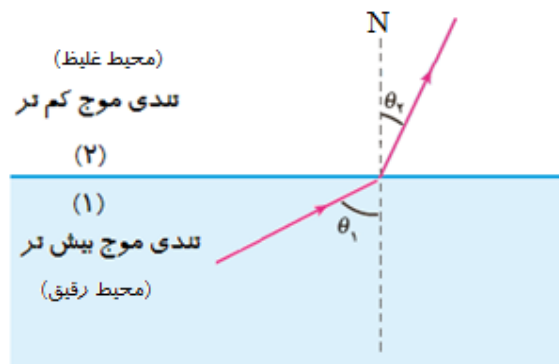
### حالت های مختلف شکست با نمودار پرتویی:

۱- در صورتی که موجی از محیطی با تندی کم تر به محیطی با تندی بیش تر برود زاویه ی شکست  $\theta_2$  بزرگ تر از زاویه ی تابش  $\theta_1$  می شود:



$$\theta_2 - \theta_1 = \text{زاویه انحراف}$$

۲- در صورتی که موجی از محیطی با تندی بیش تر به محیطی با تندی کم تر برود زاویه ی شکست  $\theta_2$  کوچک تر از زاویه ی تابش  $\theta_1$  می شود:



$$\theta_1 - \theta_2 = \text{زاویه انحراف}$$

**قانون عمومی شکست:** نسبت سینوس زاویه شکست در محیط دوم ( $\theta_2$ ) به سینوس زاویه تابش در محیط اول ( $\theta_1$ )، برابر نسبت تندی انتشار در محیط دوم به تندی انتشار در محیط اول است:

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

**ضریب شکست:** برای یک پرتوی نور، نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در یک محیط، ضریب شکست آن محیط است:

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

C: تندی نور در خلأ ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

V: تندی نور در یک محیط شفاف (m/s)

n: ضریب شکست محیط شفاف

**قانون شکست اسنل:** رابطه ی زیر که مربوط به شکست نور و ضریب شکست است، قانون اسنل نامیده می شود:

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

**نکته ۱-** ضریب شکست خلأ (هوا) برابر ۱ است.

**نکته ۲-** اگر پرتو نوری به طور عمود به سطح جداکننده ی دو محیط تابش شود شکسته نمی شود.

**نکته ۳-** هرچه محیطی متراکم تر باشد ضریب شکست آن محیط نیز بیش تر است.

**نکته ۴-** ضریب شکست یک محیط با تندی نور در آن محیط (V) و طول موج ( $\lambda$ ) رابطه ی وارونه دارد. (هر چه ضریب شکست بیش تر باشد، تندی نور و طول موج نور در آن کم تر است)

**نکته ۵-** بسامد، دوره تناوب و انرژی موج الکترومغناطیس تنها به چشمه ی موج وابسته است و به ضریب شکست بستگی ندارد.

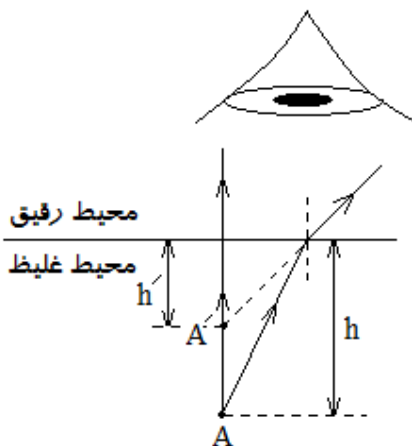
**نکته ۶-** بیش تر روابطی که در رابطه با شکست نور نوشته شده است را می توان در رابطه ی زیر خلاصه نمود:

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

**عمق ظاهری:** هنگامی که از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر نگاه می کنیم ، اجسام داخل محیط دوم در عمق

بیش تر یا کم تر از مکان واقعی خود مشاهده می شوند که در دو حالت زیر می توان برای آن محاسبه انجام داد:

۱- اگر از محیط رقیق تر به محیط غلیظ تر نگاه کنیم: اجسام را در عمق کمتر از مکان واقعی خود می بینیم:

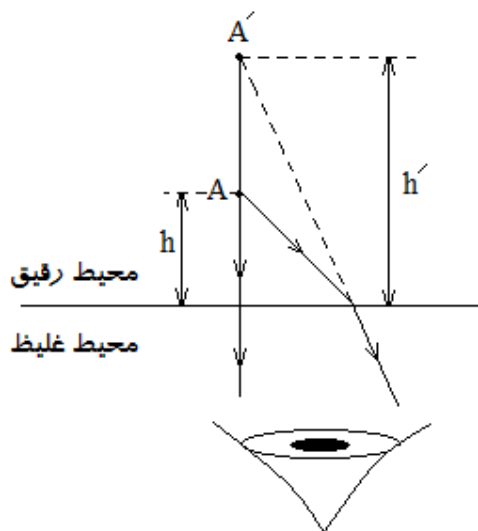


$$\frac{n_{\text{رقیق}}}{n_{\text{غلیظ}}} = \frac{h'}{h}$$

h': عمق ظاهری

h: عمق واقعی

۲- اگر از محیط غلیظ تر به محیط رقیق تر نگاه کنیم: اجسام را در عمق بیش تر از مکان واقعی خود می بینیم:



$$\frac{n_{\text{رقیق}}}{n_{\text{غلیظ}}} = \frac{h'}{h}$$

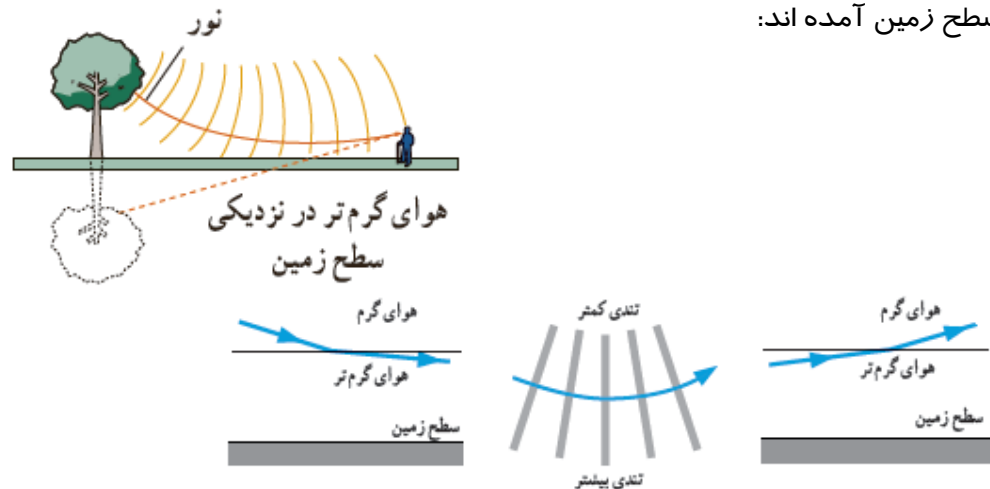
h': عمق ظاهری

h: عمق واقعی

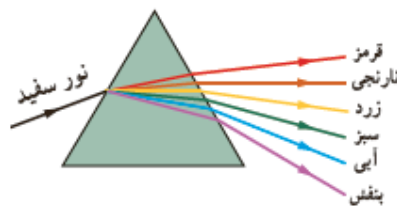
**جمع بندی دو رابطه ی عمق ظاهری در یک رابطه:**



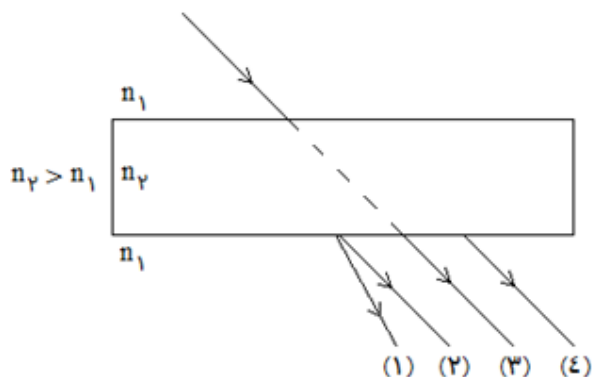
**سراب:** در روز های گرم، سطح زمین داغ است. از طرفی، چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد که این سبب کاهش ضریب شکست نیز می شود. با پایین آمدن هر چه بیش تر پرتوها، آن ها با ضریب شکست کمتر و کمتری مواجه می شوند و در هر مرحله با دور شدن از خط عمود، بیشتر و بیشتر به سمت افق خم می شوند. وقتی پرتوها در نزدیکی زمین تقریباً افقی می شوند، به سمت بالا خم بر می دارند زیرا بخش پایینی هر جبهه ی موج در هوای کمی گرم قرار دارد و بنابراین کمی تند تر از بخش بالایی جبهه ی 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 در هر مرحله با نزدیک شدن به خط عمود، بیش تر و بیش تر 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 احساس را ایجاد می کنند که گویی از سطح زمین آمده اند:



**پاشندگی نور:** وقتی باریکه ی نوری شامل پرتوهایی با طول موج های مختلف باشد، این پرتوه هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه های مختلفی شکسته می شوند. به این پخش شدگی نور، پاشندگی نور می گویند. (دلیل این پدیده آن است که ضریب شکست یک محیط برای طول موج های مختلف، یکسان نیست و هر رنگی که طول موج کمتری دارد ضریب شکست بیش تری داشته و انحراف بیش تری پیدا می کند). تصویر زیر پاشندگی نور سفید را در یک منشور نشان می دهد:



**تست ۱۷-** کدام گزینه پرتوی خروجی از تیغه ی شفاف شکل زیر را به درستی نشان می دهد؟



(۱) (۱)

(۲) (۲)

(۳) (۳)

(۴) (۴)

پاسخ- گزینه ( )

**تست ۱۸-** هنگامی که زاویه ی تابش پرتویی که از آب وارد هوا می شود  $37^\circ$  باشد، هنگام ورود به هوا پرتوی شکست  $16^\circ$  انحراف دارد، ضریب شکست آب کدام است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$  و  $\sin 53^\circ = 0.8$ )

(۱)  $\frac{5}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{4}{3}$  (۴)  $\frac{5}{3}$

پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۱۹-** یک دسته پرتوی تک رنگ با زاویه ی تابش  $45^\circ$  از هوا وارد محیط شفافی می شود که سرعت نور در آن محیط  $10^8 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$  m/s است. این پرتو هنگام ورود به این محیط شفاف چند درجه از راستای اولیه منحرف می شود؟ ( $C = 3 \times 10^8$  m/s)

(۱) ۱۵ (۲) ۳۰ (۳) ۴۵ (۴) ۱۰

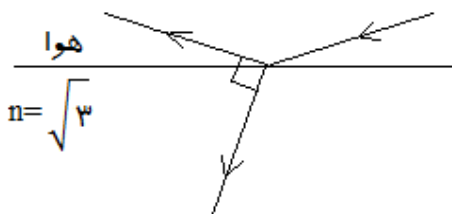
پاسخ- گزینه (۱)

**تست ۲۰-** در یک عمل جراحی چشم از پرتو لیزر که طول موج آن در هوا  $0.6 \mu\text{m}$  و بسامد آن  $f$  است، استفاده می شود. اگر طول موج این پرتو در زجاجیه ی چشم  $\lambda' = 0.45 \mu\text{m}$  سرعت انتشار نور در هوا  $3 \times 10^8$  m/s باشد، بسامد و سرعت انتشار این پرتو در زجاجیه ، در SI به ترتیب کدام اند؟ (تجربی خارج-۹۸)

(۱)  $5 \times 10^{14}$  و  $3 \times 10^8$  (۲)  $5 \times 10^{14}$  و  $2/25 \times 10^8$  (۳)  $3 \times 10^8$  و  $3/75 \times 10^{14}$  (۴)  $3/75 \times 10^{14}$  و  $2/25 \times 10^8$

پاسخ- گزینه (۲)

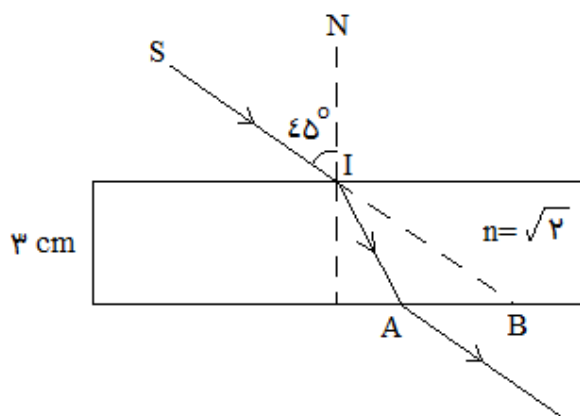
**تست ۲۰-** پرتویی مطابق شکل از هوا وارد محیط شفاف به ضریب شکست  $\sqrt{3}$  می شود و بخشی از آن از سطح جدایی دو محیط بازتاب می شود. اگر زاویه ی بین پرتوی بازتاب و پرتوی شکست  $90^\circ$  باشد، زاویه ی تابش چند درجه است؟



- ۱۵ (۱)      ۳۰ (۲)      ۴۵ (۳)      ۶۰ (۴)

پاسخ - گزینه (۴)

**تست ۲۱-** در شکل روبه رو پرتو SI با زاویه تابش  $45^\circ$  به سطح یک تیغه ی شیشه ای به ضخامت ۳cm می تابد و در نقطه ی A از تیغه خارج می شود. اگر در راستای SI در نقطه ی B از شیشه خارج شود، AB چند cm است؟

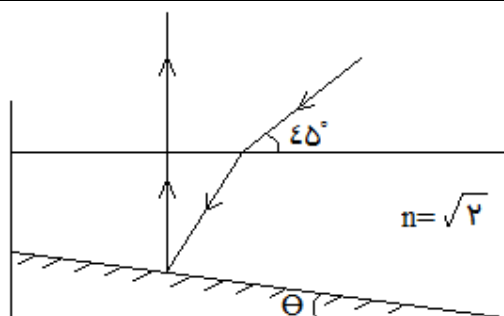


- ۱)  $\sqrt{3}$       ۲)  $3 - \sqrt{3}$   
۳)  $1 + \sqrt{3}$       ۴)  $2\sqrt{3}$

پاسخ - گزینه (۲)

**تست ۲۲-** مسیر پرتو نوری داخل یک مایع شفاف به صورت

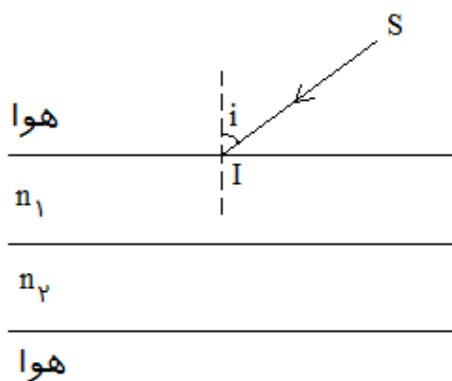
زیر می باشد،  $\theta$  چند درجه است؟



- ۱۵ (۱)      ۲۰ (۲)      ۲۵ (۳)      ۳۰ (۴)

پاسخ - گزینه (۱)



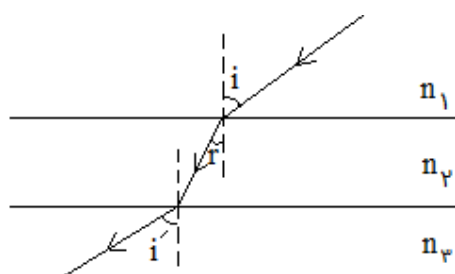


**تست ۲۳-** شعاع تک رنگ SI مطابق شکل زیر از خلأ، تحت زاویه ی تابش  $i$  به محیط شفافی به ضریب  $n_1$  می تابد و پس از عبور از محیط شفافی به ضریب شکست  $n_2$  تحت زاویه ی  $i'$  وارد هوا می گردد. اگر  $n_2 > n_1$  باشد، کدام رابطه درست است؟

$$(1) \quad i = i' \quad (2) \quad i > i'$$

$$(3) \quad i < i' \quad (4) \quad \text{هر سه رابطه ممکن است.}$$

پاسخ- گزینه (۱)



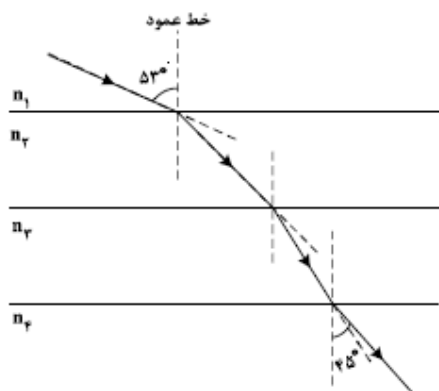
**تست ۲۴-** در شکل روبه رو مسیر یک پرتو نورانی در محیط هایی که ضریب شکست آن ها  $n_1$  و  $n_2$  و  $n_3$  است، نشان داده شده است.

اگر  $i' < i < r$  باشد، کدام یک از روابط زیر درست است؟

$$(1) \quad n_1 < n_2 < n_3 \quad (2) \quad n_1 > n_2 > n_3$$

$$(3) \quad n_3 < n_1 < n_2 \quad (4) \quad n_3 > n_1 > n_2$$

پاسخ- گزینه (۳)

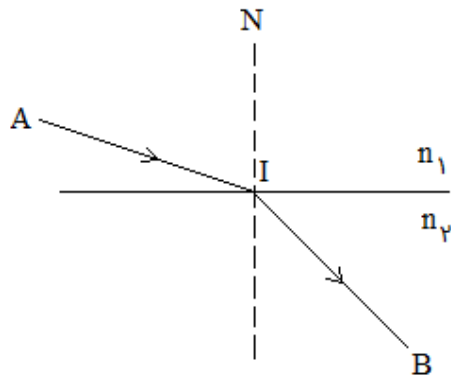


**تست ۲۵-** مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف دیگر می شود. اگر سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵ درصد کم تر از سرعت نور در محیط (۱) باشد و سرعت در محیط (۴)، ۴۰ درصد بیش تر از سرعت نور در محیط (۳) باشد. ضریب شکست محیط (۲) چند برابر ضریب شکست محیط (۳) است؟ ( $\sin 53^\circ = 0.8$ ،  $\sin 45^\circ = 0.7$ )

$$(1) \quad \frac{4}{3} \quad (2) \quad \frac{6}{5} \quad (ریاضی-۹۸)$$

$$(3) \quad \frac{3}{4} \quad (4) \quad \frac{5}{6}$$

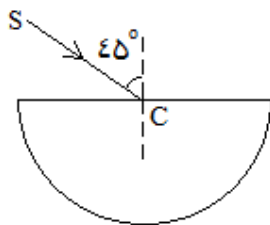
پاسخ- گزینه (۴)



**تست ۲۵-** در شکل روبه رو ، پرتو نوری از نقطه ی A در محیطی به ضریب شکست  $n_1$  به نقطه ی B در محیط دوم که ضریب شکست آن  $n_2$  است، می رسد. اگر  $AI=IB=L$  بوده و تندی نور در محیط اول برابر  $V_1$  باشد، زمان رسیدن نور از A تا B کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{L}{V_1} \left(1 + \frac{n_1}{n_2}\right) & (۱) \\ \frac{L}{V_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right) & (۲) \\ \frac{2L}{V_1} \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) & (۳) \\ \frac{2L}{V_1} \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) & (۴) \end{array}$$

پاسخ - گزینه (۱)

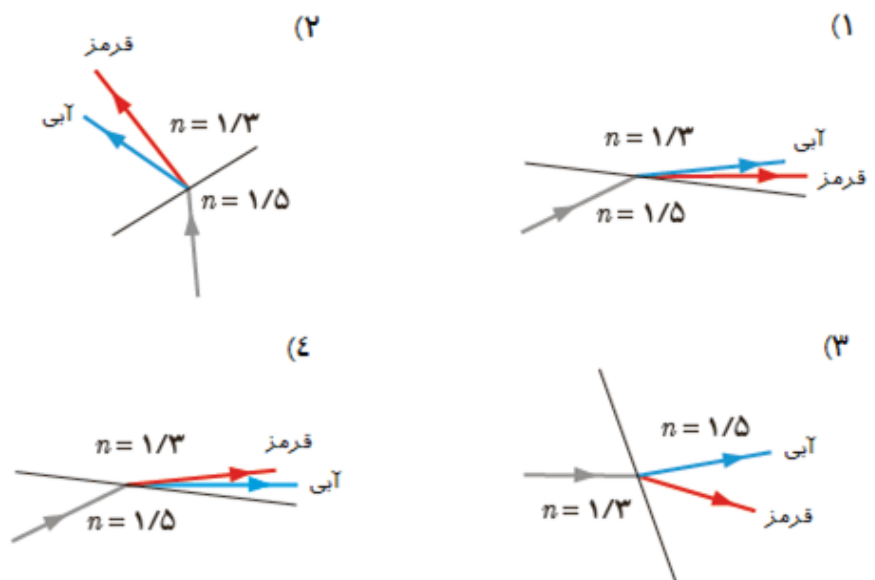


**تست ۲۶-** در شکل روبه رو ، پرتو SC به نقطه ی C ( مرکز نیم استوانه ای شفاف ) به ضریب شکست  $\sqrt{2}$  تابیده و از طرف دیگر خارج شده است، پرتو خروجی نسبت به پرتو SC چند درجه منحرف شده است؟

- (۱) صفر (۲) ۱۵ (۳) ۶۰ (۴) ۷۵

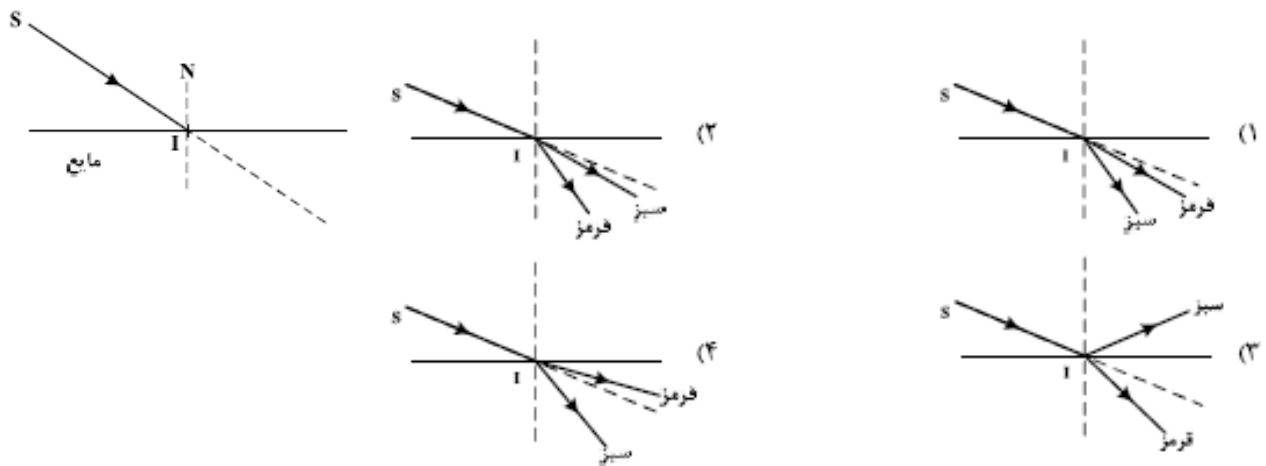
پاسخ - گزینه (۲)

**تست ۲۷-** در شکل های زیر ، پرتوهای 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؟



پاسخ - گزینه ( )

**تست ۲۹-** در شکل زیر ، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می شود. کدام یک از شکل های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می دهد؟  
(ریاضی-۹۸)



پاسخ- گزینه ( )

**تست ۲۸-** چراغی بالای یک استخر به فاصله ی  $\frac{1}{8}$  متر از سطح آب آویزان است. اگر شخصی از داخل آب تقریباً به طور عمود بر سطح آب به چراغ نگاه کند، آن را در چه فاصله ای از جای واقعی خود می بیند؟ (ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  است)

(۱)  $\frac{1}{2}$  متر دورتر (۲)  $\frac{1}{2}$  متر نزدیک تر (۳)  $\frac{1}{6}$  متر دورتر (۴)  $\frac{1}{6}$  متر نزدیک تر  
پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۲۹-** اگر تقریباً به طور عمود بر سطح آب درون ظرفی نگاه کنیم، کف ظرف را ۶ سانتی متر بالاتر از جای واقعی خود می بینیم. عمق آب درون ظرف چند سانتی متر است؟ (ضریب شکست آب  $\frac{4}{3}$  است)

(۱) ۱۸ (۲) ۱۵ (۳) ۲۴ (۴) ۳۶  
پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۳۰-** چشم ناظری به فاصله ی ۶۰ سانتی متری بالای سطح یک مایع شفاف قرار دارد و جسمی را که در عمق ۴۰ سانتی متری مایع است از دید قائم ، در فاصله ی ۹۰ سانتی متری چشم خود مشاهده می کند. ضریب شکست مایع نسبت به هوا چقدر است؟

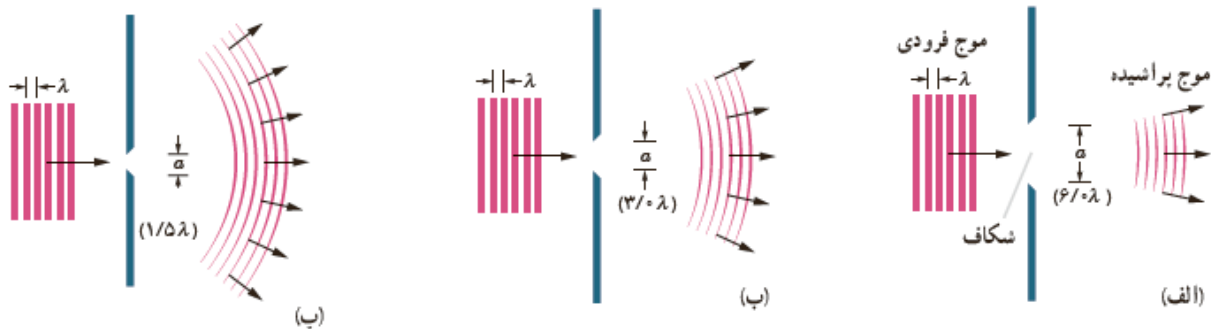
$$\begin{array}{cccc} 2 & (1) & \frac{3}{2} & (2) \\ \frac{4}{3} & (3) & \frac{4}{9} & (4) \end{array}$$

پاسخ- گزینه (۳)

از اینجا تا پایان فصل ویژه ی دانش آموزان رشته ریاضی- فیزیک است.

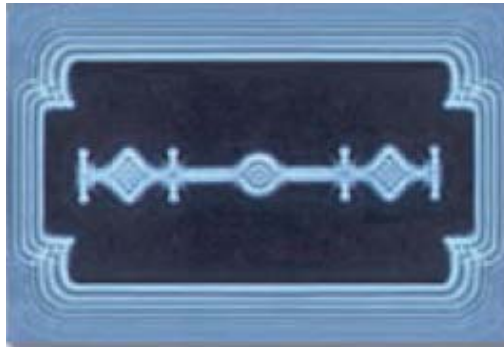
**پراش موج:** هنگامی که موج از یک شکاف با پهنایی از مرتبه ی طول موج عبور می کند ، به اطراف گسترده می شود، به این پدیده پراش موج گفته می شود.

**نکته ۱-** اگر موج تختی از شکافی عبور کند که پهنای آن خیلی بزرگتر از طول موج باشد، آن قسمتی که از شکاف می گذرد تقریباً تخت باقی می ماند، اما اگر موج تختی از شکافی عبور کند که پهنای آن خیلی بزرگتر از طول موج نباشد، آن قسمتی که از شکاف می گذرد کاملاً از حالت موج تخت خارج شده و به مقدار بیش تری به اطراف گسترده می شود. شکل زیر پراش در سه شکاف با پهنای متفاوت را نشان می دهد:



**نکته ۲-** پراش فقط به وضعیت عبور موج از یک شکاف باریک (روزنه) محدود نمی شود بلکه هنگام عبور موج از لبه های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج باشد نیز رخ می دهد.

**نقش پراش:** اگر پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه ای تیز را روی یک پرده ملاحظه کنیم، همواره نوارهای تاریک و روشنی مشاهده می کنیم که به آن نقش پراش گفته می شود. به طور مثال تصویر زیر نقش پراش نوری تکفام را نشان می دهد که از لبه های یک تیغ عبور می کند:



**نکته ۱-** سیگنال های فرستنده های رادیویی و تلویزیونی هنگام برخورد به یک مانع (مانند دیوار یا یک تپه) به دلیل پراش از لبه های مانع دریافت خواهد شد. (ناحیه ای که سیگنال به آن نمی رسد ناحیه ی سایه نامیده می شود)

**نکته ۲-** طول موج سیگنال های فرستنده های تلویزیونی دیجیتالی امروزی کوتاهتر از طول فرستنده های قدیمی است، که این موضوع سبب می شود پراش سیگنال ها به ناحیه ی سایه کاهش پیدا کند، زیرا همان طور که گفته شد هرچه شکاف ها و لبه ها ابعاد بزرگتری نسبت به طول موج داشته باشد پراش کم تری رخ می دهد و گستردگی و خمیدگی موج کم تر می شود.

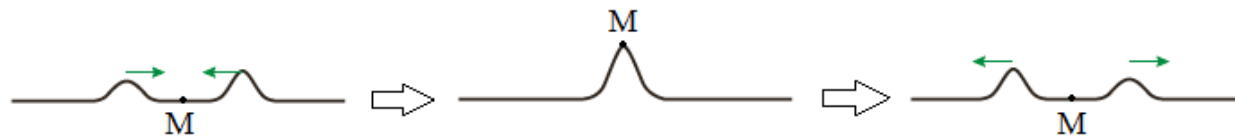
**تداخل موج:** به ترکیب موج ها با یکدیگر تداخل می گویند.

**اصل برهم نهی امواج:** وقتی چند موج به طور هم زمان بر ناحیه ای از فضا تأثیر بگذارند، اثر خالص آن ها برابر مجموع اثرهای مجزای هر یک از آنها است. (به عبارت دیگر تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که به طور هم زمان از یک منطقه عبور می کنند).

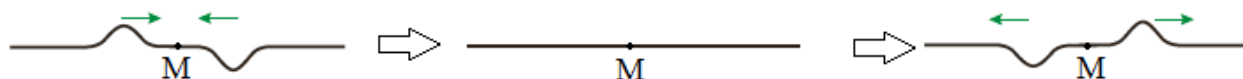
**نکته -** تپ ها یا امواجی که با یکدیگر تداخل دارند به هیچ وجه شکل حرکت یکدیگر را تغییر نمی دهند و پس از همپوشانی و تداخل، بدون هرگونه تغییر شکلی به حرکت خود ادامه می دهند.

## انواع تداخل موج:

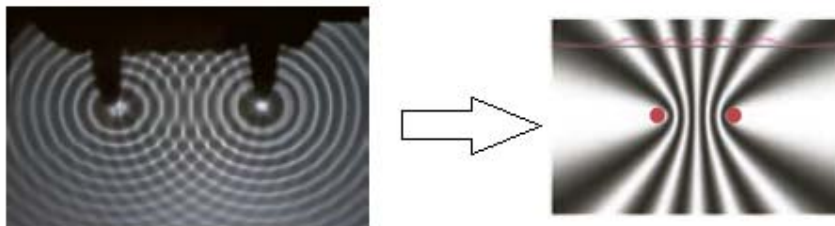
۱- تداخل سازنده: اگر تپ ها در اثر همپوشانی تپ برگتری را ایجاد کنند به آن تداخل سازنده گفته می شود:



۲- تداخل ویرانگر (مخرب): اگر تپ ها در اثر همپوشانی یکدیگر را حذف کنند به آن تداخل ویرانگر گفته می شود:

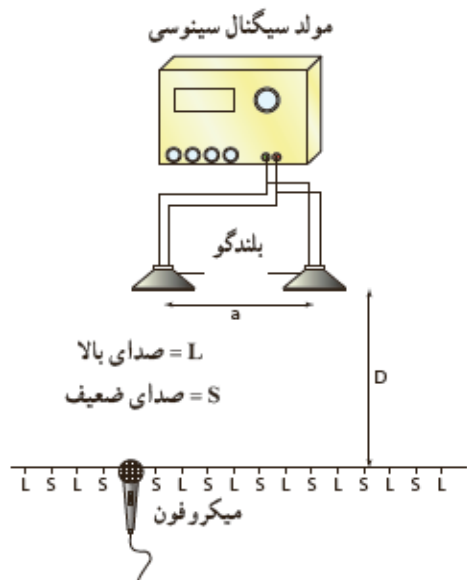


تداخل امواج سطحی آب: برای مشاهده ی تداخل امواج سطحی بر سطح آب با استفاده از تشت موج، دو گوی کوچک را با بسامد یکسان، به طور هم زمان بر سطح آب به نوسان در می آوریم. دو دسته موج دایره ای ایجاد می شود که در برخی نقاط برآمدگی ها یا فرو رفتگی ها به طور هم زمان در نقطه ای به هم می رسند و همدیگر را تقویت می کنند (تداخل سازنده) و اگر برآمدگی یک موج در یک زمان و در یک نقطه به فرو رفتگی موج دیگر برسد، دو موج یکدیگر را تضعیف می کنند (تداخل مخرب) و بنابر این سطح آب در چنین نقطه ای نوسان چندانی نخواهد داشت:

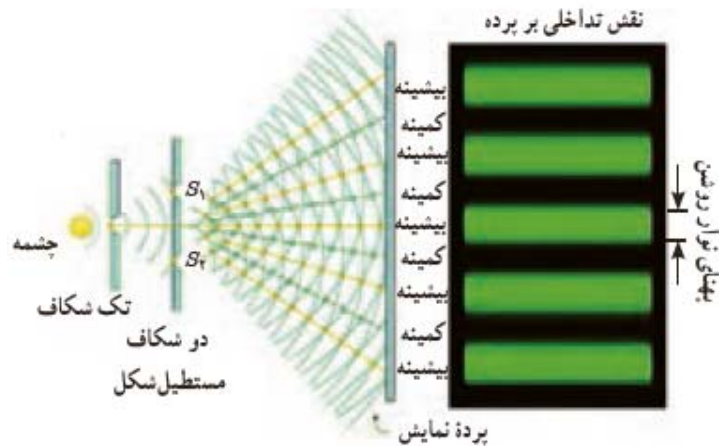


تداخل امواج صوتی: برای بررسی تداخل امواج صوتی به تصویر مقابل

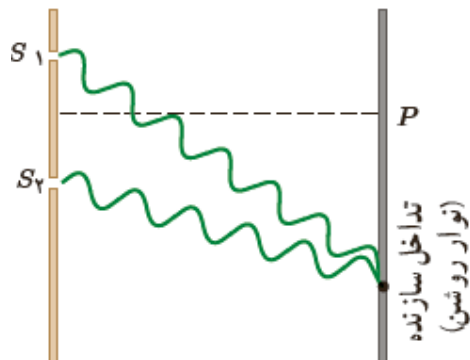
دقت کنید، در این آزمایش دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل اند امواج سینوسی هم بسامدی در فضا منتشر می کنند. با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده در شکل که در فاصله ی مناسبی از بلندگوها قرار دارد در می یابیم که بلندی صدا به طور متناوب کم یا زیاد می شود. در نواحی کاهش صدا تداخل ویرانگر و در نواحی افزایش صدا تداخل سازنده رخ داده است:



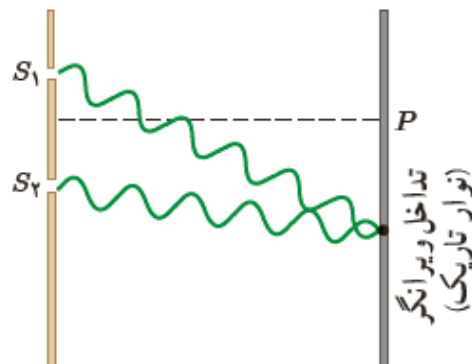
**تداخل امواج نوری:** شخصی به بنام «یانگ» با طراحی آزمایشی ثابت کرد که بر خلاف نظر بیش تر فیزیکدانان آن زمان ، نور یک موج است. شکل زیر طرحی از آزمایش یانگ را نشان می دهد. نور حاصل از یک چشمه ی تکفام بر یک شکاف می تابد، سپس نور خروجی بر اثر پراش ، گسترده می شود و دو شکاف  $S_1$  و  $S_2$  را روشن می کند. موج های حاصل از پراش نور توسط این دو شکاف با یکدیگر تداخل می کنند و نقش حاصل از این تداخل را می توان روی پرده ای که در ناحیه ی سمت راست دو شکاف قرار دارد مشاهده کرد:



روی پرده، نقطه های با تداخل سازنده ، نوارها یا فریزهای روشن را تشکیل می دهند:



و نقطه های با تداخل ویرانگر نوارها یا فریزهای تاریک را تشکیل می دهند:



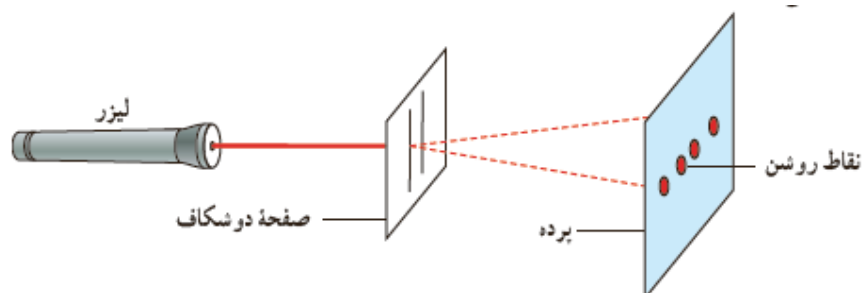
**نقش تداخلی:** نوارهای روشن و تاریک روی پرده که ناشی از تداخل های سازنده و ویرانگر هستند، نقش تداخلی نامیده می شوند.

**نکته ۱-** در نقش تداخلی پهنای نوارهای روشن و تاریک برابرند.

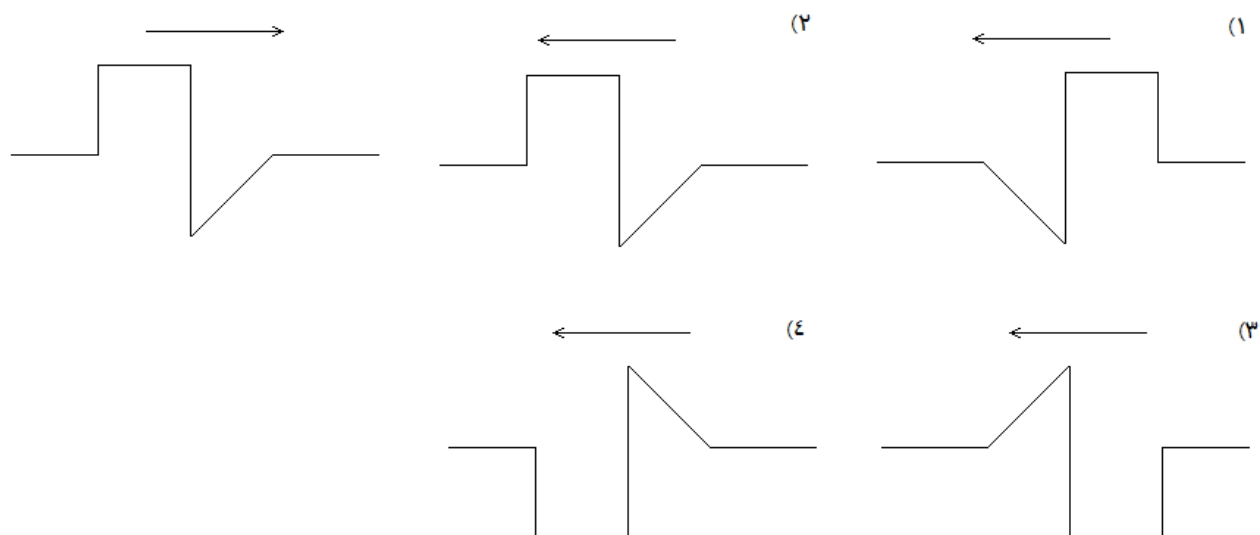
**نکته ۲-** پهنای نوارهای روشن و تاریک با طول موج نور به کار رفته در آزمایش رابطه ی مستقیم دارد. (یعنی هر چه طول موج به کار رفته بیش تر باشد پهنای نوارهای روشن و تاریک بیش تر است)

**نکته ۳-** با کمک آزمایش ینگ طول موج نور به کار رفته را می توان محاسبه نمود.

**مشاهده ی نقش تداخلی به کمک نور لیزر:** اگر از نور لیزر استفاده کنیم ، دیگر نیازی به استفاده از یک تک شکاف در آزمایش ینگ نیست. با استفاده از یک لیزر مدادی ، می توان صفحه ی دو شکاف ینگ را روشن نمود (البته ممکن است لازم باشد از یک عدسی واگرا در برابر نور لیزر استفاده شود تا هر دو شکاف روشن گردد):



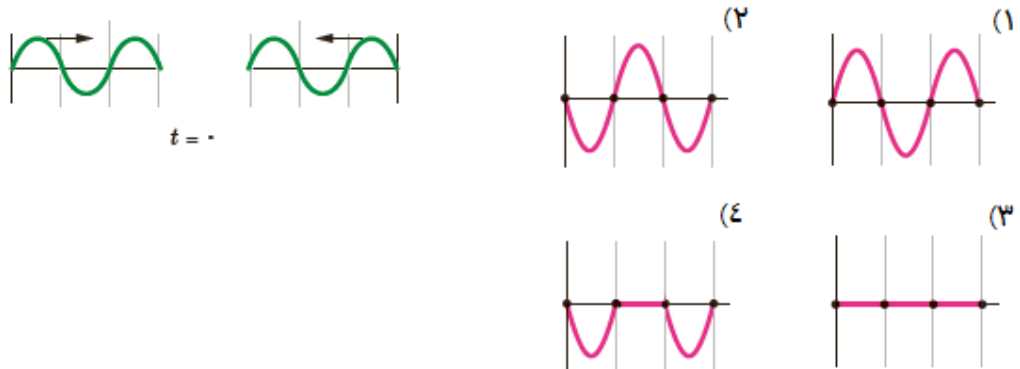
**تست ۳۱-** تپ موجی مانند تصویر زیر از چپ به راست روی طنابی در حال انتشار است. کدام گزینه انتشار یک تپ را از راست به چپ را نشان میدهد که می تواند تپ مورد نظر را به طور کامل تخریب نماید؟



پاسخ - گزینه ( )



**تست ۳۲-** دو موج مطابق شکل زیر با دوره ی تناوب یکسان  $T$  و تندی های برابر در جهت های مختلف به سمت هم در حال پیش روی هستند. در لحظه ی  $t = \frac{3}{4}T$  برایند این دو موج کدام گزینه است؟

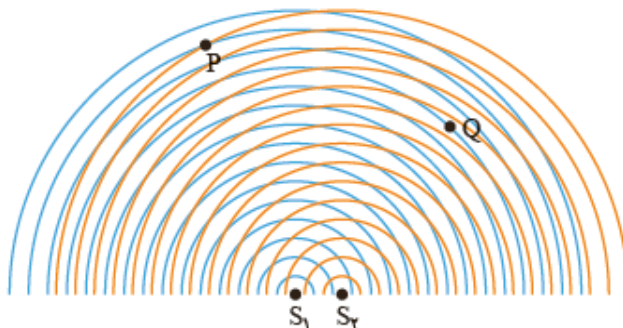


پاسخ- گزینه ( )

**تست ۳۳-** آزمایش ینگ را با نور تک رنگ زرد و در هوا انجام داده ایم ، اگر به جای نور زرد آزمایش را با نور ..... انجام دهیم ، پهنای نوارهای تاریک و روشن افزایش می یابد و اگر به جای انجام آزمایش در هوا ، آن را در آب انجام دهیم، پهنای نوارها ..... می یابد.

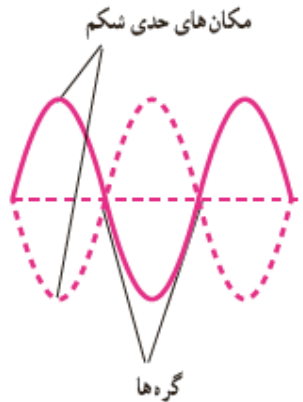
- (۱) قرمز - کاهش (۲) قرمز - نیز افزایش (۳) آبی - کاهش (۴) آبی - نیز افزایش
- پاسخ- گزینه ( )

**تست ۳۴-** دو چشمه ی نقطه ای  $S_1$  و  $S_2$  به طور هم زمان ، با بسامد یکسان ، و همگام با یکدیگر در یک تشت موج نوسان می کنند و جبهه های موجی را مطابق شکل زیر به وجود می آورند. دامنه ی موج برآیند در نقطه ی P ..... و در نقطه ی Q ..... است.



- (۱) دو برابر دامنه ی هر یک از موج ها - صفر  
(۲) صفر - دو برابر دامنه ی هر یک از موج ها  
(۳) صفر - نیز صفر  
(۴) نصف دامنه ی هر یک از موج ها- صفر
- پاسخ- گزینه ( )

**موج ایستاده و تشدید در ریسمان کشیده:** هر گاه دو موج عرضی کاملاً مشابه که در دو سوی مختلف انتشار پیدا می کنند با یکدیگر تداخل نمایند، موج برآیند دیگر رونده نیست و به آن موج ساکن یا ایستاده گفته می شود، که تصویر موج برآیند به شکل زیر است:



**گره:** نقاطی روی موج ایستاده که هرگز نوسان نمی کنند، گره هستند. (دامنه ی نوسان صفر است)

**شکم:** نقاطی روی موج ایستاده که دامنه ی موج برآیند در آنجا بیشینه است. (دامنه ی آن ها دو برابر دامنه ی موج های اولیه است)

**نکته ۱-** فاصله ی دو گره ی متوالی یا دو شکم متوالی برابر  $\lambda/2$  است.

**نکته ۲-** فاصله ی یک گره از شکم مجاورش برابر  $\lambda/4$  است.

**نکته ۳-** موج های تابش و بازتابش در محل گره ها با یکدیگر تداخل ویرانگر انجام می دهند و در اصطلاح گفته می شود دو موج در محل گره ها کاملاً ناهمفاز (در فاز مخالف) هستند.

**نکته ۴-** موج های تابش و بازتابش در محل شکم ها با یکدیگر تداخل سازنده انجام می دهند و در اصطلاح گفته می شود دو موج در محل شکم ها کاملاً همفاز هستند.

**نکته ۵-** از آن جا که موج ایستاده به چپ یا راست حرکت نمی کند محل گره ها یا شکم ها ثابت است.

**بسامدهای تشدید:** هر گاه یک تار کشیده شده به وسیله ی یک چشمه به نوسان در آید، به ازای بسامدهای معینی، تداخل موجب ایجاد موج ایستاده ی بارزی (یا اصطلاحاً یک مد نوسان) در تار می شود که به این بسامدها، بسامدهای تشدید گفته می شود. (اگر تار در بسامدهای غیر از بسامدهای تشدید نوسان کند موج ایستاده ی بارزی ایجاد نمی شود)

**روابط محاسباتی موج ساکن در تار مرتعش تحت کشش:** شکل زیر تصاویر مربوط به حالت های مختلف موج

ایستاده در یک تار است:



هماهنگ اول



هماهنگ دوم



هماهنگ سوم

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

$n$ : تعداد شکم ها (تعداد گره ها  $n+1$  است) یا عدد هماهنگ

$L$ : طول تار

$V$ : تندی انتشار موج در طناب

$$f_n = n \frac{V}{2L} = n f_1$$

$\lambda_n$ : طول موج تشدید

$f_n$ : بسامد تشدید

$f_1$ : بسامد اصلی یا بسامد هماهنگ (مد) اول

$$f_1 = \frac{V}{2L}$$

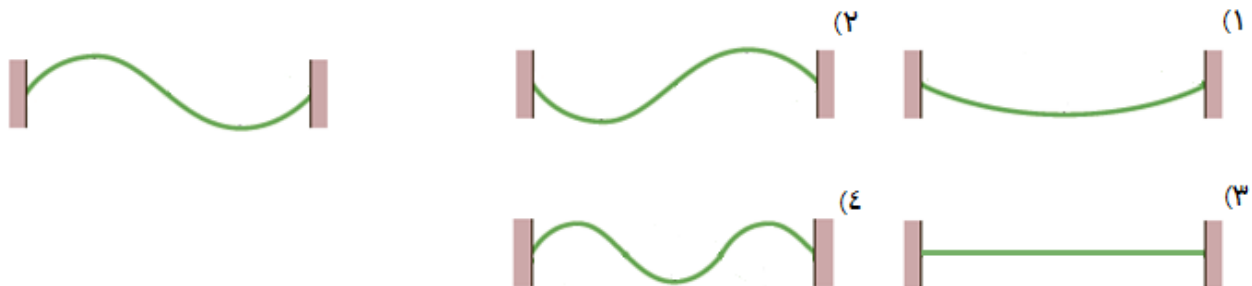
**یادآوری:** تندی انتشار در تار مرتعش با رابطه  $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$  به دست می آید.

**نکته -** اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی در ریسمان دو انتها ثابت برابر بسامد اصلی ( $f_1$ ) است:

$$f_{n+1} - f_n = f_1 = \frac{V}{2L}$$

**تست ۳۵ -** تار ی که بین دو تکیه گاه محکم شده است ، در هماهنگ اول خود با بسامد  $f$  به نوسان در می آید. اگر

جابه جایی تار در  $t=0$  به شکل زیر باشد، کدام گزینه جابه جایی تار را در  $t = \frac{1}{4f}$  نشان می دهد؟



پاسخ - گزینه ( )

**تست ۳۶-** در موج ایستاده ای که در یک بعد تشکیل شده است ، نقاط بین دو گره ی متوالی:

- (۱) دارای دامنه ی یکسان هستند. (۲) دارای بسامد یکسان هستند.  
(۳) دارای شتاب یکسان هستند. (۴) در لحظه ی عبور از نقطه ی تعادل دارای تندی یکسان هستند.  
پاسخ- گزینه ( )

**تست ۳۷-** ریسمانی بین دو نقطه ی M و N محکم شده و در حال ارتعاش است، اگر تعداد گره هایی که در موج

ساکن ایجاد شده است ۵ تا و فاصله ی نقطه ی N از شکم مجاورش ۵cm باشد، MN چند سانتی متر است؟



(۱) ۲۰ (۲) ۲۵

(۳) ۴۰ (۴) ۴۵

پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۳۸-** تار مرتعشی به طول ۸۰cm و جرم ۸ گرم بین دو نقطه محکم بسته شده و بسامد هماهنگ دوم آن ۲۵۰

هرتز است. نیروی کشش تار چند نیوتن است؟

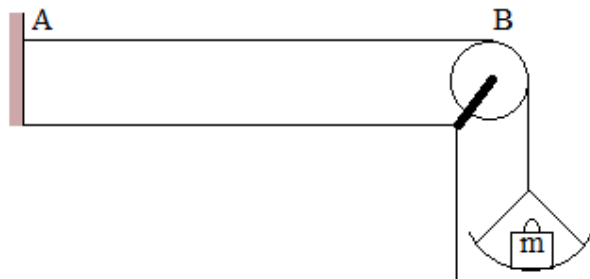
(۱) ۴۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۸۰ (۴) ۸۰۰

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۳۹-** در شکل زیر جرم کفه و وزنه ی درون آن ۱۰ کیلوگرم است. در سیم ، موج ساکن با ۴ گره ایجاد شده

است. اگر بسامد نوسان های سیم ۳۰۰Hz باشد، جرم سیم AB که طول آن یک متر است، چند گرم می باشد؟(دو

انتهای ریسمان AB را ثابت فرض کنید)

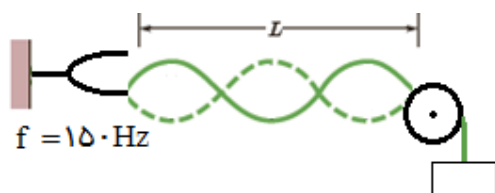


(۱) ۳/۵ (۲) ۲/۵

(۳) ۱/۵ (۴) ۵

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۴۰-** مطابق شکل در یک تار مرتعش ، موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول تار ( $L$ ) برابر  $60\text{ cm}$  و جرم تار  $2$  گرم باشد، جرم وزنه ی آویخته شده از انتهای تار چند گرم است؟



(۱) ۳۶۰

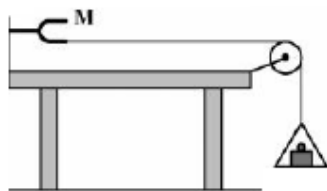
(۲) ۶۸۰

(۳) ۱۲۰۰

(۴) ۱۰۰۰

پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۴۱-** در شکل روبه رو ، که دیپازون در حال ارتعاش است، اگر به ازای وزنه ای که داخل کفه است، سه شکم در طول تار ایجاد شود، با کاهش تدریجی جرم وزنه، کدام یک از موارد زیر اتفاق می افتد؟



(۱) تعداد شکم ها کاهش می یابد و بسامد نیز کاهش می یابد.

(۲) تعداد شکم ها افزایش می یابد و بسامد نیز افزایش می یابد.

(۳) تعداد شکم ها کاهش می یابد ولی بسامد ثابت می ماند.

(۴) تعداد شکم ها افزایش می یابد ولی بسامد ثابت می ماند.

پاسخ- گزینه ( )

**تست ۴۲-** در شکل زیر ، نوسان ساز، تار را با بسامد معینی به ارتعاش در می آورد و در طول تار سه شکم به وجود می آورد. جرم وزنه را چند درصد کاهش دهیم تا در طول تار پنج شکم تشکیل شود؟



(۱) ۳۶ (۲) ۴۰

(۳) ۶۰ (۴) ۶۴

پاسخ- گزینه (۴)

**تست ۴۳-** طول تار مرتعشی که تحت کشش است را سه برابر می کنیم. با نیروی کشش ثابت ، بسامد مد اصلی چند برابر می شود؟

(۱) ۹ (۲) ۳ (۳)  $\frac{1}{9}$  (۴)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

پاسخ- گزینه (۴)

**تست ۴۴-** در یک تار مرتعش تحت کشش، چند درصد نیروی کشش تار را اضافه کنیم تا بسامد هماهنگ اصلی تار با همان طول اولیه، ۲۰ درصد اضافه شود؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۴۴ (۳) ۲۲ (۴) ۲۰

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۴۵-** بسامد هماهنگ دوم تار مرتعشی که هر دو انتهای آن ثابت است با نیروی کشش  $F$ ،  $200\text{ Hz}$  است، بسامد هماهنگ سوم آن با نیروی کشش  $4F$  چند  $\text{Hz}$  است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۹۰۰ (۴) ۱۲۰۰

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۴۶-** تار ی بین دو نقطه بسته شده و با بسامد  $f$  ارتعاش می کند و در طول آن یک شکم تشکیل شده است. اگر نیروی کشش تار را ۴ برابر کنیم و آن را با بسامد  $8f$  به ارتعاش در آوریم، در این حالت در طول تار چند شکم تشکیل می شود؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

پاسخ- گزینه (۲)

**تست ۴۷-** سرعت انتشار موج عرضی در یک ریسمان مرتعش  $30\text{ m/s}$  است. کوتاه ترین طول و بلندترین طول ریسمان چقدر می تواند باشد تا صدای حاصل از بسامد اصلی آن برای انسان قابل شنیدن باشد؟

- (۱)  $7/5$  سانتی متر -  $7/5$  متر (۲)  $1/5$  سانتی متر -  $1/5$  متر  
(۳)  $1/5$  میلی متر -  $1/5$  متر (۴)  $7/5$  میلی متر -  $7/5$  متر

پاسخ- گزینه (۴)

**تست ۴۸-** اختلاف دو بسامد متوالی یک ریسمان با دو انتهای ثابت  $50 \text{ Hz}$  است. بسامد هماهنگ چهارم آن چند  $\text{Hz}$

است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۲۵۰

پاسخ- گزینه (۳)

**تست ۴۹-** بسامد دو مد متوالی یک ریسمان با دو انتهای ثابت  $300$  و  $350$  هرتز است. عدد این دو هماهنگ کدام

است؟

- (۱) ۶ و ۷ (۲) ۵ و ۶ (۳) ۴ و ۵ (۴) ۳ و ۴

پاسخ- گزینه (۱)

**تست ۵۰-** در یک تار دو سر بسته ، یکی از بسامدهای تشدید  $325 \text{ Hz}$  ، و بسامد تشدید بعدی  $390 \text{ Hz}$  است.

بسامد تشدید پس از  $195 \text{ Hz}$  این تار چیست؟

- (۱) ۲۵۰ (۲) ۲۶۰ (۳) ۲۴۰ (۴) ۲۵۵

پاسخ- گزینه (۲)

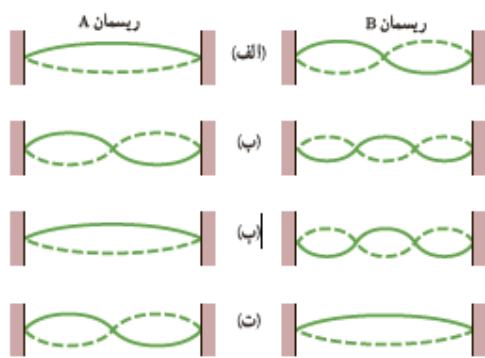
**تست ۵۱-** یکی از سیم های ویولن به طول  $0.25$  متر و جرم  $0.5$  گرم در نزدیکی نوسان کننده با بسامد متغیر که

بسامد آن بین  $500$  تا  $1000$  هرتز تغییر می کند، قرار دارد و این سیم فقط برای دو بسامد  $600$  و  $900$  هرتز به

تشدید در می آید، نیروی کشش سیم چند نیوتن است؟

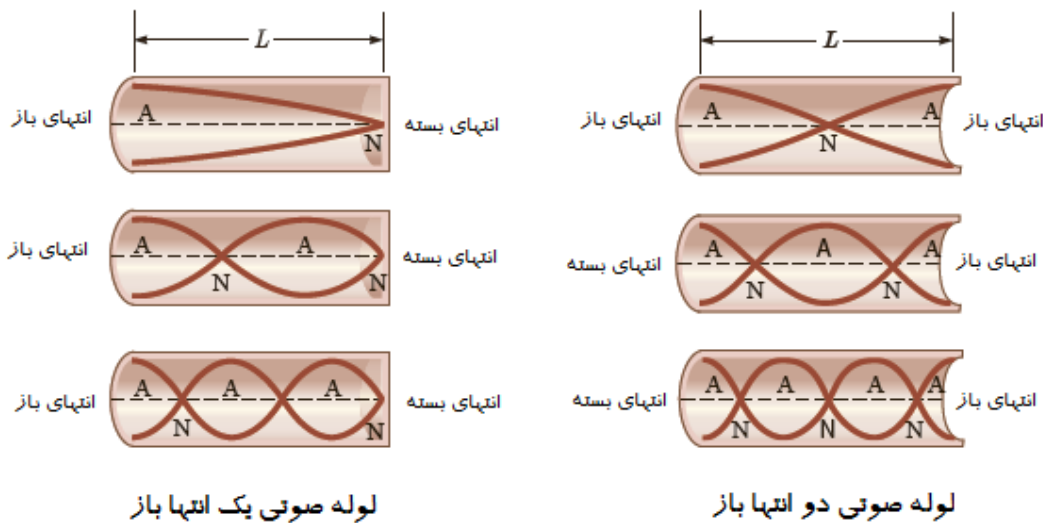
- (۱) ۴۵ (۲) ۵۰ (۳)  $55/8$  (۴)  $66/14$

پاسخ- گزینه (۱)



تست ۵۲- ریسمان های A و B، طول و چگالی خطی یکسانی دارند، ولی ریسمان B تحت کشش بیش تری نسبت به ریسمان A قرار دارد. شکل زیر چهار وضعیت را نشان می دهد که در آن ها نقش موج ایستاده در دو ریسمان وجود دارند. در کدام وضعیت ها، احتمال دارد که ریسمان های A و B در بسامدهای تشدید یکسانی نوسان کنند؟  
 (۱) فقط الف (۲) الف و ت (۳) ب و پ (۴) فقط ت  
 پاسخ- گزینه ( )

**موج ایستاده و تشدید در لوله های صوتی:** در لوله های پر شده از هوا نیز می توان موج ایستاده ایجاد کرد که به آن ها لوله های صوتی گفته می شود و در نوع دو انتها باز و یک انتها باز ساخته می شوند. وقتی موج های صوتی در هوای درون لوله حرکت می کنند، از هر دو انتها باز می تابند و به درون لوله باز می گردند، حتی اگر آن انتها باز باشد (البته اگر انتهای لوله باز باشد این بازتاب به کاملی بازتابی نیست که از یک انتهای بسته رخ می دهد). بسیاری از مشخصه های این موج ایستاده مشابه موج ایستاده در ریسمان است: انتهای بسته ی لوله مانند انتهای ثابت شده ی ریسمان است که در آنجا باید یک گره وجود داشته باشد، و در انتهای باز لوله نیز یک شکم وجود دارد (البته این شکم کمی بیرون از انتهای باز لوله قرار دارد که آن را در نظر نمی گیریم) همچنین فاصله ی گره های مجاور از هم برابر  $\lambda/2$  و فاصله ی گره ها از شکم های مجاور  $\lambda/4$  است. تصویر های زیر سه مد اول را در هر دو نوع لوله نشان می دهد:





**نکته ۱-** هر چه بسامد صوتی بیش تر می شود، آن صوت زیر تر شنیده می شود و هر چه بسامد صوتی کم ترمی شود آن صوت بم تر شنیده خواهد شد.

**نکته ۲-** طول موج صوت حاصل از لوله ی صوتی با طول لوله رابطه ی مستقیم دارد. (یعنی هر چه طول لوله بیشتر باشد طول موج صوت حاصل از آن نیز بیش تر است)

**نکته ۳-** صدای حاصل از پر شدن آب داخل یک لیوان گستره ی وسیعی از بسامدها را دارد که در هر لحظه، یکی از این بسامدها با پایین ترین بسامد تشدید ی هوای درون ظرف ( بسامد مد اول) منطبق است ، به همین دلیل با پر شدن لیوان و کوتاه شدن فضای پر از هوای آن (که یک لوله ی صوتی فرض می شود) طول موج صوت حاصل کاهش و بسامد آن افزایش یافته و صدا زیر تر شنیده می شود.

**تشدید گر هلمهولتز:** کره هایی توخالی با دهانه ای باز به شکل گردن است که همانند لوله های صوتی بسامدهای تشدید ی معینی دارند و هر گاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدید ی آن ها باشد تشدید گر پاسخ قوی تری به این صوت می دهد. (این موضوع درست مانند دمیدن در یک بطری است، در بطری نیز یکی از بسامدهایی که هنگام دمیدن تولید می شود با یکی از بسامدهای تشدید ی منطبق باشد، یک موج صوتی قوی ایجاد می شود)



**اجاق های میکروموج (ماکروفر):** این اجاق ها بر اساس تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل امواج ایستاده کار می کنند. میکرو موج های بازتابیده از دیواره های فلزی اجاق با بر هم نهی با موج های تابیده ( با طول موج حدود ۱۲cm )، موج های ایستاده ای را در داخل محفظه ی اجاق ایجاد می کنند که از گرہ ها و شکم هایی تشکیل شده اند. در محل شکم ها دامنه ی نوسان میدان الکتریکی بیشینه است . مولکول های آب موجود در مواد غذایی در این نقاط به شدت به ارتعاش در می آیند و بیش ترین افزایش دما ایجاد می شود.

**تست ۵۳-** وقتی گالن آبی را خالی می کنیم، با خالی شدن آب صدای گلوپ گلوپی را می شنویم . موقع خالی شدن گالن بسامد صدا .... می یابد و کیفیت صدا ..... می شود.

۱) افزایش-بم تر      ۲) افزایش- زیر تر      ۳) کاهش- بم تر      ۴) کاهش- زیر تر

پاسخ- گزینه ( )