

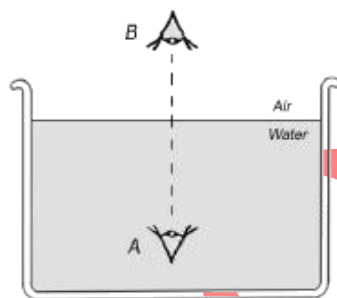
نور هندسی

شکست نور

المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

در شکل زیر ناظر A ناظر B را در فاصله h_1 از خود و ناظر B ناظر A را در فاصله h_2 از خود می بیند. اگر AB تقریباً بر سطح آب عمود و ضریب شکست آب نسبت به هوا $\frac{4}{3}$ باشد، نسبت $\frac{h_1}{h_2}$ برابر است با:



(د) $\frac{1}{3}$

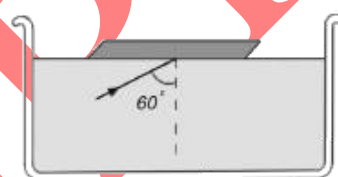
(ج) $\frac{1}{4}$

(ب) $\frac{3}{4}$

(الف) $\frac{4}{3}$

-۲

یک تیغه شیشه‌ای به ضریب شکست $\frac{1}{5}$ را مناسب بر سطح آب نگاه می‌داریم. پرتو نور تک‌رنگی مطابق شکل از آب به سطح تیغه می‌تابد. کدام بیان در مورد این پرتو درست است؟



آب : $n_1 = 4/3$
شیشه : $n_2 = 1.5$
هوا : $n_3 = 1.0$

(ب) با زاویه 60° درجه وارد مجدداً از شیشه وارد آب می‌شود.
(د) با زاویه کوچکتر از 60° درجه وارد هوا می‌شود.

(الف) با زاویه 60° درجه وارد هوا می‌شود.
(ج) با زاویه بزرگتر از 60° درجه وارد هوا می‌شود.

-۳

زاویه رأس منشوری 75° درجه و ضریب شکست آن برای نور آبی $\sqrt{2}$ است. حداقل زاویه تابش برای پرتوهای آبی که به این منشور می‌تابند چقدر باشد تا نور از وجه مقابل خارج شود؟

(د) 45°

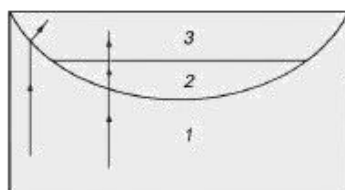
(ج) 40°

(ب) صفر درجه

(الف) 30°

-۴

دو پرتو تک‌رنگ مشابه مطابق شکل زیر از محیط ۱، می‌تابد. با توجه به نحوه عبور نور از هر سه محیط، کدام یک از روابط زیر درباره ضریب شکست‌ها درست است؟



(د) $n_2 = n_3, n_1 > n_2$

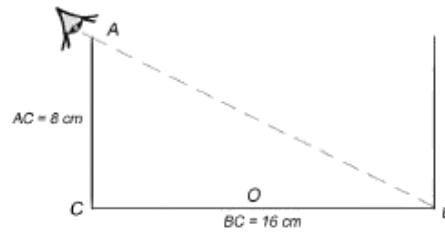
(ج) $n_1 = n_2, n_2 < n_3$

(ب) $n_1 = n_2, n_2 > n_3$

(الف) $n_1 = n_2 = n_3$

مطابق شکل زیر چشم ناظری در وضعیتی قرار دارد که فقط می تواند پایین دیواره مقابل طرف (نقطه B) را ببیند. طرف را پر از مایعی می کنیم. ناظر در همان وضعیت قبل قادر به دیدن نقطه O وسط BC می شود. ضریب شکست نسبی مایع نسبت به هوا برابر است با:

IRYSC.COM



(د) $\sqrt{\frac{6}{7}}$

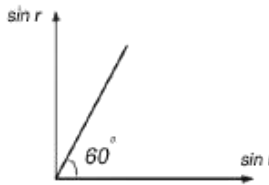
(ج) $\sqrt{\frac{8}{5}}$

(ب) $\sqrt{\frac{3}{7}}$

(الف) $\sqrt{\frac{2}{3}}$

پرتو نور تک رنگی تحت زاویه i از محیط A وارد محیط B می شود. اگر شکل زیر نمودار تغییرات $\sin r$ بر حسب $\sin i$ را به دست دهد، کدام یک از احکام زیر درست است؟

IRYSC.COM



(الف) سرعت نور در محیط A بیشتر از سرعت نور در محیط B است.

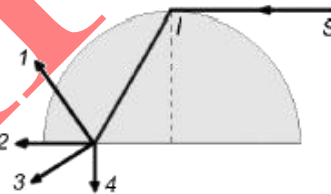
(ب) سرعت نور در محیط A، برابر سرعت نور در محیط B است.

(ج) ضریب شکست محیط A نسبت به محیط B، برابر $\frac{\sqrt{3}}{3}$ است.

(د) ضریب شکست مطلق محیط A بیشتر از ضریب شکست مطلق محیط B است.

پرتو SI مناسب بر نیمکره شیشه ای به شعاع R تابیده است. کدام یک از چهار پرتو نشان داده شده در شکل زیر پرتو خروجی نور از این نیمکره را درست نشان می دهد؟

IRYSC.COM



(د) ۴

(ج) ۳

(ب) ۲

(الف) ۱

علت تجزیه نور سفید در منشور این است که:

IRYSC.COM

(الف) سرعت نور در هوا و منشور متفاوت است.

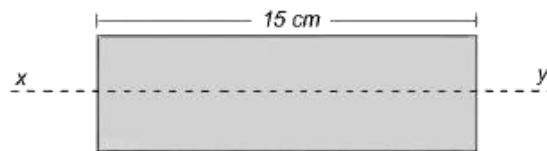
(ب) نور سفید از رنگ های مختلف تشکیل شده است.

(ج) ضریب شکست منشور برای رنگ های مختلف متفاوت است.

(د) نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ می شود.

مطابق شکل نقطه O روی خط xy و داخل تیغه شیشه ای به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ واقع است. اگر از سمت w به آن نگاه کنیم، نقطه O را در فاصله ۶ سانتیمتری این سطح می بینیم. اگر از سطح y به آن نگاه کنیم، در چه فاصله از y (بر حسب سانتیمتر) دیده می شود؟

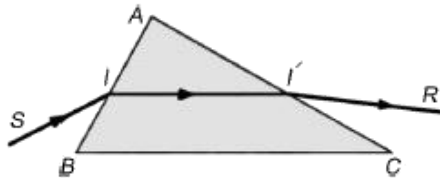
IRYSC.COM



۲ از ۷

۱۰-

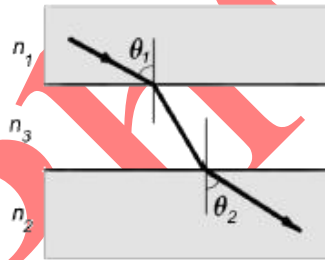
مطابق شکل باریکه نور تک‌رنگی از هوا وارد منشور شیشه‌ای شده و پس از شکست در I و I' از منشور عبور می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ **IRYSC.COM**



- الف) زاویه بین SI و II' زاویه انحراف منشور نام دارد.
 ب) اگر زاویه تابش افزایش یابد، زاویه $AI'R$ افزایش می‌یابد.
 ج) وقتی که زاویه انحراف حداقل باشد، II' با دو سطح AB و AC زاویه‌های یکسان می‌سازد.
 د) وقتی II' با BC موازی باشد، زاویه تابش و زاویه خروجی با هم برابر هستند.

۱۱-

محیط‌هایی با ضریب شکست‌های n_1 و n_2 مطابق شکل توسط لایه‌ای به ضریب شکست n_3 از هم جدا شده‌اند. باریکه نور تک‌رنگی با زاویه θ_1 از محیط n_1 به محیط n_3 می‌تابد و با زاویه θ_2 از سطح مشترک n_3 و n_2 وارد محیط n_2 می‌شود. لایه میانی به ضریب شکست n_3 را برداشته و لایه‌ای به همان ضخامت و ضریب شکست n_3 به جای آن قرار می‌دهیم به طوری که $n_3 > n_2$ در این صورت زاویه خروج برابر θ_2 می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ **IRYSC.COM**



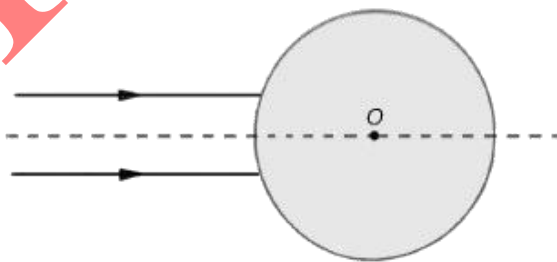
ج) $\theta_2 < \theta_1$

ب) $\theta_2 = \theta_1$

الف) $\theta_2 > \theta_1$

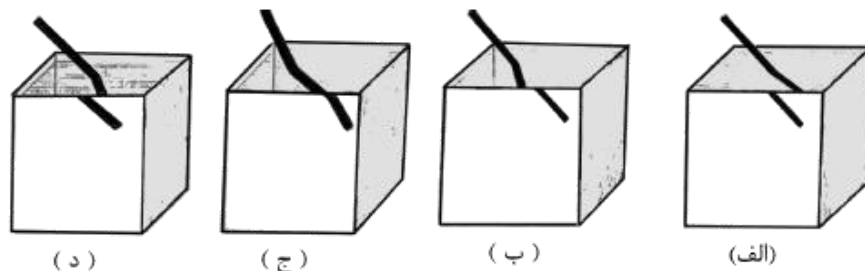
۱۲-

باریکه نور تک‌رنگی مطابق شکل روی یک کره شفاف به شعاع R و ضریب شکست n تابانده می‌شود. مقدار n چقدر باشد تا پرتوها درست روی سطح کره جمع شوند؟ **IRYSC.COM**



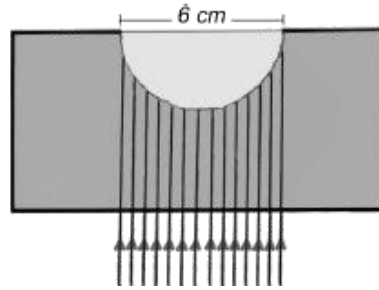
۱۳-

یک میله مستقیم را وارد یک ظرف مستطیل پر از آب با یک دیواره شفاف می‌کنیم. کدامیک از تصاویر زیر را مشاهده می‌کنیم؟ **IRYSC.COM**



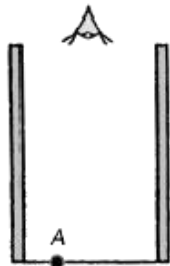
-۱۴

شکل زیر یک مکعب مستطیل شیشه‌ای را نشان می‌دهد که در وجه بالایی آن گودی به شکل نیم‌کره به قطر ۶ cm تعبیه شده است. این گودی را از آب پر کرده و از زیر، یک دسته پرتو نور موازی را عمود بر وجه مکعب به آن می‌تابانیم. قطر دسته پرتوهای که می‌توانند وارد نیم کره شوند بر حسب میلی‌متر چقدر است؟ ضریب شکست شیشه ۱/۵ و ضریب شکست آب ۴/۳ است.



-۱۵

جسم A در کف یک ظرف مکعب مستطیلی قرار دارد. مطابق شکل زیر دو دیواره متقابل ظرف، آینه هستند و ناظر از بالا به درون ظرف نگاه می‌کند. ناظر می‌تواند جسم A و تعدادی از تصاویر آن در آینه‌ها را مشاهده کند. اگر ظرف را از آب پر کنیم تعداد تصاویر قابل مشاهده از همان نقطه:



(ب) حتماً کمتر می‌شود.

(الف) حتماً بیشتر می‌شود.

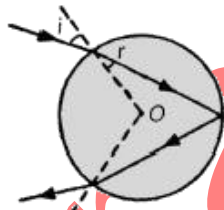
(د) بیشتر می‌شود یا تغییر نمی‌کند.

(ج) هرگز تغییر نمی‌کند.

(ه) کمتر می‌شود یا تغییر نمی‌کند.

-۱۶

پرتو نور تک‌رنگی به یک قطره باران می‌تابد و پس از یک بار بازتابش مطابق شکل زیر از آن خارج می‌شود. قطره را کروی فرض می‌کنیم زاویه تابش پرتو ورودی θ و زاویه شکست γ است. زاویه انحراف نور از جهت اولیه چقدر است؟



(ب) $\pi + 2\theta - 2\gamma$

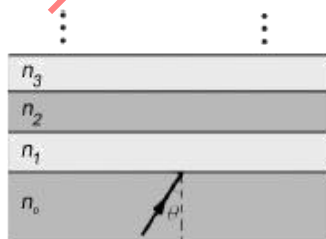
(الف) $\pi - 2\gamma$

(د) $\pi - 2\theta + 2\gamma$

(ج) $\pi + 2\theta - 4\gamma$

-۱۷

پرتویی مطابق شکل با زاویه‌ای θ از محیطی به ضریب شکست n_0 به رشته‌ای از لایه‌ها با ضریب شکست‌های $n_1, n_2, n_3, \dots, n_{k-1}, n_k, \dots, n_1, n_2, n_3, \dots$ می‌تابد. فرض کنید $n_0 > n_1 > n_2 > \dots > n_k > \dots$ شرط آن که پرتو بتواند وارد محیط k ام شود چیست؟



(ب) $\sin \theta < \frac{n_{k0}}{n_0}$

(الف) $\sin \theta < \frac{n_{k0}}{n_{k0}-1}$

(د) در هر صورت وارد می‌شود.

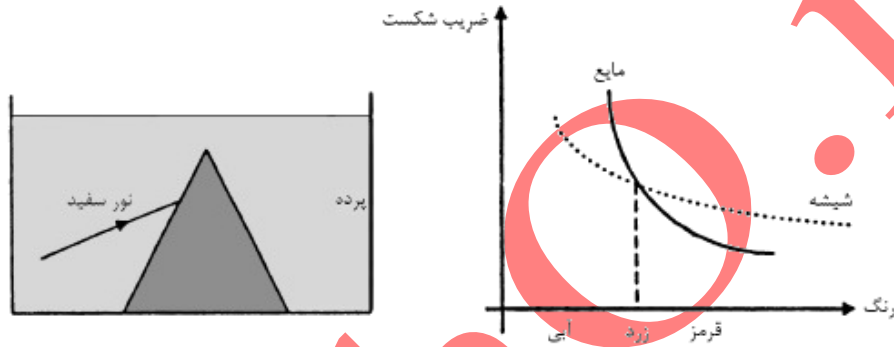
(ج) $\sin \theta < \frac{n_{k0}}{n_{k0}-1} \cdot \frac{n_{k0}-2}{n_{k0}-3} \cdot \dots \cdot \frac{n_1}{n_0}$

-۱۸

توری به طول ۲m به طور قائم بر کف استخر آبی نصب شده است. از این تور بیرون آب است. آفتاب با زاویه 53° نسبت به خط قائم بر سطح آب می‌تابد. طول سایه‌ای که از تور بر کف استخر می‌افتد چند دسی‌متر است؟ $(\sin 53^\circ \approx \frac{4}{5}, n \approx \frac{4}{3})$

-۱۹

به یک منشور شیشه‌ای که تماماً در یک مایع قرار گرفته است مانند شکل زیر باریکه نوری سفیدی می‌تابانیم و رنگ‌های طیف را روی پرده می‌اندازیم. ضریب شکست شیشه و مایع برای رنگ‌های مختلف نور سفید، در نمودار مشخص شده است. در گزینه‌های زیر، رنگ‌های مشاهده شده روی پرده از بالا به پایین مرتب شده است. کدام گزینه درست است؟



ج) زرد، آبی، قرمز

ب) آبی، زرد، قرمز

الف) قرمز، زرد، آبی

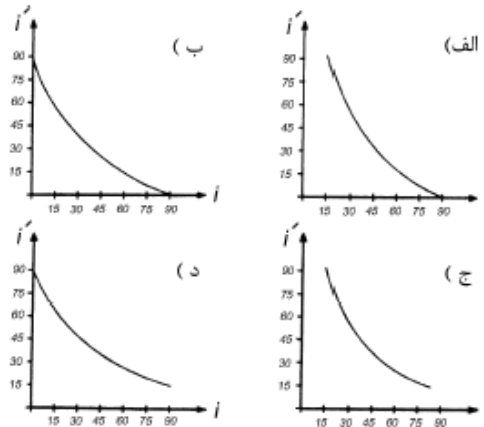
و) آبی، قرمز، زرد

ه) قرمز، آبی، زرد

د) زرد، قرمز، آبی

-۲۰

ضریب شکست منشور نشان داده شده در شکل $1/4$ است. مطابق شکل باریکه نوری را با زاویه تابش θ به منشور می‌تابانیم. زاویه خروج نور از منشور θ' است. زاویه θ را از صفر تا 90° تغییر می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات زاویه θ' بر حسب θ را نشان می‌دهد؟



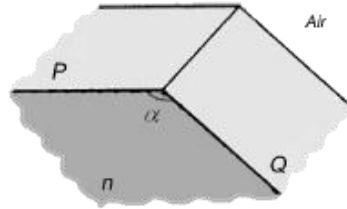
-۲۱

فرض کنید در عصر یک روز فروردین در صحرا هستید. پس از باران رنگین‌کمانی در آسمان دیده می‌شود. رنگین‌کمان کامل تقریباً یک نیم‌دایره است که از جایی در افق شروع می‌شود و به جایی در افق ختم می‌شود. برای بهتر دیدن رنگین‌کمان بهتر است روبه کدام سمت بایستید؟

(۱-، ۳+)

الف) روبه شمال. ب) روبه جنوب. ج) روبه غرب. د) روبه شرق.

IRYSC.COM دو نیم صفحه P و Q مطابق شکل ۱، با یکدیگر زاویه α می‌سازند. ناحیه میان این دو نیم صفحه با ماده شفافی به ضریب شکست $n > 1$ پر شده است. یک باریکه نور از بیرون ماده شفاف به نیم صفحه P می‌تابد. صفحه تابش بر نیم صفحه‌های P و Q عمود است. زاویه α در چه رابطه‌ای صدق کند تا به ازای هیچ مقداری از زاویه تابش، باریکه از نیم صفحه Q خارج نشود؟ بیرون ماده شفاف هوا است.



(الف) $\sin \alpha \geq \frac{1}{n}$ (ب) $\sin \frac{\alpha}{2} \geq \frac{1}{n}$ (ج) $\cos \frac{\alpha}{2} \geq \frac{1}{n}$ (د) $-\cos \alpha \geq \frac{1}{n}$

هنگامی که باریکه‌ی نوری با زاویه‌ی تابش i از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌خورد، با زاویه‌ی شکست r وارد مایع می‌شود به طوری که $n \sin r = \sin i$. مقطع یک باریکه‌ی نور، در جهت عمود بر انتشار مستطیلی با ابعاد $a \times b$ است. این باریکه از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌تابد، به طوری که یکی از اضلاع مقطع با سطح مایع موازی است. این باریکه با زاویه‌ی تابش i به سطح مایع می‌تابد. مساحت مقطع باریکه در مایع کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

(+۴, -۴)

(د) $\frac{ab}{n^2} \times \frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}$

(ه) $\frac{ab}{n}$

(و) abn

(الف) $\frac{ab}{n} \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}$

(ب) $ab \sqrt{\frac{1 - n^2 \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}$

(ج) $ab \sqrt{\frac{1 - \sin^2 i}{n^2 - \sin^2 i}}$

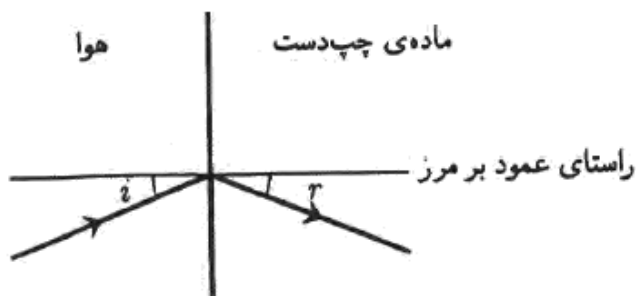
یک باریکه‌ی نور که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود، می‌شکند. پرتوی تابیده، پرتوی شکست، و خط عمود بر مرز مشترک دو محیط در محل برخورد، روی یک صفحه قرار دارند. اگر زاویه‌ی تابش، α ، و زاویه‌ی شکست، β ، خیلی کوچک باشد، $n = \frac{\alpha}{\beta}$. در این جا n ضریب شکست محیط ۲ نسبت به محیط ۱ است. ضریب شکست محیط ۱ نسبت به محیط ۲ هم $\frac{1}{n}$ است.

یک باریکه‌ی نور از هوا به یک تیغه‌ی شیشه‌ای (با سطوح موازی) می‌خورد، و از طرف دیگر تیغه بیرون می‌رود. کلفتی تیغه δ ، و ضریب شکست شیشه نسبت به هوا n است. زاویه‌ی باریکه در هوا با عمود بر تیغه α است، که α بسیار کوچک است. باریکه‌ای که از تیغه بیرون می‌رود، با باریکه‌ی اول موازی است اما نسبت به آن جابه‌جا شده است، یعنی فاصله‌ی خط‌های متناظر با این باریکه‌ها از هم D است. D چه قدر است؟

(+۳, -۱)

(الف) $\frac{(n-1)\alpha\delta}{n}$ (ب) $(n-1)\alpha\delta$ (ج) $(n-1)^2\alpha\delta$ (د) $\sqrt{\frac{n-1}{n}}\alpha\delta$

موادی ساخته اند که به آن‌ها چپ‌دست می‌گویند. ویژه‌گی این مواد این است که نور را در خلاف جهت مواد معمولی می‌شکنند.



یک ماده‌ی چپ‌دست در نظر بگیرید با این ویژه‌گی که برای باریکه‌ای که از هوا وارد آن می‌شود $n = r$. یک لایه از این ماده با کلفتی D در نظر بگیرید. یک نقطه‌ی نورانی به فاصله‌ی L از این لایه است. دو طرف این لایه هوا است. این لایه از این نقطه یک تصویر می‌سازد، یعنی باریکه‌هایی که از طرف دیگر این لایه (نسبت به نقطه‌ی نورانی) بیرون می‌روند، با خودشان با امتدادشان از یک نقطه می‌گذرند. کدام گزینه درست است؟

(۱-، ۵+)

(الف) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D است.

(ب) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L است.

(ج) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D است.

(د) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L است.

(ه) این تصویر مجازی است اگر $D < L$ ، و حقیقی است اگر $D > L$ ، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی D است.

(و) این تصویر مجازی است اگر $D < L$ ، و حقیقی است اگر $D > L$ ، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی L است.

پاسخنامه

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱		۱۱		۲۱	
۲		۱۲		۲۲	
۳		۱۳		۲۳	
۴		۱۴		۲۴	
۵		۱۵		۲۵	
۶		۱۶			
۷		۱۷			
۸		۱۸			
۹		۱۹			
۱۰		۲۰			