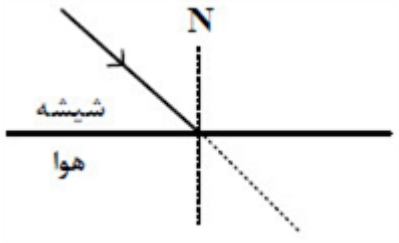
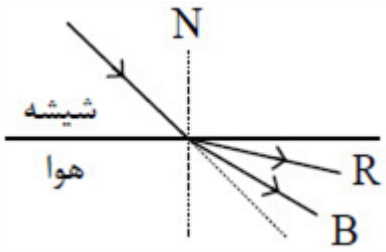
نام دبیر : مهدی باباخانی

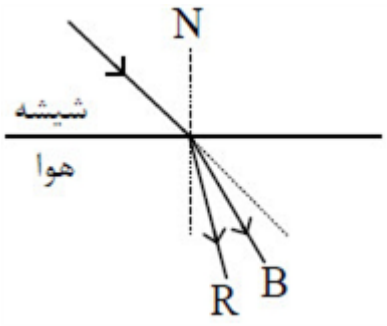
عنوان آزمون : شکست امواج

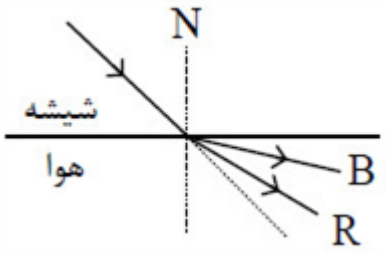
نام درس : فیزیک

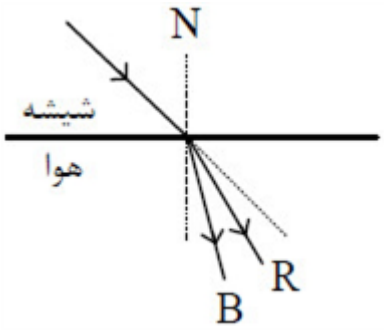
۱ مطابق شکل زیر، پرتو نوری شامل پرتوهای آبی B و قرمز R از شیشه وارد هوا می‌شود. کدام شکل زیر از نظر فیزیکی قابل قبول است؟



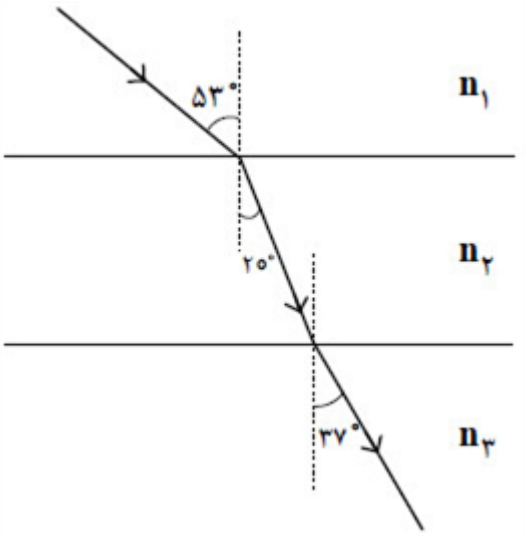
۱


۲


۳


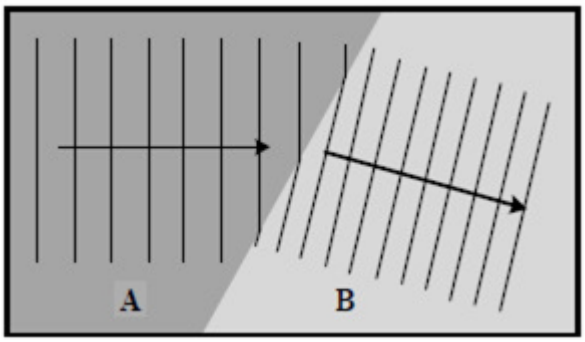
۴


۲ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط شفاف ۲ و سپس وارد محیط شفاف ۳ می‌شود. طول موج نور در محیط ۳، چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



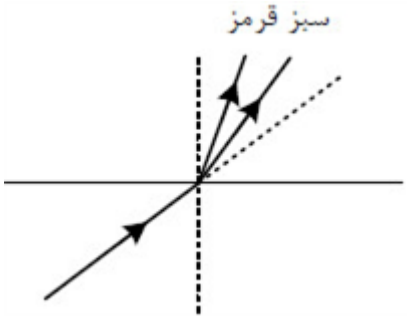
۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

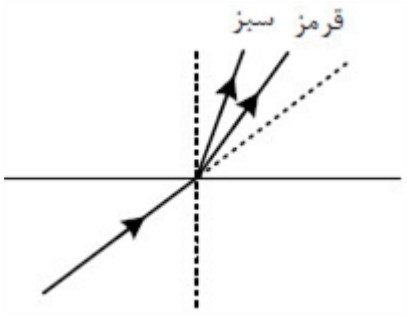
۳ شکل مقابل، جبهه‌های موج روی آب را نشان می‌دهد که ازناحیهٔ A وارد ناحیهٔ B می‌شود. به ترتیب، تندی انتشار موج و عمق آب در کدام ناحیه بیشتر است؟

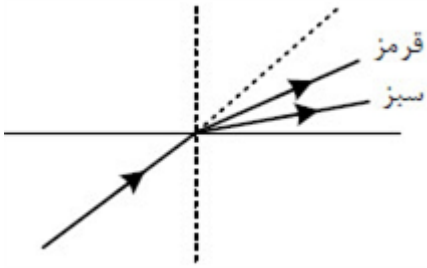


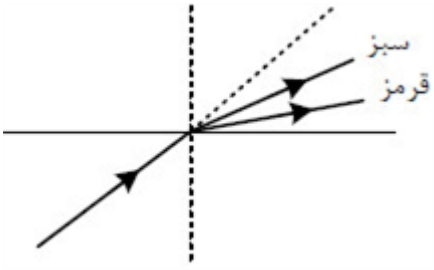
۱) A و B ۲) B و A ۳) A و A ۴) B و B

۴ پرتو فرودی که شامل نورهای قرمز و سبز است، از شیشه وارد هوای رقیق می‌شود. کدام شکل شکستی را نشان‌می دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۵ ضریب شکست مایعی $\frac{۵}{۴}$ و ضریب شکست شیشه $۱/۵$ است. اگر نوری به طور مایل از شیشه به مرز شیشه با مایع بتابد و وارد مایع شود، تندی انتشار نور چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

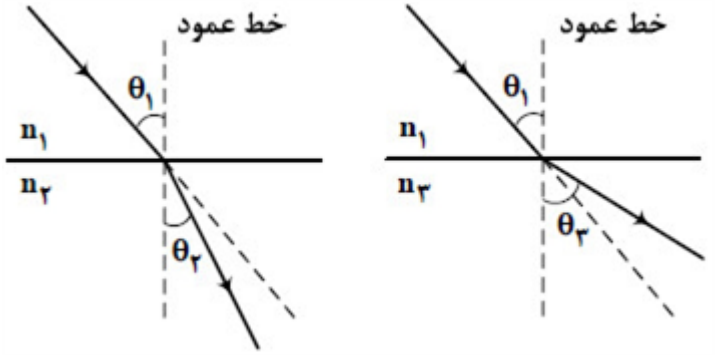
۶ نوری از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. کدام مشخصه موج بازتابیده و موج شکسته یافته و موج فرودی یکسان‌اند؟

۱) طول موج ۲) بسامد ۳) تندی انتشار ۴) شدت نور

۷ بسامد نوری در خلأ $۵ \times ۱۰^{۱۴}\,\mathrm{Hz}$ است و طول موج آن در مایعی $\frac{۹}{۲۰}\mu m$ است. ضریب شکست آن مایع چقدر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}\right)$

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

۸ کدام رابطه بین ضریب شکست سه محیط شفاف نشان داده شده در شکل زیر، درست است؟



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

۹ موج نور تک‌رنگی از هوا به سطح شیشه می‌تابد. بخشی از این موج، از سطح شیشه بازمی‌تابد و بخشی دیگر، شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. اگر تندی نور در هوا $\frac{۳}{۲}$ تندی نور در شیشه باشد، بسامد نور شکسته شده در شیشه، چند برابر بسامد نور بازتابیده است و همچنین طول موج نور شکسته شده، چند برابر طول موج نور بازتابیده است؟ (به‌ترتیب از راست به چپ)

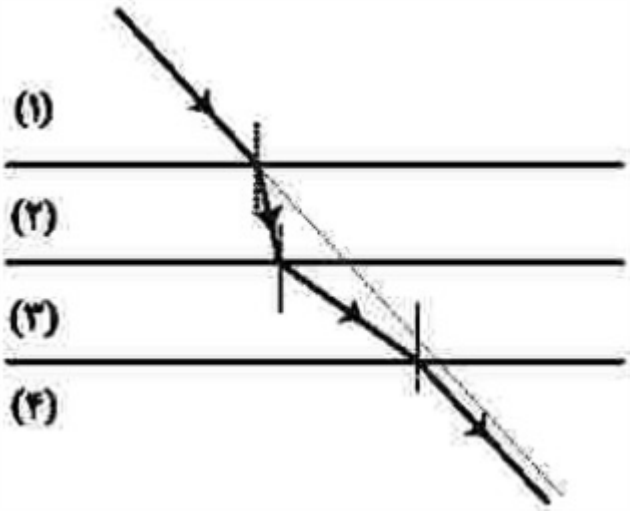
۱) $\frac{۲}{۳}$ و $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۱ و $\frac{۲}{۳}$ ۳) ۱ و $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$ و $\frac{۲}{۳}$

۱۰ در کدام موارد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟

الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون
ب) دستگاه سونار
پ) اجاق خورشیدی
ت) رادار دوپلری

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ب ۴) ب و ت

۱۱ در شکل مقابل، پرتو نور از محیط ۱ وارد محیط های‌شفاف ۲، ۳ و ۴ شده است. کدام رابطه برای سرعت نور در این محیط ها درست است؟(پرتو خروجی موازی باپرتو ورودی است.)



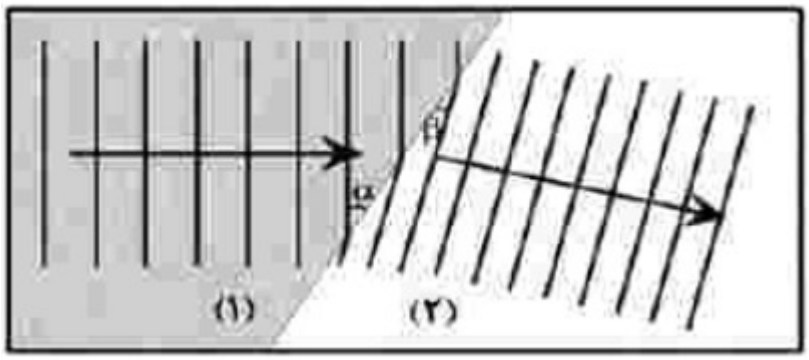
۱) $\frac{v_1}{v_3} = \frac{v_4}{v_2}$

۲) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_3}{v_4}$

۳) $v_2 < v_1 = v_4 < v_3$

۴) $v_3 < v_1 = v_4 < v_2$

۱۲ شکل زیر، ورود موج از محیط ۱ به ۲ را نشان می‌دهد. اگر $\alpha = 37^\circ$ و $\beta = 30^\circ$ باشد، نسبت سرعت انتشار موج در محیط ۱ به سرعت انتشار موج در محیط ۲ چقدر است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$



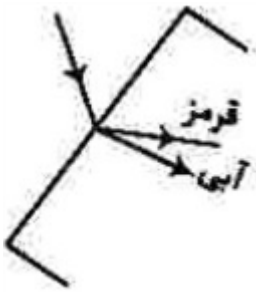
۱) $\frac{1/6\sqrt{3}}{3}$

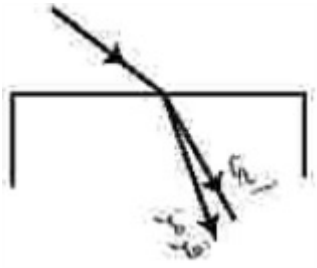
۲) $\frac{5}{6}$

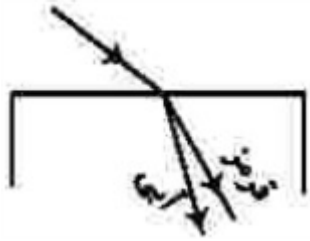
۳) $\frac{5\sqrt{3}}{8}$

۴) $\frac{6}{5}$

۱۳ در شکل‌های زیر، پرتو فرودی که شامل نورهای آبی و قرمز است، از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام شکل، شکستگی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

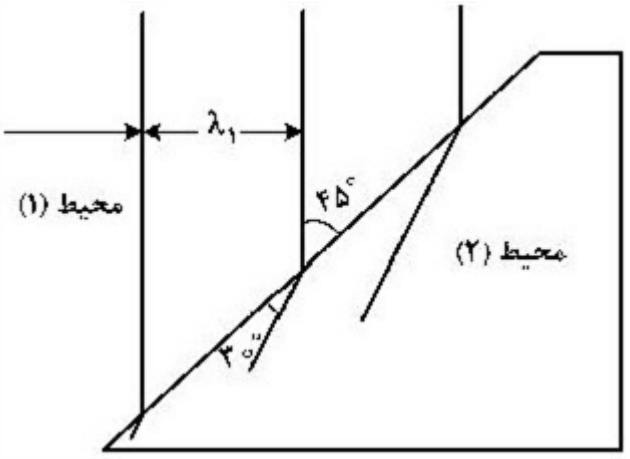
۱


۲


۳


۴


۱۴ شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهدکه از محیط ۱ وارد محیط ۲ شده است. تندی نور در محیط ۱ چند برابر تندی نور در محیط ۲ است؟



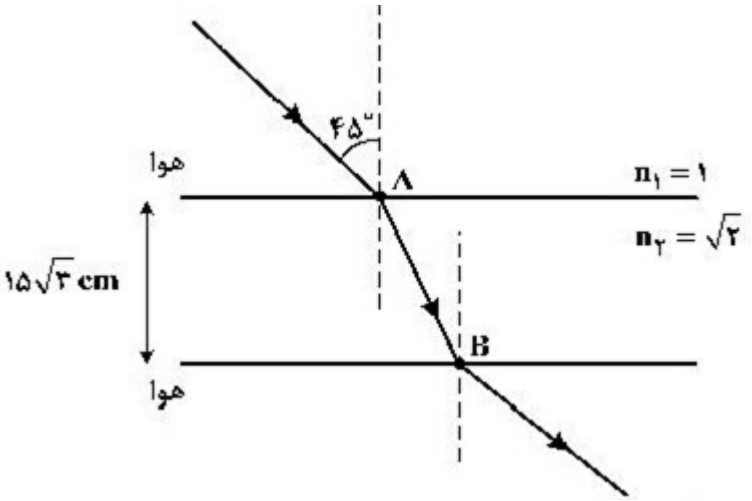
۱ $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۲ $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$

۳ $\sqrt{۲}$

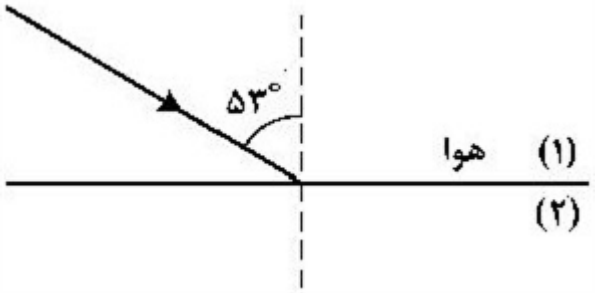
۴ ۲

۱۵ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله‌ی A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ $\left(e = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$



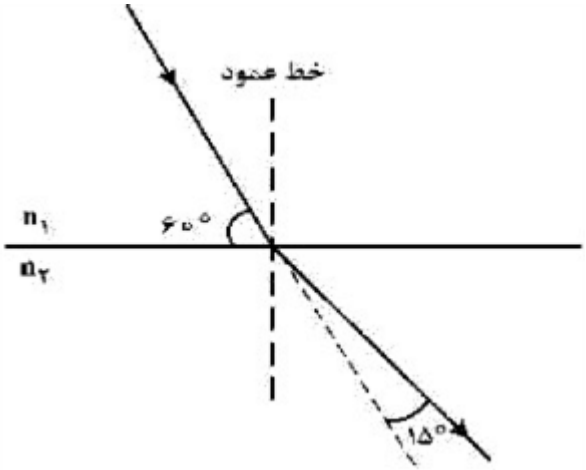
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۳

۱۶ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط ۲، ۱۶° از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم، $\frac{۱}{۸}\mu m$ از طول موج نور در هوا کم‌تر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ $\left(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, ۳ = \text{سرعت نور در هوا} \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$



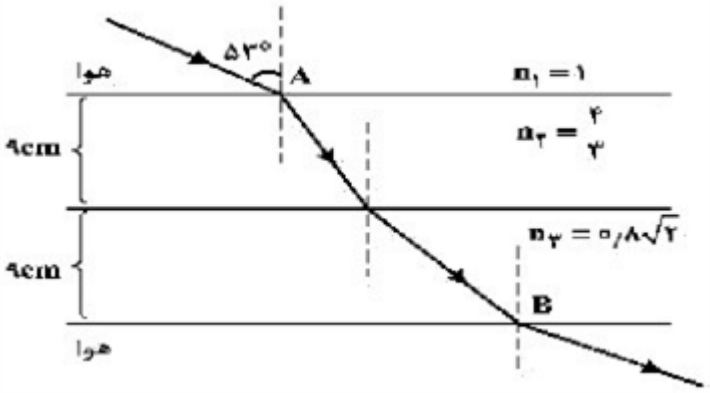
۱) ۶×۱۰^{۱۴} ۲) ۶×۱۰^{۱۵} ۳) $۸/۴ \times ۱۰^{۱۴}$ ۴) $۸/۴ \times ۱۰^{۱۵}$

۱۷ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود.طول موج نور در محیط ۲ چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است؟



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

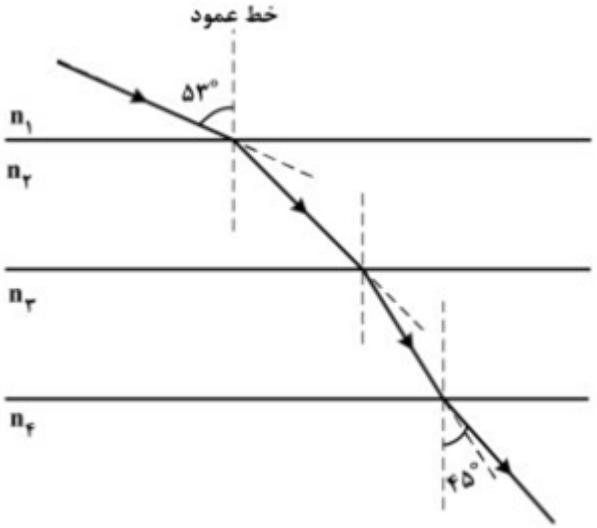
۱۸ پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط های شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله‌ی A تا B را در چند نانوثانیه طی می‌کند؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$، تندی نور در هوا $= ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)



۱) ۰/۶ ۲) ۹۶ ۳) ۹۸ ۴) ۹/۶

۱۹ مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط های‌شفاف دیگر می‌شود. اگر سرعت نور در محیط ۲، ۲۵ درصدکم تر از سرعت نور در محیط ۱ باشد و سرعت نور در محیط ۴۰،۴ درصد بیش‌تر از سرعت نور در محیط ۳ باشد، ضریب شکست محیط ۲ چند برابر ضریب شکست محیط ۳ است؟

$(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸ . \sin ۴۵^\circ = ۰/۷)$

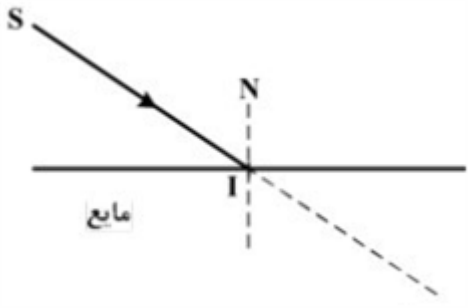


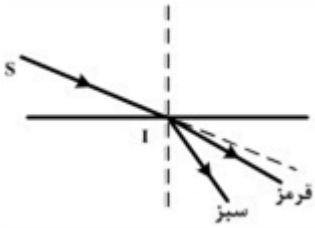
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

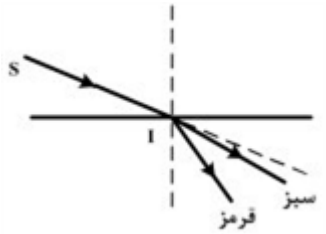
۲۰ سرعت نور در یک محیط شفاف نصف سرعت آن در هوا است. پرتو نوری با زاویه‌ی تابش ۳۰ درجه از این محیط به‌هوا می تابد. این پرتو، موقع ورود به هوا چند درجه از راستای اولیه منحرف می‌شود؟

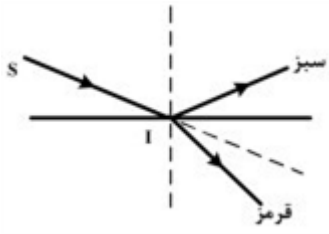
۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

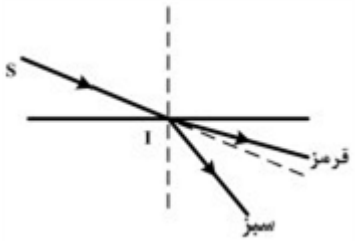
۲۱ در شکل زیر، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می‌شود. کدام‌یک‌از شکل های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟



۱


۲


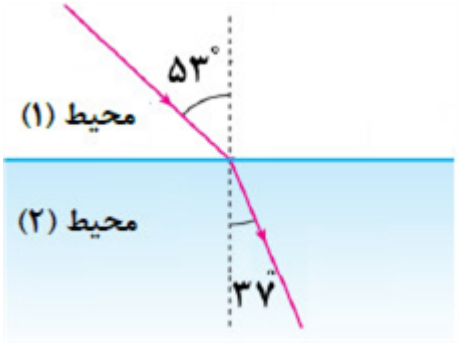
۳


۴


۲۲ پرتو نوری از هوا تحت زاویهٔ تابش ۵۳ درجه بر سطح یک محیط شفاف می‌تابد. قسمتی از آن بازتاب پیدا می‌کند و قسمتی نیز وارد محیط شفاف می‌شود. اگر پرتوهای بازتاب و شکست بر هم عمود باشند، ضریب شکست محیط شفاف کدام است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$

۱ $\frac{۴}{۳}$ ۲ $\frac{۳}{۲}$ ۳ $\frac{۱۶}{۹}$ ۴ $\frac{۹}{۴}$

۲۳ مطابقت شکل مقابل پرتو نوری از محیط ۱ با ضریب شکست $n_۱ = ۱/۲$ وارد محیط ۲ می‌شود.
الف) تندی پرتو نور در کدام محیط بیشتر است؟
ب) ضریب شکست محیط ۲ را محاسبه کنید.
$(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۲۴ با توجه به گزاره‌های زیر، کدام گزینه درست است؟
الف) در روزهای گرم به علت بالا رفتن دمای هوای نزدیک سطح زمین، چگالی و ضریب شکست آن کاهش می‌یابد.
ب) در پدیدهٔ سراب با پایین آمدن هر چه بیشتر پرتوهای نظیر جبهه‌های موج، تندی امواج کاهش می‌یابد.
ج) هر چه بسامد یک پرتو کم‌تر باشد، ضریب شکست محیط برای آن پرتو بیشتر است.
د) اگر نورهای زرد و بنفش از محیط ۱ وارد محیط ۲ شوند و $n_۲ > n_۱$ باشد، انحراف نور زرد از بنفش بیشتر است.

۱ الف و ج ۲ الف و ب ۳ ب و د ۴ فقط الف

۲۵) کدام گزینه در مورد پدیدهٔ سراب صحیح است؟

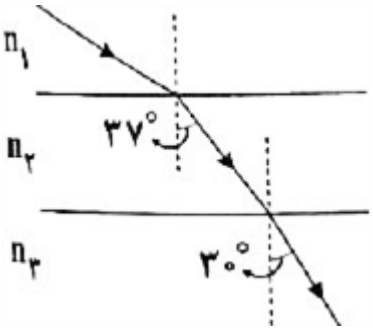
۱) با افزایش دما، چگالی هوا کاهش پیدا کرده و در نتیجه ضریب شکست لایه‌های هوای نزدیک به سطح زمین کم‌تر شده و تندی انتشار نور در نزدیکی سطح زمین بیشتر می‌شود.

۲) در این پدیده تندی ماواج نوری نزدیک به سطح زمین کم‌تر از لایه‌های بالاتر است.

۳) علت پدیدهٔ سراب، حرکت روی خط راست امواج نوری است.

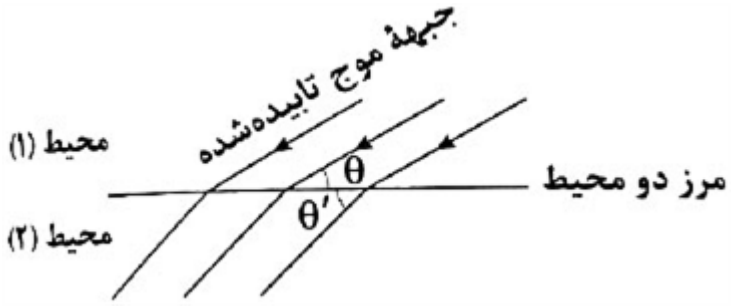
۴) هیچ‌کدام

۲۶) در شکل مقابل، سطح جدایی محیط های شفاف با هم موازی هستند. نور از هوا وارد محیط (۲) و سپس وارد محیط (۳) می‌شود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج در محیط (۳) است؟
$(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) $\frac{۸}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۸}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

۲۷) مطابق شکل مقابل، بعد از شکست موج در مرز جدایی دو محیط ، فاصلهٔ بین دو جبههٔ موج در محیط دوم نسبت به محیط اول چقدر است؟
$(\theta = ۳۰^\circ, \theta' = ۴۵^\circ)$



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

۲۸) ضریب شکست مایعی $\frac{۴}{۳}$ و ضریب شکست شیشه $۱/۵$ است. اگر نوری به طور مایل از شیشه به مایع بتابد و وارد مایع شود، تندی انتشار نور چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۸}{۹}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۹}{۸}$

۲۹) با توجه به گزاره‌های زیر، کدام‌یک از آن‌ها صحیح است؟
الف) اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب وارد قسمت نازک آن شود، طول موج آن کاهش می‌یابد.
ب) تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد.
ج) هنگام ورود موج روی سطح آب از قسمت عمیق به قسمت کم‌عمق، فاصلهٔ بین جبهه‌های موج کاهش می‌یابد.

۱) الف ۲) الف و ب ۳) ب و ج ۴) الف و ج

۳۰ اساس کار چه تعداد از دستگاه‌های زیر به درستی نوشته است؟

الف) میکروفون سهموی ⟵ بازتاب امواج مکانیکی (صوتی)

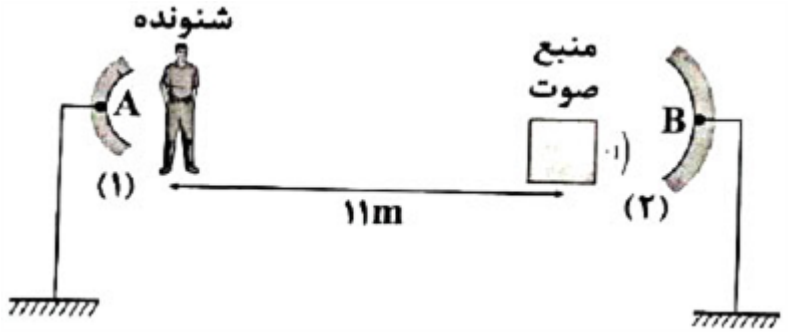
ب) دستگاه لیتوتریپسی ⟵ بازتاب امواج الکترومغناطیسی

ج) دستگاه اندازه‌گیری تندی شارش خون ⟵ مکان‌یابی پژواکی

د) رادار دوپلری ⟵ مکان‌یابی پژواکی با امواج الکترومغناطیسی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

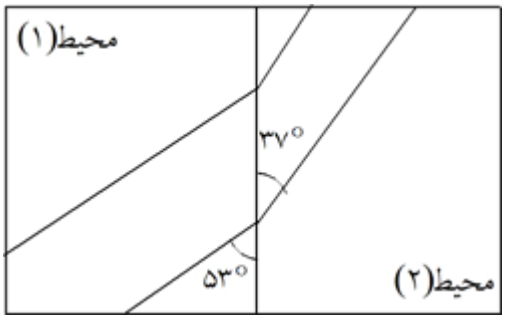
۳۱ با توجه به شکل زیر، دو سطح کاو (۱) و (۲) روبه‌روی هم قرار دارند. فاصلهٔ کانونی سطح کاو (۱)، $۲۵cm$ و فاصلهٔ کانونی سطح کاو (۲)، $۷۵cm$ است. اگر فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B برابر $۱۳m$ باشد، چشمهٔ صوت به چه شکل جابه‌جا شود تا شنونده بیشترین شدت صوت را حس کند؟ (شنونده در سطح کاو (۱) قرار دارد.)



۱) ۰/۵ متر به سمت راست ۲) ۰/۵ متر به سمت چپ

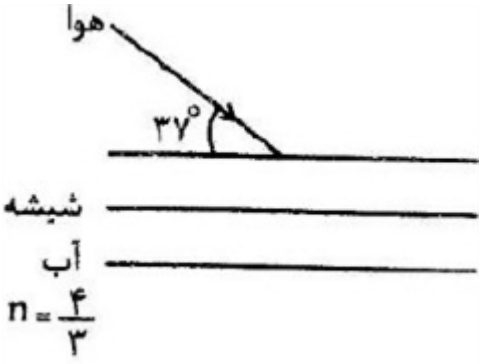
۳) ۱ متر به سمت راست ۴) ۱ متر به سمت چپ

۳۲ مطابق شکل جبهه‌های موج از محیط ۱ به محیط ۲ واردمی‌شود. سرعت انتشار موج چند درصد تغییر می‌یابد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



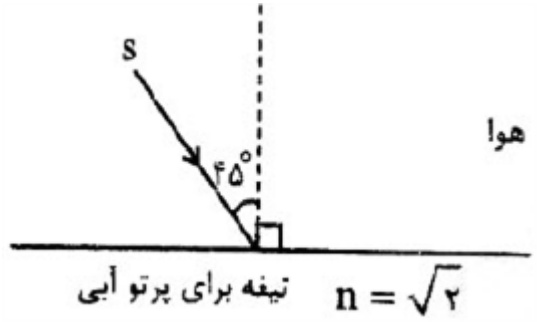
۱) ۳۳ درصد کاهش ۲) ۲۵ درصد کاهش ۳) ۲۵ درصد افزایش ۴) ۳۳ درصد افزایش

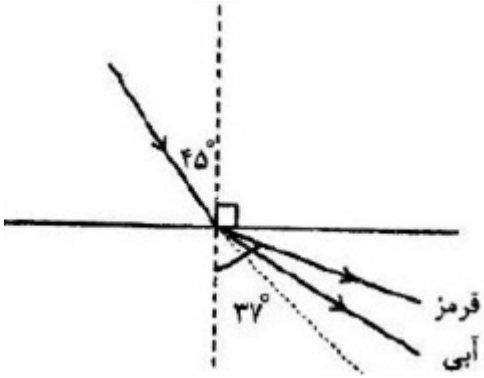
۳۳ مطابق شکل باریکه نوع تک‌رنگی ابتدا از هوا وارد شیشه و سپس وارد آب می‌شود. پرتو با چه زاویه‌ای وارد آب می‌شود؟ (مرز محیط ها با هم موازی‌اند.) $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

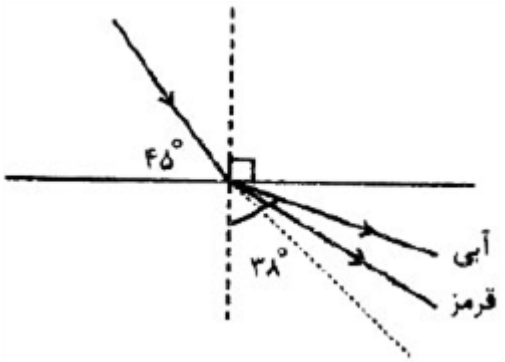


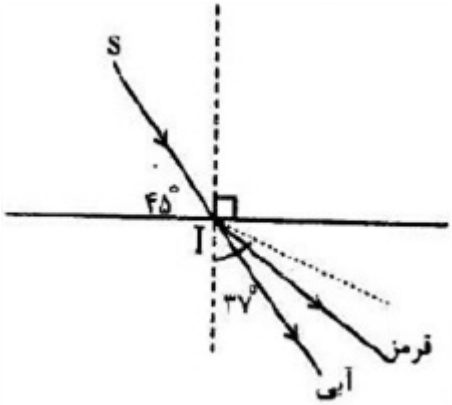
۱) ۵۳°
۲) ۳۷°
۳) ۳۰°
۴) باید ضریب شکست شیشه معلوم باشد.

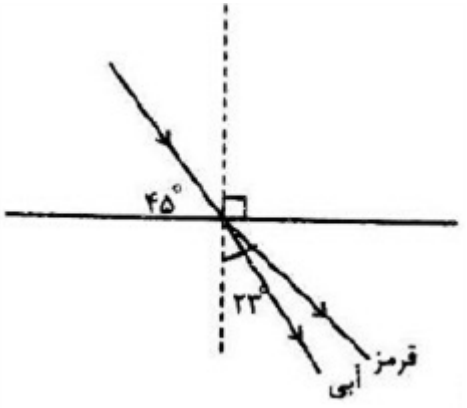
۳۴ پرتو فرودی SI شامل نورهای تک‌فام قرمز و آبی تحت زاویه تابش ۴۵° وارد یک تیغه شفاف می‌شود. اگر زاویه بین دو پرتوی شکست ۷° باشد، کدام‌یک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟



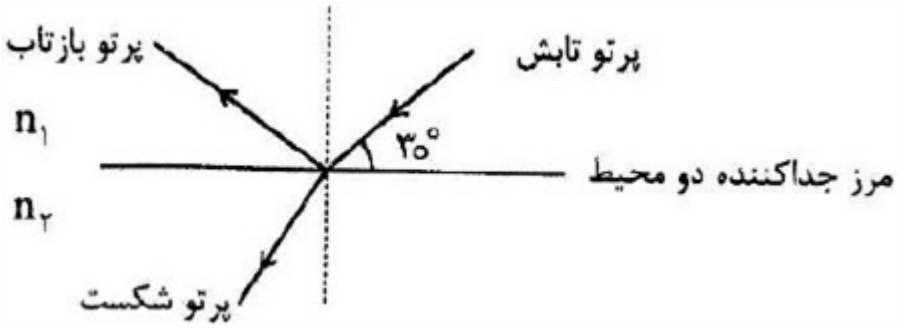
۱)


۲)


۳)


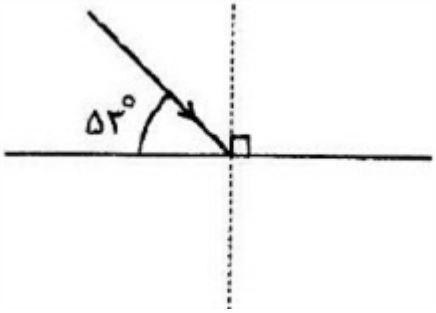
۴)


۳۵ مطابق شکل زیر، پرتو نور تک‌رنگ، از محیط ۱ به محیط ۲ می‌تابد. قسمتی از این پرتو بازتاب شده و قسمتی دیگر شکست یافته و وارد محیط ۲ می‌شود. اگر پرتو بازتاب بر پرتو شکست یافته عمود باشد، نسبت $n_۲$ به $n_۱$ کدام است؟ $\left(\sin ۳۰ = \cos ۶۰ = \frac{۱}{۲}\right)$



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

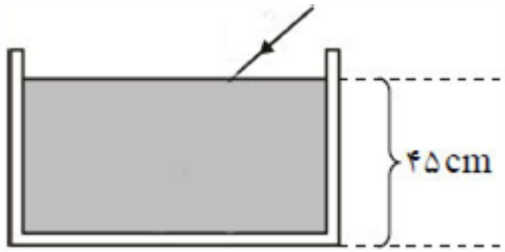
۳۶ مطابق شکل، پرتو نوری با طول موج $۰/۶\mu m$ از هوا وارد محیط شفافی می‌شود. اگر زاویه انحراف ۷° باشد، طول موج پرتو نور در محیط شفاف چند میکرومتر است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۷

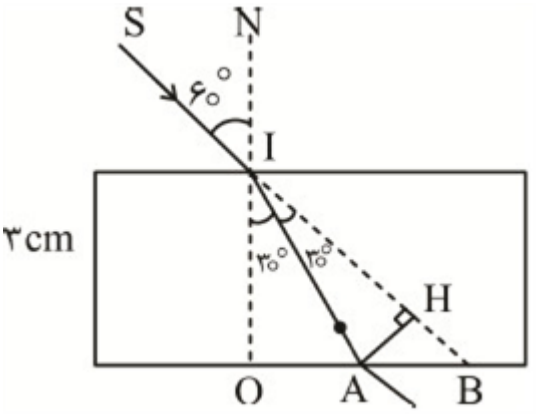
۳۷ در شکل مقابل، باریکه نوری متشکل از رنگ‌های قرمز و بنفش، تحت زاویهٔ ۳۷° نسبت به سطح مایع، به آن تابیده می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های قرمز و بنفش برابر $۰/۸\sqrt{۲}$ و $\frac{۴}{۳}$ باشد، این دو پرتو با چه اختلاف زمانی بر حسب نانو ثانیه به انتهای ظرف می‌رسند؟

$\left(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۴۵^\circ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)$



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

۳۸ در شکل مقابل، پرتو نور SI با زاویهٔ تابش ۶۰° درجه به سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت $۳cm$ می‌تابد و در نقطهٔ A از تیغه خارج می‌شود. در این مدت، میزان جابه‌جایی پرتو نسبت به راستای اولیه (خط عمود AH) چند سانتی‌متر بوده است؟ ($\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}$، ضریب شکست تیغهٔ شیشه‌ای $\sqrt{۳}$ بوده و IB امتداد SI می‌باشد.)

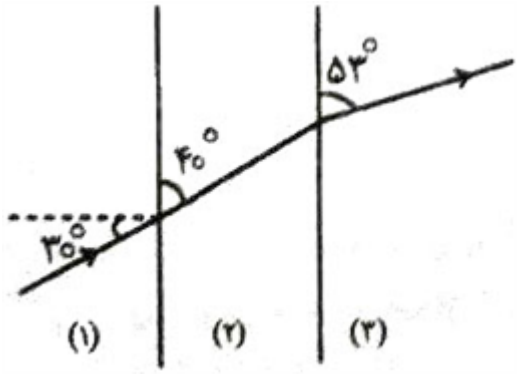


۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۳}$ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۳۹ شکل مقابل، موجی را نشان می‌دهد که از سه محیط متوالی با مرز مشترک موازی ۱، ۲ و ۳ عبور می‌کند. با توجه به شکل، طول موج و بسامد موج در ناحیهٔ ۳ به ترتیب از راست به چپ چند برابر طول موج و بسامد موج در ناحیهٔ ۱ است؟

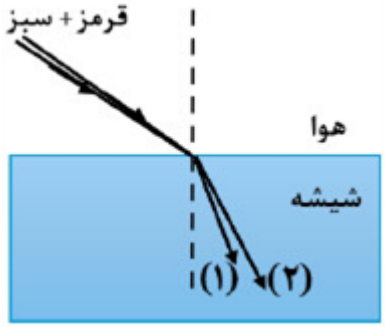
$\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}$

$\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$



۱) $۱, \frac{۶}{۵}$ ۲) $۱, \frac{۵}{۶}$ ۳) $\frac{۵}{۶}, \frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۶}{۵}, \frac{۵}{۶}$

۴۰ شکل روبه‌رو باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و سبز را نشان می‌دهدکه از هوا بر سطح تختی از شیشه می‌تابد. کدام یک از پرتوهای شکست ۱ یا۲ سبز است؟ چرا؟



۴۱ کدام‌یک از موارد زیر، درست است؟

الف) در روزهای گرم، هوای نزدیک سطح زمین، ضریب شکست کمتری نسبت به هوای دور از سطح زمین دارد.

ب) در دستگاه لیتوتریپسی، از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود.

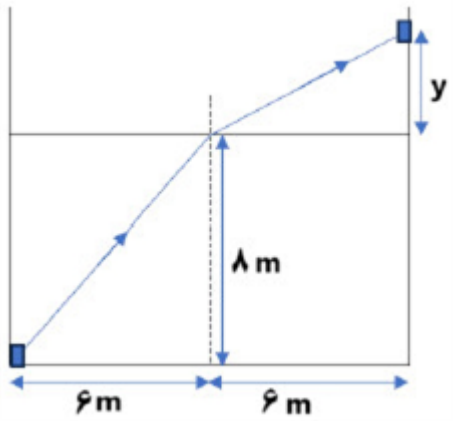
پ) قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی برقرار نیست.

ت) ضریب شکست آب برای نور نارنجی بیشتر از نور قرمز است.

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

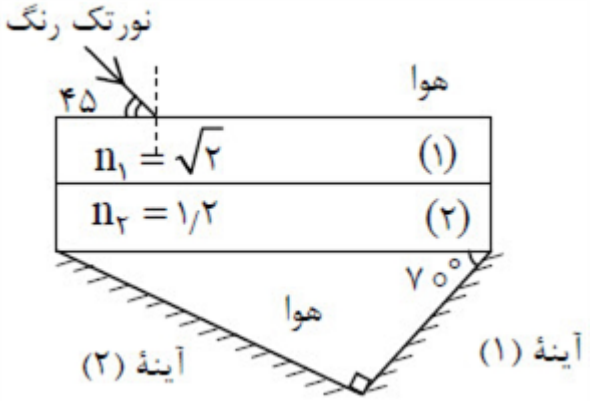
۴۲ برای کنترل عمق آب در یک استخر، باید وقتی سطح آب به $۸m$ می‌رسد، نور لیزر مطابق شکل به LDR بتابد و دستگاه هشداردهنده را فعال کند. LDR در چه فاصلهٔ عمودی از سطح آب باید بر روی دیوار نصب شود؟

$\left(n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}\right)$



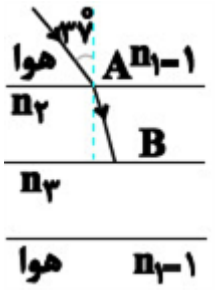
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

۴۳ مطابق شکل پرتو نور تک رنگی از هوا به سطح تیغهٔ‌متوازی‌السطوح ۱ می‌تابد و در نهایت پس از خروج از تیغهٔ‌متوازی السطوح ۲ به سطح آینهٔ تخت ۱ می‌تابد. زاویهٔ بازتاب‌این پرتو از سطح آینهٔ تخت ۲ کدام است؟



۱) ۱۵° ۲) ۲۵° ۳) ۵۰° ۴) ۶۵°

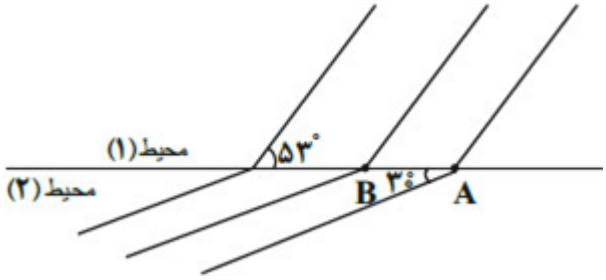
۴۴ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری از محیط هوا وارد محیط های شفاف دیگری می‌شود. اگر این پرتو نور فاصلهٔ AB را در مدت $۲ns$ طی کند، زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح جدایی دو محیط ۲ و ۳ می‌سازد، چند درجه است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و $\overline{AB} = ۵۰cm$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و $\sin ۴۵^\circ = ۰/۷$)



۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۳

۴۵ شکل مقابل جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شوند. اگر بسامد چشمهٔ این موج $۱۰Hz$ باشد، تندی موج در محیط ۱ ..... متر بر ثانیه ..... از تندی موج در محیط ۲ است.

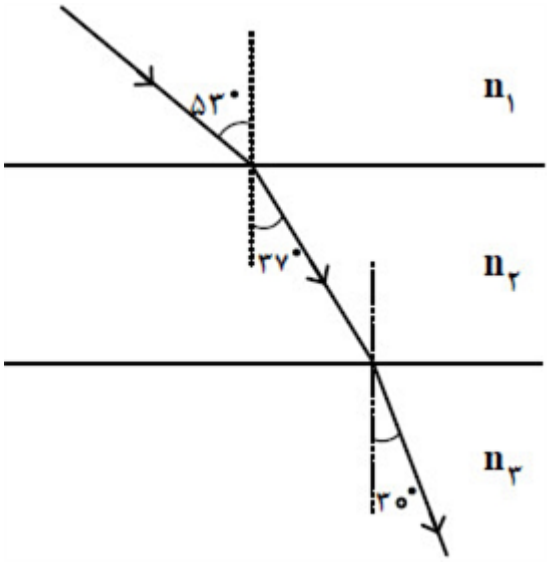
($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, \sin ۳۰^\circ = ۰/۵, \overline{AB} = ۲۰cm$)



۱) بیشتر ۰/۶ ، ۲) بیشتر ۰/۲ ، ۳) کمتر ۰/۶ ، ۴) کمتر ۰/۲

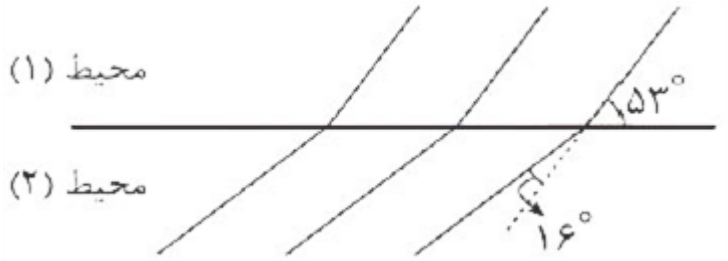
۴۶ در شکل مقابل، سطح جدایی محیط های شفاف با هم موازی‌اند. نور از هوا وارد محیط ۲ و سپس وارد محیط ۳ می‌شود. سرعت نور در محیط ۲ چند متر بر ثانیه از سرعت نور در محیط ۳ بیشتر است؟

($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)



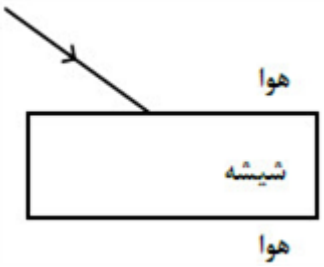
۱) $۱/۱۲۵ \times ۱۰^{۷}$ ۲) $۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۸}$ ۳) $۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}$ ۴) $۳/۷۵ \times ۱۰^{۷}$

۴۷ جبهه‌های موجی مطابق شکل از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود. در عبور موج از محیط ۱ به ۲ سرعت انتشار موج چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۲۵ درصد - افزایش ۲) ۲۵ درصد - کاهش ۳) ۷۵ درصد - کاهش ۴) ۷۵ درصد - افزایش

۴۸ پرتو نوری شامل نورهای آبی و قرمز مطابق شکل بر تیغهٔ شیشه‌ای متوازی‌السطوح‌می تابد. نوری که از طرف دیگر شیشه خارج می‌شود، چگونه است؟



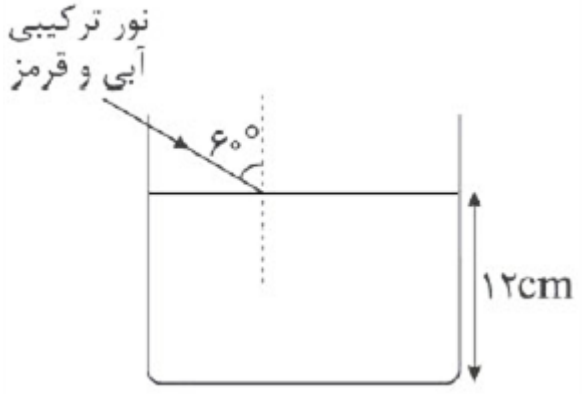
۱) پرتوها از هم جدا شده‌اند و در دو جهت متفاوت، منتشر می‌شوند.

۲) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در امتداد پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

۳) پرتوها از هم جدا شده‌اند و نزدیک هم در یک جهت منتشر می‌شوند.

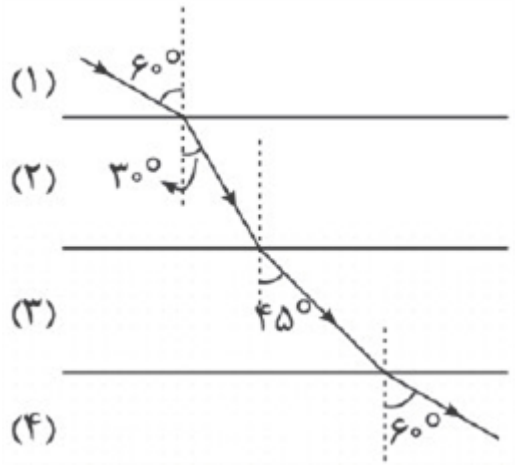
۴) پرتوها از هم جدا نشده‌اند و در جهت متفاوت با پرتو تابش، منتشر می‌شوند.

۴۹ در شکل زیر، باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی نور تک رنگ آبی و قرمز از هوا وارد مایع شفافی به عمق $۱۲cm$ می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های آبی و قرمز به ترتیب برابر $\frac{۱۷}{۱۲}$ و $\frac{۱۷}{۱۶}$ باشد، فاصلهٔ محل برخورد پرتوهای آبی و قرمز در کف ظرف حاوی مایع چند سانتی‌متر است؟
$(۱/۴ \simeq ۱/۷, \sqrt{۲} \simeq \sin ۵۳ = ۰/۸, \sin ۳۷ = ۰/۶, \sqrt{۳})$



۱) ۹ ۲) ۱۶ ۳) ۷ ۴) ۶

۵۰ پرتو نوری مطابق شکل، از محیط ۱ با زاویهٔ تابش ۶۰° به سطح جداکنندهٔ دو محیط برخورد کرده و پی در پی واحد محیط های دوم، سوم و چهارم می‌شود. اگر λ طول موج نور منتشر شده و v تندی انتشار نور در محیط باشد، مقادیر $\frac{v_۴}{v_۲}$ و $\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}$ به ترتیب کدام گزینه است؟

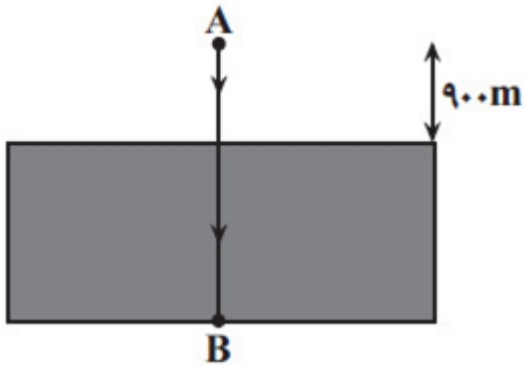


۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$
۲) $\sqrt{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$
۴) $\sqrt{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$

۵۱ نوری با زاویهٔ تابش ۶۰° از هوا وارد محیط شفافی می‌شود. اگر پرتو شکست و پرتو بازتابش بر هم عمود باشند. طول موج نور در محیط شفاف چند برابر طول موج نور در هوا است؟

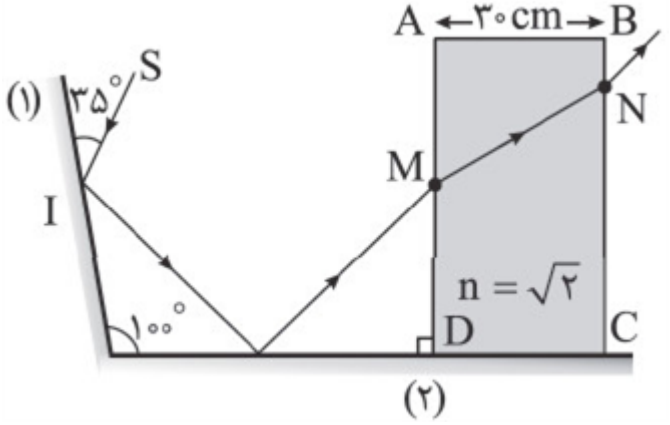
۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) $\sqrt{۲}$

۵۲ طول موج یک نور تک رنگ در هوا $\frac{۳}{۲}$ برابر طول موج آن در آب است. با توجه به شکل مقابل پرتو نوری از نقطهٔ A در هوا در راستای عمود بر سطح آب منتشر می‌شود و پس از مدت $۱۲\mu s$ به نقطهٔ B می‌رسد. عمق نقطهٔ B چند متر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) ۶۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۱۸۰۰
۴) ۲۴۰۰

۵۳ شکل مقابل مسیر نور در برخورد با دو آینهٔ متقاطع و عبور از تیغه متوازی‌السطوح به ضخامت $۳۰cm$ را نشان می‌دهد. زاویه پرتو خروجی از تیغه با سطح افقی ..... و فاصلهٔ MN برابر ..... سانتی‌متر است.



۱) ۴۰ ، ۳۰°　　۲) $۲۰\sqrt{۳}$ ، ۳۰°　　۳) ۴۰ ، ۴۵°　　۴) $۲۰\sqrt{۳}$ ، ۴۵°

۵۴ شکل زیر وضعیت چند جبههٔ موج متوالی را در سطح آب نشان می‌دهد. اگر بسامد موج و عمق آب در ناحیهٔ A به ترتیب f_A و D_A و در ناحیهٔ B، f_B و D_B باشد، کدام گزینه درست است؟

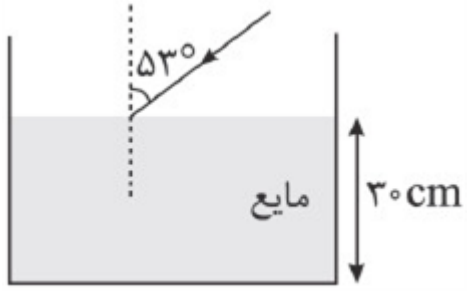


۱) $D_A < D_B ، f_B < f_A$　　۲) $D_A < D_B ، f_B = f_A$

۳) $D_A > D_B ، f_B < f_A$　　۴) $D_A > D_B ، f_B = f_A$

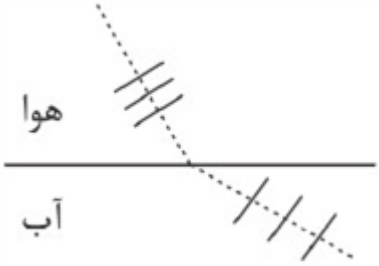
۵۵ در شکل مقابل، باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی نیلی و قرمز از هوا وارد مایع شفافی به عمق $۳۰cm$ می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های نیلی و قرمز برابر $\frac{۸}{۵}$ و $\frac{۸}{۷}$ باشد، فاصلهٔ پرتوهای قرمز رنگ و نیلی رنگ در کف ظرف حاوی مایع چند سانتی‌متر است؟

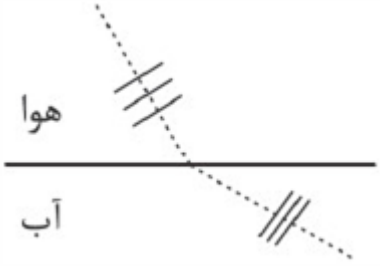
$(\sin ۵۳ = ۰/۸, \sqrt{۳} \simeq ۱/۷, \sqrt{۲} \simeq ۱/۴)$

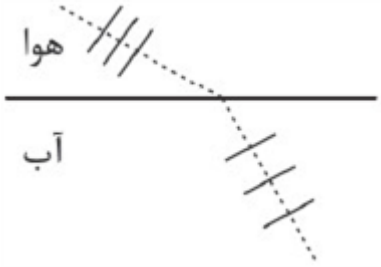


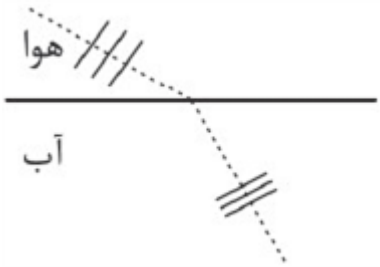
۱) ۱۰　　۲) ۱۷　　۳) ۱۵　　۴) ۱۳

۵۶ یک جبههٔ موج نور مرئی از هوا وارد آب می‌شود. کدام یک از شکل‌های زیر شکست این موج را در عبور از هوا به آب به درستی نشان می‌دهد؟

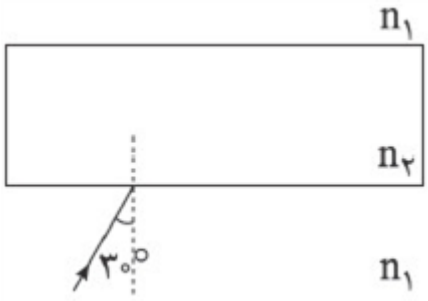
۱


۲


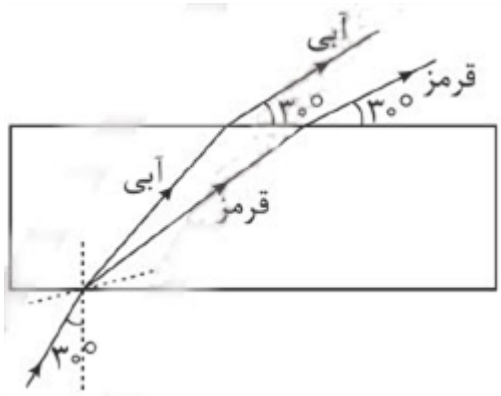
۳


۴


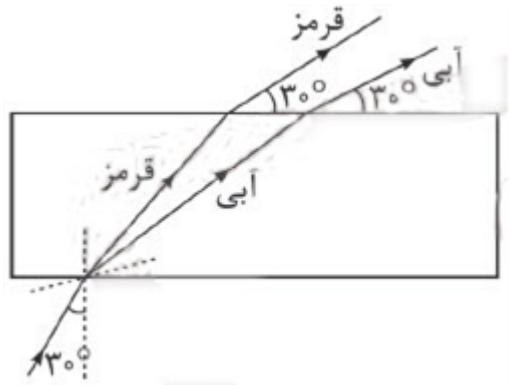
۵۷ پرتو نور ترکیبی مطابق شکل از یک محیط شفاف با ضریب شکست n_1به یک تیغهٔ شیشه‌ای با ضریب شکست n_2 که سطوح بالایی و پایینی آن موازیند، برخورد می‌کند و وارد محیط ۲ شده و در نهایت وارد همان محیط شفاف با ضریب شکست n_1می‌شود. اگر $n_2 < n_1$باشد، کدام گزینه، امتداد پرتوهای نورهای قرمز و آبی را درست نشان می‌دهد؟



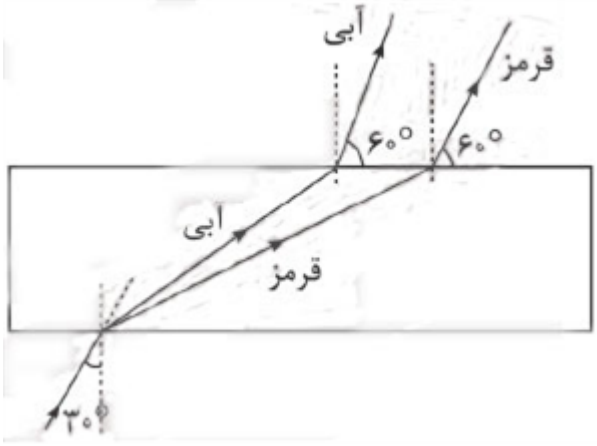
۱



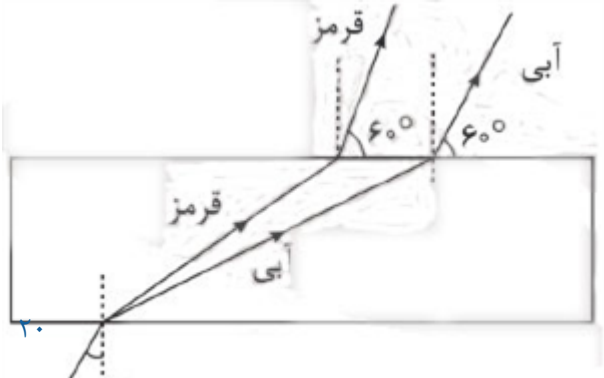
۲



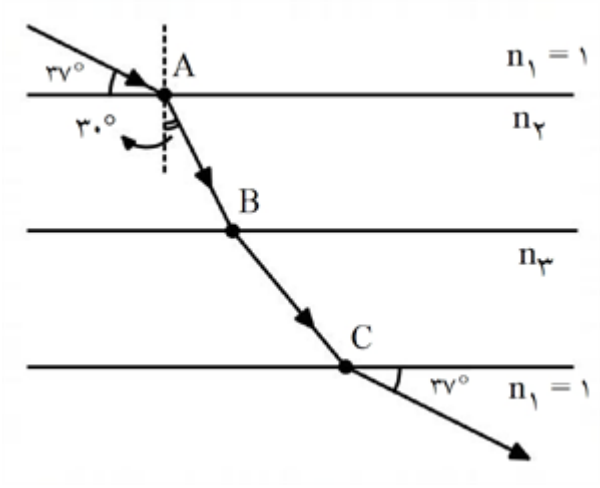
۳



۴

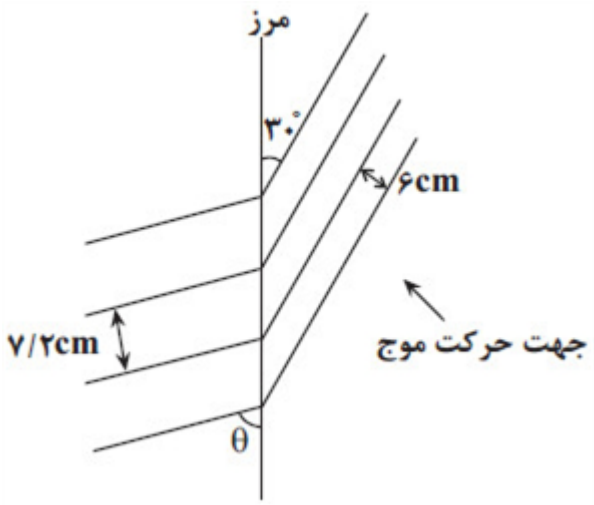


۵۸ در شکل روبه‌رو $AB = ۱۰ \Rightarrow m$ و $BC = ۶ \Rightarrow m$ است. اگر پرتوی نور تکفام مسیر ABC را در $۸۰ns$ طی کند، ضریب شکست محیط سوم $(n_۳)$ چقدر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) ۱/۲ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۱/۶ ۴) $\frac{۷}{۳}$

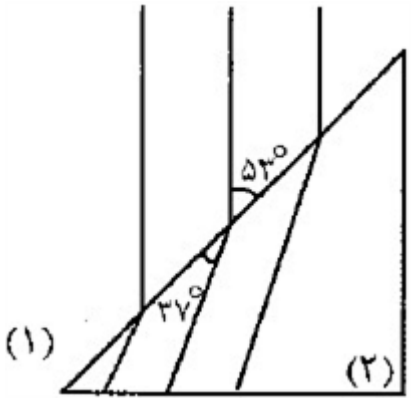
۵۹ شکل مقابل جبهه‌های موج تختی را نشان می‌دهد که از مرز دو محیط متفاوت عبور کرده‌اند. زاویهٔ θ چند درجه است؟ $(\cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$



۱) ۹۰ ۲) ۶۰ ۳) ۵۳ ۴) ۳۷

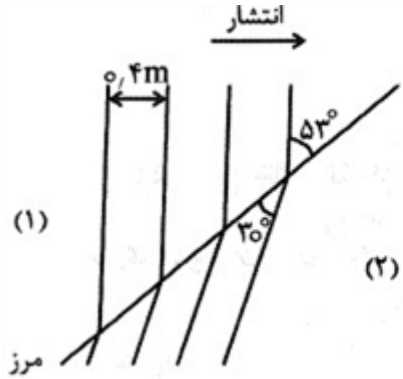
۶۰ شکل مقابل جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط ۱ وارد محیط ۲ شده است. تندی نور در محیط ۱ چند برابر تندی نور در محیط ۲ است؟

$(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



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

۶۱ شکل زیر طرحی از شکست موج در مرز دو محیط (۱) و (۲) را نشان می‌دهد. اگر بسامد موج ۲۲Hz باشد، تندی انتشار موج در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟



θ	۳۰°	۳۷°	۵۳°	۶۰°
sin θ	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۸	۰/۸۷

۱) ۵/۵۰ ۲) ۶/۸۰ ۳) ۹/۵۷ ۴) ۱۲/۷۶

۶۲ کدام گزینه معنی و شرح درستی از پاشندگی نور را بیان می‌کند؟

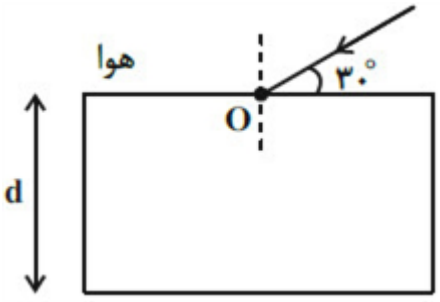
۱) وقتی باریکهٔ نور شامل پرتوهایی با طول موج یکسان باشد این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند.

۲) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور بتابد، هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته‌می شوند و ضریب شکست برای طول موج‌های کوتاه‌تر بیشتر است.

۳) وقتی باریکهٔ نور شامل پرتوهایی با طول مختلف باشد این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های یکسانی شکسته می‌شوند.

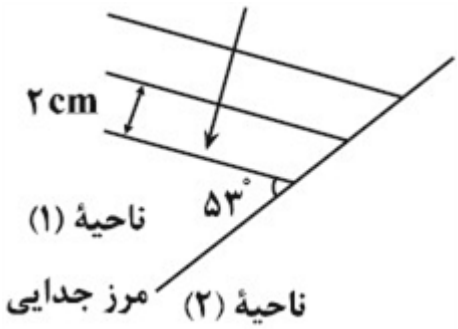
۴) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور بتابد هنگام عبور از مرز دو محیط ، ضریب شکست برای طول موج‌های بلندتر بیشتر است.

۶۳ تیغهٔ متوازی‌السطوحی به ضخامت d و ضریب شکست $\sqrt{۳}$ در هوا قرار دارد و پرتوی نوری مطابق شکل مقابل به آن می‌تابد. اگر نور در مدت $۵ns$ از تیغه عبور کند، d چند سانتی‌متر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$



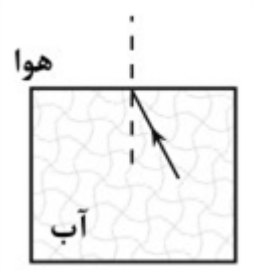
۱) ۶۰ ۲) ۷۵ ۳) ۴۵ ۴) ۳۰

۶۴ شکل روبه‌رو، جبهه‌های متوالی موج تخت داخل تشت موجی را نشان می‌دهد که از ناحیه ۱ وارد ناحیهٔ ۲ می‌شود. اگر تندی انتشار موج در ناحیهٔ ۱، ۶۰ درصد بیشتر از تندی انتشار موج در ناحیهٔ ۲ باشد، زاویهٔ شکست و طول موج در ناحیهٔ ۲ به‌ترتیب چقدر هستند؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

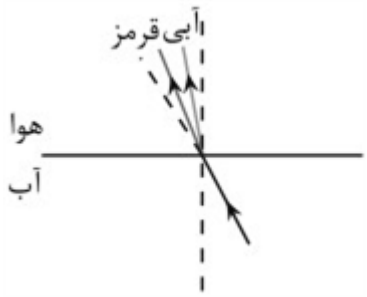


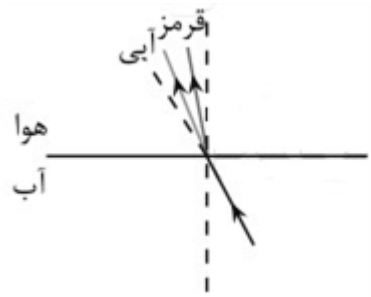
۱) $۱/۲cm، ۳۰^\circ$ ۲) $۱/۲۵cm، ۳۰^\circ$ ۳) $۱/۲cm، ۳۷^\circ$ ۴) $۱/۲۵cm، ۳۷^\circ$

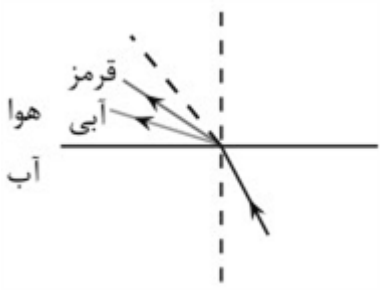
۶۵ پرتو نوری ترکیبی شامل نورهای قرمز و آبی از آب وارد هوا می‌شود.کدام گزینه مسیر عبور این دو پرتو را درست نشان می دهد؟



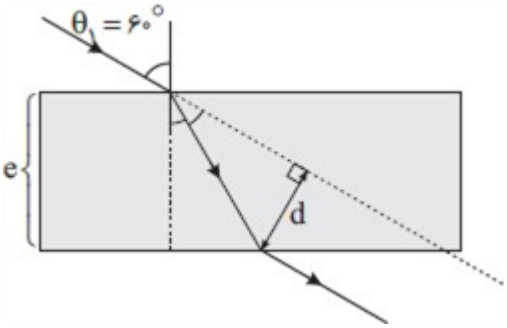
۱


۲


۳


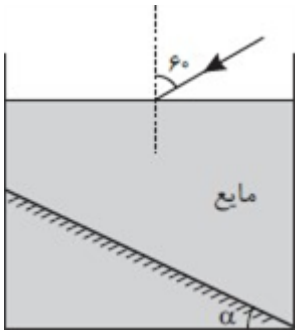
۴


۶۶ مطابق شکل تیغه‌ی‌متوازی‌السطوحی در هوا قرار دارد. اگر ضریب شکست آن $\sqrt{۳}$ و میزان جابه‌جایی پرتو در تیغه $d = ۱۰\,\text{cm}$ باشد، ضخامت تیغه (e) چند cm است؟



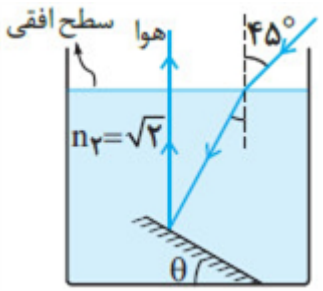
۱ ۱۰
۲ $۱۰\sqrt{۳}$
۳ ۲۰
۴ $۲۰\sqrt{۳}$

۶۷ در یک ظرف محتوی مایعی با ضریب شکست $n = \sqrt{۳}$ آینه‌ی‌تختی وجود دارد که با کف ظرف زاویه‌ی α ساخته است. پرتو نوری تحت زاویه‌ی‌تابش ۶۰ درجه از هوا به سطح مایع می‌تابد. α
چند درجه باشد تا پرتو پس از ورود به مایع روی خودش بازتاب شود؟



۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

۶۸ در شکل مقابل، با توجه به مسیر پرتو نور و بازتاب آن از روی آینهٔ تخت، زاویهٔ $(\hat{\theta})$ چند درجه است؟

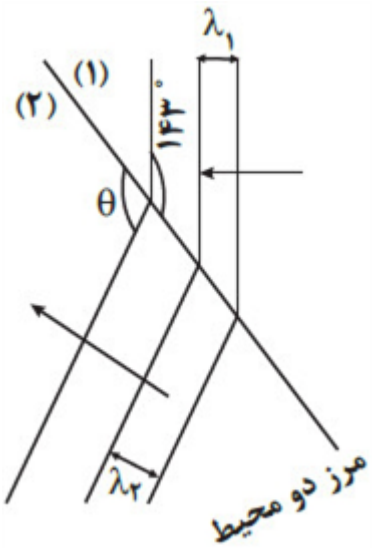


۱) ۱۵ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۳۰ ۴) ۴۵

۶۹ پرتو نوری از هوا تحت زاویهٔ تابش ۵۳ درجه بر سطح یک محیط شفاف می‌تابد، قسمتی از آن بازتابش پیدا می‌کند و قسمتی نیز وارد محیط شفاف می‌شود. اگر پرتوی بازتابیده و شکسته بر هم عمود باشند، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$

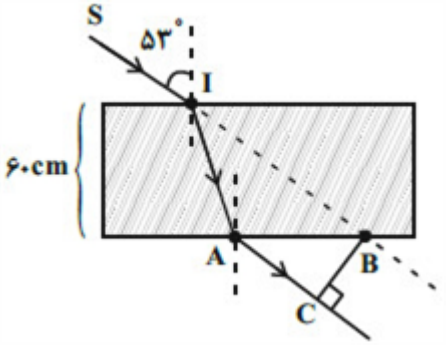
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

۷۰ مطابق شکل مقابل، جبهه‌های موج تختی روی سطح آب درون تشت، از محیط اول وارد محیط دوم با عمق متفاوت با محیط اول، می‌شود، اگر نسبت ضریب شکست دو محیط برابر $\frac{۴}{۳}$ باشد، زاویهٔ θ چند درجه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



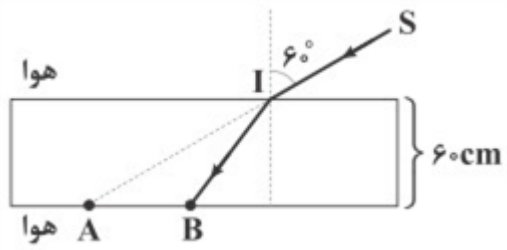
۱) ۱۴۳° ۲) ۱۲۷° ۳) ۱۵۰° ۴) ۱۳۴°

۷۱ در شکل مقابل، پرتوی SI با زاویهٔ 53°از هوا به یک تیغهٔ شفاف با ضریب شکست $\frac{4}{3}$ و ضخامت $60\,cm$ می‌تابد و در نقطهٔ A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای پرتوی SI در نقطه B از تیغه شفاف خارج شود، $\overline{BC}$ چند سانتی‌متر است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$



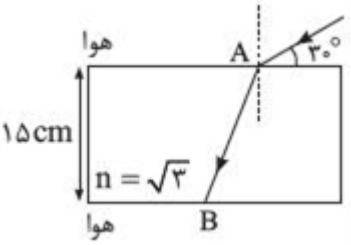
۱) ۴۵ ۲) ۲۱ ۳) ۵۵ ۴) ۳۵

۷۲ با توجه به شکل زیر، پرتو SI با زاویه‌ی تابش 60° از هوا به یک تیغه‌ی شفاف به ضخامت $60\,cm$ می‌تابد. فاصله‌ی AB چند سانتی‌متر است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6, \cos 37^\circ = 0/8, n_{هوا} = 1, n_{تیغه} = \frac{5\sqrt{3}}{6})$



۱) $60\sqrt{3} - 15$ ۲) $30\sqrt{3} - 45$ ۳) $60\sqrt{3} - 45$ ۴) $30\sqrt{3} - 15$

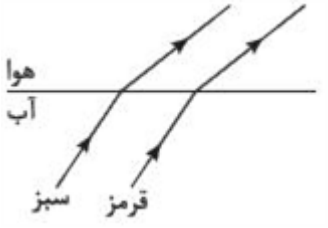
۷۳ مطابق شکل، پرتو نوری از هوا به محیط شفافی تابیده شده و شکست پیدا می‌کند. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانوثانیه طی می‌کند؟ $\left(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}\right)$

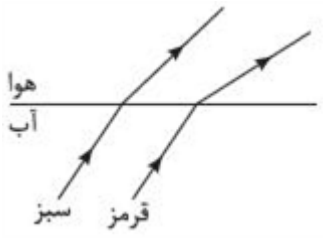


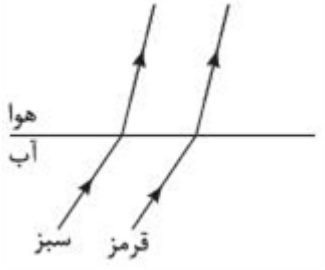
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{3}$ ۴) $2\sqrt{3}$

۷۴ دو پرتو نور تک‌رنگ موازی سبز و قرمز با زاویهٔ تابش یکسان به‌طور مایل از آب به سطح جدایی آب و هوا می‌تابد. در کدام گزینه مسیر پرتوهای شکست این دو پرتو به درستی نشان داده شده است؟

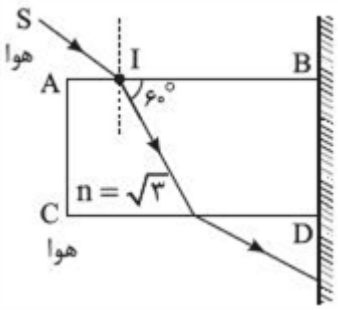
۱)


۲)


۳)


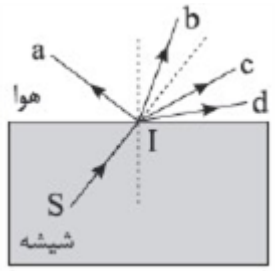
۴)


۷۵ مطابق شکل، پرتو SI به وجه AB یک تیغهٔ تخت می‌تابد و پس از خروج از تیغه به آینهٔ تخت قائم برخورد می‌کند. پرتو بازتابش از آینهٔ تخت نسبت به پرتو SI چند درجه منحرف می‌شود؟



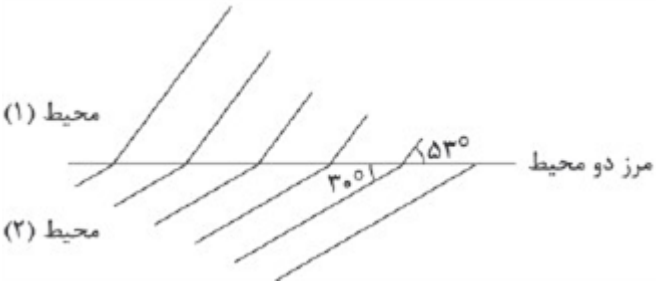
۱) ۶۰°
۲) ۱۲۰°
۳) ۱۵۰°
۴) ۹۰°

۷۶ در شکل روبه‌رو پرتو SI باریکه‌ای از نور مرئی شامل ۲ پرتوی قرمز و آبی است و از شیشه به هوا می‌تابد، کدام یک از پرتوهای خروجی از شیشه به ترتیب از راست به چپ پرتوی قرمز و پرتوی آبی هستند؟



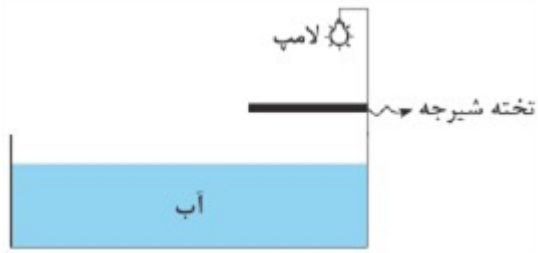
۱) a و b
۲) d و b
۳) c و d
۴) d و c

۷۷ در شکل روبه‌رو جبهه‌های موج نور مرئی عبوری از محیط (۱) به محیط (۲) رسم شده است. یکی از این دو محیط هوا است. ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ $\sin ۵۳ = ۰/۸$



۱) $\frac{۵}{۸}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) ۱/۶ ۴) ۲

۷۸ در شکل روبه‌رو درون استخر آب بوده و یک لامپ درست دربالای تخته ی شیرجه قرار دارد. اگر آب استخر به تدریج خالی شود،رفته رفته طول سایه‌ای که از تخته‌ی شیرجه در کف استخر ایجادمی شود، چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) ثابت می‌ماند.

۴) بسته به فاصله‌ی تخته از لامپ هر سه گزینه ممکن است.

۷۹ طول موج نوری در خلاء $\lambda = ۶۰۰nm$ است. اگر طول موج این نور در یک محیط شفاف، $۱۲۰nm$ با λ تفاوت داشته باشد، بسامد این نور در محیط شفاف برحسب هرتز و ضریب شکست محیط شفاف به‌ترتیب کدام است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

۱) $۱/۲،۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۲) $۱/۲۵،۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$

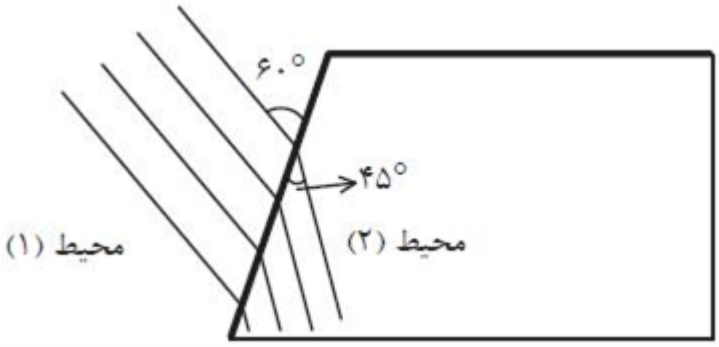
۳) $۱/۲،۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۴) $۱/۲۵،۵ \times ۱۰^{۱۴}$

۸۰ دسته‌ای پرتو از انواع امواج الکترومغناطیسی به صورت مایل از هوا وارد آب می‌شوند. کدام گزینه مقایسه‌ی بین میزان شکست انواع این امواج را به درستی نشان می‌دهد؟

۱) رادیویی > نور زرد > نور آبی > ایکس ۲) میکروموج > نور آبی > نور سبز > گاما

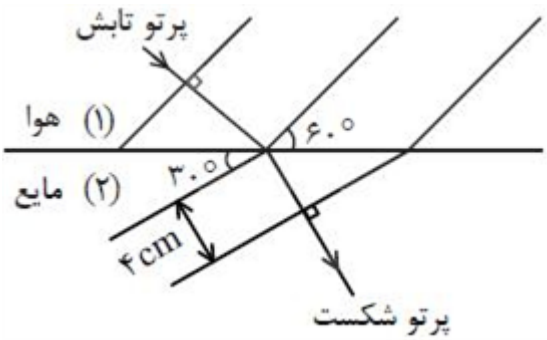
۳) رادیویی > نور زرد > نور آبی > ایکس ۴) میکروموج > نور آبی > نور سبز > گاما

۸۱ شکل زیر جبهه‌ای موجی را نشان می‌دهد که بر مرز محیط (۱) و محیط (۲) فرود می‌آیند. تندی انتشار موج در محیط (۲) چند برابر محیط (۱) است؟



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

۸۲ مطابق شکل، پرتو نوری از محیط (۱) هوا وارد محیط (۲) می‌شود، در این‌صورت طول موج نور محیط اول و ضریب شکست محیط دوم به‌ترتیب کدام است؟

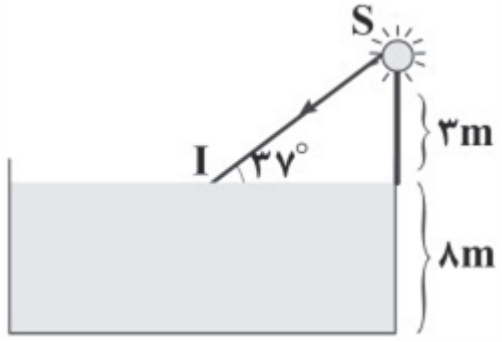


۱) $n_۲ = \sqrt{۳}, \lambda_۱ = \frac{۴\sqrt{۳}}{۳} cm$ ۲) $n_۲ = \sqrt{۳}, \lambda_۱ = ۴\sqrt{۳} cm$

۳) $n_۲ = \frac{\sqrt{۳}}{۳}, \lambda_۱ = ۳\sqrt{۳} cm$ ۴) $n_۲ = \frac{\sqrt{۳}}{۳}, \lambda_۱ = \frac{۴\sqrt{۳}}{۳} cm$

۸۳ مطابق شکل زیر، یک چراغ در بالای یک استخر نصب شده است.چند نانوثانیه طول می کشد تا پرتو SI از چراغ پس از گذشتن از هوا وآب به کف استخر برسد؟

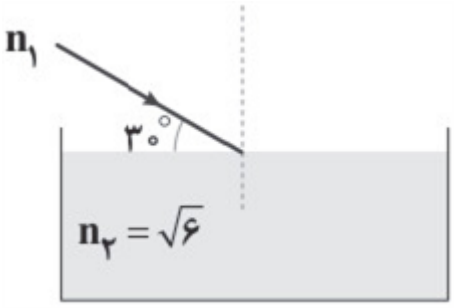
$\left(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}, c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) $\frac{۹}{۴۰}$ ۲) $\frac{۵۵}{۹۰}$ ۳) $\frac{۴۵}{۲}$ ۴) $\frac{۵۵۰}{۹}$

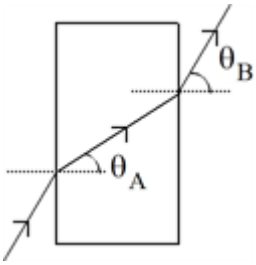
۸۴ در شکل زیر، پرتو نور تک رنگی از محیط شفافی با ضریب شکست $n_۱$ وارد محیط شفاف غلیظ تری با ضریب شکست $n_۲$ می‌شود. اگر پرتو شکست نسبت به پرتو تابش ۳۰° منحرف شود، $n_۱$ کدام است؟

$\left(\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}\right)$



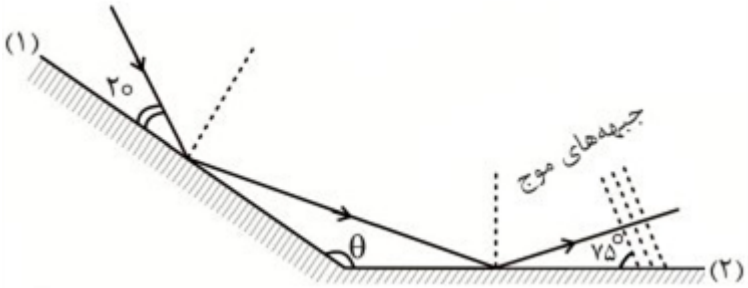
۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۳}$

۸۵ مطابق شکل روبه‌رو، پرتو نوری، از هوا به شیشه‌ای متوازی‌السطوح به ضریب شکست $\sqrt{۳}$ با زاویه تابش ۶۰° می‌تابد. با توجه به مسیر این پرتو، زاویه‌های θ_A و θ_B به‌ترتیب از راست به چپ برابر چند درجه‌اند؟



۱) ۶۰ ، ۶۰ ۲) ۳۰ ، ۶۰
۳) ۶۰ ،۳۰ ۴) ۳۰ ،۳۰

۸۶ مطابق شکل، پرتو نوری به دو آینه تخت که با یک‌دیگر زاویه θ می‌سازند، تابیده و از آن‌ها بازتاب می‌شود. زاویه میان پرتو بازتاب از آینه ۲ با پرتو تابیده شده به آینه ۱ چند درجه است؟

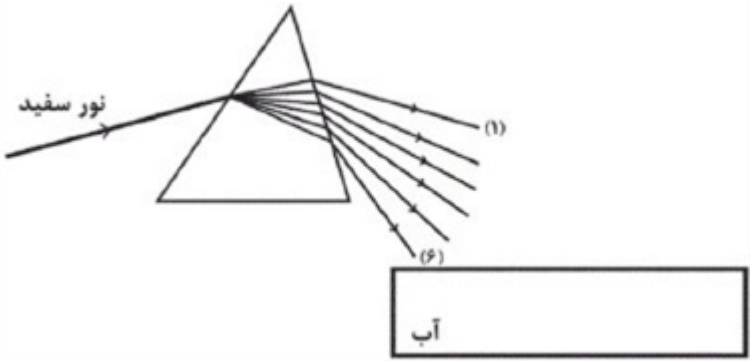


۱) ۹۵ ۲) ۱۴۵ ۳) ۱۷۰ ۴) ۷۰

۸۷ چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با شکست نور نادرست است؟
الف) با افزایش دما ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد.
ب) ضریب شکست پرتو قرمز در شیشه کم‌تر از ضریب شکست پرتو زرد در شیشه است.
ج) پدیده‌ی سراب به علت وابستگی ضریب شکست محیط به طول موج است.
د) هنگام عبور نور سفید از منشور، پرتوهای سبز، بیشتر از پرتوهای زرد از مسیر اولیه منحرف می‌شوند.

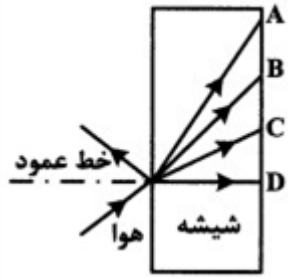
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۸ باریکه‌ای از نور سفید پس از عبور از یک‌منشور به ۶ رنگ پاشیده شده است. رنگ‌چهارم مربوط به نور ..... است و پس از عبور از محفظهٔ آب، بیشترین شکست مربوط‌به خط ..... است.



۱) سبز - ۱ ۲) زرد - ۱ ۳) سبز - ۶ ۴) زرد - ۶

۸۹ پرتو نور تک رنگی مطابق شکل روبه‌رو، از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام‌یک می‌تواند پرتو داخل شیشه باشد؟



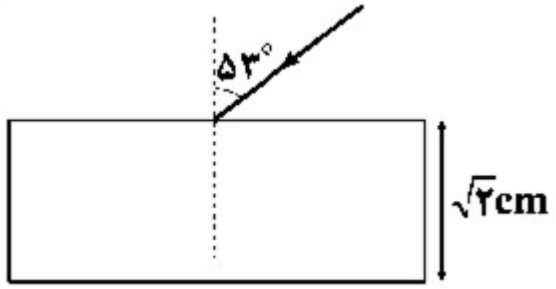
۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۹۰ وقتی جبهه‌های موج تخت یک موج صوتی از هوا وارد آب شوند، فاصله‌ی بین جبهه‌های موج متوالی ..... می‌یابد و پرتوی موج ..... خط عمود بر مرز بین دو محیط ..... می‌شود.

۱) افزایش - به - نزدیک ۲) کاهش - به - نزدیک ۳) کاهش - از - دور ۴) افزایش - از - دور

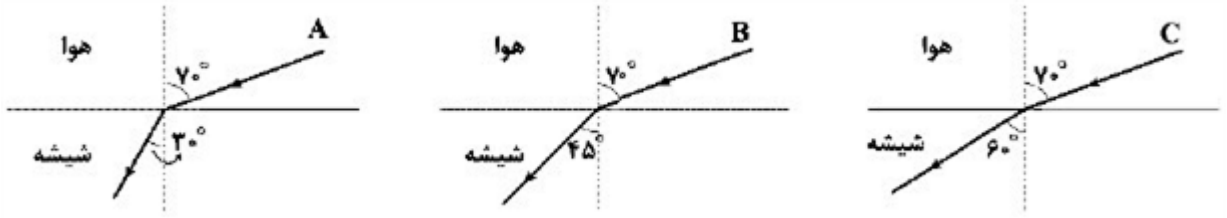
۹۱ مطابق شکل زیر، پرتوی نور تک‌رنگی از هوا به تیغه‌ی شیشه‌ای متوازی‌السطوحی به ضخامت $\sqrt{۲}cm$ می‌تابد. اگر سرعت نور در تیغه‌ی شیشه‌ای $\frac{۱۵\sqrt{۲}}{۸} \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ باشد، مدت زمانی‌که پرتوی نور در تیغه حضور داشته، چند نانوثانیه است؟

$\left(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$



۱) $\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵} \times ۱۰^{-۱۱}$ ۲) $\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵} \times ۱۰^{-۹}$ ۳) $\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵} \times ۱۰^{-۵}$ ۴) $\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵} \times ۱۰^{-۱}$

۹۲ مطابق شکل‌های زیر، سه پرتوی A ، B و C به سطح شیشه‌ای تابیده شده‌اند و مسیرشان درون شیشه تغییر کرده است. اگر آزمایش یانگ را با این سه پرتو انجام دهیم، رابطه‌ی بین پهنای هر نوار (w) سه پرتوی A، B و C در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟ (منبع تولیدی هر سه پرتو یکسان است.)



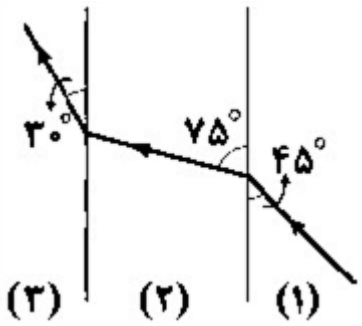
۱) $w_A = w_B = w_C$

۲) $w_A < w_B = w_C$

۳) $w_A < w_B < w_C$

۴) $w_A > w_B > w_C$

۹۳ موج تختی مطابق شکل زیر، از ۳ محیط با مرزهای موازی عبور می‌کند. اگر تندی انتشار موج در محیط ۱ برابر $۳۶\frac{m}{s}$ باشد، تندی انتشار آن در محیط ۳ چند متر بر ثانیه است؟



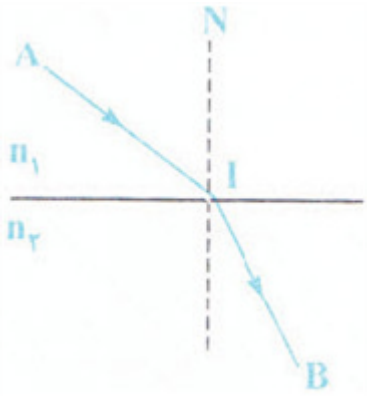
۱) $۳\sqrt{۶}$

۲) $۶\sqrt{۳}$

۳) $۱۸\sqrt{۶}$

۴) $۱۸\sqrt{۲}$

۹۴ در شکل روبه‌رو، پرتو نوری از نقطه‌ی A در محیطی به ضریب شکست $n_۱$به نقطه‌ی B در محیط دوم که ضریب شکست آن $n_۲$است، می‌رسد. اگر $\mathrm{AI} = \mathrm{IB} = L$بوده و تندی انتشار نور در محیط اول برابر $V_۱$ باشد، زمان رسیدن نور از A تا B کدام است؟



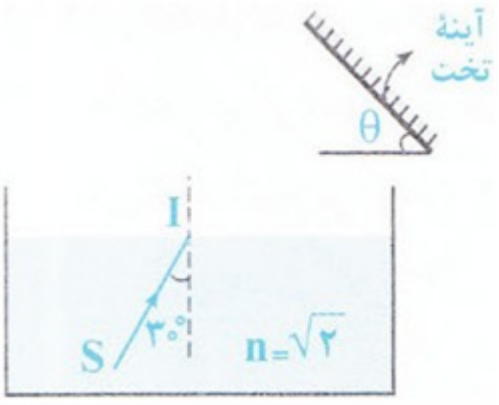
۱) $\frac{L}{V_۱}\left(۱ + \frac{n_۲}{n_۱}\right)$

۲) $\frac{L}{V_۱}\left(۱ + \frac{n_۱}{n_۲}\right)$

۳) $\frac{۲L}{V_۱}\left(۱ + \frac{n_۲}{n_۱}\right)$

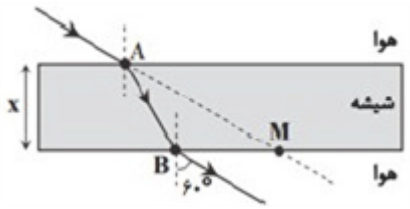
۴) $\frac{۲L}{V_۱}\left(۱ + \frac{n_۱}{n_۲}\right)$

۹۵ در شکل مقابل، زاویه‌ی θ چند درجه باشد تا پرتوی SI پس از وارد شدن به هوا، بر روی خودش بازگردد؟



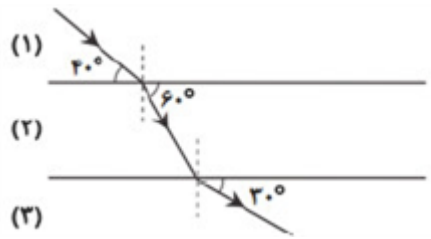
۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۵ ۴) ۱۵

۹۶ در شکل مقابل، اگر ضریب شکست شیشه $n = \sqrt{3}$ و مقدار جابه‌جایی پرتوی نور (فاصله‌ی BM) برابر ۸ میلی‌متر باشد، ضخامت تیغه‌ی شیشه‌ای متوازی‌السطوح (x) چند میلی‌متر است؟



۱) ۶ ۲) $۲\sqrt{۳}$
۳) $۴\sqrt{۳}$ ۴) ۱۲

۹۷ با توجه به مسیر پرتوی نور، در مورد تندی نور در محیط ها کدام گزینه درست‌است؟



۱) $V_۳ < V_۱ < V_۲$ ۲) $V_۳ > V_۱ > V_۲$ ۳) $V_۳ > V_۲ > V_۱$ ۴) $V_۳ < V_۲ < V_۱$

۹۸ پرتوی نوری از هوا به سطح یک تیغه‌ی شیشه‌ای می‌تابد و قسمتی از آن بازتاب پیدا می‌کند و قسمتی نیز با انحراف ۱۵ درجه وارد شیشه می‌شود. اگر زاویه‌ی بین پرتو بازتابش و پرتو شکست ۱۲۵ درجه باشد، زاویه‌ی شکست چنددرجه است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۵ ۴) ۴۵

۹۹ یک دسته اشعه‌ی تک‌رنگ با زاویه‌ی تابش i به منشوری می‌تابد و عمود بر وجه مقابل از آن خارج می‌شود. اگر زاویه‌ی رأس منشور ۳۰ درجه و ضریب شکست آن $\sqrt{۲}$ باشد، زاویه‌ی i چند درجه است؟

۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

۱۰۰ کدام پرتو در ورود از هوا به شیشه، کم‌تر منحرف می‌شود؟

۱) قرمز ۲) سبز ۳) آبی ۴) بنفش

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر دو از خط عمود دور می‌شوند.
پرتو آبی بیش‌تر منحرف می‌شود. $n_B > n_R \longleftarrow$

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳} = \frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{۳}{۴}$$

۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از غلیظ به رقیق ⟵از خط عمود دورتر ⟵(رد گزینه‌های ۱ و ۲)
ضریب شکست و انحراف نور سبز بیشتر از قرمز است. (رد گزینهٔ ۴)

۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\frac{۳}{۲}}{\frac{۵}{۴}} = \frac{۶}{۵}$$

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۹}{۲۰۴} \times ۱۰^{-۶} = \frac{v}{۵ \times ۱۰^{۱۴}} \Rightarrow v = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} \xrightarrow{v=\frac{C}{n}} n = \frac{۴}{۳}$$

۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در شکل سمت راست پرتوی ما پس از شکست از خط عمود شده $\Longleftarrow n_۱ > n_۳$
در شکل سمت چپ پرتوی ما پس از شکست به خط عمود نزدیک شده $\Longleftarrow n_۱ < n_۳$
$\Rightarrow n_۲ > n_۱ > n_۳$

۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد موج که با تغییر محیط تغییر نمی‌کند. (حذف گزینه‌های ۱ و ۴) و برای طول موج داریم:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{V} \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{در شیشه}}}{\lambda_{\text{در هوا}}} = \frac{V_{\text{در شیشه}}}{V_{\text{در هوا}}} = \frac{۲}{۳}$$

۱۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (اندازه‌گیری تندی شارش خون و دستگاه سونار)

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\theta_۳ > \theta_۴ = \theta_۱ > \theta_۲$$
$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{V_۱}{V_۲} \Rightarrow V_۳ > V_۴ = V_۱ > V_۲$$

۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به فرمول ضریب شکست نور داریم:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۳۰} = \frac{۶}{۵}$$

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی نور از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌شود، به خط عمود بر مرز دو محیط نزدیک‌می شود. از طرفی هر چه طول موج نور کمتر باشد ضریب شکست بردی آن نور، کمتر می‌شود.

$$\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۲}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۴

۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\Rightarrow ۱\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}\times\sin\theta_۲\Rightarrow\theta_۲=۳۰^\circ$$

$$\cos ۳۰=\frac{۱۵\sqrt{۲}}{AB}\Rightarrow AB=۳۰cm$$

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{V_۲}{۳\times ۱۰^۸}=\frac{۱}{\sqrt{۲}}\Rightarrow V_۲=\frac{۳}{\sqrt{۲}}\times ۱۰^۸$$

$$\Delta x=V.\Delta t\Rightarrow AB=\frac{۳}{\sqrt{۲}}\times ۱۰^۸\times\Delta t\Rightarrow\Delta t=\sqrt{۲}\times ۱۰^{-۹}=\sqrt{۲}ns$$

۱۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{۳}{۴}$$

$$\begin{cases}\lambda_۱-\lambda_۲=\frac{۱}{۸}\times ۱۰^{-۶}\\ \lambda_۲=\frac{۳}{۴}\lambda_۱\end{cases}\Rightarrow\lambda_۱=\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۶}m$$

$$f=\frac{c}{\lambda}\Rightarrow f=\frac{۳\times ۱۰^۸}{\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۶}}=۶\times ۱۰^{۱۴}Hz$$

۱۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی تابش برابر با $\theta_۱=۹۰-۶۰=۳۰^\circ$است.
زاویه‌ی شکست برابر با $\theta_۲=۳۰+۱۵=۴۵^\circ$است.

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۲}$$

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{matrix}n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\\ ۱\times\sin ۵۳=\frac{۴}{۳}\sin\theta_۲\end{matrix}\right\}\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

$$\left.\begin{matrix}n_۱\sin\theta_۱=n_۳\sin\theta_۳\\ ۱\times\sin ۵۳=۰/۸\sqrt{۲}\sin\theta_۳\end{matrix}\right\}\Rightarrow\theta_۳=۴۵^\circ$$

$$\Delta t_۱=\frac{d}{v}=\frac{d}{\frac{c}{n}}=\frac{۱۱/۲۵\times ۱۰^{-۲}}{\frac{۳\times ۱۰^۸}{\frac{۴}{۳}}}=۵۰ns$$

$$\Delta t_۲=\frac{d}{v}=\frac{d}{\frac{c}{n}}=\frac{۱۲/۷۲\times ۱۰^{-۲}}{\frac{۳\times ۱۰^۸}{\sqrt{}}}=۴۸ns$$

$$\Rightarrow\Delta t=\Delta t_۱+\Delta t_۲=۵۰+۴۸=۹۸ns$$

$۰/۸\sqrt{۲}$

۱۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{n_۱}{n_۴}=\frac{n_۱}{n_۲}\times\frac{n_۲}{n_۳}\times\frac{n_۳}{n_۴}\Rightarrow n_۱\sin ۵۳^\circ=n_۴\sin ۴۵^\circ\Rightarrow\frac{n_۱}{n_۴}=\frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{v_۲}{v_۱}\times\frac{n_۲}{n_۳}\times\frac{v_۴}{v_۳}$$

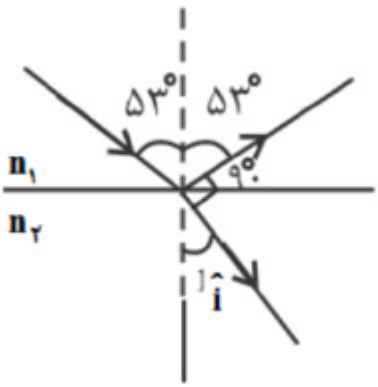
$$\Rightarrow\frac{۰/۷}{۰/۸}=\frac{۰/۷۵v_۱}{v_۱}\times\frac{n_۲}{n_۳}\times\frac{۱/۴v_۳}{v_۳}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{۱۰}{۱۲}=\frac{۵}{۶}$$

۲۰ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$n=\frac{c}{v}=۲\ ,\ \frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{\frac{۱}{۲}}{\sin r}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\sin r=۱\Rightarrow r=۹۰^\circ\Rightarrow D=۶۰^\circ$$

۲۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پرتوها به خط عمود نزدیک می‌شوند ولی ضریب شکست برای نور سبز با داشتن طول‌موج کم تر، بیش‌تر است پس بیش‌تر به خط عمود نزدیک می‌شود.

۲۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



$$\hat{r}=۱۸۰^\circ-\hat{i}-۹۰^\circ\Rightarrow\hat{r}=۹۰-\hat{i}\Rightarrow\sin\hat{r}=\cos\hat{i}$$

$$\frac{\sin\hat{i}}{\sin\hat{r}}=\frac{n_۲}{n_۱}\xrightarrow[n_۲=n]{n_۱=۱}\frac{\sin\hat{i}}{\cos\hat{i}}=n\Rightarrow\tan\hat{i}=n$$

$$\Rightarrow\tan ۵۳^\circ=n\Rightarrow n=\frac{۴}{۳}$$

۲۳ الف) محیط ۱

ب) $n_۲=۱/۶$ یا $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۱/۲}{n_۲}\Rightarrow n_۲=۱/۶$ $\quad n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲$

۲۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در پدیدهٔ سراب چون هوای نزدیک سطح زمین بسیار داغ است، چگالی هوا کاهش و ضریب شکست کاهش می‌یابد و در نتیجه پرتوها با تندی بیشتری حرکت می‌کنند، پس عبارت الف صحیح و عبارت ب نادرست است. ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد؛ پس از آنجایی که طول موج با بسامد رابطهٔ عکس دارد با افزایش بسامد، طول موج کاهش می‌یابد و ضریب شکست بیشتر خواهد شد. بنابراین عبارت ج نادرست است و از آن‌جایی که طول موج نور بنفش کم‌تر از زرد است، شکست آن بیشتر خواهد بود. در نتیجه فقط عبارت الف صحیح است.

۲۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. علت رخ دادن پدیدهٔ سراب شکست امواج نوری است. وقتی امواج نوری از لایه‌های بالا به سمت پایین حرکت می‌کنند، تندی امواج افزایش می‌یابد در نتیجه ضریب شکست کم‌تر خواهد شد.

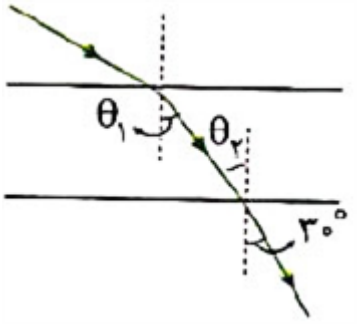
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که یک پرتو از محیطی وارد محیط دیگر می‌شود و می‌خواهد از آن خارج شود، زاویهٔ شکست با زاویهٔ تابش آن برابر است. در نتیجه $\theta_۱ = \theta_۲$برقرار است.

۲۶

$$\theta_۱ = \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

حال خواهیم داشت:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۳} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۳} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\frac{۶}{۱۰}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۱۲}{۱۰} = \frac{۶}{۵}$$



۲۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در تغییر محیط انتشار، همواره بسامد نیز ثابت است، در نتیجه داریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۲}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{v_{\text{مایع}}}{v_{\text{شیشه}}} = \frac{n_{\text{شیشه}}}{n_{\text{مایع}}} = \frac{۱/۵}{\frac{۴}{۳}} = \frac{\frac{۳}{۲}}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۹}{۸}$$

۲۸

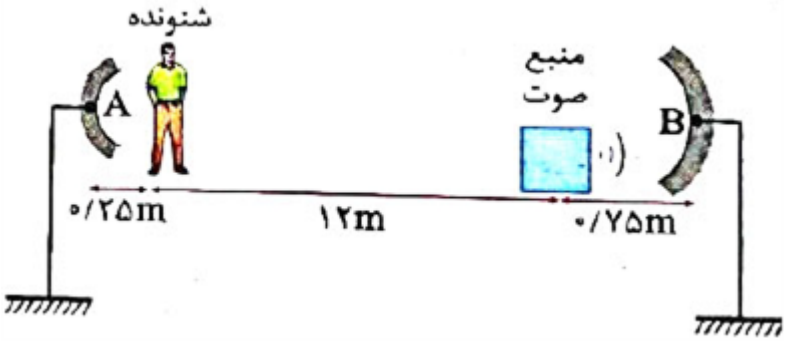
۲۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف) با ورود موج سینوسی از قسمت ضخیم به قسمت نازک، جرم کاهش می‌یابد. با توجه به رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ جرم کاهش یافته پس تندی زیاد می‌شود، چون بسامد ثابت می‌ماند مطابق $\lambda = \frac{v}{f}$، طول موج نیز افزایش خواهد یافت.

ب و ج) تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد، پس با ورود موج سطحی از قسمت عمیق به کم‌عمق، فاصلهٔ بین جبهه‌های موج کاهش و در نتیجه طول موج کاهش خواهد یافت.

۳۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تمام موارد صحیح هستند.

۳۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی چشمه در سطح کانون ۲ قرار بگیرد، شنونده می‌تواند بیشترین شدت صوت رادریافت کند.

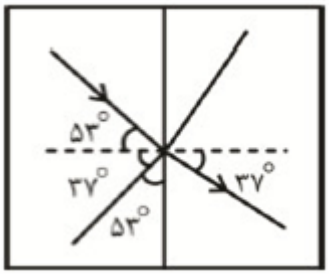


چون شنونده باید بیشترین شدت دریافتی را داشته باشد، منبع صوت باید در فاصلهٔ $۰/۷۵m$ از سطح قرار بگیرید، پس ۱ متر باید به سمت راست جابه‌جا شود.

۳۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{v_۱}{v_۲}\Rightarrow\frac{۸}{۶}=\frac{v_۱}{v_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow v_۲=\frac{۳}{۴}v_۱\Rightarrow\frac{\Delta v}{v_۱}=\frac{-۱}{۴}$$



کاهش $\frac{-۱}{۴}\times ۱۰۰=\%-۲۵$

۳۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام ۱: زاویه تابش را تعیین می‌کنیم: $\theta_۱=۹۰^\circ-۳۷^\circ=۵۳^\circ$

گام ۲: چون مرز محیط ها با هم موازی‌اند، بین هر دو محیط دلخواه می‌توان قانون شکست (اسنل) را نوشت.

برای محیط های اول و سوم، قانون شکست را می‌نویسیم:

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۳\sin\theta_۳\xrightarrow[n_۳=\frac{۴}{۳}]{\theta_۱=۵۳^\circ\ ,\ \sin۵۳^\circ=۰/۸=\frac{۴}{۵}}۱\times\frac{۴}{۵}=\frac{۴}{۳}\sin\theta_۳$$

(هوا، آب)

$$\Rightarrow\sin\theta_۳=\frac{۳}{۵}=۰/۶\Rightarrow\theta_۳=۳۷^\circ$$

۳۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\xrightarrow[\theta_۱=۴۵^\circ]{\sin۴۵^\circ=\sqrt{\frac{۲}{۴}}}۱\sin۴۵^\circ=\sqrt{۲}\sin\theta_۲\Rightarrow\sin\theta_۲=\frac{۱}{۲}$$

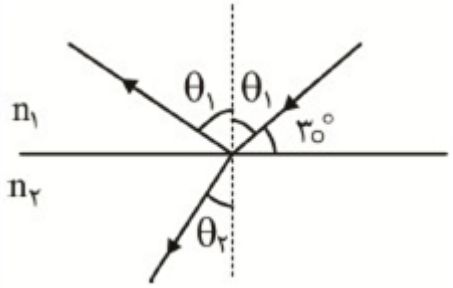
(هوا، آبی) (آبی)

$$\Rightarrow\theta_{\text{آبی}}=۳۰^\circ$$

$$\theta_{\text{قرمز}}=\theta_{\text{آبی}}+۷^\circ\Rightarrow\theta_{\text{قرمز}}=۳۰^\circ+۷^\circ=۳۷^\circ$$

بنابراین گزینه ۳ درست است.

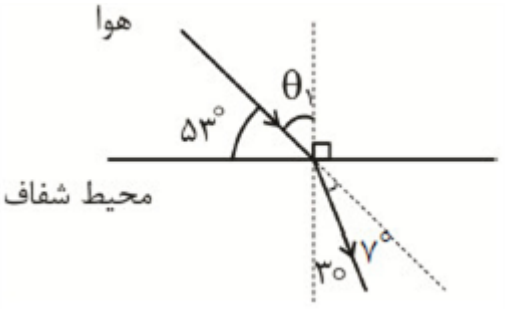
۳۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_1 \ (I)$$
$$\theta_1 + \theta_2 = ۹۰ \Rightarrow \theta_2 = ۹۰ - \theta_1$$
$$\Rightarrow \sin\theta_2 = \sin(۹۰ - \theta_1) = \cos\theta_1 \ (II)$$
$$\xrightarrow[(II)]{(I)} n_2 \cos\theta_1 = \sin\theta_1$$

$$\begin{cases} \dfrac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} = \dfrac{n_2}{n_1} \\ \theta_1 + ۳۰ = ۹۰ \Rightarrow \theta_1 = ۶۰^\circ \end{cases} \Rightarrow \frac{\sin ۶۰}{\cos ۶۰} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \tan ۶۰ = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{۳}$$

۳۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام ۱: مطابق شکل زاویه تابش و زاویه شکست را به دست می‌آوریم:



$$D = |\theta_i - \theta r| \Rightarrow ۷^\circ = ۳۷^\circ - r \Rightarrow r = ۳۰^\circ$$
$$\text{زاویه تابش} = \theta_1 = ۵۳ - ۹۰ = ۳۷^\circ$$

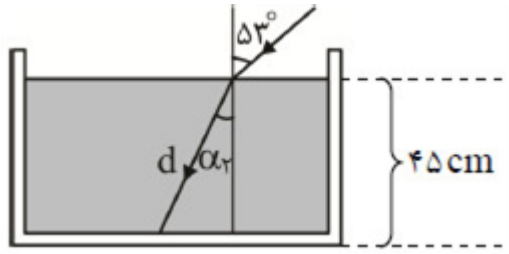
گام دوم: با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \xrightarrow[f_1=f_2]{V=\lambda f} \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{\sin^{۰/۵} ۳۰^\circ}{\sin^{۰/۶} ۳۷^\circ} = \frac{\lambda_2}{۰/۶} \Rightarrow \lambda_2 = ۰/۵\mu m$$

۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای هر پرتو جداگانه قانون شکست اسنل را به کار برده و سپس به کمک نسبت‌های مثلثاتی، مسافت طی شده را محاسبه و زمان طی مسیر را با تقسیم مسافت به سرعت انتشار نور تعیین می‌کنیم:

قانون شکست اسنل: $n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲$

زاویه پرتو تابش با خط عمود $\alpha_۱ = ۵۳^\circ$است.



پرتو قرمز: $۱ \times ۰/۸ \sqrt{۲} \times \sin \alpha_۲$

$$\sin \alpha_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \alpha_۲ = ۴۵^\circ$$

$$\cos \alpha_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{۴۵}{d} \Rightarrow d = \frac{۹۰}{\sqrt{۲}} cm$$

با توجه به رابطه $n = \frac{c}{V}$، v با n رابطه عکس دارد.

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v\frac{c}{n} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۰/۸\sqrt{۲}} \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = v.t \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{\frac{۹۰}{\sqrt{۲}} \times ۱۰^{-۲} m}{\frac{۳ \times ۱۰^۸}{۰/۸\sqrt{۲}} \frac{m}{s}} \Rightarrow \text{پرتو قرمز} \quad t = ۲۴ \times ۱۰^{-۱۰} \quad s = ۲/۴ nc$$

پرتو قرمز: $n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲$

$$۱ \times \sin ۵۳ = \frac{۴}{۳} \sin \alpha_۱ \Rightarrow \sin \alpha_۲ = ۰/۶ \Rightarrow a_۲ = ۳۷^\circ$$

$$\cos \alpha_۲ = ۰/۸ = \frac{۴۵}{d} \Rightarrow d = \frac{۴۵}{۰/۸} cm$$

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = v.t \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{\frac{۴۵}{۰/۸} \times ۱۰^{-۲} m}{\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{-۸} \frac{m}{s}}$$

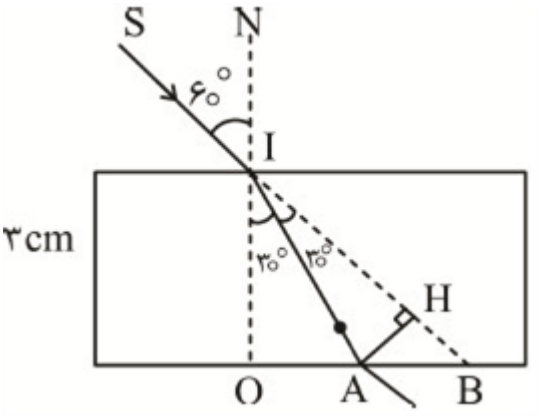
پرتو بنفش $t = ۲۵ \times ۱۰^{-۱۰} \quad s = ۲/۵ ns$

$\Delta t =$ بنفش $t -$ قرمز $t = ۲/۵ - ۲/۴ = ۰/۱ ns$

۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک قانون شکست اسنل، زاویه ورود پرتو به تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲ \Rightarrow ۱ \times \sin ۶۰ = \sqrt{۳} \times \sin \alpha_۳ \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \sqrt{۳} \times \sin \alpha_۲$$

$$\Rightarrow \sin \alpha_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \alpha_۲ = ۳۰^\circ$$



$$\overset{\triangle}{IOA} : \cos ۳۰ = \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳cm}{\text{IA}} \Rightarrow \widehat{\text{IA}} = ۲\sqrt{۳}cm$$

$$\overset{\triangle}{IAH} : \sin ۳۰ = \frac{۱}{۲} = \frac{\text{AH}}{۲\sqrt{۳}} = \overline{\text{AH}} = \sqrt{۳}cm$$

پرتو با $\sqrt{۳}cm$ جابه‌جایی تیغه خارج می‌شود.

۳۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام ۱: با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_۱}{\sin \theta_۱} = \frac{v_۲}{\sin \theta_۲} = \frac{v_۳}{\sin \theta_۳}$$

بنابراین برای عبور موج از محیط های متوالی موازی می‌توان گفت: همواره مقدار $\frac{v}{\sin \theta}$ برای هر محیط ثابت است و تغییر نمی‌کند.

همچنین می‌دانیم زاویهٔ جبههٔ موج فرودی با مرز جدایی محیط ها، برابر زاویهٔ تابش و زاویهٔ جبههٔ موج شکسته شده با مرز جداکننده دو محیط برابر زاویهٔ شکست است.

پس می‌توان نوشت:

$$\left(\frac{\sin \theta}{v}\right)_۱ = \left(\frac{\sin \theta}{v}\right)_۳$$

$$\frac{\sin ۳۰}{v_۱} = \frac{\sin ۳۷^\circ}{v_۳} \Rightarrow \frac{v_۳}{v_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۳۰} = \frac{۰/۶}{\frac{۱}{۲}} = ۱/۲$$

گام ۲:

$$\frac{v_۳}{v_۱} = \frac{\lambda_۳}{\lambda_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۴}{\lambda_۱} = ۱/۲ = \frac{۶}{۵}$$

گام ۳: بسامد از ویژگی‌های ذاتی چشمهٔ موج است و با تغییر محیط انتشار تغییر نمی‌کند.

$$f_۱ = f_۲ = f_۳ \Rightarrow \frac{f_۳}{f_۱} = ۱$$

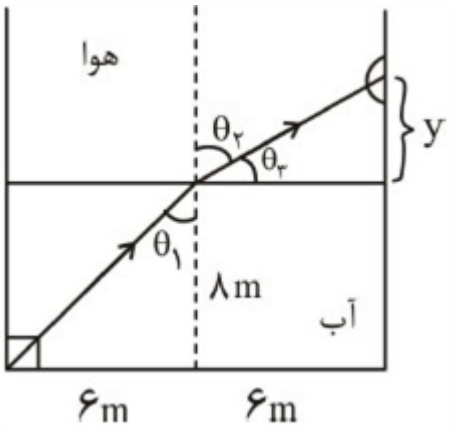
۴۰ ۱ - زیرا ضریب شکست شیشه برای طول موج کوتاه‌تر، بیشتر است.

۴۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. موارد الف و ت درست هستند. بررسی گزینه‌های نادرست:

ب) در دستگاه لیتوتریپسی از اثر دوپلر استفاده نمی‌شود.

پ) قانون عمومی بازتاب برای همهٔ امواج برقرار است.

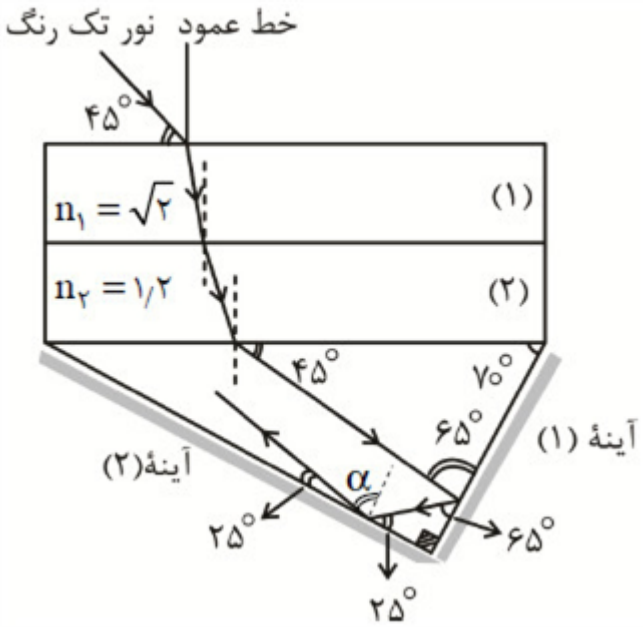
۴۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\sin\theta_1 = ۰/۶$$
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\Rightarrow \frac{۰/۶}{\sin\theta_2} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow \sin\theta_2 = ۰/۸$$
$$\Rightarrow \cos\theta_2 = ۰/۶$$

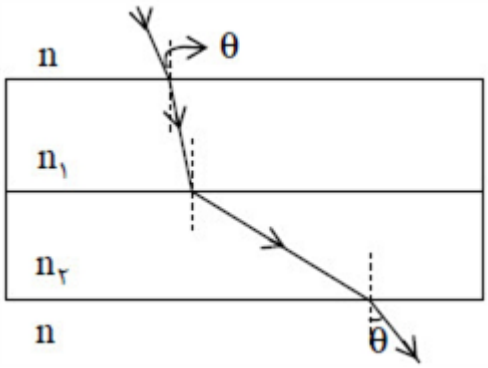
$$\theta_2 + \theta_3 = ۹۰^\circ \Rightarrow \sin\theta_3 = ۰/۶, \cos\theta_3 = ۰/۸ \Rightarrow \tan\theta_3 = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{y}{۶} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow y = \frac{۱۸}{۴} = \frac{۹}{۲}$$
$$= ۴/۵m$$

۴۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\alpha = ۹۰^\circ - ۲۵^\circ = ۶۵^\circ$$

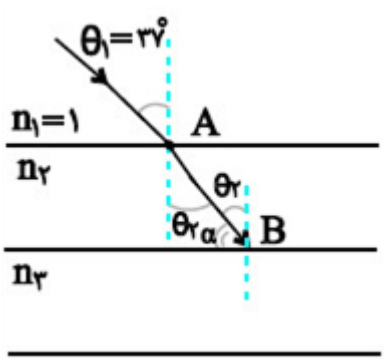
نکته: می‌توان بدون در نظر گرفتن ضریب شکست تیغه‌های متوازی‌السطوح آن‌ها را حذف نمود. به شرط آنکه محیط پیرامون تیغه‌های متوازی‌السطوح یکسان باشد.



۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی پرتو نور را در محیط دوم می‌یابیم:

$$v_۲ = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۲ns = ۲\times ۱۰^{-۹} m]{l = \overline{AB} = ۵۰cm = ۰/۵m} v_۲ = \frac{۰/۵}{۲ \times ۱۰^{-۹}} = ۲/۵ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$$

اکنون با استفاده از قانون شکست عمومی، زاویهٔ $\theta_۲$را پیدا می‌کنیم:



$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \xrightarrow[\theta_۱ = ۳۷^\circ, v_۲ = ۲/۵\times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}]{v_۱ = c = ۳\times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}}$$

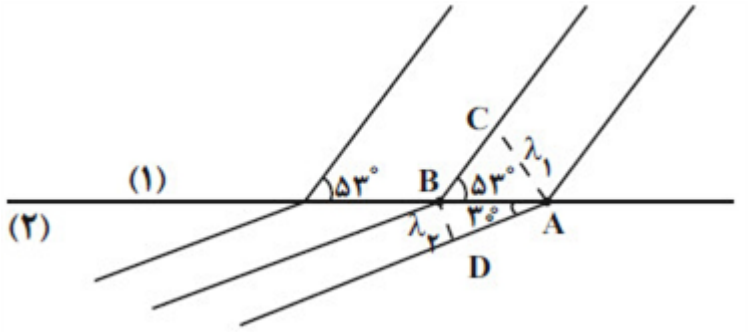
$$\frac{۲/۵ \times ۱۰^{۸}}{۳ \times ۱۰^{۸}} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin ۳۷^\circ} \xrightarrow{\sin ۳۷^\circ = ۰/۶}$$

$$\frac{۲۵}{۳۰} = \frac{\sin\theta_۲}{۰/۶} \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱۵}{۳۰} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

در آخر، با توجه به شکل، زاویه‌ای که پرتو تابش در محیط ۲ با سطح جداکنندهٔ آن با محیط ۳ می‌سازد برابر α است و به صورت مقابل به دست می‌آید:

$$\alpha + \theta_۲ = ۹۰^\circ \Rightarrow \alpha + ۳۰ = ۹۰ \Rightarrow \alpha = ۶۰^\circ$$

۴۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر طول موج است، بنابراین، ابتدا طول موج‌ها را با توجه به شکل دست می‌آوریم. به همین منظور با توجه به مثلث‌های ABC و ABD داریم:



$$\sin ۵۳^\circ = \frac{\lambda_۱}{\overline{AB}} \xrightarrow[\sin ۵۳^\circ = ۰/۸]{AB = ۲۰cm}$$

$$۰/۸ = \frac{\lambda_۱}{۲۰}$$

$$\lambda_۱ = ۱۶ \Rightarrow cm = ۰/۱۶m$$

$$\sin ۳۰^\circ = \frac{\lambda_۲}{\overline{AB}} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{\lambda_۲}{۲۰} \Rightarrow \lambda_۲ = ۱۰ \Rightarrow cm = ۰/۱m$$

اکنون، با توجه به رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، تندی موج در هر محیط را به دست می‌آوریم و اختلاف آن‌ها را می‌یابیم:

دقت کنید، بسامد موج در تمام محیط ها یکسان است.

$$v_۱ = \lambda_۱ f \xrightarrow{f = ۱۰Hz} v_۱ = ۰/۱۶ \times ۱۰ = ۱/۶ \frac{m}{s}$$

$$v_۲ = \lambda_۲ f \Rightarrow v_۲ = ۰/۱ \times ۱۰ = ۱ \frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_۱ - v_۲ = ۱/۶ - ۱ \Rightarrow \Delta v = ۰/۶ \frac{m}{s}$$

۴۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \Rightarrow v_۲ = v_۱ \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \Rightarrow v_۲ = (۳ \times ۱۰^{۸}) \left(\frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳}\right) = ۳ \times ۱۰^{۸} \times \frac{۰/۶}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow v_۲ = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}$$

$$\frac{v_۳}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱} \Rightarrow v_۳ = v_۱ \frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱} \Rightarrow v_۳ = (۳ \times ۱۰^{۸}) \left(\frac{\sin ۳۰}{\sin ۵۳}\right) = ۳ \times ۱۰^{۸} \times \frac{۰/۵}{۰/۸}$$

$$\frac{v_۱}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{\sin\theta_۲}=\frac{v_۳}{\sin\theta_۳}\Rightarrow\frac{v_۱}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{v_۲}{\sin ۳۷^\circ}=\frac{v_۳}{\sin ۴۵^\circ}\Rightarrow\frac{v_۱}{۰/۸}=\frac{۱۰^۸}{۰/۶}=\frac{v_۳}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}$$

$$\Rightarrow v_۳=۱/۸۷۵\times۱۰^۸$$

۴۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دقت کنید زاویهٔ جبهه با سطح مرز با زاویهٔ شکست برابر است با زاویهٔ تابش با خط عمود بر سطح.

$$\Delta v=v_۲-v_۳=۱۰^۸(۲/۲۵-۱/۸۷۵)=۳۷۵\times۱۰^۵\ m/s$$

ابتدا به کمک رابطهٔ زیر نسبت تندی انتشار موج را در دو محیط به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۳}{۴}$$

درصد تغییرات تندی عبارت است از:

$$\frac{\Delta v}{v_۱}\times۱۰۰=\left(\frac{v_۲}{v_۱}-۱\right)\times۱۰۰=\left(\frac{۳}{۴}-۱\right)\times۱۰۰=\%-۲۵$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش تندی انتشار موج است.

۴۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۴۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\overline{AB}=?$$

با استفاده از رابطهٔ دکارت:

$$۱\times\sin ۶۰=\frac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱\ (I)$$

$$۱\times\sin ۶۰=\frac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲\ (II)$$

$$\begin{cases}(I):۱\times\dfrac{\sqrt{۳}}{۲}=\dfrac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱\Rightarrow\dfrac{۱۷}{۲۰}=\dfrac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱\Rightarrow\sin\theta_۱=\dfrac{۱۲}{۲۰}=۰/۶\\(II):۱\times\dfrac{\sqrt{۳}}{۲}=\dfrac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲\Rightarrow\dfrac{۱۷}{۲۰}=\dfrac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲\Rightarrow\sin\theta_۲=\dfrac{۱۶}{۲۰}=۰/۸\end{cases}$$

$$\sin\theta_۱=۰/۶\Rightarrow\tan\theta_۱=\frac{۳}{۴}$$

$$\sin\theta_۲=۰/۸\Rightarrow\tan\theta_۲=\frac{۴}{۳}$$

$$\tan\theta_۱=\frac{OA}{۱۲}\Rightarrow\frac{۳}{۴}=\frac{OA}{۱۲}\Rightarrow OA=۹cm$$

$$\tan\theta_۲=\frac{OB}{۱۲}\Rightarrow\frac{۴}{۳}=\frac{OB}{۱۲}\Rightarrow OB=۱۶\Rightarrow cm$$

$$\Rightarrow\overline{AB}=\overline{OB}-\overline{OA}=۱۶-۹=۷cm$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}=\frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۶۰^\circ}=\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۳}}=\frac{\sqrt{۶}}{۳}$$

۵۰

$$\frac{v_۴}{v_۲}=\frac{\sin\theta_۴}{\sin\theta_۲}=\frac{\sin ۶۰}{\sin ۳۰}=\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۳}$$

۵۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\theta_۱+\theta_۲=۹۰\Rightarrow\theta_۲=۳۰^\circ$$

$$\frac{\lambda_{۲\text{ غلیظ}}}{\lambda_{۱\text{رقیق}}}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}=\frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون بسامد پرتو نور به چشمهٔ موج وابسته است، پس بسامد نور در هوا و آب ثابت است و طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم:

۵۲

مدت زمان حرکت پرتو نور را در هوا حساب می کنیم:

$$\frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{آب}}} = \frac{v_{\text{هوا}}}{v_{\text{آب}}} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{۲}{۳} v_{\text{هوا}} \Rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{۲}{۳} \times ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} = ۲ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$$

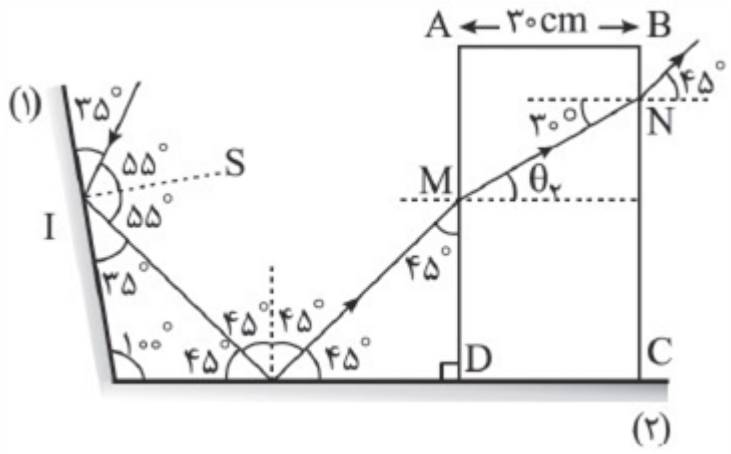
$$t_{\text{هوا}} = \frac{h_A}{v_{\text{هوا}}} = \frac{۹۰۰}{۳ \times ۱۰^{۸}} = ۳ \times ۱۰^{-۶} s = ۳\mu s$$

پس مدت زمان حرکت پرتو در آب $(۱۲\mu s - ۳\mu s) = ۹\mu s$ است. داریم:

$$\text{عمق آب} \times ۱۰^{-۶} = ۱۸ \times ۱۰۰ = ۱۸۰۰ \Rightarrow m = t_{\text{آب}} \times v_{\text{آب}} = ۹ \times ۱۰^{۸} \times ۲$$

۵۳

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



زاویهٔ تابش به وجه AD برابر ۴۵° است.

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲} \times \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

مطابق شکل پرتو نور با زاویهٔ ۴۵° از وجه BC خارج می‌شود.

$$\cos\theta_۲ = \frac{\text{AB}}{\text{MN}} \Rightarrow \cos ۳۰^\circ = \frac{۳۰}{\text{MN}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳۰}{\text{MN}} \Rightarrow \text{MN} = \frac{۶۰}{\sqrt{۳}} = ۲۰\sqrt{۳} cm$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در محیط B فاصلهٔ جبهه‌های موج بیشتر است پس طول موج بیشتر است. بسامد موج به چشمه بستگی دارد پس تغییر نمی‌کند و ثابت است. چون محیط B طول موج بیشتری دارد پس موج در این محیط تندی بیشتری دارد و عمق آب نیز بیشتر است.

۵۴

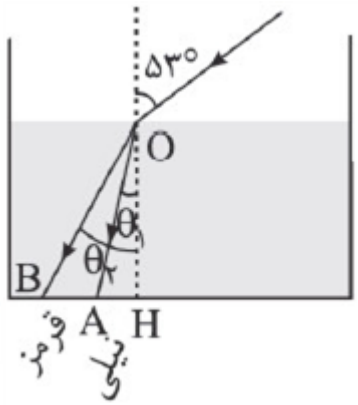
$$\lambda_B > \lambda_A$$
$$f_B = f_A$$
$$v_B > v_B$$
$$D_B > D_A$$

۵۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با استفاده از رابطه شکست موج : $۱ \times \sin(۵۳) = \frac{۸}{۵} \times \sin\theta_۱$

$$\Rightarrow ۱ \times ۰/۸ = \frac{۸}{۵} \times \sin\theta_۱ \Rightarrow \sin\theta_۱ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۱ = ۳۰^\circ$$

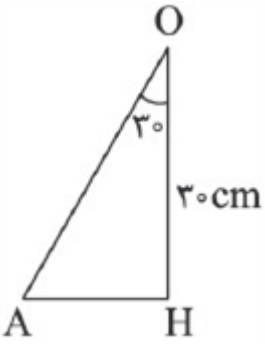
$$۱ \times \sin ۵۳^{۰/۸} = \frac{۸}{۷} \times \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۷}{۱۰} \simeq \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۴۵^\circ$$



بنابراین با توجه به زوایای به دست آمده، از روی ۲ مثلث قائم‌الزاویه که داخل ظرف ایجاد شده است، می‌توان پاسخ مسئله را به دست آورد.

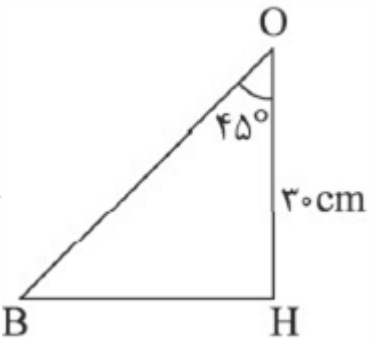
$$\tan ۳۰ = \frac{AH}{۳۰} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۳} = \frac{AH}{۳۰}$$

$$\Rightarrow AH = ۱۰\sqrt{۳}\,cm \simeq ۱۷\,cm$$



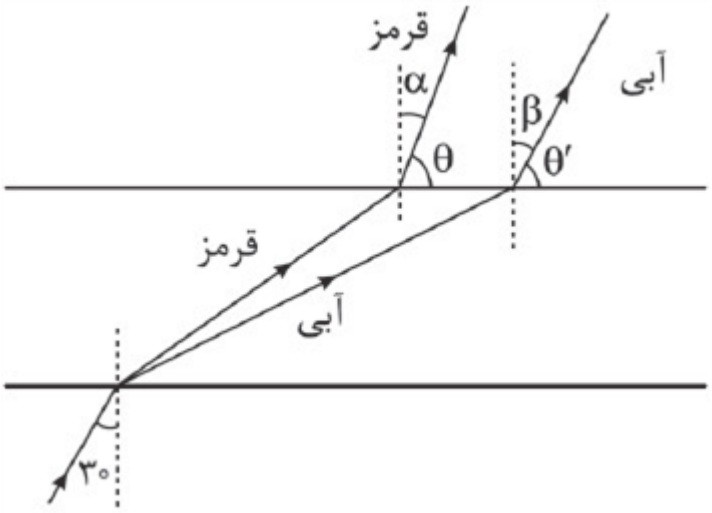
$$\Rightarrow BH = ۳۰\,cm$$

$$AB = BH - AH \Rightarrow AB = ۳۰ - ۱۰\sqrt{۳} \simeq ۱۳\,cm$$



۵۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم تندی و طول‌موج، موج نوری در عبور از هوا به آب کم می‌شود، پس گزینه‌های ۱ و ۳ غلط است همچنین می‌دانیم در عبور از هوا به آب پرتو شکست به خط عمود نزدیک شده و جبهه‌های موج به هم‌نزدیک تر می‌شوند، پس گزینهٔ ۴ درست است.

۵۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون $n_۲ < n_۱$ است، بنابراین پرتو شکست از خط عمود دور می‌شود و رنگی که بسامدش بیشتر است، بیشتر شکسته شده و از خط عمود دورتر می‌شود. دقت کنید چون محیط ورود و خروج نور یکسان است، پرتوهای ورودی و خروجی موازیند یعنی $\theta = \theta' = ۶۰$ است.



۵۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta t = \frac{\overline{AB}}{V_۲} + \frac{\overline{BC}}{V_۳} = \frac{\overline{AB}}{\left(\frac{C}{n_۲}\right)} + \frac{\overline{BC}}{\left(\frac{C}{n_۳}\right)} \Rightarrow \Delta t = \frac{\overline{AB}.n_۲}{C} + \frac{\overline{BC}.n_۳}{C}$$

$$c\,\Delta t = n_۲.\overline{AB} + n_۳.\overline{BC} \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{۸} \times ۸۰ \times ۱۰^{-۹} = n_۲ \times ۱۰ + n_۳ \times ۶$$

$$\Rightarrow ۲۴ = ۱۰ \Rightarrow n_۲ + ۶n_۳ \Rightarrow ۱۲ = ۵n_۲ + ۳n_۳$$

از طرفی:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = n_۲ \times \sin ۳۰^\circ$$

$$\Rightarrow ۰/۸ = n_۲ \times ۰/۵ \Rightarrow n_۲ = \frac{۸}{۵} \Rightarrow ۱۲ = ۵ \times \frac{۸}{۵} + ۳n_۳$$

$$\Rightarrow n_۳ = \frac{۴}{۳}$$

۵۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هنگام عبور یک موج از مرز میان دو محیط، فرکانس موج ثابت می‌ماند و طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، با ثابت ماندن f، طول موج و تندی رابطهٔ مستقیم دارند. طول موج پرتو در دو محیط نیز متناسب با فاصلهٔ بین جبهه‌های موج در دو محیط است.

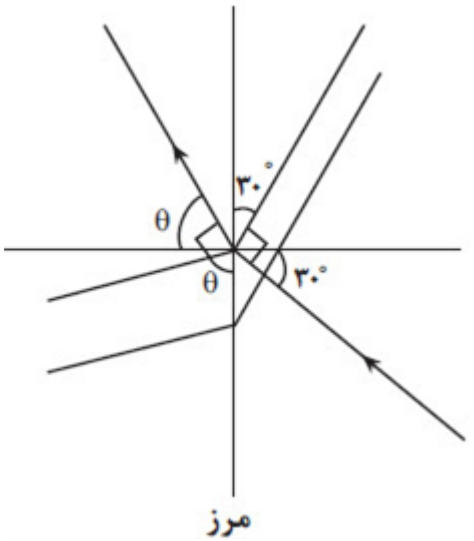
$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۷/۲}{۶} = \frac{۶}{۵}$$

با توجه به شکل درمی‌یابیم زاویهٔ تابش (زاویهٔ بین پرتو تابش و خط عمود) همان ۳۰° و زاویهٔ شکست (زاویهٔ بین پرتو شکست و خط عمود) نیز همان θ می‌باشد.

اکنون طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}$$

$$\frac{۶}{۵} = \frac{\sin\theta}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{\sin\theta}{۰/۵} \Rightarrow \sin\theta = \frac{۰/۵ \times ۶}{۵} = ۰/۶ \Rightarrow \theta = ۳۷^\circ$$



۶۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{\sin ۵۳}{\sin ۳۷} = \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{۴}{۳}$$

۶۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V_۱ = \lambda_۱ f_۱ = ۰/۴ \times ۲۲ = ۸/۸ \ \frac{m}{s}$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\sin ۳۰^\circ}{\sin ۵۳^\circ} \rightarrow \frac{V_۲}{۸/۸} = \frac{۰/۵}{۰/۸} \rightarrow V_۲ = ۵/۵ \ \frac{m}{s}$$

۶۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۶۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک قانون شکست اسنل، زاویهٔ شکست را محاسبه و سپس تندی انتشار نور در تیغه را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin\theta_۲}=\frac{\sqrt{۳}}{۱}\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_۲}=\sqrt{۳}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\theta_۲=۳۰^\circ$$

تندی انتشار نور در تیغه برابر است با:

$$n_۲=\frac{c}{v_۲}\Rightarrow\sqrt{۳}=\frac{۳\times۱۰^۸}{v_۲}\Rightarrow v_۲=\sqrt{۳}\times۱۰^۸\frac{m}{s}$$

میزان جابه‌جایی نور در تیغه (OB) برابر است با:

$$\overline{OB}=v_۲\Delta t=\sqrt{۳}\times۱۰^۸\times۵\times۱۰^{-۹}\Rightarrow\overline{OB}=۵\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}m$$

در مثلث $\overset{\triangle}{OAB}$ داریم:

$$\cos۳۰^\circ=\frac{\overline{OA}}{\overline{OB}}\Rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{d}{۵\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}}\Rightarrow d=۰/۷۵m=۷۵cm$$

بنابراین ضخامت تیغه برابر با $۷۵cm$ می‌باشد.

۶۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که چون دو زاویهٔ غیر روبه‌رو هم با اضلاع عمود بر هم با هم برابرند، زاویهٔ بین جبهه‌های موج تابشی و مرز جدایی دو محیط برابر زاویهٔ تابش $(\theta_۱)$ است.

از طرف دیگر، چون تندی موج در محیط (۱) ۶۰ درصد بیشتر از تندی موج در محیط (۲) است، $v_۱=v_۲+۰/۶v_۲=\frac{۸}{۵}v_۲$ می‌باشد. بنابراین طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{v_۱}{v_۲}\xrightarrow[\theta_۱=۵۳^\circ]{\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{۸}{۵}}\frac{\sin۵۳}{\sin\theta_۲}=\frac{۸}{۵}$$

$$\xrightarrow{\sin۵۳=۰/۸}\frac{۰/۸}{\sin\theta_۲}=\frac{۸}{۵}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲=۰/۵\Rightarrow\theta_۲=۳۰^\circ$$

با توجه به این‌که در عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج ثابت می‌ماند، داریم:

$$v=\lambda f\xrightarrow{f=\text{ثابت}}\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}\xrightarrow{\lambda_۱=۲cm}\frac{۸}{۵}=\frac{۲}{\lambda_۲}\Rightarrow\lambda_۲=\frac{۱۰}{۸}=۱/۲۵cm$$

دقت کنید، فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر یک طول موج (λ) است. در این‌جا، طول موج در محیط ۱ برابر $\lambda_۱=۲cm$ است.

۶۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با ورود پرتو از محیط غلیظ به رقیق، پرتو از خط عمود دورتر می‌شود. (رد گزینه‌های ۲ و ۳) با توجه به اینکه بسامد نور آبی بیشتر از نور قرمز است (طول موج آن کم‌تر است)، ضریب شکست و میزان انحراف آن بیشتر خواهد بود و گزینه‌ی«۴»صحیح است.

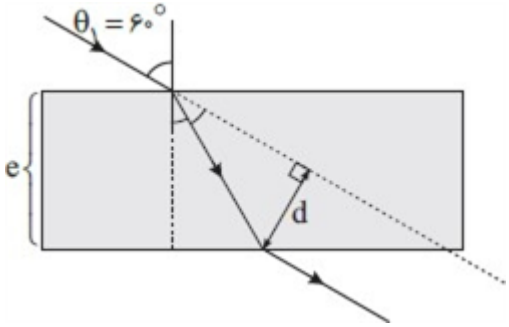
۶۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_۲}=\sqrt{۳}\Rightarrow\theta_۲=۳۰$$

$$\overset{\triangle}{OMD}:\alpha=۶۰-۳۰=۳۰$$

$$\sin ۳۰^\circ=\frac{d}{\mathrm{OM}}\Rightarrow \mathrm{OM}=\frac{۱۰}{\frac{۱}{۲}}=۲۰cm$$

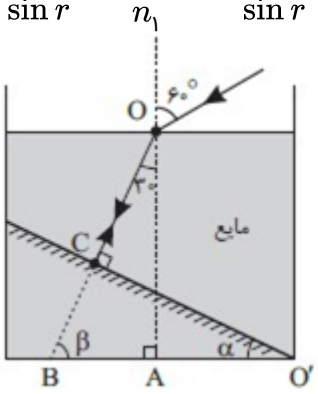
$$\overset{\triangle}{OHM}:\cos\theta_۲=\frac{e}{\mathrm{OM}}\Rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{e}{۲۰}\Rightarrow e=۱۰\sqrt{۳}cm$$



۶۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

شرط بازتاب نور روی خودش آن است که پرتو عمود بر سطح آینه بتابد.

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin r}=\frac{\sqrt{۳}}{r}\Rightarrow\sin r=\frac{۱}{۲}\Rightarrow r=۳۰^\circ$$



$$\overset{\triangle}{\mathrm{O'BC}}:\alpha+\beta=۹۰^\circ$$

$$\overset{\triangle}{\mathrm{O'AB}}:\beta+۳۰^\circ=۹۰^\circ\Rightarrow\alpha=۳۰^\circ$$

۶۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل مقابل و به کمک قانون شکست اسنل، زاویهٔ شکست $(\hat{r})$ پرتو نور هنگام ورود به محیط شفاف را به دست می‌آوریم:

$$n_۱ \sin \hat{i} = n_۲ \sin \hat{r} \xrightarrow[n_۱=n_{هوا}=۱, n_۲=\sqrt{۲}]{\hat{i}=۴۵^\circ}$$

$$۱ \times \sin ۴۵^\circ = \sqrt{۲} \times \sin \hat{r} \xrightarrow{\sin ۴۵^\circ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}}$$

$$۱ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲} \times \sin \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{r} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{r} = ۳۰^\circ$$

ضمناً با توجه به قضیهٔ خطوط موازی و مورب، زاویهٔ $\hat{\alpha}$ برابر با زاویهٔ $\hat{r}$ است.

$$\hat{\alpha} = \hat{r} = ۳۰^\circ$$

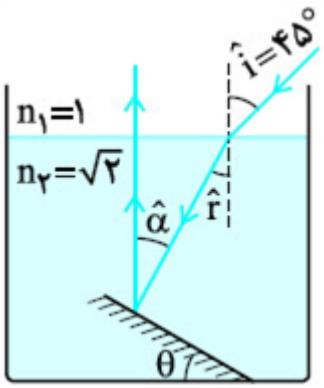
از سوی دیگر، طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه‌های تابش و بازتابش از سطح آینهٔ تخت با یکدیگر برابر بوده و داریم:

$$\text{زاویه بازتابش} = \text{زاویه تابش} = \frac{۳۰^\circ}{۲} = ۱۵^\circ$$

$$\hat{\beta} = ۹۰^\circ - ۱۵^\circ = ۷۵^\circ$$

و در نتیجه، با توجه به این‌که مجموع زوایای داخلی یک مثلث برابر با ۱۸۰° است، داریم:

$$\hat{\beta} + ۹۰^\circ + \hat{\theta} = ۱۸۰^\circ \xrightarrow{\hat{\beta}=۷۵^\circ} ۷۵^\circ + ۹۰^\circ + \hat{\theta} = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = ۱۵^\circ$$

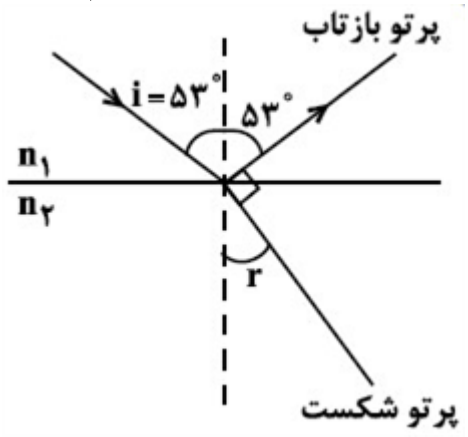


۶۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به شکل مقابل و با درنظر گرفتن این مطلب که مجموع زوایای نیم‌صفحه برابر با ۱۸۰° است، زاویهٔ شکست $(\hat{r})$را به دست می‌آوریم:

$$\hat{i}+۹۰^\circ+\hat{r}=۱۸۰^\circ \xrightarrow{\hat{i}=۵۳^\circ} ۵۳^\circ+۹۰^\circ+\hat{r}=۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{r}=۳۷^\circ$$

اکنون به کمک قانون شکست اسنل، ضریب شکست محیط شفاف $(n_۲)$را به دست می‌آوریم، داریم:

$$n_۱\sin\hat{i}=n_۲\sin\hat{r} \xrightarrow[n_۱=n_{هوا}=۱]{\hat{i}=۵۳^\circ\ ,\hat{r}=۳۷^\circ} ۱\times\sin ۵۳^\circ=n_۲\times\sin ۳۷^\circ \xrightarrow[\sin ۳۷^\circ=۰/۶]{\sin ۵۳^\circ=۰/۸} ۱\times ۰/۸=n_۲\times ۰/۶ \Rightarrow n_۲=\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{۴}{۳}$$

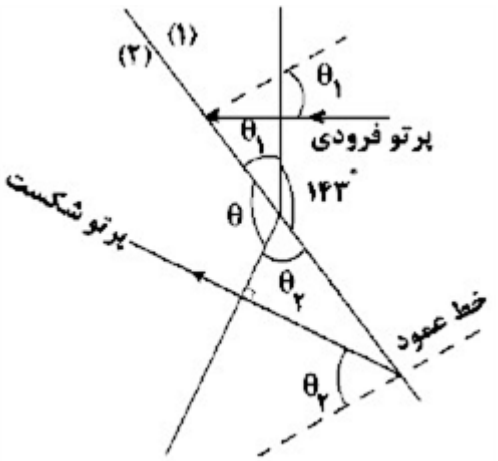


۷۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم زاویهٔ تند بین جبهه‌های موج فرودی و مرز بین دو محیط برابر زاویهٔ تابش $(\theta_۱)$ و زاویهٔ تند بین جبهه‌های موج شکست یافته و مرز دو محیط ، برابر زاویهٔ شکست $(\theta_۲)$است. بنابراین، ابتدا زاویه‌های $\theta_۱$و $\theta_۲$ را برحسب θمی‌یابیم. با توجه به شکل داریم:

$$\theta_۱=۱۸۰-۱۴۳=۳۷^\circ$$
$$\theta_۲=۱۸۰-\theta$$

از طرف دیگر، چون فاصله بین دو جبههٔ موج در محیط دوم $(\lambda_۲)$بیشتر از فاصلهٔ بین دو جبههٔ موج در محیط اول $(\lambda_۱)$است، $\lambda_۲>\lambda_۱$می‌باشد، در نتیجه بنا به رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$و با توجه به این‌که f ثابت است، باید $v_۲>v_۱$باشد و طبق رابطهٔ $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}$، الزاماً $\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{۴}{۳}$خواهد بود. بنابراین با استفاده از قانون شکست اسنل داریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow \frac{\sin(۱۸۰-\theta)}{\sin ۳۷^\circ}=\frac{۴}{۳} \xrightarrow{\sin ۳۷^\circ=۰/۶} \frac{\sin(۱۸۰-\theta)}{۰/۶}=\frac{۴}{۳}$$
$$\Rightarrow \sin(۱۸۰-\theta)=۰/۸ \xrightarrow{\sin ۵۳^\circ=۰/۸} ۱۸۰-\theta=۵۳ \Rightarrow \theta=۱۲۷^\circ$$



۷۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک قانون شکست نور، زاویهٔ $\theta_۲$را به دست می‌آوریم.

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳}\sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶$$

$$\Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

در مثلث $\overset{\triangle}{OAI}$داریم:

$$tg\theta_۲ = \frac{\overline{OA}}{OI} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{\overline{OA}}{۶۰} \Rightarrow \overline{OA} = ۴۵cm$$

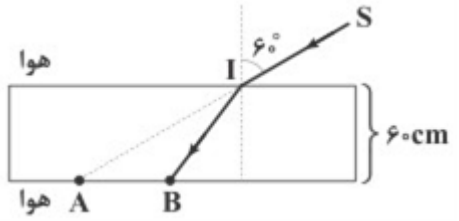
در مثلث $\overset{\triangle}{OBI}$داریم:

$$tg\theta_۱ = \frac{\overline{OB}}{OI} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{\overline{OB}}{۶۰} \Rightarrow \overline{OB} = ۸۰cm \Rightarrow AB = ۸۰ - ۴۵ = ۳۵cm$$

زاویه $\theta_۳ = \theta_۱$است، بنابراین در مثلث $\overset{\triangle}{ABC}$ داریم:

$$\cos\theta_۳ = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \Rightarrow \cos ۵۳^\circ = \frac{\overline{BC}}{۳۵} \Rightarrow \overline{BC} = ۳۵ \times ۰/۶ = ۲۱ \Rightarrow cm$$

۷۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون شکست اسنل داریم:



$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_۲}{n_۱}$$

$$\xrightarrow[n_۲ = \frac{۵\sqrt{۳}}{۶}]{\theta_۱ = ۶۰^\circ} \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin\theta_۲} = \frac{\frac{۵\sqrt{۳}}{۶}}{۱}$$

$$\Rightarrow \sin\hat{\theta}_۲ = ۰/۶ \xrightarrow{\sin ۳۷^\circ = ۰/۶} \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

در مثلث $\overset{\triangle}{IBH}$می‌توان نوشت:

$$\tan ۳۷^\circ = \frac{BH}{IH} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{BH}{۶۰} \Rightarrow BH = ۴۵cm$$

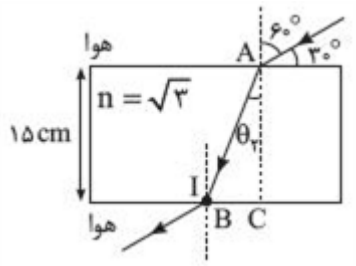
در مثلث $\overset{\triangle}{IAH}$داریم:

$$\tan ۶۰^\circ = \frac{AH}{IH} \Rightarrow \sqrt{۳} = \frac{AH}{۶۰} \Rightarrow AH = ۶۰\sqrt{۳}cm$$

فاصله‌ی AB برابر است با:

$$AB = AH - BH = \left(۶۰\sqrt{۳} - ۴۵\right)\ cm$$

۷۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin \theta_۲} = \frac{\sqrt{۳}}{۱} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin \theta_۲} = \frac{\sqrt{۳}}{۱} \Rightarrow \sin \theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

$$\overset{\triangle}{ABC} \Rightarrow \cos \theta_۲ = \frac{۱۵}{\mathrm{AB}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۱۵}{\mathrm{AB}}$$

$$\Rightarrow \mathrm{AB} = \frac{۳۰}{\sqrt{۳}} cm = ۱۰\sqrt{۳} cm$$

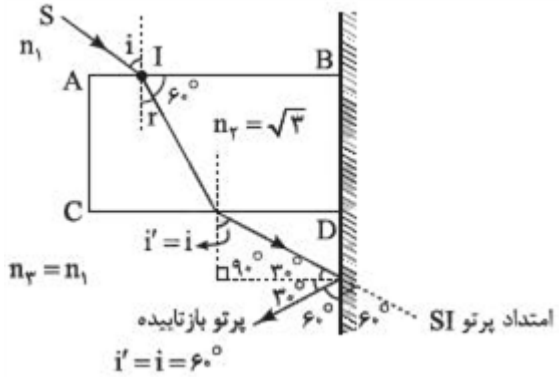
$$\frac{V_{\text{محیط}}}{V_{\text{هوا}}} = \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{محیط}}} \Rightarrow \frac{V}{۳ \times ۱۰^۸} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} \Rightarrow V = \sqrt{۳} \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

$$\Delta \mathrm{x} = \mathrm{V}\ \Delta\ \mathrm{t} \Rightarrow \Delta \mathrm{t} = \frac{۱۰\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۲}}{\sqrt{۳} \times ۱۰^۸} = ۱۰^{-۹} s = ۱\mathrm{ns}$$

۷۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

طبق رابطهٔ $n_۱ \sin \theta_۱ = n_۲ \sin \theta_۲$، $\theta_۱$برای هر دو یکسان و $n_۲$نیز برای هر دو یکسان است. از طرفی $n_۱$ برای سبز بیش‌تر است، پس $\theta_۲$هم برای سبز بیش‌تر خواهد بود و نور سبز، بیش‌تر منحرف می‌گردد.

۷۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$r = ۹۰^\circ - ۶۰^\circ = ۳۰^\circ$$

$$n_۱ \sin i = n_۲ \sin r$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin i = \sqrt{۳} \times \sin ۳۰^\circ \Rightarrow \sin i = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow i = ۶۰^\circ$$

چون $n_۱ = n_۳$پرتو خروجی موازی پرتو ورودی است یعنی $i = \mathrm{i}' = ۶۰^\circ$

، بنابراین مطابق شکل، زاویهٔ پرتو تابیده از آینه و امتداد پرتو تابش ۱۲۰°خواهد شد.

۷۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

چون نور از محیط غلیظ (شیشه) به محیط رقیق (هوا) تابیده، نور از خط عمود دور می‌شود و چون شکست نور آبی از قرمز بیشتر است

cپرتو قرمز و dپرتو آبی است.

۷۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم که بسامد موج در عبور از محیط‌های شفاف ثابت می‌ماند. در محیط (۱) فاصله‌ی دو جبهه‌ی موج متوالی بیشتر است. بنابراین

$\lambda_۱ > \lambda_۲$ از آنجا که f ثابت است.

$$\lambda_۱ f > \lambda_۲ f$$

$$v_۱ > v_۲$$

$$\frac{C}{n_۱} > \frac{C}{n_۲} \Rightarrow n_۲ > n_۱$$

بنابراین چون کمترین ضریب شکست مربوط به خلأ و هوا است ($n = ۱$) پس: محیط (۱) هوا و محیط (۲) ماده‌ای شفاف به ضریب شکست $n_۲ = n$ است.

$$n_۱ \sin i = n_۲ \sin r$$

$$۱ \times \sin ۵۳^\circ = n \times \sin ۳۰^\circ$$

$$۰/۸ = n \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow n = ۱/۶$$

دقت کنید زاویه جبهه موج با سطح جدایی دو محیط همان زاویه‌ی تابش است.

$$a = ۰/۳$$

دقت کنید زاویه جبهه موج با مرز دو محیط برابر زاویه پرتو با خط عمود بر سطح است.

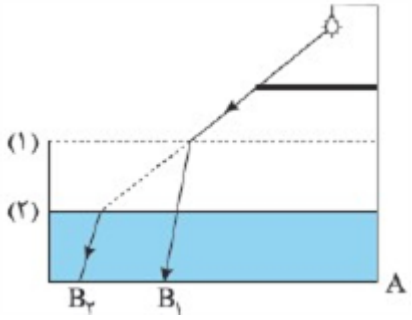
$$a = ۱/۵\lambda$$

۷۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

هنگامی که استخر پر است و آب در سطح (۱) است طول سایه $AB_۱$

و وقتی سطح آب استخر به سطح (۲) می‌رسد (در حال خالی شدن) طول سایه $AB_۲$

خواهد بود و همانطور که ملاحظه می‌شود، طول سایه‌ی تخته شیرجه در حال افزایش است.



۷۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اندازه سرعت نور در خلاء، بیش‌ترین مقدار سرعت نور است. در نتیجه طول موج نور در محیط شفاف کم‌تر از طول موج نور در خلاء است:

$$\lambda' = ۶۰۰ - ۱۲۰ = ۴۸۰nm \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{v'}{c} = \frac{۱}{n} \Rightarrow n = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{۶۰۰}{۴۸۰} = \frac{۵}{۴} = ۱/۲۵$$

بسامد نور به محیط وابسته نیست:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۵ \times ۱۰^{۱۴}\text{Hz}$$

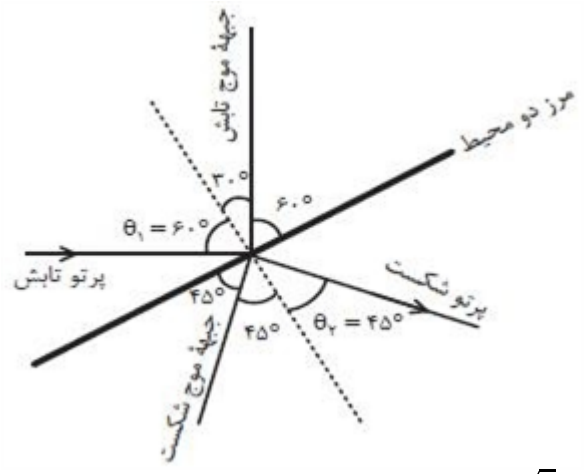
۸۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر چه بسامد موج، بیشتر شود، ضریب و زاویه‌ی شکست آن نیز بیشتر خواهد بود، در نتیجه به صورت کلی داریم:

< نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش < فرابنفش < ایکس < گاما

رادیویی < میکروموج < فروسرخ < قرمز

تنها گزینه‌ی (۳) مقایسه را به درستی نشان می‌دهد.

۸۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون شکست عمومی یعنی $\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}$، باید $\theta_۱$(زاویهٔ تابش) و $\theta_۲$ (زاویهٔ شکست) را به‌دست آوریم. چون جبههٔ موج تابش با مرز، زاویهٔ ۶۰°می‌سازد و جبههٔ موج شکست هم با مرز، زاویهٔ ۴۵° می‌سازد، پس می‌توان گفت زاویهٔ تابش ۶۰°و زاویهٔ شکست ۴۵°می‌باشد:



$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}\Rightarrow\frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۶۰^\circ}=\frac{v_۲}{v_۱}\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}=\frac{v_۲}{v_۱}\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\sqrt{\frac{۲}{۳}}$$

۸۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰}{\sin ۳۰}=\frac{\lambda_۱}{۴}\Rightarrow\lambda_۱=۴\sqrt{۳}cm$$

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow n_۲=\sqrt{۳}$$

۸۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: ابتدا مسیر پرتو نور را به صورت مقابل‌رسم می‌کنیم:

گام دوم به کمک رابطه‌ی اسنل، $\theta_۲$را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{\sin\theta_۲}{۰/۸}=\frac{۱}{\frac{۴}{۳}}\Rightarrow\sin\theta_۲=۰/۶$$

$$\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

گام سوم: به کمک نسبت‌های مثلثاتی فواصل AB و BC را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$\sin۳۷^\circ=\frac{AD}{AB}\Rightarrow\frac{۶}{۱۰}=\frac{۳}{AB}\Rightarrow AB=۵m$$

$$\cos۳۷^\circ=\frac{BE}{BC}\Rightarrow\frac{۸}{۱۰}=\frac{۸}{BC}\Rightarrow BC=۱۰\Rightarrow m$$

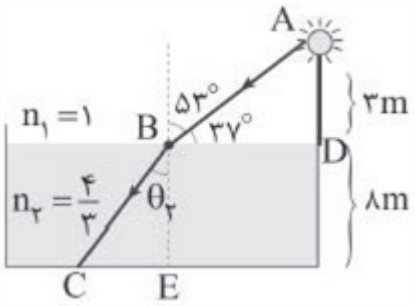
گام چهارم: تندی انتشار نور در آب را محاسبه می‌کنیم:

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow\frac{۴}{۳}=\frac{۳\times۱۰^۸}{v}\Rightarrow v=\frac{۹}{۴}\times۱۰^۸\frac{m}{s}$$

گام آخر: از آن‌جایی که امواج الکترومغناطیسی در هر محیط با تندی ثابت حرک می‌کنند، برای به دست آوردن زمان حرکت آن‌ها می‌توانیم از رابطه‌ی $\Delta x=v\,\Delta t$استفاده کنیم و داریم:

$$\Delta x=v\,\Delta t\Rightarrow\begin{cases}AB=c\,\Delta t_۱\Rightarrow۵=۳\times۱۰^۸\Delta t_۱\Rightarrow\Delta t_۱=\frac{۵}{۳}\times۱۰^{-۸}s\\ BC=v_{آب}\Delta t_۲\Rightarrow۱۰=\frac{۹}{۴}\times۱۰^۸\Delta t_۲\Rightarrow\Delta t_۲=\frac{۴۰}{۹}\times۱۰^{-۸}s\end{cases}$$

$$\Delta t_{کل}=\Delta t_۱+\Delta t_۲=\left(\frac{۵}{۳}+\frac{۴۰}{۹}\right)۱۰^{-۸}=\frac{۵۵}{۹}\times۱۰^{-۸}s=\frac{۵۵۰}{۹}ns$$



۸۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به شکل صورت سؤال زاویه‌ی پرتوی فرودی با خط عمود بر سطح برابر ۶۰° است و در نتیجه زاویه‌ی تابش برابر ۶۰°

می‌باشد. طبق صورت سؤال محیط ۲ غلیظ تر از محیط ۱ است، بنابراین هنگام ورود پرتو از محیط ۱ به محیط ۲ تندی انتشار آن کاهش یافته و به خط عمود بر سطح نزدیک‌تر می‌شود و با توجه به این‌که پرتو نسبت به راستای اولیه‌ی خود ۳۰°منحرف شده است، داریم:

$$\theta_۲=\theta_۱-۳۰^\circ=۶۰^\circ-۳۰^\circ=۳۰^\circ$$

گام دوم: در ادامه با مشخص بودن $\theta_۱$و $\theta_۲$و با نوشتن رابطه‌ی اسنل، مقدار$n_۱$را به دست می‌آوریم:

$$\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow\frac{n_۱}{\sqrt{۶}}=\frac{\sin۳۰^\circ}{\sin۶۰^\circ}\Rightarrow\frac{n_۱}{\sqrt{۶}}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}\Rightarrow n_۱=\sqrt{۲}$$

۸۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه انسل:

$$\theta_B-\theta_i=۶۰^\circ$$

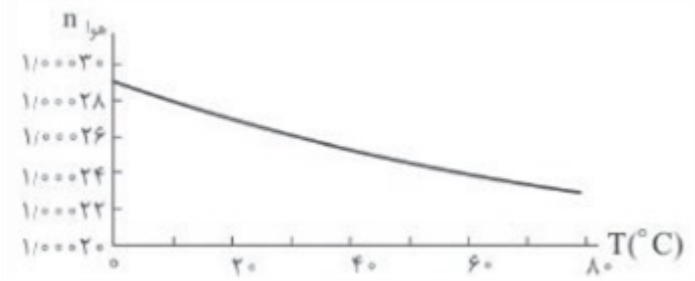
$$n_۱\sin\theta_i=n_۲\sin\theta r\xrightarrow[n_۲=\sqrt{۳}]{n_۱=۱}۱\times\sin۶۰^\circ=\sqrt{۳}\times\sin\theta_A\Rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\sqrt{۳}\sin\theta_A$$

$$\sin\theta_A=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\theta_A=۳۰^\circ$$

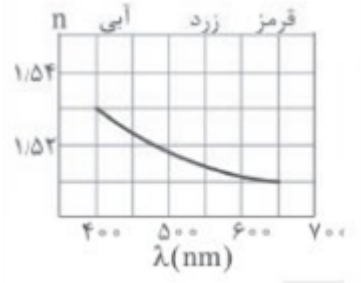
۸۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. زاویه‌های تابش در آینه ۱ و ۲ به‌ترتیب 70° و 75° است. به کمک هندسه ساده می‌توان دریافت که زاویه θ برابر 145° است. در دو آینه تخت متقاطع با زاویه منفرجه، همواره زاویه میان پرتو بازتاب از آینه دوم با پرتو تابش به آینه اول، دو برابر زاویه حاده میان دو آینه است. پس پاسخ سؤال $2 \times 35 = 70^\circ$ است.

۸۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت«الف»درست است. با توجه به نمودار زیر با افزایش دما، ضریب شکست کاهش می‌یابد.



عبارت«ب»درست است. نمودار زیر گویای درستی عبارت«ب»است.



عبارت«ج»نادرست است. پدیده‌ی سراب به علت وابستگی ضریب شکست محیط به دما است.

عبارت«د»درست است. طول موج پرتو سبز کم‌تر از زرد بوده و ضریب شکست آن بیشتر است و هنگام عبور از منشور بیشتر منحرف می‌شود.

۸۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۶ رنگ تجزیهٔ نور سفید در منشور به‌ترتیب برابر با قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی و بنفش است که ترتیب شکست آن‌ها هم به همان ترتیب است بیشترین شکست مربوط به خط (۶) یعنی بنفش است.

۸۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی پرتو نور از محیط هوا وارد شیشه می‌شود سرعتش کم می‌شود، در نتیجه پرتوی شکست به خط عمود در نقطهٔ تابش، نزدیک‌تر می‌شود.

۹۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در جبهه‌های موج، فاصله‌ی بین جبهه‌ها همان طول موج است. فرض کنید صوتی از هوا وارد آب شود در نتیجه تندی آن افزایش می‌یابد، اما بسامد آن ثابت باقی می‌ماند زیرا از ویژگی‌های منبع منتشرکننده‌ی آن است. در نتیجه با توجه به رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f}$، طول موج افزایش می‌یابد.

هنگامی‌که یک پرتو از یک محیط با تندی کم‌تر به محیط با تندی بیش‌تر می‌رود، از خط عمود دور می‌شود.

۹۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک قانون شکست عمومی، زاویه‌ی شکست را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}=\frac{v_۱}{v_۲}\Rightarrow\frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin\theta_r}=\frac{۳\times ۱۰^۸}{\frac{۱۵\sqrt{۲}}{۸}\times ۱۰^۸}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_r=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow\theta_r=۴۵^\circ$$

می دانیم که سرعت نور در یک محیط ، ثابت است، بنابراین با استفاده از رابطه ی حرکت یک‌نواخت می‌توان نوشت:

$$\cos ۴۵^\circ=\frac{\sqrt{۲}}{d}\Rightarrow d=۲cm=۰/۰۲m$$

$$d=vt\Rightarrow ۰/۰۲=\frac{۱۵\sqrt{۲}}{۸}\times ۱۰^۸\times t\Rightarrow t=\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵}\times ۱۰^{-۱۰}\quad s\Rightarrow t=\frac{۸\sqrt{۲}}{۱۵}\times ۱۰^{-۱}(ns)$$

۹۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با ورود پرتوهای نور به شیشه، طبق قانون شکست عمومی، هر چه پرتوی موج به خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط بیش‌تر نزدیک باشد، تندی انتشار موج در محیط دوم کم‌تر است، پس بنابراین:

$$v_A<v_B<v_C$$

مطابق رابطه‌ی $\lambda-\frac{v}{f}$

بسامد هر سه موج یکسان است، چون منبع تولیدی هر سه موج یکسان است، طول موج با تندی رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$\lambda_A<\lambda_B<\lambda_C$$

می‌دانیم پهنای هر نوار تاریک و روشن در آزمایش یانگ متناسب با طول موج نور است، بنابراین:

$$W_A<W_B<W_C$$

۹۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی موج تختی از محیطی به محیط دیگر می‌تابد و از آن عبور می‌کند، می‌توان قانون شکست عمومی را بین هر دو محیط دلخواه بیان کرد، بنابراین می‌توان تندی انتشار موج در محیط ۳ را محاسبه کرد.

$$\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۳}{v_۱}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۴۵^\circ}=\frac{v_۳}{۳۶}\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}=\frac{v_۳}{۳۶}\Rightarrow v_۳=\frac{۳۶\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}}\times\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}=۱۸\sqrt{۶}\frac{m}{s}$$

۹۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۱\sin\theta_۲\Rightarrow\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{V_۲}{V_۱}\Rightarrow V_۲=\frac{n_۱}{n_۲}V_۱$$

$$t=\frac{L}{V_۱}+\frac{L}{V_۲}=\frac{L}{V_۱}+\frac{L}{V_۱}\left(\frac{n_۲}{n_۱}\right)\Rightarrow t=\frac{L}{V_۱}\left(۱+\frac{n_۲}{n_۱}\right)$$

۹۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_۱\sin i=n_۲\sin r\Rightarrow\sqrt{۲}\left(\frac{۱}{۲}\right)=\sin r\Rightarrow r=۴۵^\circ$$

$$\theta=۴۵^\circ$$

۹۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_۱ \sin i = n_۲ \sin r \Rightarrow \sin ۶۰ = \sqrt{۳} \sin i \Rightarrow \sin i = \frac{۱}{۲} \Rightarrow i = ۳۰^\circ$$

$\overset{\triangle}{ABM}$ مثلث متساوی الساقین $\Rightarrow AB = BM = ۸mm$

در مثلث $\overset{\triangle}{AxB}$: $xB = \frac{۱}{۲}AB = ۴mm \Rightarrow AB^۲ = xB^۲ + Ax^۲ \Rightarrow Ax = \sqrt{۴۸} = ۴\sqrt{۳}$

۹۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قانون شکست عمومی را می‌نویسیم:

$$\frac{\sin \theta_۲}{\sin \theta_۱} = \frac{V_۲}{V_۱}$$

یعنی اگر پرتوی نور، بازتر شود، سرعت نور در آن محیط بیش‌تر است و اگر پرتوی نور بسته‌تر شود، سرعت نور در آن محیط کم‌تر است.

پس:

$$V_۳ > V_۱ > V_۲$$

۹۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۹۰ + ۱۵ + \theta = ۱۲۵^\circ \Rightarrow \theta = ۲۰^\circ$$

۹۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$n_۱ \sin i = n_۲ \sin r \Rightarrow \sin i = \sqrt{۲} \sin ۳۰^\circ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow i = ۴۵^\circ$$

۱۰۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق قانون شکست عمومی، نور پس از ورود به محیط جدید، تغییر سرعت می‌دهد که هر چه طول موج نور بیش‌تر باشد، کم‌تر منحرف می‌شود. بنابراین نور قرمز که بیش‌ترین طول موج را دارد، کم‌تر از همه‌منحرف می شود.

۱	۱	۲	**۳**	۴
۲	**۱**	۲	۳	۴
۳	۱	۲	**۳**	۴
۴	۱	۲	**۳**	۴
۵	۱	**۲**	۳	۴
۶	۱	**۲**	۳	۴
۷	۱	۲	۳	**۴**
۸	**۱**	۲	۳	۴
۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	**۴**
۲۵	**۱**	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	**۴**
۲۹	۱	۲	**۳**	۴
۳۰	۱	۲	۳	**۴**
۳۱	۱	۲	**۳**	۴
۳۲	۱	**۲**	۳	۴
۳۳	۱	**۲**	۳	۴
۳۴	۱	۲	**۳**	۴
۳۵	۱	۲	**۳**	۴
۳۶	۱	**۲**	۳	۴
۳۷	**۱**	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	**۳**	۴
۳۹	**۱**	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	۳	**۴**
۴۲	۱	۲	**۳**	۴
۴۳	۱	۲	۳	**۴**
۴۴	۱	**۲**	۳	۴
۴۵	**۱**	۲	۳	۴
۴۶	۱	۲	۳	**۴**
۴۷	۱	**۲**	۳	۴
۴۸	۱	۲	**۳**	۴
۴۹	۱	۲	**۳**	۴
۵۰	۱	۲	۳	**۴**
۵۱	**۱**	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	**۳**	۴
۵۳	۱	۲	۳	**۴**
۵۴	۱	**۲**	۳	۴
۵۵	۱	۲	۳	**۴**
۵۶	۱	۲	۳	**۴**
۵۷	۱	۲	۳	**۴**
۵۸	۱	**۲**	۳	۴
۵۹	۱	۲	۳	**۴**
۶۰	**۱**	۲	۳	۴
۶۱	**۱**	۲	۳	۴
۶۲	۱	**۲**	۳	۴
۶۳	۱	**۲**	۳	۴
۶۴	۱	**۲**	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	**۴**
۶۶	۱	**۲**	۳	۴
۶۷	۱	**۲**	۳	۴
۶۸	**۱**	۲	۳	۴
۶۹	**۱**	۲	۳	۴
۷۰	۱	**۲**	۳	۴
۷۱	۱	**۲**	۳	۴
۷۲	۱	۲	**۳**	۴
۷۳	**۱**	۲	۳	۴
۷۴	**۱**	۲	۳	۴
۷۵	۱	**۲**	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	**۴**
۷۷	۱	۲	**۳**	۴
۷۸	۱	**۲**	۳	۴
۷۹	۱	۲	۳	**۴**
۸۰	۱	۲	**۳**	۴
۸۱	۱	۲	**۳**	۴
۸۲	۱	**۲**	۳	۴
۸۳	۱	۲	۳	**۴**
۸۴	۱	۲	**۳**	۴
۸۵	۱	۲	**۳**	۴
۸۶	۱	۲	۳	**۴**
۸۷	**۱**	۲	۳	۴
۸۸	۱	۲	**۳**	۴
۸۹	۱	۲	**۳**	۴
۹۰	۱	۲	۳	**۴**
۹۱	۱	۲	۳	**۴**
۹۲	۱	۲	**۳**	۴
۹۳	۱	۲	**۳**	۴
۹۴	**۱**	۲	۳	۴
۹۵	۱	۲	**۳**	۴
۹۶	۱	۲	**۳**	۴
۹۷	۱	**۲**	۳	۴
۹۸	**۱**	۲	۳	۴
۹۹	**۱**	۲	۳	۴
۱۰۰	**۱**	۲	۳	۴