

راهنمای آموزشی فزیک صنف دهم (دور ششم)

اهداف آموزشی:

1_ دانش آموزان با مفاهیم اساسی موضوعات (زاویه بحرانی، انعکاس کلی، سراب، منشور، مسیر نور در منشور، تجزیه نور، تجزیه نور سفید در منشور، رنگین کمان، عدسیه ها، عدسیه های باریک، های محدب، عدسیه های مقعر، خصوصیات عدسیه های محدب، محراق عدسیه محدب الطرفین) آشنایی کامل دریافت کند.

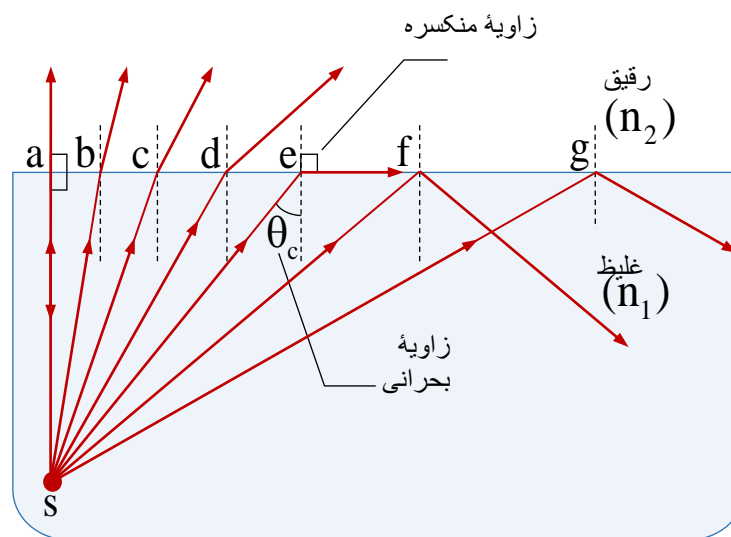
2_ دانش آموزان با موارد استفاده از منشور و تجزیه نور آگاهی کامل کسب نمایند.

3_ دانش آموزان باید با اهمیت موضوعات هذا آشنا شده و بتوانند در زندگی روزمره شان تطبیق نمایند.

بخش اول: زاویه بحرانی و انعکاس کلی

اگر شعاع وارده به طور مایل از محیط غلیظ وارد محیط رقیق گردد؛ به آن زاویه وارده بحرانی یا حدی گفته می توانیم که زاویه منکسره آن 90° گردد. یعنی اشعه منکسره مماس با سطح جدایی دو محیط شفاف می باشد، در شکل (زیر)، نقطه e زاویه بحرانی را تشکیل داده است و زاویه بحرانی به سمبول θ_c نمایش می دهیم.

اگر زاویه وارده از زاویه حدی یا بحرانی بزرگتر شود $\theta_i > \theta_c$ یعنی در این صورت شعاع نور به داخل محیط اول دوباره بازگشت می کند که این حادثه را انعکاس کلی گویند، در شکل زیر، شعاع که در نقطه f و g تشکیل می گردد.



زاویه حدی یا بحرانی را در دو محیط از قانون سنل استفاده می نماییم، اگر $\theta_1 = \theta_c$ و $\theta_2 = 90^\circ$ گردد، پس داریم که

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

در نتیجه بعد از ساده سازی زاویه حدی را در حالت کلی داریم

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) = \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

و در حالت خاص یعنی محیط دوم خلا یا هوا باشد؛ پس $n_2 = 1$ می گردد، در این حالت زاویه حدی را چنین می نویسیم

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{n} \right) = \arcsin \left(\frac{1}{n} \right)$$

مثال (1): اگر ضریب انکسار گلیسرین $\sqrt{2}$ باشد؛ زاویه بحرانی آن را بین محیط گلیسرین - هوا دریابید.

حل: نظر به رابطه زاویه بحرانی داریم

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{n} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 45^\circ$$

مثال (2): زاویه بحرانی را برای اشعه دریافت نمایید که از آب وارد یخ می گردد؛ اگر ضریب انکسار یخ 1.309 و ضریب انکسار آب 1.333 باشد.

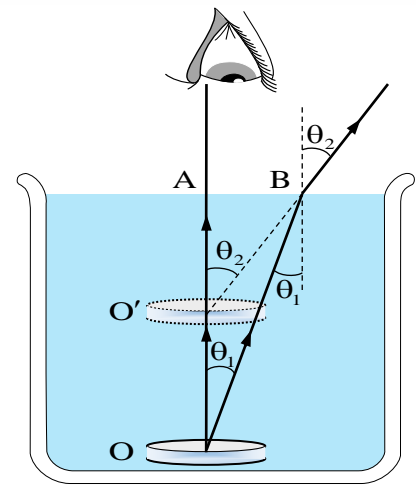
حل: در حالت کلی زاویه بحرانی را داریم

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{1.309}{1.333} \right) = \sin^{-1} (0.9842) = 79.80^\circ$$

تشکیل سراب

اگر در روزهای گرم تابستان در صحراهای بزرگ یا سرک های آسفالت شده شاهراهها، سفر داشته باشید، البته واقعه ای را خواهید دید که بنام سراب یاد می شود.

وقتی که در روزهای گرم تابستان سطح زمین گرم می شود، درجه حرارت طبقات هوای نزدیک به آن نسبت به اقشار بالاتر بلند شده و در نتیجه کثافت آن کم و ضریب انکسار آن کوچک می گردد، مانند شکل (زیر)، در این حالت شعاع که بالای سطح زمین وارد می گردد، حین انعکاس کلی اشعه وارده از محیط شفاف غلیظ وارد محیط شفاف رقیق می گردد و از امتداد یافته شعاع منکسره یک مشاهد از داخل موتر تصویر



با استفاده از قوانین انکسار و با در نظر داشت زوایای وارده و منکسره داریم

$$n \sin \theta_1 = \sin \theta_2 \quad \checkmark \quad \frac{1}{n} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

با توجه به شکل واضح می‌گردد که مثلث AOB مساوی به زاویه وارده θ_1 و زاویه $\hat{AO'B}$ با زاویه منکسره θ_2 مساوی می‌باشد.

به اساس تعریف سین در مثلث‌های قائم‌الزاویه AOB و $AO'B$ می‌توانیم بنویسیم که

$$\sin \theta_1 = \frac{AB}{OB} \quad \wedge \quad \sin \theta_2 = \frac{AB}{O'B}$$

اگر دو طرف معادله‌ها را تقسیم هم سازیم داریم

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{O'B}{OB}$$

اگر زاویه وارده به اندازه کافی کوچک باشد، یعنی می‌توانیم به سکه طور عمودی ببینیم، پس $O'B = O'A$ و $OB = OA$ می‌باشد، پس

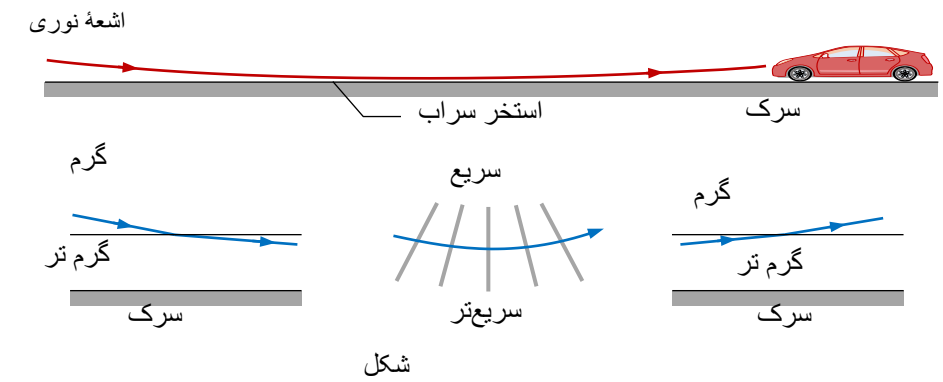
$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{O'A}{OA}$$

در این صورت با قیمت گذاری ضریب انکسار چنین می‌نویسیم

$$OA = n(O'A)$$

در رابطه فوقانی OA به نام عمق حقیقی، $O'A$ به نام عمق ظاهری و n را به نام ضریب انکسار محیط یاد می‌گردند.

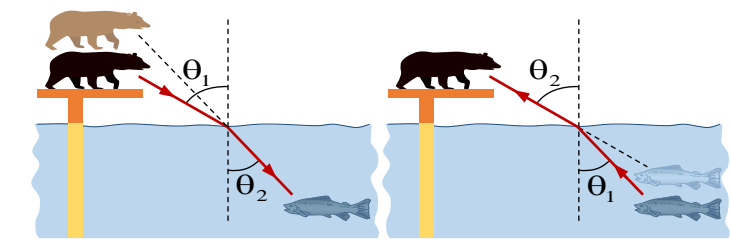
اجسام را سرچپه می‌بینند، مسیر اشعه منکسره در هر لایه هوا تغییر یافته که گراف یک خط منحنی را تشکیل می‌دهد، این اثر می‌تواند.



شکل

تعیین عمق ظاهری و حقیقی

وقتی که اشعه نوری از محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگر می‌شود؛ پس از شکسته شدن تصویر مجازی توسط امتداد یافته شعاعات منکسره تشکیل می‌شود، مثلاً ماهی برای یک خرس از محل واقعی آن بلندتر یعنی نزدیک سطح آب شکل (زیر) و خرس توسط ماهی از محل واقعی آن به فاصله بیشتر یعنی دورتر از سطح آب شکل (زیر)، دیده می‌شود.



شکل

در شکل (زیر) موقعیت یک سکه را در ظرف مملو از آب نشان داده شده است، دو شعاع از نقطه O که به سطح آب وارد می‌شوند رسم می‌نماییم. اشعه OA بدون انکسار داخل هوا می‌گردد. مگر اشعه OB در سطح جدایی دو محیط انکسار نموده و از عمود بالای سطح آب فاصله می‌گیرد. $(\theta_2 > \theta_1)$.

مثال: اگر عمق ظاهری یک حوض 7.5 m و ضریب انکسار آب 1.3 باشد، عمق واقعی آن را دریابید.

حل: رابطه بین عمق ظاهری و حقیقی را داریم

$$OA = n(O'A) \Rightarrow OA = 1.3(7.5 \text{ m}) = 9.8 \text{ m}$$

مثال: عمق یک حوض 2.0 m و ضریب انکسار آب 1.3 است، اگر از بالای آب تقریباً بطور عمود بر کف حوض نگاه کنیم؛ عمق حوض چند متر به نظر می‌رسد.

حل: نظر به رابطه عمق ظاهری و حقیقی داریم

$$OA = n(O'A) \Rightarrow 2.0 \text{ m} = 1.3(O'A) \Rightarrow O'A = 1.5 \text{ m}$$

مثال: در یک ظرف الکل با ضریب انکسار 1.36 به ارتفاع 17.0 cm ریخته شده است، در کف ظرف سکه‌ای قرار دارد وقتی بطور عمود نگاه می‌کنیم؛ سکه را چند سانتی‌متر بالاتر می‌بینیم.

حل: بالاتر دیدن سکه از موقعیت اصلی یعنی مقدار OO' را دریافت کنیم، برای دریافت آن از رابطه $OO' = OA - O'A$ استفاده می‌کنیم

$$OA = n(O'A) \Rightarrow 17.0 \text{ cm} = 1.36(O'A) \Rightarrow O'A = 12.5 \text{ m}$$

$$OO' = OA - O'A \Rightarrow OO' = 17.0 \text{ cm} - 12.5 \text{ cm} = 4.50 \text{ cm}$$

مثال: چند سانتی‌متر مایع را با ضریب انکسار $\frac{5}{4}$ داخل ظرف بریزیم تا وقتی به طور قائم از بالا به آن نگاه می‌کنیم، قاعده ظرف 9 سانتی‌متر بالاتر دیده می‌شود.

حل: نظر به رابطه داریم

$$OO' = OA - O'A \Rightarrow OO' = OA - \frac{OA}{n}$$

$$9 \text{ cm} = OA - \frac{OA}{\frac{5}{4}} \Rightarrow 9 \text{ cm} = OA - \frac{4OA}{5}$$

$$\Rightarrow 9 \text{ cm} = \frac{OA}{5} \Rightarrow OA = 45 \text{ cm}$$

مثال: در دو ظرف A و B تا ارتفاع 36 cm در اولی آب و در دومی بنزین می‌ریزیم تعیین کنید. (الف) کدام یک از دو ظرف عمیق‌تر و به کدام به نظر می‌رسد. (ب) در کدام ظرف و چقدر از مایع اضافه کنیم تا عمق دو ظرف یکسان به نظر برسد. (پ) از کدام ظرف و به چه اندازه از مایع کم کنیم تا عمق هر دو ظرف یکسان به نظر برسد، (ضریب انکسار آب $\frac{4}{3}$ و از بنزین $\frac{3}{2}$ است).

حل: مطابق به عمق ظاهری و حقیقی می‌نویسیم

جزء (الف): در قدم اول به طور جداگانه عمق ظاهری هر محیط را دریافت می‌کنیم

$$OA = n(O'A) \Rightarrow 36 \text{ cm} = \frac{4}{3}(O'A) \Rightarrow O'A = 27 \text{ cm}$$

$$OA = n(O'A) \Rightarrow 36 \text{ cm} = \frac{3}{2}(O'A) \Rightarrow O'A = 24 \text{ cm}$$

دیده می‌شود که ظرف آب عمیق‌تر به نظر می‌رسد؛ یا به طور عمومی، مایعی که دارای ضریب انکسار کم‌تر باشد، عمق آن بیش‌تر است.

جزء (ب): باید به ظرف بنزین مقداری اضافه گردد تا عمق آن به 27 cm برسد.

$$OA = n(O'A) \Rightarrow OA = \frac{3}{2}(27 \text{ cm}) \Rightarrow OA = 40.5 \text{ cm}$$

بنابراین مقدار بنزین اضافه‌شده به ظرف برابر است با:

$$40.5 \text{ cm} - 36 \text{ cm} = 4.5 \text{ cm}$$

جزء (پ): اگر بخواهیم با کم کردن مایع ارتفاع دو مایع یکسان باشد، باید از ظرف آب مقداری کم کنیم تا ارتفاع ظاهری دو مایع برابر 24 cm شود.

$$OA = n(O'A) \Rightarrow OA = \frac{4}{3}(24 \text{ cm}) \Rightarrow OA = 32 \text{ cm}$$

مقدار آبی که باید کم کنیم $36 \text{ cm} - 32 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$ می‌باشد.

مسیر نور در تیغه متوازی‌السطوح

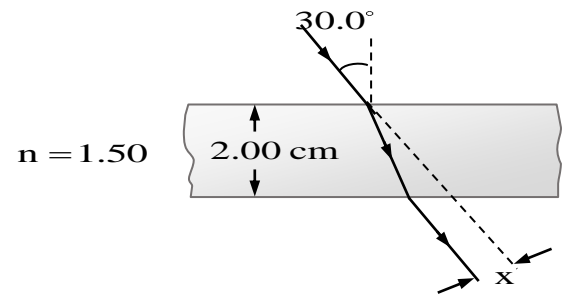
تیغه متوازی‌السطوح همان شیشه می‌باشد که دارای دو سطح موازی و ضخامت e باشد؛ مانند شیشه‌های ضخیم، و غیره. زمانی که اشعه نوری به تیغه وارد گردد این اشعه نوری دو مرتبه انکسار می‌نمایند، مرتبه اول به داخل تیغه و مرتبه دوم از تیغه خارج می‌گردد. که شعاع ورودی و خروجی با هم موازی و زاویه ورودی و خروجی با هم مساوی اند.

حل: دیده می‌شود که $e = 6 \text{ cm}$ ، $\theta_1 = 60^\circ$ و $\theta_2 = 30^\circ$ می‌باشد، در این صورت مقدار تغییر مکان اشعه وارده را داریم.

$$d = \frac{e}{\cos \theta_2} \sin(\theta_1 - \theta_2) = \frac{6 \text{ cm}}{\cos 30^\circ} \sin(60^\circ - 30^\circ)$$

$$= \frac{6 \text{ cm}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{(6 \text{ cm})2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} = 2\sqrt{3} \text{ cm}$$

مثال: در شکل (زیر) مقدار جزء x را دریابید.



حل: در شکل فوقانی دیده می‌شود که $\theta_1 = 30.0^\circ$ ، $e = 2.00 \text{ cm}$ و $n = 1.50$ می‌باشند؛ برای دریافت

قیمت x مقدار زاویه منکسر را دریافت می‌کنیم، پس داریم

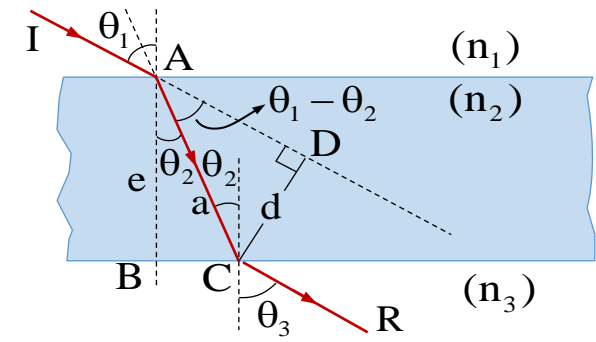
$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 \Rightarrow \sin 30.0^\circ = (1.50) \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = (1.50) \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{3} \Rightarrow \theta_2 = 19.5^\circ$$

اکنون برای دریافت قیمت x چنین می‌نویسیم

$$x = \frac{e}{\cos \theta_2} \sin(\theta_1 - \theta_2) = \frac{2.00 \text{ cm}}{\cos 19.5^\circ} \sin(30.0^\circ - 19.5^\circ)$$

$$\Rightarrow x = \frac{2.00 \text{ cm}}{0.943} (0.182) \Rightarrow x = 0.386 \text{ cm}$$



برای این که بتوانیم مسیر اشعه نوری را مطالعه کنیم، مطابق به شکل (بالا) اشعه نوری از محیط 1 با ضریب انکسار n_1 به محیط 2 که دارای ضخامت e و دارای ضریب انکسار n_2 است، وارد می‌گردد.

مسیر اشعه نوری از محیط 1 وارد محیط 2 با استفاده از قانون سنل داریم که:

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

همچنان برای سطح تحتانی تیغه در $n_3 = 1$ می‌توانیم بنویسیم که

$$n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 \Rightarrow n \sin \theta_2 = \sin \theta_3$$

دیده می‌شود که یک طرف معادله‌ها با هم مساوی است پس $\theta_1 = \theta_3$ می‌گردد و تیغه مسیر اشعه نوری را تغییر نمی‌دهد، مگر اشعه نوری به اندازه d تغییر مکان می‌نماید، مانند شکل (زیر). اگر بخواهیم که مقدار تغییر مکان اشعه وارده را محاسبه کنیم، a وتر دو مثلث قائم‌الزاویه را نشان می‌دهد، از مثلث

$\triangle ABC$ می‌توانیم بنویسیم که

$$\cos \theta_2 = \frac{e}{a} \Rightarrow a = \frac{e}{\cos \theta_2}$$

و با استفاده از مثلث $\triangle ADC$ داریم که

$$\sin(\theta_1 - \theta_2) = \frac{d}{a} \Rightarrow d = a \sin(\theta_1 - \theta_2)$$

از ترکیب این دو معادله حاصل می‌نماییم که

$$d = \frac{e}{\cos \theta_2} \sin(\theta_1 - \theta_2)$$

در رابطه فوقانی d مقدار تغییر مکان، e ضخامت تیغه، θ_1 زاویه وارده و θ_2 زاویه منکسر می‌باشد.

مثال: مقدار تغییر مکان اشعه وارده در در تیغه متوازی‌الاضلاع دریابید، اگر ضخامت تیغه 6 cm ، زاویه وارده 60° و زاویه منکسر 30° باشد.