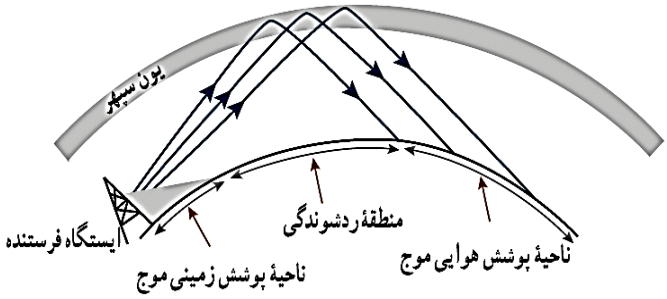
شکست امواج الکترومغناطیسی: امواج الکترومغناطیسی (و از جمله نور مرئی) نیز با گذر از یک محیط به محیطی دیگر که در آن تندی آنها متفاوت می شود، شکست پیدا می کنند.



یک موج پر قدرت رادیویی، با بسامد بین ۳ تا ۳۰ مگاهرتز، به لایه یون سپهر(یونسفر) بالای جو که در ارتفاع ۸۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتری سطح زمین واقع است فرستاده می‌شود. این لایه به علت وجود یون‌ها و الکترون‌های آزاد، پلاسمایی را ایجاد می کند.

یون سپهر(یونسفر) چه امواجی را عبور میدهد وچه امواجی را بازتاب میدهد؟ چرا؟

یون سپهر در حالی که نور مرئی و تابش فروسرخ را عبور می‌دهد، امواج رادیویی با طول موج‌های بلند (با λی بزرگ‌تر از حدود $10m$ را که در جهت‌های مناسبی به سوی این لایه ارسال شده باشند، به طرف زمین برمی گرداند. دلیل این اتفاق، یکنواخت نبودن چگالی الکترون‌های آزاد در این لایه و در نتیجه، تفاوت تندی امواج رادیویی در قسمت‌های مختلف آن است، به طوری که در سازوکاری مانند پدیده سراب، امواج را به سمت پایین باز می گرداند.

ضریب شکست :

قابل مقایسه با غلظت است !!!

ضریب شکست هر محیط برابر با نسبت تندی نور در خلأ به تندی نوردر آن محیط است و آن را با n نشان می دهیم.

چون تندی نور در خلأ بیشترین تندی ممکن است، ضریب شکست همواره بزرگ‌تر یا مساوی ۱ است (که ۱ مربوط به خلأ است.)

$$n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$$

نکته : هرگاه سرعت نور در محیط اول v_1 و در محیط دوم v_2 باشد، طبق تعریف ضریب شکست خواهیم داشت :

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad , \quad n_2 = \frac{c}{v_2} \rightarrow n_1 \times v_1 = n_2 \times v_2 \quad \text{یا} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad .$$

این رابطه نشان می دهد هر چه ضریب شکست محیط بیشتر باشد(محیط غلیظ تر باشد) سرعت انتشار نور (موج الکترومغناطیسی) در آن کمتر است .

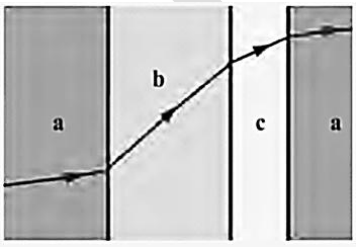
$$n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$$

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

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{c/n_2}{c/n_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

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

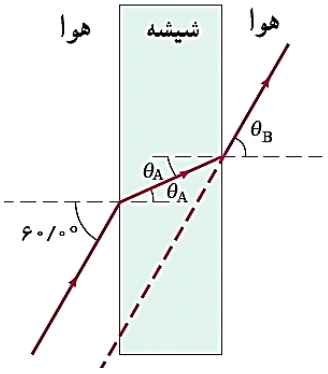
شکل روبه رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می دهد که با عبور از محیط اولیه a، از طریق محیط های b و c به محیط a باز می گردد. این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آنها ازبیشترین تا کمترین مرتب کنید. (پرسش کتاب)



با توجه به افزایش یا کاهش زوایای شکست می توان غلظت ها را مقایسه کرد مثلا پرتو b از خط عمود دور شده پس محیط رقیق تری نسبت به a دارد و .....

$$n_a > n_b \quad , \quad n_c > n_b \quad , n_c < n_a \rightarrow n_a > n_c > n_b$$

پرتوی نوری مطابق شکل، از هوا بر تیغه شیشه ای متوازی السطوحی، با زاویه تابش ۶۰° فرود می‌آید. الف) زاویه شکست پرتو در شیشه چقدر است؟



ب) زاویه خروجی پرتو از شیشه چقدر است؟ (ضریب شکست هوا $n_1=1$ و ضریب شکست شیشه $n_2=1/5$) (مثال ۴-۲) از روی شکل می توان نتیجه گرفت : $\theta'_A = \theta_A$

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_A} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\sin ۶۰}{\sin\theta_A} = \frac{۱.۵}{۱} \rightarrow \sin\theta_A = \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{۱.۵} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

ب) $\frac{\sin\theta_A}{\sin\theta_B} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۳}}{\sin\theta_B} = \frac{۱}{۱.۵}$ $\sin\theta_B = ۱.۵ \times \frac{\sqrt{۳}}{۳} = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \rightarrow \theta_B = ۶۰^o$

زاویه ورودی از هوا به شیشه برابر زاویه خروجی از شیشه به هواست !!!

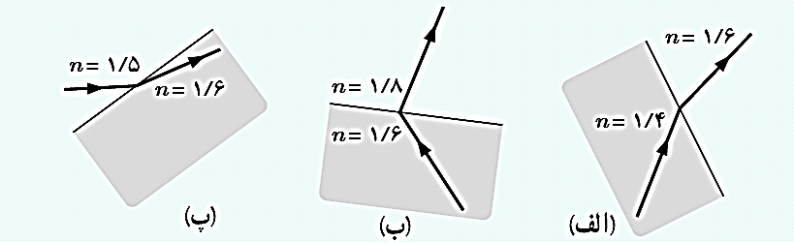
فعالیت کتاب : با توجه به تمرین بالا آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغه متوازی السطوح شفاف را اندازه گرفت.

روش کار: یک تیغه متوازی السطوح را درنظر بگیرید و آن را روی کاغذ سفیدی قرار دهید .باریکه نوری را به وجهی از تیغه بتابانید به طوری که از وجه مقابل آن خارج شود .محل تیغه بر کاغذ را با رسم اضلاع آن برروی کاغذ مشخص کنید .همچنین مسیر باریکه فرودی و باریکه خروجی از تیغه را روی کاغذ رسم کنید .برای رسم دقیق تر مسیر باریکه های فرودی و خروجی می توانید کاغذ سفید را روی قطعه یونولیتی قرار دهید و مسیر باریکه ها را با فروبردن سوزن هایی در آن مشخص کنید .

اکنون تیغه را بردارید و با استفاده از یک خط کش، مسیر باریکه نور در درون تیغه را رسم کنید .بر روی مسیر باریکه های نور، پیکانه هایی رسم کنید تا جهت پرتوها مشخص شود .با استفاده از یک نقاله، خطوط عمود بر وجه های تیغه در محل ورود و خروج باریکه های نور را رسم کنید و زاویه های بین باریکه ها و خطوط عمود را اندازه بگیرید .

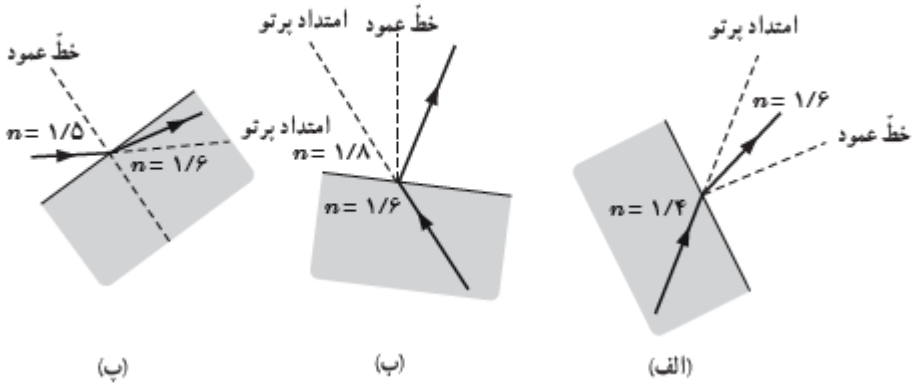
اکنون می توانیم با استفاده از قانون اسنل برای ورود باریکه از هوا به تیغه، ضریب شکست تیغه را به دست آوریم و یا اینکه ضریب شکست را با استفاده از قانون اسنل برای خروج باریکه از تیغه به هوا بیابیم .بدیهی است که این دو مقدار نباید تفاوت چندانی داشته باشند .درهر صورت آزمایش را به یکی از دو طریق بالا، برای گستره ای از زاویه های فرودی انجام دهید و مقدار ضریب شکست را با میانگین از عددهای حاصل گزارش کنید.

کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟ (پرسش ۴-۳)



جواب : با رسم خط عمود .... الف صحیح است

گفتیم در عبور پرتو از محیطی با ضریب شکست کمتر به محیطی با ضریب شکست بیشتر، پرتو باید به خط عمود نزدیک‌تر شود.



تمرین :

پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست می‌شود اگر پرتو شکست با خط عمود زاویه ۳۰ درجه بسازد زاویه تابش را مشخص کنید.

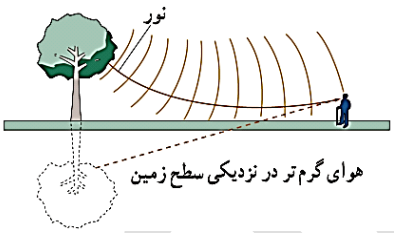
پرتو نور تکرنگی با زاویه ۴۵ درجه به سطح مایعی می‌تابد و با زاویه ۳۰ درجه شکسته شده وارد مایع می‌گردد ضریب شکست مایع را حساب کنید.

یک شعاع نور که با زاویه‌ی تابش ۶۰ درجه از هوا وارد مایعی شده، ۱۵ درجه منحرف می‌شود، سرعت این شعاع در داخل مایع تقریبا چند کیلومتر بر ثانیه است؟ ($C=3\times10^5\ km/s$)

وقتی پرتو نور تک رنگی از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست n_1 می‌شود از سرعت آن ۲۵ درصد کاسته می‌شود. اگر این پرتو از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکستn_2شود سرعتش ۸۰ درصد سرعت آن در هوا خواهد شد نسبت n_1 بهn_2 را حساب کنید.

اگر زمانی که نور مسافت ۱۲۰سانتیمتر را در آب به ضریب شکست طی می‌کند، برابر باشد با زمانی که مسافت d را در هوا طی می‌کند، d چند سانتی‌متر است؟

سراب:



در روزهای گرم ممکن است برکه ی آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قراردارد، اما وقتی به آن محل می رسید، آنجا را خشک می یابید. به این پدیده **سراب** یا سراب آبگیر می گویند.