



فیزیک

پایه دوازدهم

رهپویان
دانش و اندیشه



موج ، بازتاب و شکست آن

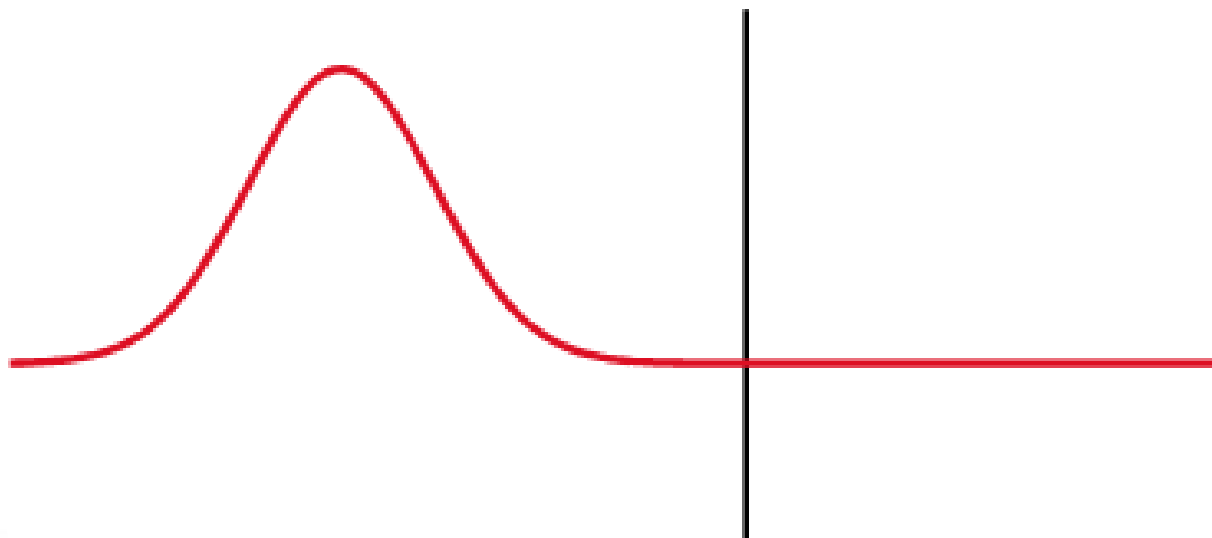
شکست موج (۱)

مدرس: نیما نوروزی

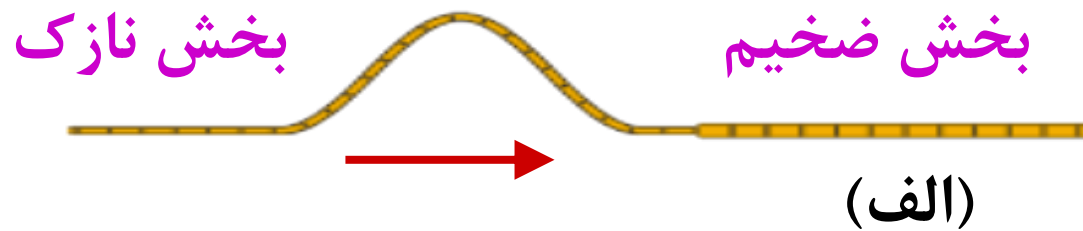


شکست موج:

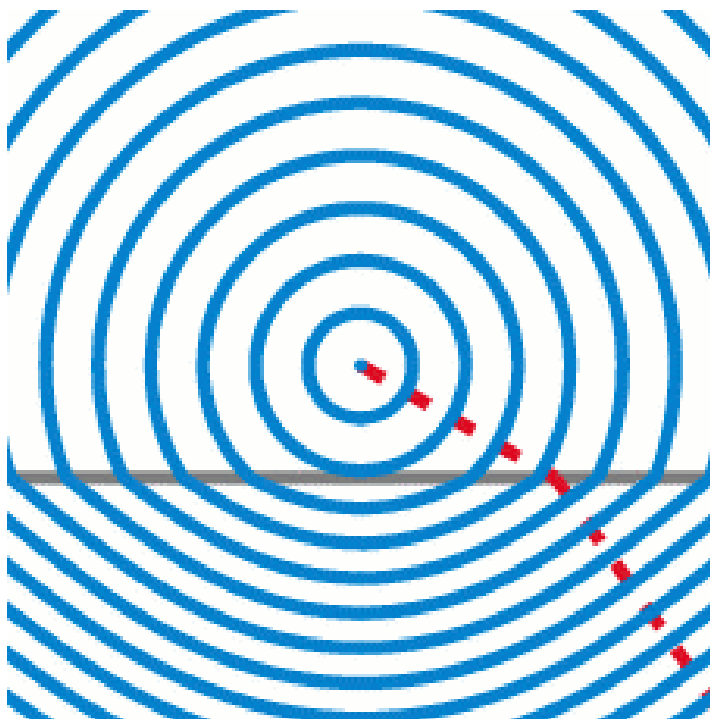
وقتی موج به مرز جدایی دو محیط می‌رسد بخشی از آن بازتابیده می‌شود و بخشی دیگر عبور می‌کند که این افزون بر جذب موج است که در هر دو محیط رخ می‌دهد.



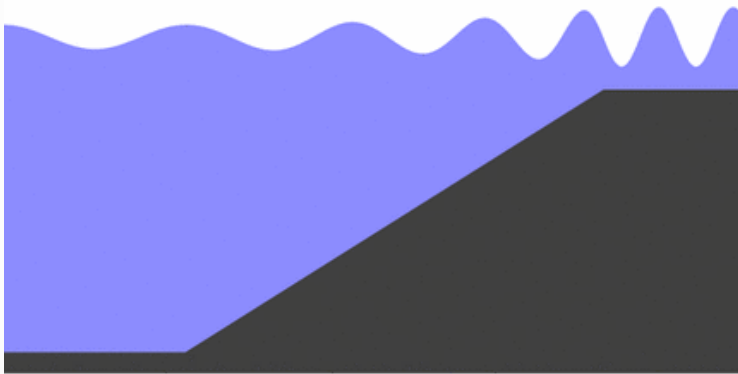
عبور یک تپ در طول طنابی را در نظر بگیرید که از دو بخش، یکی نازک و دیگری ضخیم، تشکیل شده است. وقتی این تپ از سمت بخش نازک به مرز دو بخش می‌رسد، بخشی از این تپ بازمی‌تابد و بخشی دیگر عبور می‌کند. برای یک موج سینوسی بسامد این دو موج همان **بسامد موج فرودی است که توسط چشمه موج** تعیین می‌شود. بنابراین موج عبوری که تندی آن در قسمت ضخیم کمتر است، بنا به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج کمتری نسبت به موج فرودی خواهد داشت.



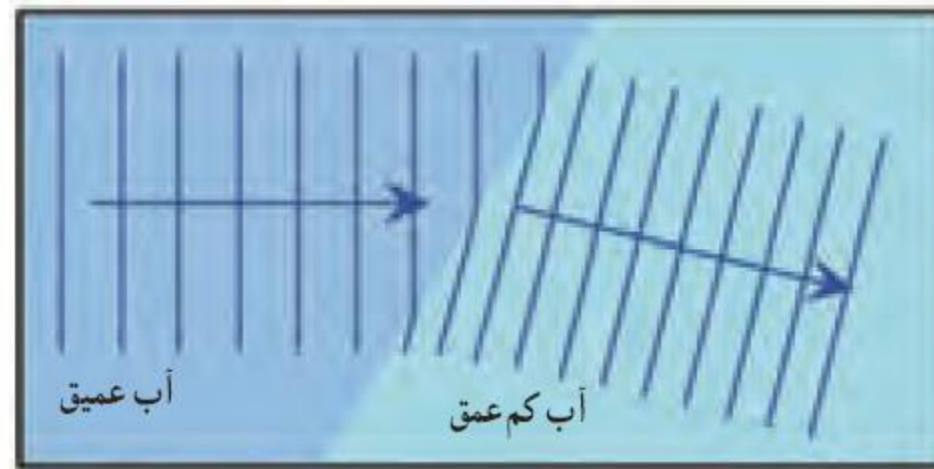
در حالت‌های دو یا سه بُعدی نیز با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند.



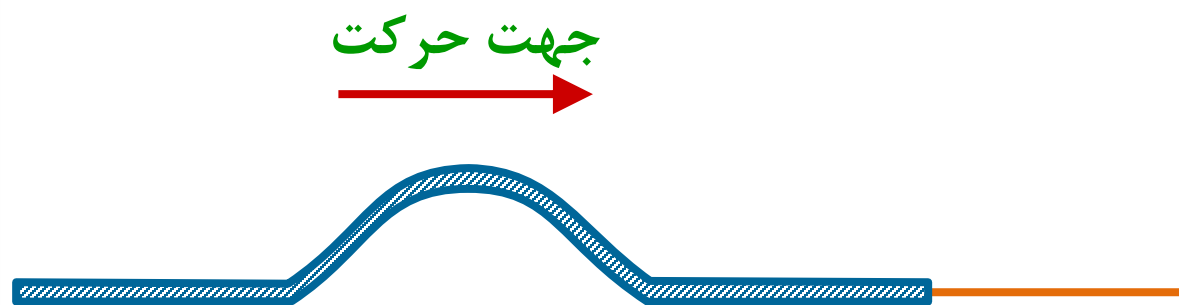
تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد. از این ویژگی می‌توانیم برای تحقیق پدیده شکست در تشت موج استفاده کنیم؛ یعنی با تغییر دادن عمق آب در بخشی از تشت می‌توان تندی موج سطحی در آن بخش را تغییر داد که این همان طور که دیدیم به تغییر جهت انتشار موج در آن بخش، و به عبارتی به شکست موج می‌انجامد.



مشاهده می‌شود با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می‌یابد. روشن است، آن بخش موج که زودتر به ناحیه کم عمق می‌رسد، چون با تندی کمتر حرکت می‌کند از بقیه موج که هنوز وارد این ناحیه نشده عقب می‌افتد و بنابراین فاصله بین جبهه‌های موج و در نتیجه طول موج کاهش می‌یابد و به این ترتیب جبهه‌های موج مطابق شکل در مرز دو ناحیه تغییر جهت می‌دهند.



تست: یک موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب دو بخشی شکل زیر، به قسمت نازک آن وارد می‌گردد. در این حالت، به ترتیب از راست به چپ، تندی و طول موج موج عبوری نسبت به موج فرودی چه تغییری می‌کند؟



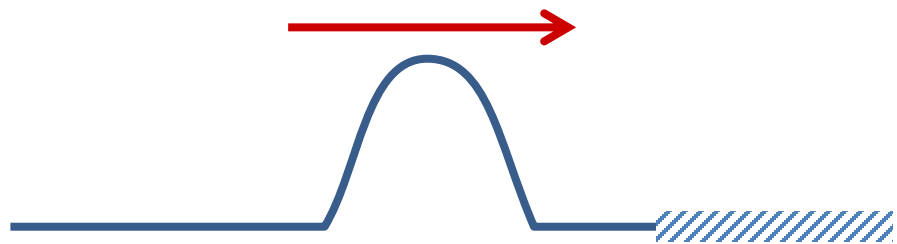
(1) بیشتر می‌شود - کمتر می‌شود.

(2) کمتر می‌شود - بیشتر می‌شود.

(3) هر دو بیشتر می‌شوند. ✓

(4) هر دو کمتر می‌شوند.

تست: در شکل زیر، یک موج سینوسی به طول موج 30cm از قسمت نازک یک طناب دو قسمتی به قسمت ضخیم آن وارد می‌گردد. با فرض عدم تغییر نیروی کشش طناب، اگر چگالی خطی جرم قسمت ضخیم $1/44$ برابر چگالی خطی جرم قسمت نازک باشد، طول موج عبوری از قسمت ضخیم چند سانتی‌متر خواهد بود؟



25 (2

20/83 (1

43/2 (4

35 (3

پاسخ:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{f \text{ ثابت}} \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} \xrightarrow{\mu_2 = 1/44\mu_1}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{1/44\mu_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{1}{1/44}} = \frac{1}{1/2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{5}{6}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت}} \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \xrightarrow{\frac{v_2}{v_1} = \frac{5}{6}, \lambda_1 = 30\text{cm}} \frac{\lambda_2}{30} = \frac{5}{6} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{5 \times 30}{6} = 25\text{cm}$$

35 (3

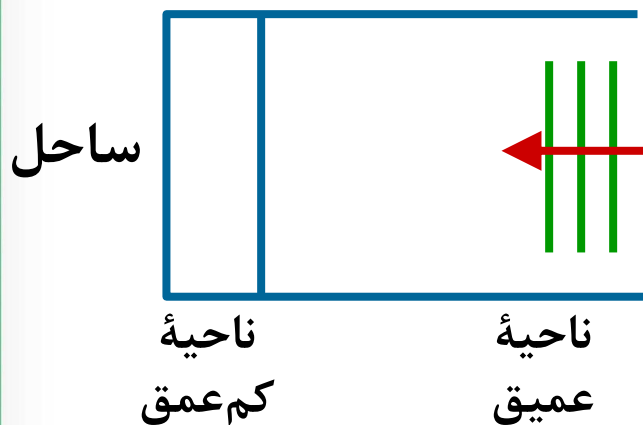
25 (2



20/83 (1

43/2 (4

تست: در ساحل یک دریاچه مصنوعی که به شکل زیر است، امواجی موازی به ساحل نزدیک می‌شوند که بسامد آن‌ها $2/5$ هرتز و فاصله بین یک فرورفتگی و برآمدگی پس از آن، 20 سانتی‌متر است. اگر تندی امواج در ناحیه کم‌عمق $0/8$ برابر تندی آن‌ها در ناحیه عمیق باشد، به ترتیب از راست به چپ، تندی موج در ناحیه عمیق و طول موج در ناحیه کم‌عمق در SI کدام است؟



$$(2) \quad 0/5, 0/32$$

$$(4) \quad 1, 0/16$$

$$(1) \quad 1, 0/32$$

$$(3) \quad 0/5, 0/16$$

(کانون فرهنگی آموزش - قلم‌چی)

پاسخ:

$$\frac{\lambda}{2} = 20\text{cm} \Rightarrow \lambda = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda f \xrightarrow{\lambda=0.4\text{m}, f=2/5\text{Hz}}$$

$$v = 0.4 \times 2/5 = 0.16\text{m/s}$$

$$\lambda' = \frac{v'}{f} \xrightarrow{\begin{matrix} v'=0.16 \times 1 = 0.16\text{m/s} \\ f=2/5\text{Hz} \end{matrix}}$$

$$\lambda' = \frac{0.16}{2/5} = 0.4\text{m}$$

، 1 (1

0/32

، 0/5 (2 ✓

0/32

، 0/5 (3

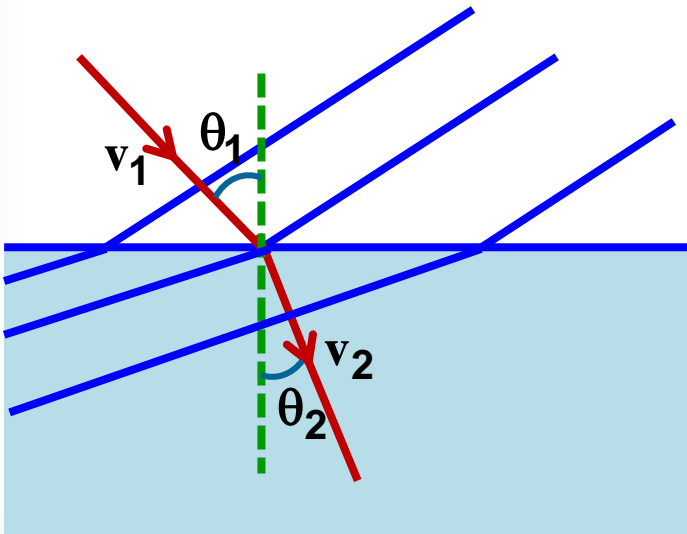
0/16

، 1 (4

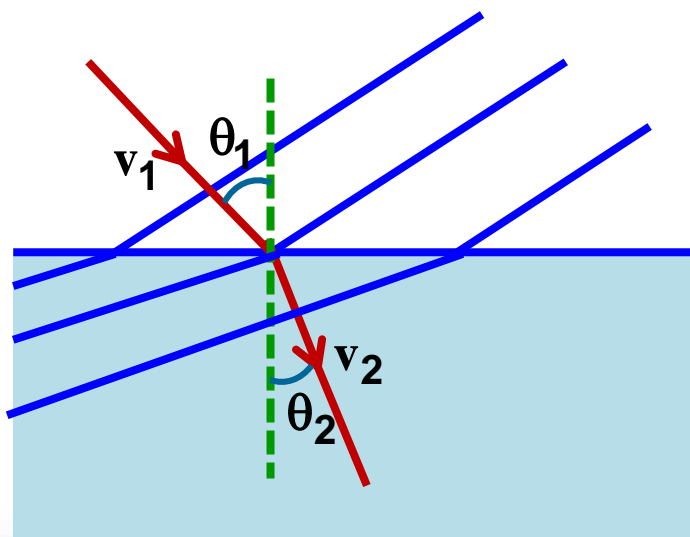
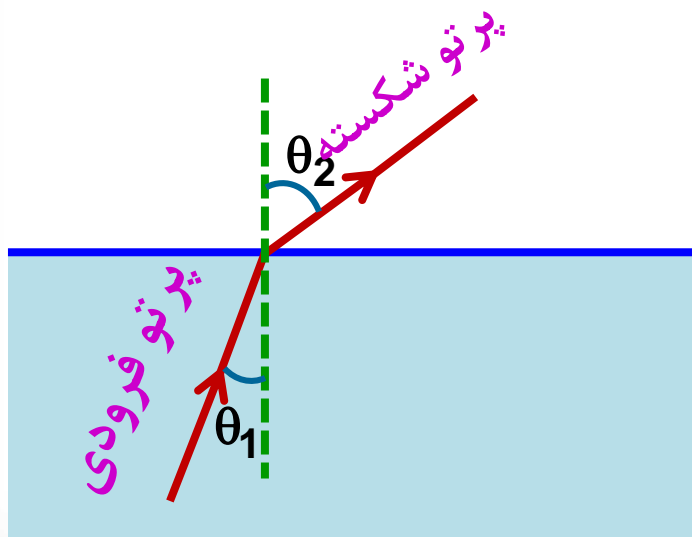
0/16

قانون شکست عمومی:

فرض کنید مطابق شکل جبهه‌های موج تختی به طور مایل به مرز دو محیط می‌رسند و سپس شکست پیدا می‌کنند. از آنجا که جبهه‌های موج در مرز جدایی دو محیط می‌شکنند، پرتوهای موج که همواره عمود بر جبهه‌های موج هستند در عبور از این مرز تغییر جهت می‌دهند.



در یک نمودار پرتویی، زاویه پرتوی فرودی با خط عمود بر مرز را زاویه تابش می‌نامند و با θ_i نشان می‌دهند، در حالی که زاویه پرتوی شکسته با خط عمود بر مرز را زاویه شکست می‌نامند و با θ_r نشان می‌دهند.



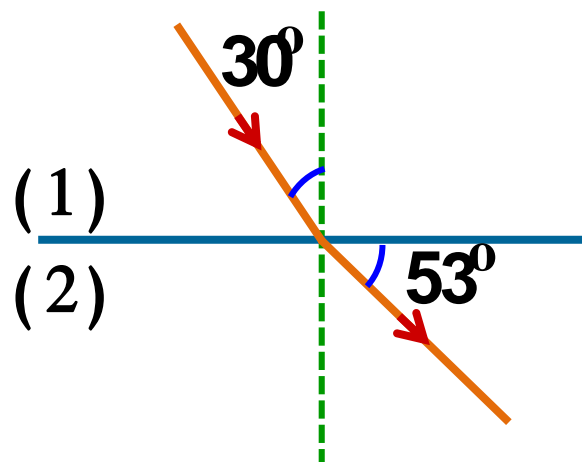
اگر تندی انتشار موج فرودی را v_1 و تندی انتشار موج شکست یافته را v_2 نشان دهیم رابطه زیر را به عنوان قانون عمومی شکست بین تندی موج و زاویه فرودی و شکست برقرار است :

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

تست: مطابق شکل زیر، جبهه موجی از محیط (1) وارد محیط (2) می شود. تندی انتشار

موج در محیط (2) چند برابر تندی انتشار موج در محیط (1) است؟

$$(\sin 53^\circ = 0.8)$$



$$\frac{5}{6} (2)$$

$$\frac{5}{8} (4)$$

$$\frac{6}{5} (1)$$

$$\frac{8}{5} (3)$$

پاسخ:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \xrightarrow[\theta_2 = 90^\circ - 53^\circ = 37^\circ]{\theta_1 = 30^\circ} \frac{\sin 37^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\xrightarrow[\sin 30^\circ = \frac{1}{2}]{\sin 37^\circ = \frac{6}{10}} \frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{6}{10}}{\frac{1}{2}} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{5}{8} (4$$

$$\frac{8}{5} (3$$

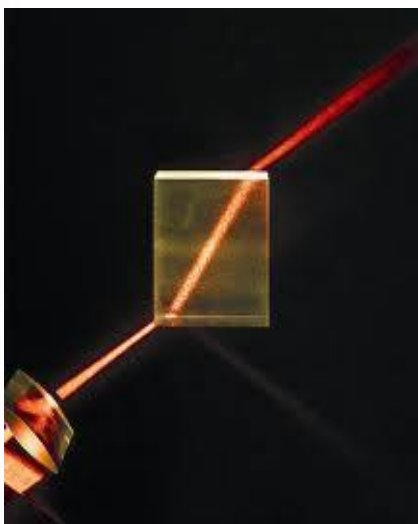
$$\frac{5}{6} (2$$

$$\frac{6}{5} (1 \checkmark$$

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 می‌شود، شکست پیدا می‌کنند. به جز گستره نور مرئی که بیشترین و معروف‌ترین موارد شکست برای آنها مطرح می‌شود و به پیامدها و کاربردهای جالبی می‌انجامد، شکست امواج رادیویی نیز اهمیتی کاربردی در ارتباطات رادیویی دارد.

ضریب شکست محیط:



وقتی یک پرتوی نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری شود، بخشی از نور باز می‌تابد و بخشی دیگر وارد محیط دوم می‌شود. همان‌طور که انتظار داریم آن بخش نور که وارد محیط دوم می‌شود، به دلیل آنکه تندی آن در محیط دوم تغییر می‌کند، شکسته می‌شود.

به همین دلیل برای هر محیط ضریب شکست تعریف می‌کنند که برابر با نسبت
تندی نور در خلأ به تندی نور در آن محیط است:

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

در رابطه فوق c تندی نور در خلأ است که مقدار آن را در محاسبات
 $3/00 \times 10^8 \frac{m}{s}$ در نظر می‌گیریم.

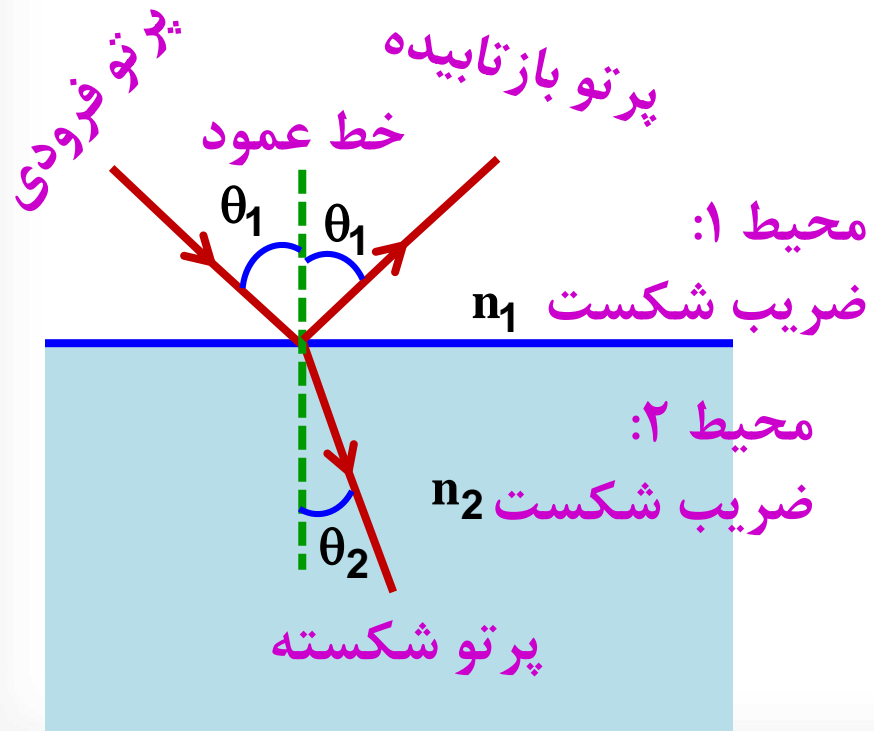
قانون شکست اسنل:

همان طور که گفتیم قانون عمومی شکست رابطه $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ را بیان

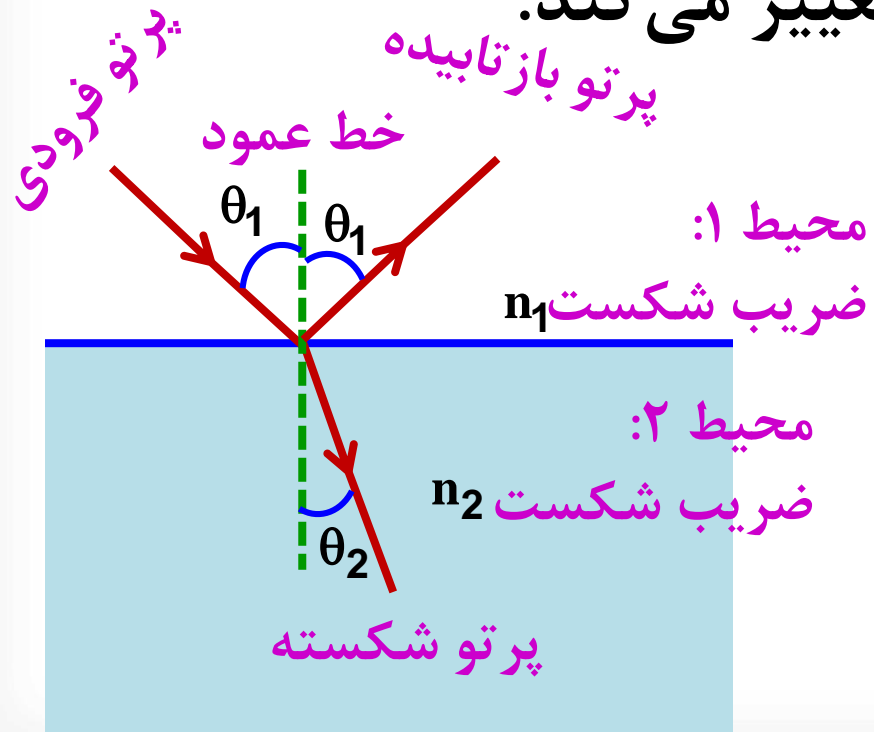
می کند و با توجه به رابطه $n = \frac{c}{v}$ می توانیم نتیجه گیری زیر را انجام دهیم:

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

* شکل مقابل طرحی از بازتاب و شکست نور، در عبور یک پرتوی نور از محیطی شفاف به محیط شفاف دیگر را نشان می‌دهد.



* نور نیز مانند سایر امواج الکترومغناطیسی وقتی از یک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگری شود بسامد آن تغییر نمی‌کند (بنابراین رنگ آن نیز تغییر نخواهد کرد) ولی طول موج آن متناسب با سرعت تغییر می‌کند.



$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

تست: پرتوی نوری از محیط شفافی به ضریب شکست $2/5$ وارد محیط شفاف دیگری به ضریب شکست 2 می شود. تندی نور چند درصد تغییر می کند؟

30 (3

20 (2

25 (1

40 (4

پاسخ:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\xrightarrow[n_2=2]{n_1=2/5} \frac{2/5}{2} = \frac{v_2}{100} \Rightarrow v_2 = 125$$

30 (3	20 (2	25 (1
		40 (4 ✓

رهپویان

دانش و اندیشه

