

ضریب شکست

وارد شدن نور از خلاء به داخل یک محیط بدست می آید ضریب شکست مطلق آن محیط نام دارد.

فرض کنید ضریب شکست محیط اول n_1 و ضریب شکست محیط دوم n_2 است. با در نظر گرفتن

شکست در سطح جدایی بین محیطهای اول و دوم، با اطمینان می توان گفت که ضریب شکست n برای

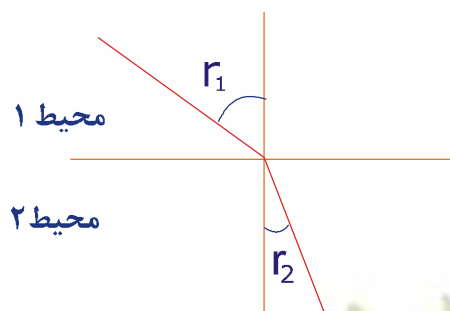
گذار از محیط اول به محیط دوم (ضریب شکست نسبی) مساوی نسبت ضریبهای شکست مطلق

محیطهای دوم و اول است:

$$n = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

اثبات این رابطه نیز به صورت زیر می باشد:

شکل زیر را در نظر بگیرید.



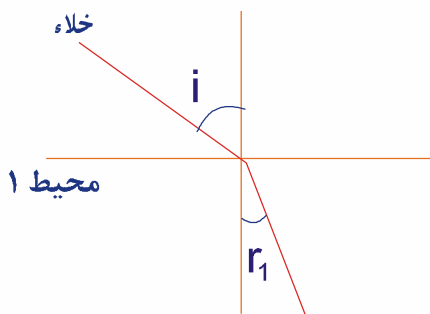
طبق قانون شکست می توان نوشت:

$$n = \frac{\sin r_1}{\sin r_2} \quad (2)$$

ضریب شکست نسبی

حال فرض کنید که پرتویی تحت زاویه \hat{i} از خلأ به محیط با ضریب شکست n_1 برخورد کرده و

تحت زاویه \hat{r}_1 وارد این محیط می‌شود.

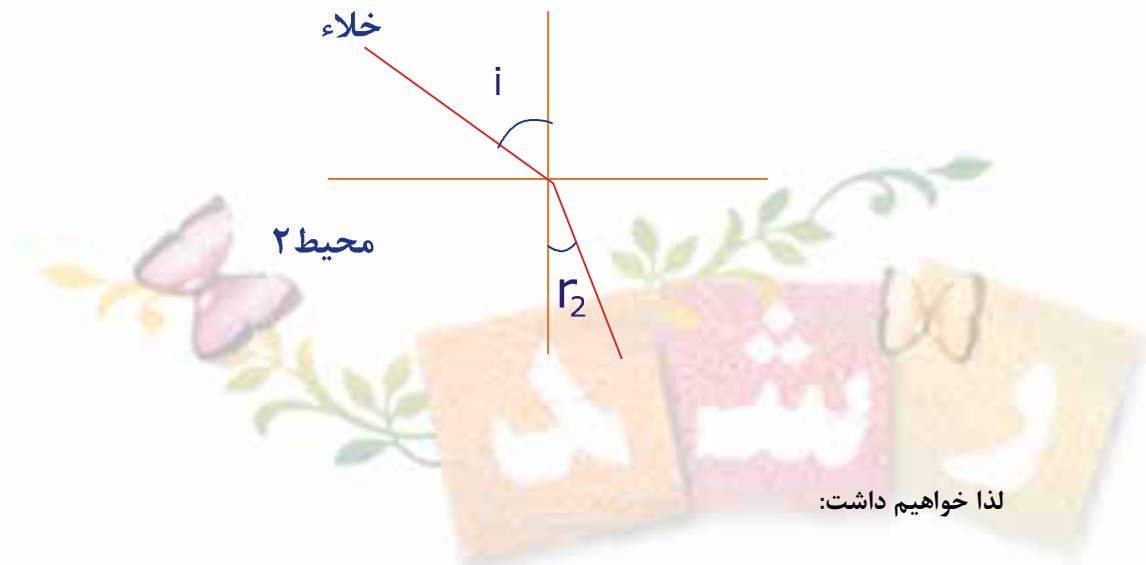


طبق قانون شکست خواهیم داشت:

$$n_1 = \frac{\sin i}{\sin r_1} \quad (3)$$

برای محیط دوم مطابق شکل زیر، فرض می‌کنیم که نور تحت زاویه i از خلأ به محیط دوم بتابد و

تحت زاویه r_2 داخل آن شود.



لذا خواهیم داشت:

$$n_2 = \frac{\sin i}{\sin r_2} \quad (4)$$

از روابط (3) و (4) مقدار $\sin r_1$ و $\sin r_2$ به صورت زیر بدست می آید:

$$\sin r_1 = \frac{\sin i}{n_1} \quad (5)$$

$$\sin r_2 = \frac{\sin i}{n_2}$$

حال این روابط را در رابطه (2) که رابطه اصلی ضریب شکست نسبی دو محیط است، قرار

می دهیم، خواهیم داشت:

$$n = \frac{\frac{\sin i}{n_1}}{\frac{\sin i}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (6)$$

برعکس، وقتی که نور از محیط دوم به محیط اول منتشر شود، ضریب شکست نسبی عبارت است

از،

$$n' = \frac{1}{n} = \frac{n_1}{n_2} \quad (7)$$

محیطی که دارای ضریب شکست بزرگتری است، محیط نوری چگالتر نامیده می شود. ضریب

شکست محیطها معمولاً نسبت به هوا معین می شوند. ضریب شکست مطلق هوا n_a برابر 1/003 است.

پس ضریب شکست مطلق n_{ab} یک محیط با ضریب شکست آن نسبت به هوا n_r با فرمول زیر به هم

مربوطند:

$$n_{ab} = n_a \cdot n_r = 1/003 n_r \quad (8)$$

در جدول زیر، ضریب شکست نسبی در چند مورد شکست نور در سطح جدایی بین هوا و محیط

مربوط گردآوری شده است.

جدول 1. ضریب شکست بعضی اجسام نسبت به هوا

| جامدات | | مایعات | |
|--------|---------------------|--------|---------------------|
| n | جسم | n | جسم |
| 2/417 | الماس | 1/632 | دی سولفات کربن |
| 1/80 | شیشه (فلینت سنگین)* | 1/362 | الکل اتیلیک (اتانل) |
| 1/57 | شیشه (کراون سبک)* | 1/47 | گلیسرین |
| 1/31 | یخ | 1/028 | هلیوم مایع |
| 1/76 | یاقوت | 1/12 | هیدروژن مایع |
| 1/56 | قند | 1/333 | آب |

* کراون و فلینت از انواع شیشه نوری هستند.

ضریب شکست به طول موج، یعنی به رنگ نور بستگی دارد. ضریب شکست یک محیط برای

نورهای با طول موج متفاوت، فرق دارد. این پدیده که به پاشیدگی معروف است در نورشناسی نقش

مهمی ایفا می‌کند. داده‌های مندرج در جدول (1)، به نور زرد مربوطند.

جالب است توجه کنیم که قانون بازتاب را می‌توان در شکل ظاهر به همان شکل قانون شکست

نوشت. یادآوری می‌کنیم که زاویه‌ها را با قرارداد از عمود تا پرتو مربوط اندازه می‌گیریم.

در نتیجه، زاویه تابش i و زاویه بازتاب i' باید با علائم مخالف در نظر گرفته شوند. آنگاه، قانون

بازتاب را باید به شکل زیر نوشت:

$$i' = -i$$

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = -1$$

(9)

از مقایسه این فرمول با قانون شکست، می‌بینیم که قانون بازتاب را می‌توان حالت خاصی از قانون شکست به ازای $n = -1$ در نظر گرفت. این مشابهت ظاهری قوانین بازتاب و شکست در حل مسائلی عملی بسیار سودمند است.

در تحلیل بالا، ضریب شکست را مشخصه ثابت محیط و مستقل از شدت نور انتشار یافته در آن در نظر گرفتیم. چنین تعبیری از ضریب شکست کاملاً طبیعی است، ولی این تعبیر در مورد شدت تابشهای قوی که به کمک لیزرهای امروزی بدست می‌آیند قابل توجیه نیست. در این مورد، خواص محیطی که تابش نوری پر قدرت در آن منتشر می‌شود به شدت تابش بستگی دارد. می‌گوئیم که محیط غیر خطی می‌شود. غیر خطی بودن محیط به خصوص به علت این واقعیت بروز می‌کند که موج نوری پُر شدت ضریب شکست آن را تغییر می‌دهد. بستگی ضریب شکست به شدت تابش J به شکل زیر است:

$$n = n_0 + aJ \quad (10)$$

در اینجا n_0 ضریب شکست معمولی و aJ ضریب شکست غیر خطی و a ضریب تناسب است. جمله اضافی در این فرمول می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

تغییرات نسبی ضریب شکست نسبتاً کوچک است. برای $J = 10^{12} \text{ W/m}^2$ ، ضریب شکست

غیر خطی $aJ = 10^{-5}$ است. ولی، حتی چنین تغییرات کوچک ضریب شکست قابل ملاحظه است.

