

16 Определяне показателя на пречупване на стъкло с микроскоп

Теоретична обосновка

Основни явления в геометричната оптика са отражението и пречупването на светлинните лъчи. Един важен параметър, свързан с тях е *показателят на пречупване* на веществото.

Когато даден светлинен лъч AB достигне до гладка повърхност, която разделя две среди с различни оптични свойства, напр. въздух и вода (фиг. 27.1), той се разделя на два нови лъча: отразен лъч BC и пречупен лъч BD . Ако двете среди са изотропни, отражението и пречупването се подчиняват на следните закони:

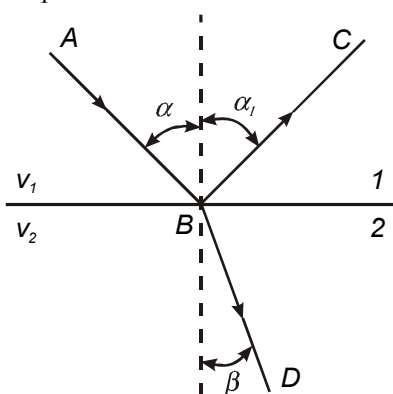
1. Падащият лъч, перпендикулярът, издигнат в точката на падането към граничната повърхност, отразеният лъч и пречупеният лъч лежат в една равнина.

2. Ъгълът на отражението α_1 е равен на ъгъла на падането α .

3. Отношението на синуса от ъгъла на падането α и синуса от ъгъла на пречупването β е постоянна величина, равна на отношението на скоростите v_1 и v_2 , с които се разпространява светлината в двете среди:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n_{2,1},$$

т.е. синусите на ъглите в двете среди се отнасят, както съответните скорости:



Фиг. 27.1.

Прието е средата, в която скоростта на разпространение на светлината е по-голяма, да се нарича *оптично по-рядка*, а онази, в която скоростта на светлината е по-малка – *оптично по-гъста*.

Величината $n_{2,1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$, се нарича *относителен показател на пречупване* на втората среда относно първата. Ако първата среда е вакуум, това отношение е *абсолютния показател на пречупване* на втората среда, или просто *показател на пречупване*. Той показва колко пъти скоростта на светлината в тази среда е по-малка от скоростта ѝ във вакуум. Ако средата е изотропна, абсолютният показател не зависи от посоката на разпространение на лъчите, но зависи от дължината на вълната. Абсолютният показател на пречупване за средата 2 е

$$n_2 = \frac{c}{v_2}; n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta},$$

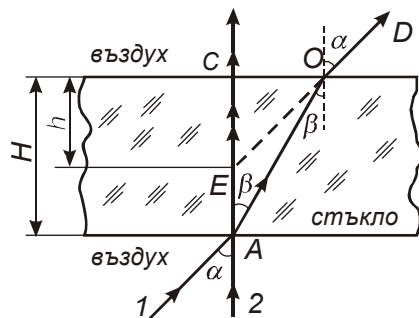
където c е скоростта на светлината във вакуум, а v_2 – скоростта на светлината в дадената среда, т.е. показателят на пречупване на дадена среда е равен на отношението на скоростта на светлината във вакуум към скоростта ѝ в дадената среда,

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

Показателят на пречупване зависи от дължината на вълната на светлината и от свойствата на средата. Абсолютният показател на пречупване е винаги по-голям от 1. Това означава, че скоростта на разпространение на светлината в дадена среда е винаги по-малка, отколкото във вакуум. Относителният показател на пречупване на две среди $n_{2,1}$ е свързан с абсолютните показатели на средите n_1 и n_2 чрез съотношението:

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{cn_2}{cn_1} = \frac{n_2}{n_1}.$$

За определяне на показателя на пречупване на веществата съществуват различни методи. Един от тях е този с микроскоп. В основата му лежи привидното намаляване дебелината на стъклена пластинка вследствие пречупването на светлинните лъчи, преминаващи през пластинката (фиг. 27.2). В точка A на долната повърхност на пластинката падат лъчите 1 и 2. Лъчът 2 пада перпендикулярно, не се пречупва и излиза във въздуха в точка C . Лъчът 1 се пречупва и излиза от пластинката в точка O по посока на точка D . При излизането от пластинката лъчът OD образува ъгъл на пречупване α , по-голям от ъгъла на падане β . Ако се гледа от точка D по посока на DO , то пресичането на лъчите OD и AC ще бъде не в точка A , а в точка



Фиг. 27.2.

E , т.е. дебелината на пластинката ще се стори равна на CE . Привидната дебелина на пластинката $CE = h$ е по-малка от истинската $CA = H$.

За близки до нормалата лъчи ъглите на падане и пречупване са малки и синусите им могат да се заменят с техните тангенси. Тогава по законите на пречупване на светлината може да се определи *показателят на пречупване*

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta},$$

$$n = \frac{CO H}{h CO} = \frac{H}{h}.$$

т.е.

Следователно, показателят на пречупване може да се намери от отношението между истинската и мнимата дебелина на пластинката.

Задачи и указания за изпълнението им

Задача: Да се определи показателят на пречупване на стъклена или друга прозрачна плоскопаралелна пластинка чрез микроскоп.

За изпълнението ѝ е необходимо:

1. Със стрелкови индикатор, закрепен към микроскопа, да се измери истинската дебелина на пластинката H .

2. Да се определи мнимата дебелина на пластинката h . За тази цел с винта за грубо преместване, а след това с винта за фино преместване се фокусира щрихът, нанесен върху горната повърхност на пластинката. Отчита се показанието по стрелковия индикатор. Чрез въртене на микрометричния винт на микроскопа се фокусира образът на щриха, нанесен върху долната повърхност. Отчита се показанието на индикатора. Привидната дебелина ще бъде разликата между двете показания на стрелковия индикатор.

3. Да се изчисли показателят на пречупване по формулата $n = H/h$.

Мнимата дебелина на пластинката се измерва многократно (10 пъти). Пресмята се средната квадратична грешка за мнимата дебелина. Изчислява се относителната и абсолютната грешка за показателя на пречупване.

i	h_i, mm	$\Delta h_i, \text{mm}$	$(\Delta h_i)^2, \text{mm}^2$
1	h_1	Δh_1	$(\Delta h_1)^2$
2	h_2	Δh_2	$(\Delta h_2)^2$
...
...
k	h_k	Δh_k	$(\Delta h_k)^2$

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^k h_i}{k}$$

$$\sum_{i=1}^k (\Delta h_i)^2$$

$$\sigma_{\bar{h}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (\Delta h_i)^2}{k(k-1)}}$$

$$\varepsilon_{\bar{h}} = \frac{\sigma_{\bar{h}}}{\bar{h}} 100\%$$

$$n = \frac{H}{\bar{h}}$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta H}{H} + \frac{\sigma_{\bar{h}}}{\bar{h}}$$

$$\Delta n = \varepsilon_{\bar{h}} \cdot n$$