

Тема 6 Геометрична оптика.

Оглавление

Видиме світло (світлове випромінювання).....	1
Абсолютний показник заломлення світла	1
вектор Пойнтінга	2
Закони геометричної оптики	2
Закон відбивання світла:	3
Закон заломлення світла:	3
Явище повного внутрішнього відбивання	4

Видиме світло (світлове випромінювання)

Світлове випромінювання (видиме світло) є електромагнітними хвилями з діапазоном довжин хвиль у вакуумі від $\lambda_{\text{фіол.}}$ (фіолетове) ≈ 390 нм до $\lambda_{\text{черв.}}$ (червоне) ≈ 780 нм. Як правило, заокруглюючи, вважають цей діапазон рівним $(400 - 800)$ нм, тобто $(0,4 - 0,8)$ мкм або $(0,4 - 0,8) \cdot 10^{-6}$ м.

Враховуючи зв'язок між довжиною хвилі, швидкістю розповсюдження c і частотою коливань ν , можна записати:

$$\lambda = \frac{c}{\nu},$$

де $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – швидкість світла у вакуумі.

Довжинам хвиль видимого світла відповідає частотний інтервал від $7,5 \cdot 10^{14}$ Гц (фіолетове) до $4 \cdot 10^{14}$ Гц (червоне).

Швидкість світла в середовищі:

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

де c – швидкість світла у вакуумі; n – абсолютний показник заломлення середовища.

За електромагнітною теорією Максвелла швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль в ізотропному середовищі дорівнює:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \epsilon_0 \mu \mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}.$$

Абсолютний показник заломлення світла

називається величина, яка показує в скільки разів швидкість світла у вакуумі більша, ніж у даному середовищі:

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

Рівняння плоскої електромагнітної хвилі має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} E_z &= E_{\max} \cdot \sin(\omega t - ky); \\ H_x &= H_{\max} \sin(\omega t - ky), \end{aligned} \right\}$$

де $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, $\omega = 2\pi\nu$ – хвильове число та циклічна частота, відповідно.

вектор Пойнтінга

Вектор густини потоку електромагнітної енергії (**вектор Пойнтінга**) характеризує перенесення електромагнітної енергії в напрямку розповсюдження хвилі (вздовж осі y) і має вигляд:

$$\vec{J} = [\vec{E} \times \vec{H}],$$

а модуль вектора $\vec{J}$ дорівнює:

$$J = \left(\frac{\epsilon\epsilon_0}{2} E^2 + \frac{\mu\mu_0}{2} H^2 \right) \cdot \nu,$$

де ν – швидкість розповсюдження електромагнітної хвилі в середовищі.

Графічно “моментальну фотографію” розподілу величини та напрямку векторів напруженості електричного та магнітного полів у світловій хвилі можна представити так, як показано на рис.1.

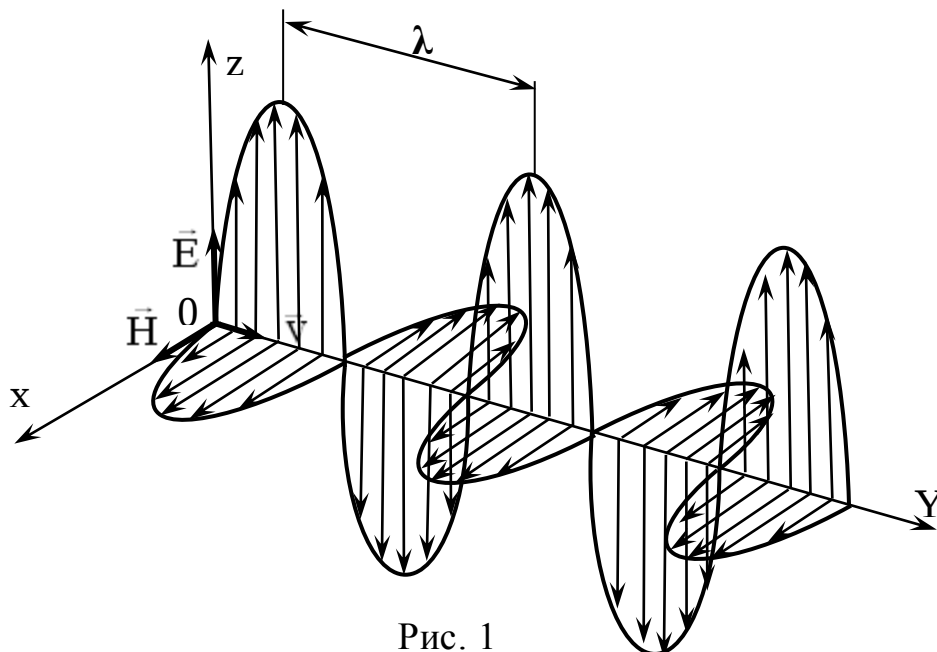


Рис. 1

Закони геометричної оптики

В ізотропному середовищі світло поширюється прямолінійно. Лінія, вздовж якої переміщується фронт хвилі, називається **променем**.

Напрямок поширення світла змінюється на межі поділу середовищ з різними оптичними густинами (рис. 2).

Розглянемо закони, яким підпорядковуються оптичні явища, що відбуваються на межі поділу двох прозорих середовищ. Ці оптичні явища описуються законами геометричної оптики.

Закон відбивання світла:

- а) промінь падаючий, промінь відбитий і перпендикуляр, поставлений до поверхні у точці падіння променя лежать в одній площині;
- б) кут відбивання променя дорівнює куту його падіння.

Закон заломлення світла:

- а) промінь падаючий і промінь заломлений лежать в одній площині з перпендикуляром, поставленим у точці падіння променя до поверхні поділу двох середовищ;
- б) відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення для даних середовищ є величина стала і називається показником заломлення другого середовища відносно першого (відносний показник заломлення n_{21}):

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1},$$

де v_1 і v_2 – швидкості поширення світла в першому і другому середовищах;
 n_1 і n_2 – абсолютні показники заломлення.

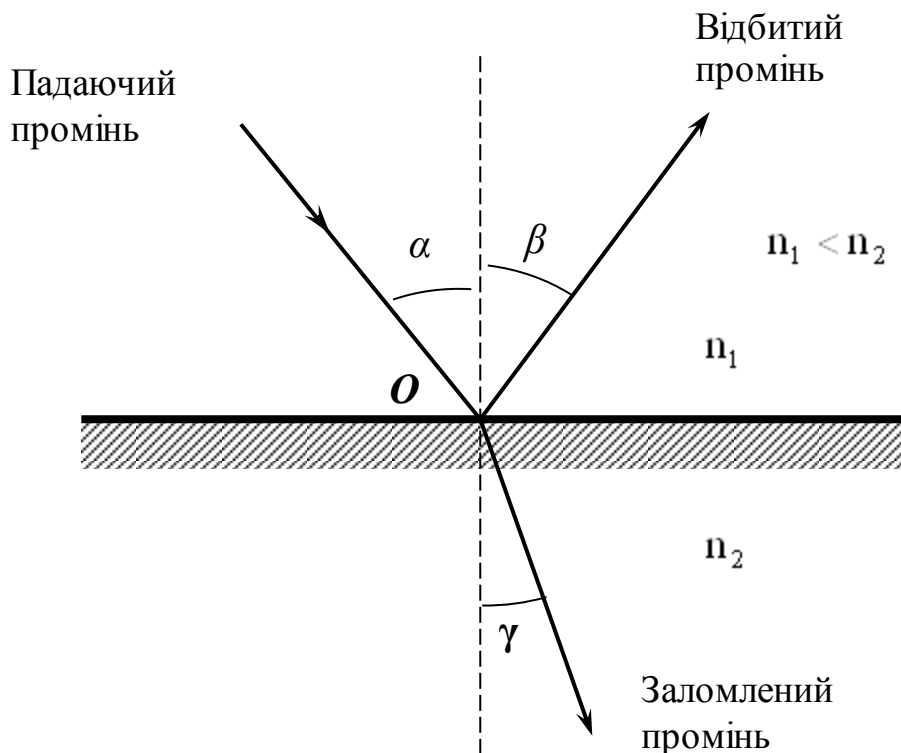


Рис. 2

Явище повного внутрішнього відбивання

відбивання світлових хвиль, які йдуть із середовища з більшою оптичною густиною на межі із середовищем менш оптично густим, повністю повертаються в перше середовище. Повне внутрішнє відбивання має місце при переході світлового променя з оптично більш густого середовища n_1 в оптично менш густе середовище n_2 ($n_1 > n_2$). При граничному куті падіння $\gamma_{\text{гр}}$ заломлений промінь $1 \text{ O } 1'$ ковзає вздовж поверхні поділу цих середовищ (рис. 3).

Якщо промінь $1 \text{ O } 1'$ піде в зворотному напрямку (із оптично менш густого середовища n_2 в оптично густіше n_1), то на основі принципу оборотності світлових променів картина залишається такою ж: падаючий і заломлений промені лише поміняються ролями. Для ковзаючого променя в точці O маємо:

$$\sin \gamma_{\text{гр}} = \frac{n_2}{n_1}.$$

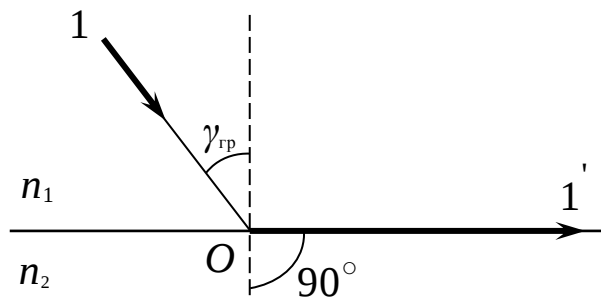


Рис. 3