

Заломлення світла. Закони заломлення

Основні терміни та закони: заломлення світла, заломлений промінь, закони заломлення світла (закони Снелліуса), відносний показник заломлення, абсолютний показник заломлення, оптична густина середовища, повне внутрішнє відбивання.

Герою науково-фантастичного роману Герберта Веллса “Невидимець” вдалося настільки змінити коефіцієнт заломлення свого тіла, що він став невидимим. Як ви вже знаєте, це явище пояснюється саме заломленням світла. Яким, на вашу думку, має бути значення цього коефіцієнта? Чи міг «невидимець», маючи такий показник заломлення, бачити щось сам?



Проведемо дослід

Спрямуємо на поверхню води в широкій посудині вузький пучок світла під деяким кутом до поверхні. Можемо помітити, що в точках падіння промені проходять у воду, змінюючи при цьому свій напрямок.



Зміну напрямку поширення світла на межі поділу двох середовищ називають заломленням світла.

Заломлений промінь – це промінь, що задає напрямок заломленого пучка світла.

Кут заломлення (γ (гамма)) – це кут, утворений заломленим променем і перпендикуляром до межі поділу двох середовищ, проведеним із точки падіння променя



Розглянемо заломлення світла в разі його переходу з повітря у воду:

α – кут падіння

β – кут відбивання

γ (гамма) – кут заломлення

Першу згадку про заломлення світла можна знайти в працях давньогрецького філософа Арістотеля (4 ст. до н.е.), який замислювався над питанням: «Чому палиця, занурена у воду, здається переламаною?» А ось кількісний закон, що описує заломлення світла, був установлений

експериментально в 1621 р. голландським природознавцем *Віллебрордом Снелліусом* (1580-1626) й отримав назву *закон Снелліуса*.

Закони заломлення світла (закони Снелліуса):

1 закон: Промінь падаючий, промінь заломлений і перпендикуляр до межі поділу двох середовищ, проведений із точки падіння променя, лежать в одній площині.

2 закон: Для двох даних середовищ відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величиною незмінною:

(– відносний показник заломлення)

Відносний показник заломлення показує, у скільки разів швидкість поширення світла в середовищі 1 більша (або менша), ніж швидкість поширення світла в середовищі 2:

Світло, переходячи з одного середовища в інше, змінює свій напрямок. В різних середовищах світло поширюється з різною швидкістю, але завжди повільніше, аніж у вакуумі.

Швидкість світла у вакуумі – 300 000 км/с.

У будь-якому іншому середовищі швидкість світла є меншою, ніж у вакуумі (наприклад, у воді швидкість світла в 1,33 разу менша, ніж у вакуумі, а у повітрі швидкість поширення світла в 1,7 разів більша, аніж у склі).

Саме зміна швидкості поширення світла в разі його переходу з одного прозорого середовища в інше є причиною заломлення світла.

Прийнято говорити про **оптичну густину середовища**: чим більшою є оптична густина середовища, тим меншою є швидкість поширення світла в цьому середовищі.

Проблемне питання: У повітрі швидкість поширення світла в 1,33 разу більша, ніж у воді, оптична густина якого середовища менша – води чи повітря?

Відносний показник заломлення n_{21} :

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

За 2-м законом заломлення світла:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad (2)$$

Прирівняємо праві частини рівняння (1) та (2):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} \quad (3)$$



Проаналізуємо останню формулу (3), сформулювавши наступні висновки:

- чим більше змінюється швидкість світла, тим більше світло заломлюється;
- якщо промінь світла переходить у середовище з більшою оптичною густиною (тобто швидкість світла зменшується: $v_2 < v_1$), то кут заломлення є меншим від кута падіння: $\gamma < \alpha$;
- якщо промінь світла переходить у середовище з меншою оптичною густиною (тобто швидкість світла збільшується: $v_2 > v_1$), то кут заломлення є більшим за кут падіння: $\gamma > \alpha$

На основі вище сформульованих висновків, можемо дати відповідь на проблемне питання (У повітрі швидкість поширення світла в 1,33 разу більша, ніж у воді, оптична густина якого середовища менша – води чи повітря?) – **Відповідь: повітря.**

Здебільшого швидкість поширення світла в середовищі порівнюють зі швидкістю його поширення у вакуумі.

Абсолютний показник заломлення середовища – це фізична величина, яка характеризує оптичну густину середовища і показує, у скільки разів швидкість поширення світла в середовищі менша, ніж у вакуумі.

Речовина	Абсолютний показник заломлення, n
Повітря	1,003
Вода	1,33
Лід	1,31
Етиловий спирт	1,36
Бензин	1,50
Скло	1,43 - 2,17
Кварц	1,54
Алмаз	2,42

Абсолютний показник заломлення залежить від фізичного стану середовища (температури, густини, тиску та ін.) і від частоти світлової хвилі.

Тому в таблицях вказують, зазвичай, або стан середовища, або середній показник заломлення для даного діапазону довжин хвиль.

Зв'язок між абсолютним та відносним показниками заломлення

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Закон заломлення світла дає змогу пояснити цікаве й практично важливе явище – повне відбиття світла. Якщо промінь світла поширюється від точкового джерела з оптично більш густого в оптично менш густе середовище, то кут заломлення більший за кут падіння. Зі збільшенням кута падіння світлового променя збільшується і кут заломлення, водночас, інтенсивність заломленого променя зменшується. Досягши певного значення кута падіння α_0 , промінь взагалі не перетинає межу поділу середовищ – кут заломлення становить 90° . Коли кут падіння $\alpha > \alpha_0$ світло не переходить у інше середовище, воно лише відбивається від його межі, тобто відбувається явище повного внутрішнього відбиття.

Повне внутрішнє відбиванням світла – явище, за якого заломлення світла відсутнє, тобто світло повністю відбивається від середовища з меншою оптичною густиною.

