

Дата: 15.11.2023

Викладач: Юдіна Дар'я Олександрівна mikhailinadarya@gmail.com

Група № Е-1

Предмет: Теоретичні основи електротехніки

Урок № 83

Тема: Оптика

Перші уявлення про природу світла виникли ще в Стародавніх Греції та Єгипті. Серед безлічі теорій того часу були і дуже близькі до сучасних, і зовсім примітивні. Наприклад, деякі вчені давнини вважали, що з очей виходять тонкі шупальця, які обмацують предмети, внаслідок чого й виникають зорові відчуття. Близькою до сучасних можна вважати теорію Демокрита, який уявляв світло як потік частинок. Згадаємо, що таке світло, і дізнаємось, як розвивалися уявлення про його природу.

Оптика — наука про світло

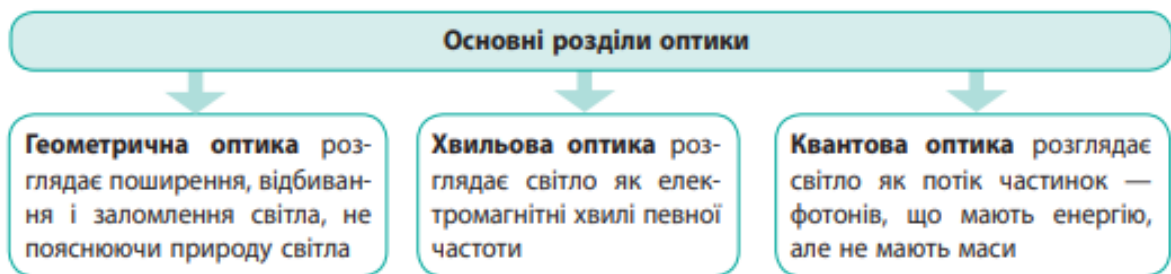
Світло — це електромагнітні хвилі, які сприймає око людини, тобто хвилі довжиною від 380 нм (світло фіолетового кольору) до 760 нм (світло червоного кольору).

Світло випромінюється внаслідок процесів, які відбуваються всередині атомів.

Будь-яке фізичне тіло, атоми якого випромінюють електромагнітні хвилі видимого діапазону, називають джерелом світла. Джерела світла бувають природними (зоря, Сонце, блискавка, світлячок тощо) і штучними (багаття, свічка, факел, електрична лампа).

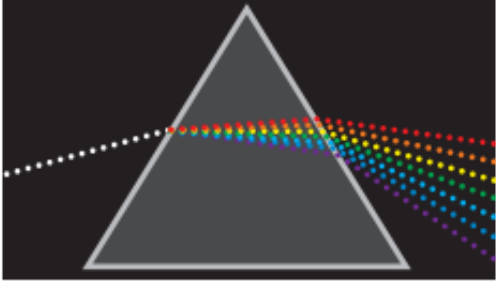
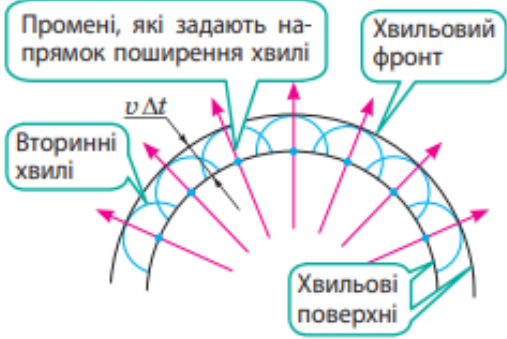
Розділ фізики, який вивчає явища, пов'язані з поширенням електромагнітних хвиль видимого діапазону та з взаємодією цих хвиль із речовинами, називають **оптикою**.

Останнім часом оптика вивчає також електромагнітні хвилі інфрачервоного (довжиною 760 нм — 1 мм) та ультрафіолетового (довжиною 10– 380 нм) діапазонів.



Корпускулярна теорія І. Ньютона і хвильова теорія К. Гюйгенса

Наприкінці XVII ст. майже одночасно виникли дві різні теорії, які пояснювали природу світла, ґрунтуючись на законах механіки: **корпускулярна теорія** англійського фізика Ісаака Ньютона (1643–1727) і **хвильова теорія** голландського фізика Крістіана Гюйгенса (1629–1695).

Корпускулярна теорія світла І. Ньютона	Хвильова теорія світла К. Гюйгенса
<p>Згідно з корпускулярною теорією І. Ньютона: <i>світло — це потік корпускул (частинок), що випромінюються світними тілами, причому рух світлових корпускул підпорядковується законам механіки.</i></p> <p>Так, відбивання світла Ньютон пояснював пружним відбиванням корпускул від поверхні, на яку падає світло, а заломлення світла — зміною швидкості руху корпускул унаслідок їх притягання до частинок заломного середовища. Ньютону належить <i>теорія кольору</i>, відповідно до якої <i>біле світло є сумішшю різних кольорів, а предмети здаються кольоровими, оскільки певні складові білого кольору вони відбивають інтенсивніше за інші.</i></p>  <p>Схема досліду І. Ньютона з розкладання білого світла в спектр</p> <p>Експериментальні дослідження світла, здійснені І. Ньютоном, до XIX ст. були найдосконалішими, а його монографія «Оптика» (1704 р.) була основним джерелом у створенні підручників. Зазначимо: корпускулярна теорія вела до хибного висновку, що швидкість світла в середовищі є більшою, ніж у вакуумі; також вона не могла пояснити, чому світлові пучки, перетинаючись, не впливають один на одного.</p>	<p>Згідно із хвильовою теорією К. Гюйгенса: <i>світло — це поздовжні механічні хвилі, що поширюються у світовому ефірі — гіпотетичному пружному середовищі, яке заповнює весь світовий простір.</i> Гюйгенс сформулював принцип поширення світлової хвилі, відомий сьогодні як принцип Гюйгенса:</p> <p>■ Кожна точка середовища, до якої дійшла хвиля, стає джерелом вторинної хвилі, а обвідна вторинних хвиль дає положення хвильового фронту в наступний момент часу.</p>  <p>Спираючись на цей принцип, Гюйгенс обґрунтував явища відбивання і заломлення світла, принцип незалежності поширення світлових променів, проте не зміг пояснити утворення кольорів. «Трактат про світло» Гюйгенса (1690 р.) став першою науковою працею з хвильової оптики. Після появи на початку XIX ст. праць англійського вченого <i>Томаса Юнга</i> (1773–1829) і французького фізика <i>Огюстена Жана Френеля</i> (1788–1827), які, досліджуючи світло, спостерігали явища, характерні лише для хвиль, а саме <i>дифракцію</i> та <i>інтерференцію</i> світла, в науці стала переважати теорія Гюйгенса.</p>

Формування сучасних уявлень про природу світла

У 60-х рр. XIX ст. Дж. Максвелл створив теорію електромагнітного поля, одним із наслідків якої було встановлення можливості існування електромагнітних хвиль. За розрахунками вченого, швидкість поширення електромагнітних хвиль дорівнювала швидкості поширення світла: $c \approx 300\,000 \text{ км/с}$.

На основі своїх теоретичних досліджень Максвелл дійшов висновку, що світло — це окремий випадок електромагнітних хвиль. Після дослідів Г. Герца жодних сумнівів щодо електромагнітної природи світла не залишилось.

Електромагнітна теорія світла, однак, не могла пояснити явища, які виникають під час взаємодії світла з речовиною: поглинання й випромінювання світла, фотоефект (випромінювання електронів з поверхні речовини під дією світла) та ін. Ці явища пояснила квантова теорія світла, основи якої були закладені в 1900 р. німецьким фізиком Максом Планком (1858–1947). Згідно з квантовою теорією, світло випромінюється,

поширюється та поглинається речовиною не безперервно, а скінченними порціями — квантами. Кожний окремих квант світла поводитья як частинка, а сукупність квантів поводитья як хвиля. Така двоїста природа світла отримала назву корпускулярно-хвильовий дуалізм.

У сучасній фізиці квантові уявлення не суперечать хвильовим, а поєднуються на основах квантової механіки і квантової електродинаміки.

Урок № 84

Тема: Відбивання світла. Закони відбивання світла

Закони геометричної оптики

Геометрична оптика — це розділ оптики, який вивчає закони поширення світла в прозорих середовищах і принципи побудови зображень в оптичних системах без урахування хвильових властивостей світла. Основним поняттям геометричної оптики є світловий промінь.

Світловий промінь — це лінія, уздовж якої поширюється потік світлової енергії.

Світловий промінь — суто геометричне поняття, його використовують для схематичного зображення світлових пучків. Навіть коли говорять «промінь сонця», «заломлений промінь», «відбитий промінь» тощо, мають на увазі саме пучок світла, напрямом якого заданий цим променем.

В основу геометричної оптики покладено низку законів, установлених експериментально.

Закон прямолінійного поширення світла: в однорідному прозорому середовищі світло поширюється прямолінійно.

Власне в геометрії терміни «промінь» і «пряма лінія» виникли саме на основі уявлень про світлові промені.

Закон незалежного поширення світла: окремі пучки світла не впливають один на одного і поширюються незалежно.

Закони відбивання і заломлення світла

Принцип Ферма

Узагальненням усіх законів геометричної оптики є принцип найменшого часу, названий на честь французького математика П'єра де Ферма (1601–1665) **принципом Ферма:** світло завжди обирає таку траєкторію, щоб на подолання відстані між двома точками витратити найменший час. Спираючись на принцип Ферма, можна математично вивести всі закони геометричної оптики.

Наприклад, найкоротшою відстанню між двома точками є довжина відрізка прямої, що сполучає ці точки. Якщо середовище однорідне, то швидкість світла не змінюється, отже, щоб витратити найменший час, світло в однорідному середовищі поширюється прямолінійно. Якщо середовище неоднорідне, то світло все одно «обере» найменший час: «траєкторія» його поширення викривиться — світло заломиться.

Згадуємо закони відбивання світла

В однорідному середовищі світло поширюється прямолінійно, доки не досягне межі з іншим середовищем (наприклад, з поверхнею тіла). На межі поділу середовищ частина світлової енергії повертається в перше середовище — це явище називають **явищем відбивання світла**.

Якщо на дзеркало, закріплене в центрі оптичної шайби, спрямувати вузький пучок світла так, щоб він давав на поверхні шайби світлу смужку, побачимо, що відбитий пучок також дасть на поверхні шайби світлу смужку (рис. 1).



Промінь, що задає напрямок пучка світла, який падає на деяку поверхню, називають **падаючим променем**; промінь, який задає напрямок відбитого пучка світла, називають **відбитим променем**.

Із курсу фізики 9-го класу ви знаєте, що кут α між падаючим променем і перпендикуляром, проведеним із точки падіння променя до поверхні відбивання, називають **кутом падіння**; кут β між відбитим променем і даним перпендикуляром називають **кутом відбивання**.

Пересуваючи джерело світла й вимірюючи кути падіння й відбивання світла, можна переконатися: вони щоразу будуть рівними (рис. 2).



Звернемо увагу на те, що падаючий промінь, відбитий промінь і перпендикуляр до поверхні відбивання лежать в одній площині — в площині поверхні шайби, та сформулюємо **закони відбивання світла**:

1. Промінь падаючий, промінь відбитий і перпендикуляр до поверхні відбивання, проведений із точки падіння променя, лежать в одній площині.

2. Кут відбивання світла дорівнює куту його падіння: $\beta = \alpha$.

Із закону відбивання світла випливає **оборотність світлових променів**: якщо падаючий промінь спрямувати шляхом відбитого променя, то відбитий промінь піде шляхом падаючого (рис. 3).



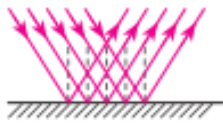
Чому ми бачимо тіла навколо

Ви бачите тіла лише тоді, коли від цих тіл у ваше око потрапляють пучки світла. Проте більшість тіл, що нас оточують, не є джерелами світла — ми бачимо їх тому, що вони відбивають світло, яке падає на їхню поверхню від якого-небудь джерела. Світло не тільки відбивається від фізичних тіл, але й поглинається ними. Найкращі відбивачі світла — дзеркала і тіла білого кольору: вони можуть відбивати до 95 % падаючого світла.

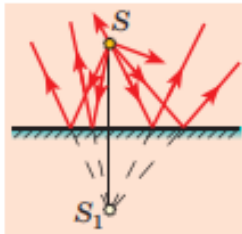
Розрізняють дзеркальне відбивання світла (від гладеньких поверхонь) і дифузне (розсіяне) відбивання світла (від нерівних, шорстких поверхонь).

Дзеркальне відбивання

Відбивання світла є **дзеркальним**, якщо паралельний пучок світлових променів, що падає на плоску поверхню, після відбивання від поверхні залишається паралельним.



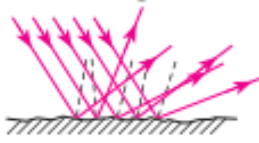
Після дзеркального відбивання світла, яке надходить від точкового джерела S , продовження відбитих променів перетинаються в одній точці S_1 , яка є **уявним зображенням** точки S . Зображення сукупності точок предмета дає зображення предмета.



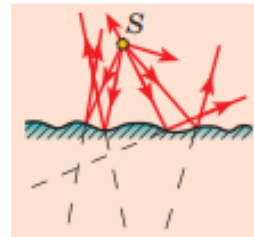
Дзеркальне відбивання можливе тільки від дуже гладеньких поверхонь. Їх так і називають — **дзеркальні поверхні**. Плоску дзеркальну поверхню називають **плоским дзеркалом**.

Дифузне (розсіяне) відбивання

Відбивання світла є **дифузним**, якщо паралельні світлові промені, що падають на плоску поверхню, після відбивання від поверхні поширюються в різних напрямках.



Якщо світло надходить від точкового джерела S і відбивається дифузно, то продовження відбитих променів не перетинаються в одній точці, тому ми **не отримуємо зображення**.



Оскільки після дифузного відбивання відбиті промені поширюються в різних напрямках, ми **можемо бачити освітлений предмет із будь-якого боку**. Більшість поверхонь відбиває світло дифузно.