

Гончаренко Т.Л., Пінаєва О.А., Одинцов В.В. До питання про дифракційну природу зображення / Пошук молодих. Випуск 18: Зб. матеріалів Всеукр. студ. наук.-практ. конф. [“STEM–освіта як напрям модернізації методик навчання природничо-математичних дисциплін у середніх і вищих навчальних закладах”], (Херсон, 26-27 квітня 2018 р.) / Укладач: В.Д. Шарко. – Херсон: Видавництво ХНТУ. – 2018. – (138 с.) С.81-83.

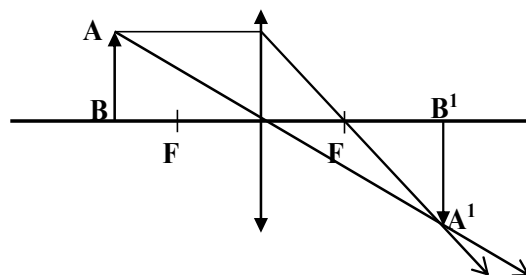
ДО ПИТАННЯ ПРО ДИФРАКЦІЙНУ ПРИРОДУ ЗОБРАЖЕННЯ

Назарова О.А., Одинцов В.В., Гончаренко Т.Л.

Херсонський державний університет

Поняття про зображення у студентів та учнів шкіл формується в процесі розгляду питань і законів оптики – розділу фізики, в якому вивчаються фізична природа світла, властивості та закономірності світлових явищ і взаємодія світла з речовиною. В геометричній оптиці стверджується, що зображення точки отримується внаслідок перетинання двох або більше променів (рис. 1) [4]. Таке означення сприймається легко. Але, якщо враховувати хвильову теорію світла, вважаючи, що світло – хвильовий процес, то природа зображення значно складніша.

На підставі зазначеного **мета статті** полягає у розкритті особливостей отримання зображення предметів у оптичних приладах.



Для досягнення поставленої мети

необхідно виконати наступні **завдання**: **Рис. 1.** Побудова зображення предмета АВ у лінзі

– зробити огляд наукової літератури з проблеми дослідження (природа світла, принципи отримання зображення предметів, явище дифракції);

– розкрити особливості отримання зображення предмета в оптичних приладах.

Аналіз наукової літератури надав підстави стверджувати, що:

➤ світло – це видиме випромінювання, тобто електромагнітні хвилі в інтервалі частот, що сприймаються людським оком [5]. В історії розвитку поглядів вчених на світло можна виділити такі етапи становлення ідей: перші

уявлення про світло (ідеї стародавніх філософів Лукрецій, Демокрит), корпускулярна (І.Ньютон) та хвильова (Г.Гюйгенс) теорії світла, електромагнітна теорія (Дж.Максвел, Р.Герц), квантова теорія світла (М. Планк, А. Ейнштейн) та сучасні уявлення про природу світла - корпускулярно-хвильовий дуалізм (Л. Бройль, М. Планк, А. Ейнштейн та ін.) [3];

➤ чітке зображення предметної точки буде мати місце тоді, коли усі промені гомоцентричного пучка, що виходять з неї, одночасно досягають екрану, формуючи зображення. Час розповсюдження променя повинен бути не лише однаковим, а й мінімальним, оскільки один із цих променів потрапляє з предметної точки у точку її зображення за найкоротшим шляхом – по прямій, що з'єднує ці дві точки;

➤ дифракція світла – одне з найбільш наочних оптичних явищ, які підтверджують хвильові властивості світла, пов'язане із зміною напрямку поширення світлових хвиль (порівняно з напрямом, передбаченим геометричною оптикою) та з просторовим перерозподілом їх інтенсивності під впливом перешкод і неоднорідностей середовища на їхньому шляху [5].

Згідно принципу Гюйгенса-Френеля під час поширення в просторі обмежених фронтів світлових хвиль світло спостерігається лише там, де елементи хвилі, які випромінюються всіма точками фронту хвилі, що поширюються, додаючись (інтерферують) підсилюють одна одну. І навпаки, в тих місцях, де елементарні хвилі при накладанні гасять одна одну, спостерігаються затемнення [7].

Під час спостереження предметів за допомогою оптичних приладів, зображення представляє собою дифракційну картину, що створюється діафрагмою та оправою лінзи або дзеркала. Ця картина має кінцеву протяжність. Роль лінзи зводиться до перетворення дифрагованих пучків у збіжні, завдяки чому утворюються дифракційні максимуми як первинні зображення. Внаслідок цього, дифракційна картина від отвору переноситься на доступну відстань і отримане зображення приймає невеликі, чіткі розміри.

Якщо видалити лінзу, то отвір, що залишився буде діяти як відома камера-обскура, в якій чітко проявляється явище дифракції (рис. 2).

За допомогою мікроскопа досліджують об'єкти, що освітлені прохідним світлом. При цьому освітлені точки об'єкта освітлюються одним і тим же точковим джерелом. Тому хвилі, які відбиваються від них є когерентними.

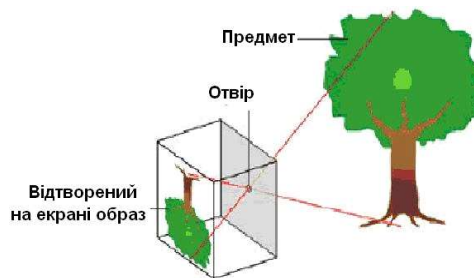


Рис. 2. Принцип дії камери-обскура

Під час огинання (дифракції) чи відбивання вони, з'єднуючись, інтерферують як в дифракційній ґратці, даючи світло чи темряву в залежності від різниці ходу. На підставі зазначеного, освітлені об'єкти можна розглядати як дифракційну ґратку, період якої дорівнює характерному розміру деталей об'єкту [6].

Необхідною умовою отримання зображення, яке цілком подібне об'єкту, є участь променів, які йдуть від усіх дифракційних максимумів. Особливого значення набувають максимуми перших порядків, які розміщені під малими кутами і зумовлені великими, більш значними деталями об'єкта. При обмеженні числа максимумів різкість та чіткість зображення втрачається [6].

При поясненні природи зображення отриманого за допомогою оптичного приладу необхідно враховувати критерій Релея – два сусідні максимуми дифракції вважаються розділеними, якщо головний максимум однієї з дифракційних картин збігається за своїм розміщенням з першим мінімумом того самого порядку для другого (рис. 3).

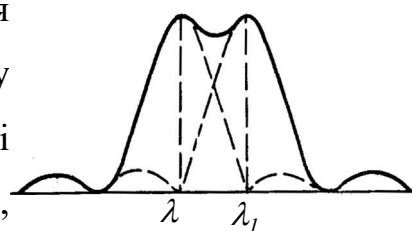


Рис. 3. Критерій Релея

Одну з моделей дії оптичної системи при створенні зображення розробив Аббе. Він виконав серію дослідів, що підтверджували дифракційну природу зображення. Експеримент включав такі етапи: 1) на капронову сітку спрямовують розширений пучок лазерного випромінювання, в результаті чого на екрані спостерігається її зображення; 2) за сіткою встановлюють лінзу з

фокусною відстанню 50 мм, у фокусі якої вертикально розміщують щілину. При зменшенні ширини щілини – вертикальні смуги на екрані зникають. При встановленні щілини горизонтально – на екрані з'являються вертикальні смуги. Якщо щілину поставити під кутом 45° до горизонту – на екрані з'являються смуги під кутом 135° [2]. Таким чином Аббе розробив теорію отримання зображення в оптичних системах, суть якої полягає в тому, що в задній фокальній площині лінзи формується дифракційний розподіл амплітуд розсіяного об'єктом випромінювання (дифракція Фраунгофера). Кожна точка задньої фокальної площини розглядається як джерело хвиль Гюйгенса, які поширюються до площини зображення, яке визначається сумою вторинних когерентних хвиль, джерелом яких є задня фокальна площина лінзи. Тобто має місце подвійна дифракція (рис. 4) [1].

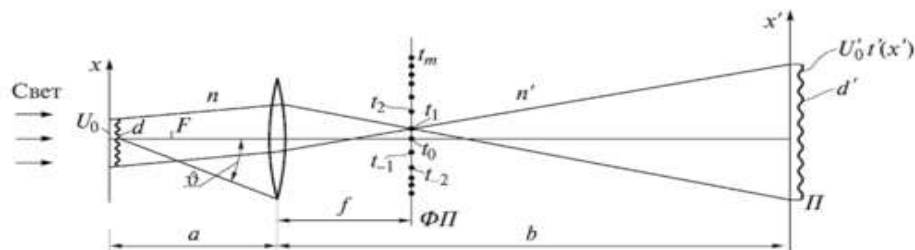


Рис. 4. Отримання зображення в оптичних системах

Дослідження Аббе дозволили виготовляти оптичні системи, майже досягають меж тих можливостей, які дозволяються хвильовою природою світла.

Узагальнюючи вищенаведене, можна стверджувати, що розуміння хвильових властивостей світла має важливе значення під час отримання зображень за допомогою оптичних елементів і систем (що пов'язано з дифракційними обмеженнями в них); зображення будь-якого предмета отриманого за допомогою оптичних приладів є результатом дифракції світла.

Література:

1. Дифракційний принцип формування зображення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

http://elkniga.info/book_140_glava_46_3_Difrak%D1%81%D1%96jjnijj_prin%D1%81ip_fo.html.

2. Дифракція [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://formula.kr.ua/difraktsiya/visnovki.htm>.

3. Кудрявцев П. С. Курс истории физики: [Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. спец.-2 изд., испр. и доп] / Кудрявцев П. С. - М.: Просвещение. – 1982. – 423 с.

4. Кучерук І.М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика/ Кучерук І.М., Дущенко В.Л. – К.: Вища школа, 1991. – С. 133 – 134.

5. Ландсберг Г.С. Оптика: [учеб. пособие для вузов] / Ландсберг Г.С.. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.

6. Роздільна здатність мікроскопа і телескопа [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://formula.kr.ua/difraktsiya/rozdilna-zdatnist-mikroskopa-i-teleskopa.htm>.

7. Чолпка П.П. Фізика/ П.П.Чолпка.- К.: Вища школа, 2003. – С. 295 – 296.