

Винахід відноситься до способів дослідження фізичних явищ в учбовому процесі, зокрема до дослідження квантово-механічних властивостей світла.

Відомий спосіб дослідження хвильових властивостей світла, в якому пучок лазерного випромінювання роблять розбіжним за допомогою розсівної лінзи, подають його на об'єкт дифракції і на екрані спостерігають дифракційну картину [1].

Однак цей спосіб не призначений для дослідження квантово-механічних властивостей світла, оскільки не дозволяє впевнитися в імовірнісному характері поведінки фотонів, наприклад в незастосовності до окремо взятого фотона, який рухається в дуже малому просторі, поняття траєкторії.

Технічний результат, який досягається при використанні пропонованого способу, полягає в забезпеченні демонстрації квантово-механічних властивостей світла.

Вказаний технічний результат досягається тим, що в способі дослідження властивостей світла, який полягає у спостереженні на екрані і розрахунок дифракційної картини, зумовленої падінням перпендикулярно на круглий дифракційний отвір лазерного випромінювання, згідно з винаходом, змінюють діаметр дифракційного отвору до появи в центрі дифракційної картини світлої плями, яку виділяють екранною діафрагмою, після чого зменшують інтенсивність лазерного випромінювання до потоку окремих фотонів, в чому переконуються за допомогою фотоелектронного помножувача з лічильником фотонів, потім збільшують діаметр дифракційного отвору до зникнення показів лічильника фотонів.

Авторам невідоме використання аналогічних ознак, які б застосовувалися в учбовому процесі та дозволяли демонструвати квантово-механічні властивості світла. До цього часу квантово-механічні властивості світла випливають лише з теоретичних положень і не демонструються експериментально в учбовому процесі. Вперше пропонуються продемонструвати їх в лабораторному експерименті.

На фіг.1 приведений приклад реалізації способу; на фіг.2 - схема проходження сферичної хвилі від джерела через круглий отвір.

Пристрій у вигляді світлонепроникного ящика 1, який містить встановлені на оптичній лаві (не показана) гелій-неоновий лазер 2, ослаблювач 3, збірну лінзу 4 для формування точкового джерела світла **S** в області екранної діафрагми 5, круглий регульований дифракційний отвір 6, розсівну лінзу 7, регульовану діафрагму 8, екран 9, фотоелектронний помножувач (ФП) 10 з лічильником фотонів 11.

Пропонований спосіб дослідження властивостей світла реалізуються наступним чином. Створений лазером 2 світловий потік збирають за допомогою лінзи 4 на дуже малому круглому отворі 5, який відіграє роль точкового джерела **S**. Зміною діаметра дифракційного отвору 6 добиваються, щоби в центрі дифракційної картини, яка складається по чергово з світлих та темних кілець з центрами в точці **M**, знаходився дифракційний максимум. Це означає, що в дифракційному отворі вкладається непарне число зон Френеля.

Відомо, що дифракція, як і інтерференція, є

проявом хвильової природи світла. Вирішальну роль в утвердженні і в подальшому розвитку, який дозволяє зокрема пояснити дифракцію світла та дати методи кількісного розрахунку відіграв принцип Гюйгенса - Френеля (Детлеф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высш. шк., 1989. - С.361 - 366). Оснований на ньому метод зон Френеля дозволяє порівняно просто розрахувати інтенсивність світла для різних випадків дифракції.

Так, в результаті падіння сферичної хвилі на круглий отвір **BC** в непрозорому екрані (див. фіг.2) спостерігається дифракційна картина на екрані **E**. Згідно з принципом Гюйгенса - Френеля дифракційні хвилі можна розглядати як суперпозицію вторинних хвиль, які виходять з кожного елемента площі на екрані. Для цього будують на відкритій частині фронту хвилі **BC** зони Френеля відповідній точці **M** зони Френеля, інтерференційна картина поблизу точки **M** екрану **E** повинна мати вигляд по чергово темних і світлих кілець з центрами в точці **M**.

Освітленість центра дифракційної картини, яка вирізується дифракційним отвором з поверхні хвильового фронту, залежить від числа зон Френеля. Число таких зон пов'язано з радіусом отвору, відстанями від центра отвору до джерела світла **R** та до точки спостереження **L**, а також з довжиною хвилі світла λ . Співвідношення для радіуса зовнішньої границі m -ої зони Френеля має вигляд:

$$r = \left[\frac{R L m \lambda}{R + L} \right]^{1/2} \quad (1)$$

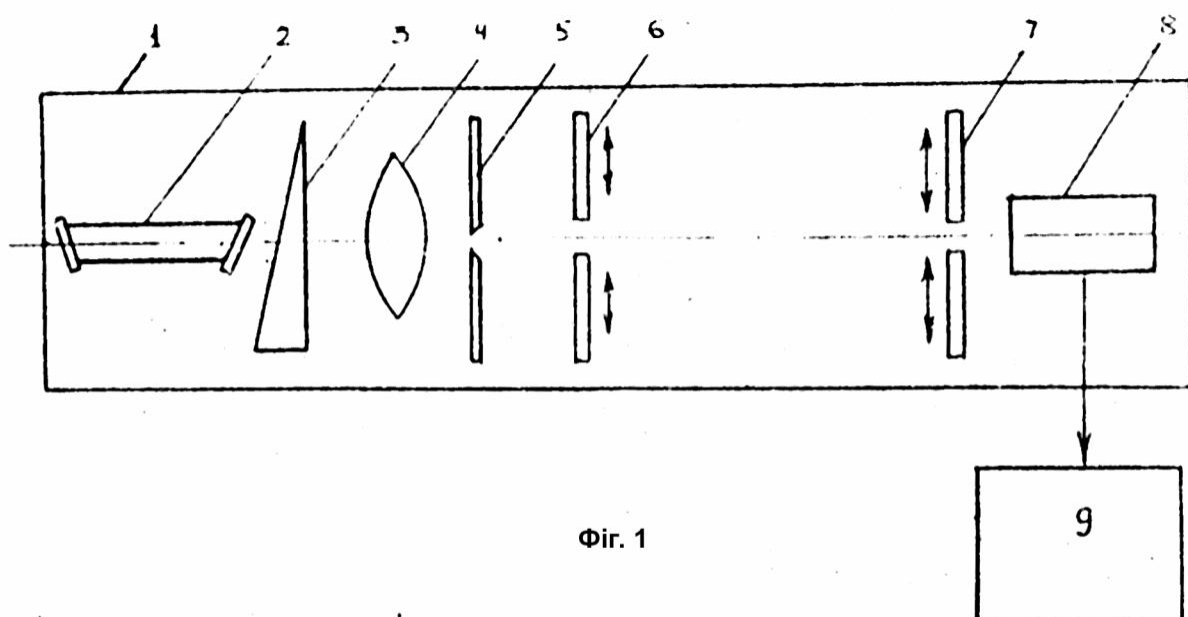
де **R** - радіус хвильової поверхні.

Якщо в отворі **BC** вкладається непарне число зон, то в точці **M** спостерігається інтерференційний максимум, а при парному числі зон - мінімум. З віддаленням від **M** інтенсивність максимумів світла зменшується. Якщо діаметр отвору великий, то картини на екрані не буде - світло в цьому випадку поширюється практично так само як і при відсутності непрозорого екрану з отвором, тобто прямолінійно.

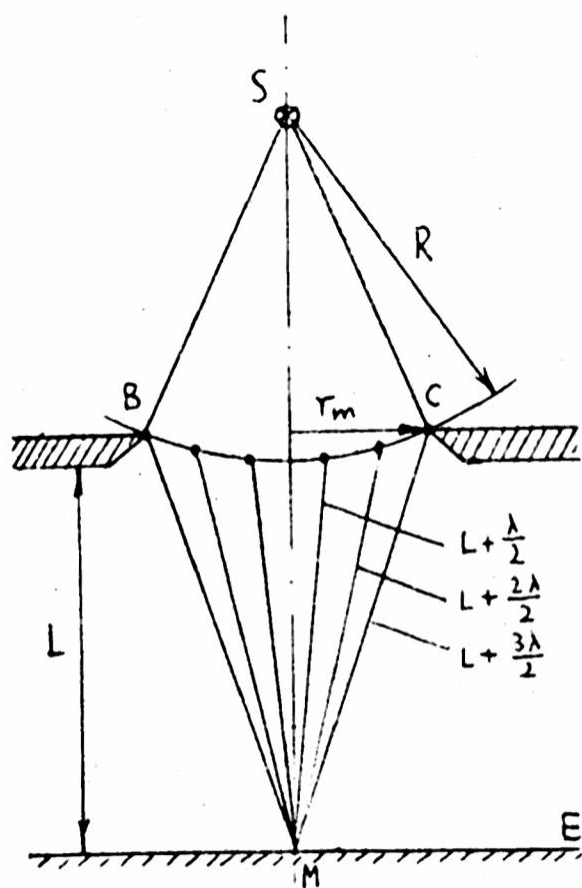
Таким чином в пропонованому способі, використовуючи співвідношення (1), переконуються, що число зон Френеля $m = 3 + 2n$,

де $n = 0, 1, 2, \dots$, тобто в дифракційному отворі вкладається непарне число зон Френеля. Не змінюючи віддалі між компонентами установки, діафрагмою 8 виділяють центральний світлий максимум і, забираючи екран 9, відкривають ФП 10. Зменшують світловий потік введенням послаблювача до потоку окремих фотонів і реєструють їх з допомогою ФП. Далі, збільшивши діаметр дифракційного отвору до $m = 3 + 2n + 1$ зон Френеля, переконуються, що ФП перестає реєструвати фотони. Використання запропонованого способу дослідження властивостей світла забезпечує порівняно з існуючими способами експериментальну перевірку та підтвердження теоретичних положень квантово-механічних принципів. Це можливо завдяки зменшенню інтенсивності світла до одержання дискретного пучка фотонів та реєстрації окремих фотонів з допомогою ФП. Змінюючи діаметр зон Френеля від $m = 3 + 2n$ до $m = 3 + 2n + 1$,

переконаються, що збільшення отвору приводить до зменшення кількості світла, що потрапляє в ФП. Звідси випливає, що поняття траєкторії для квантів світла незастосовне.



Фиг. 1



Фиг. 2