

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 15

Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки

Мета роботи: виміряти довжину світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.

Обладнання: віртуальний стенд «Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки».

КОРОТКА ТЕОРІЯ

Дифракційні ґрати є сукупність великої кількості дуже вузьких паралельних щілин, розділених непрозорими проміжками. Загальна ширина щілини та непрозорого проміжку називається періодом решітки. Наприклад, якщо на дифракційній решітці є 100 штрихів на 1 мм, то період або постійна дифракційної решітки $d=0,01$ мм.

На рис. 1 представлена схема ходу променів через ґрати. Промені, що проходять через решітку перпендикулярно до її площини, потрапляють у зіницю спостерігача і утворюють на сітківці ока звичайне зображення джерела світла. Промені, що огинають краї щілин решітки (відповідно до принципу Гюйгенса, кожна точку середовища, до якої дійшов хвильовий фронт, можна розглядати як нове джерело сферичних хвиль) мають деяку різницю ходу, що залежить від кута ϕ . Якщо ця різниця пропорційна $k\lambda$, де k - ціле число, кожна така пара променів утворює на сітківці зображення джерела, колір якого визначається відповідною довжиною хвилі λ .

Дивлячись крізь ґрати на джерело світла, спостерігач, крім цього джерела, бачить розташовані симетрично з обох боків від нього дифракційні спектри. Найближча пара спектрів (1-го порядку) відповідає різниці ходу променів, що дорівнює λ для відповідного тону. Більш віддалена пара спектрів (2-го порядку) відповідає різниці ходу променів, що дорівнює 2λ і т.д.

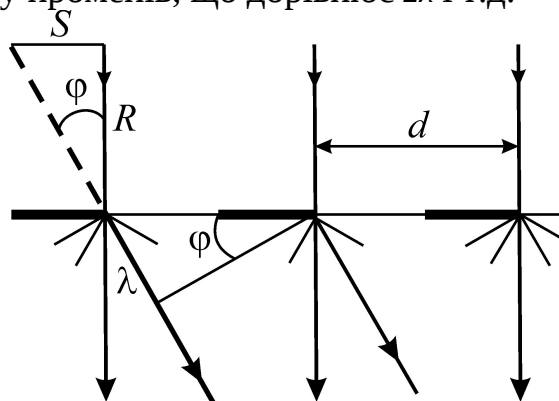


Рис. 1.

Зовнішній вигляд установки для визначення довжини світлової хвилі зображений на рис. 2.

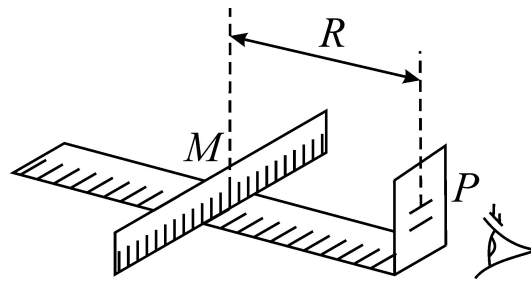


Рис.2

На оптичній лаві може пересуватися пластина, у якій прорізна щілина прямолінійної форми. Під щілиною укріплено шкалу з поділами. Щілина освітлюється електричною лампочкою, між лампочкою та щілиною вставляється монохроматичний світлофільтр. В іншому кінці оптичної лави укріплений тримач P , який вставляється дифракційна решітка. Якщо дивитися на освітлену монохроматичним світлом щілину через дифракційну решітку, то крім щілини AB з обох боків видно її симетричні зображення. Кожне бічне дифракційне зображення зміщене у бік величину $BD_1 = BD_2 = S$. На рис.2 зображені промені, що утворюють зображені щілини, очевидно: $\text{tg}\phi = \frac{BD_1}{R} = \frac{S}{R}$, де R -відстань від ґрат до щілини M .

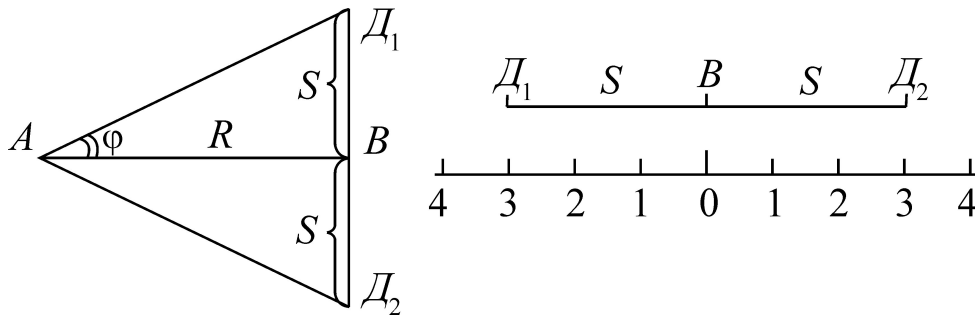


Рис. 3

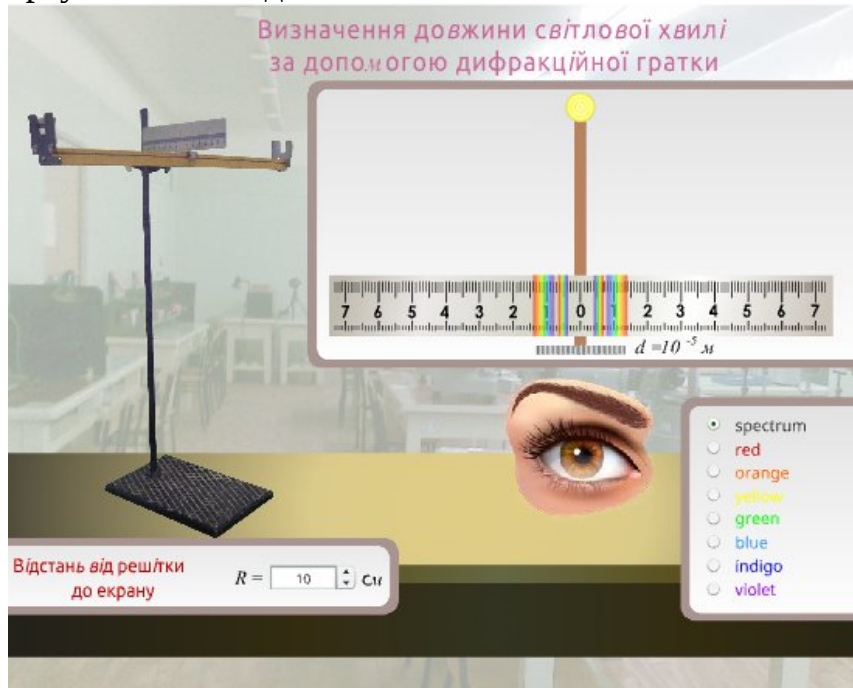
Оскільки кут ϕ малий, то $\text{tg}\phi$ можна з достатньою точністю замінити $\sin\phi$, тобто $\sin\phi = \frac{S}{R}$.

Порівнюючи останній вираз за умови головного дифракційного максимуму $d\sin\phi = k\lambda$ отримуємо розрахункову формулу:

$$\lambda = \frac{Sd}{Rk}$$

Порядок виконання роботи:

1. Запустіть віртуальний стенд



2. Помістіть шкалу на відстань R від дифракційної ґрати. Візьміть послідовно $R=0,1; 0,2$ та $0,3$ м.
3. Оберіть колір світлового променя, починаючи з червоного і за шкалою екрану, що розглядається через решітку, визначте відстань від щілини до лінії 1-го порядку (відстань S).
4. Результати вимірювань занесіть до таблиці.
5. Ті самі виміри проведіть для променів іншого кольору.
6. Визначте довжину світлової хвилі $\lambda = \frac{Sd}{Rk}$ для всіх кольорів променів та занесіть до таблиці.

Порядок лінії спектра k	Відстань від ґратки до шкали R , м	Відстань від прорізу шкали до лінії S , 10^{-3} м							Довжина світлової хвилі, λ , 10^{-7} м							
		Ч	П	Ж	З	Б	С	Ф	Ч	П	Ж	З	Б	С	Ф	
1																
		Середнє значення довжини хвилі														

Висновок:

Контрольні питання.

1. Чому головний максимум білого кольору, а всі інші максимуми мають кольорове розфарбування?

2. Чому максимуми є як зліва, так і справа?

3. Який вигляд має інтерференційна картина для монохроматичного світла?

4. Від чого залежить вигляд інтерференційної картини у тонких плівках?

5. Чому у природі не існує когерентних джерел світла?

6. Знайдіть найбільший порядок максимуму вашої дифракційної ґратки для червоного світла.
