

Урок № 75-76

Тема: Інтерференція і дифракція світлових хвиль

Мета:

навчальна: сформуванати уявлення про явища інтерференції та дифракції, ознайомити учнів зі способами одержання системи когерентних хвиль; з'ясувати умови спостереження інтерференції та дифракції світла;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

1. ПРИРОДА СВІТЛА

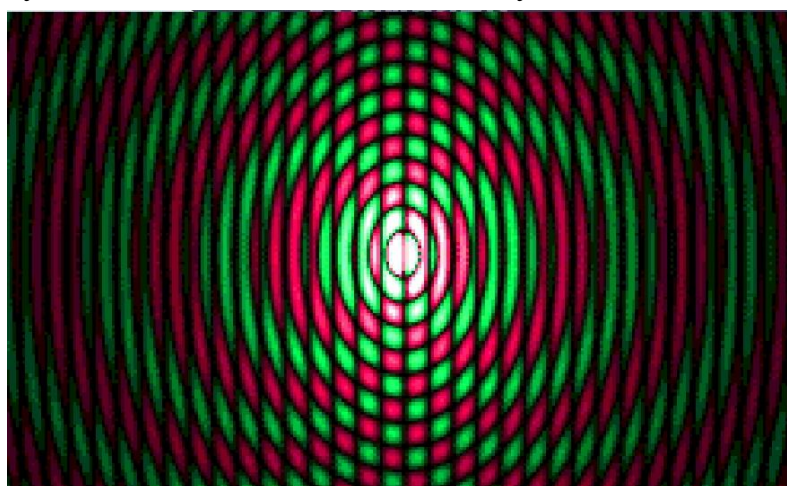
В XVII ст. виникли дві теорії про те, що таке світло. Ньютон дотримувався так званої корпускулярної теорії, за якої світло – це потік частинок, що йдуть від джерела в усі боки.

За уявленням Гюйгенса, світло – це хвилі, що поширюються і гіпотетичному середовищі — ефірі, який заповнює увесь простір.

Існування електромагнітних хвиль передбачив Джеймс Клерк Максвелл, також Максвелл вважав, що світло – окремий випадок електромагнітних хвиль.

2. ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ

Інтерференція - додавання двох світлових хвиль у просторі, внаслідок чого спостерігається стійка в часі картина підсилення або послаблення результатуючих світлових коливань у різних точках простору. Зони підсилення називають зонами максимумів, зони послаблення - мінімумів.



Якщо ця умова виконана (різниця фаз хвиль в часі і їх частота є сталою), то хвилі називають когерентними.

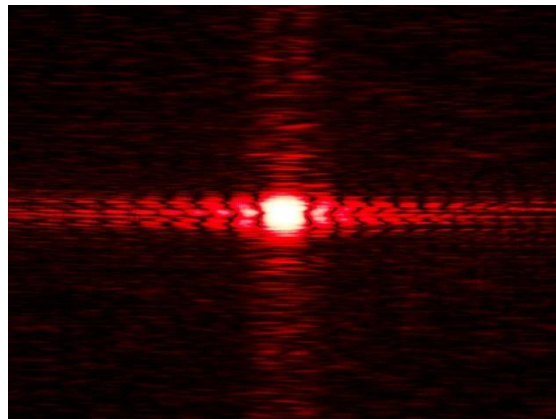
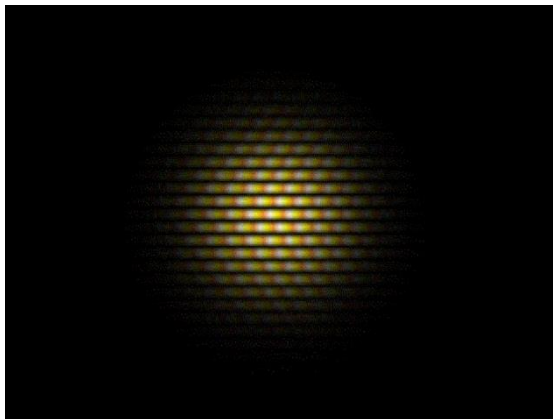
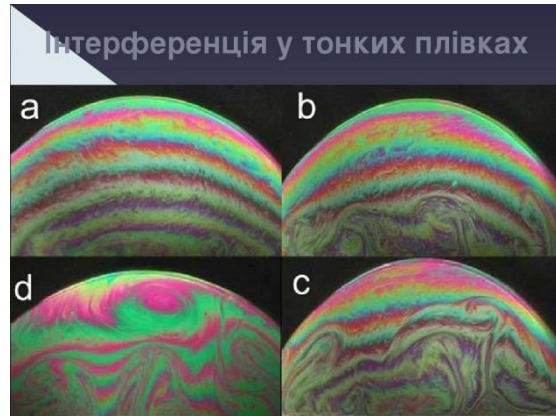
Математично умови максимуму і мінімуму можна виразити так:

$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} \quad - \text{ умова максимуму;}$$

$$\Delta d = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad - \text{ умова мінімуму.}$$

де $k = 1, 2, 3, \dots, n$ (ціле число); λ - довжина хвилі.

Інтерференцією світла в тонких плівках пояснюється забарвлення мильних бульбашок і тонких плям з олії на воді, хоча розчин мила й олія не мають такої гами кольорів.



3. ДИФРАКЦІЯ МЕХАНІЧНИХ ХВИЛЬ

Дифракція механічних хвиль.

Дифракція – огинання хвилями перешкод, властива будь – якому хвильовому руху. Приклади дифракції механічних хвиль: людина чує звук із-за рогу будинку, за парканом чи за деревом, оскільки розміри перешкод порівнянні з довжиною хвилі.

4. ДИФРАКЦІЙНА РЕШІТКА.

Дифракційна решітка – це сукупність великої кількості дуже вузьких щілин, розділених вузькими проміжками . Часто решітку виготовляють , наносячи на скляну пластинку паралельні штрихи. Кількість штрихів може сягати кілька тисяч на 1 мм; загальна кількість



штрихів перевищує 100 000.

Якщо N - кількість штрихів на 1 мм, то період решітки знаходять за формулою:

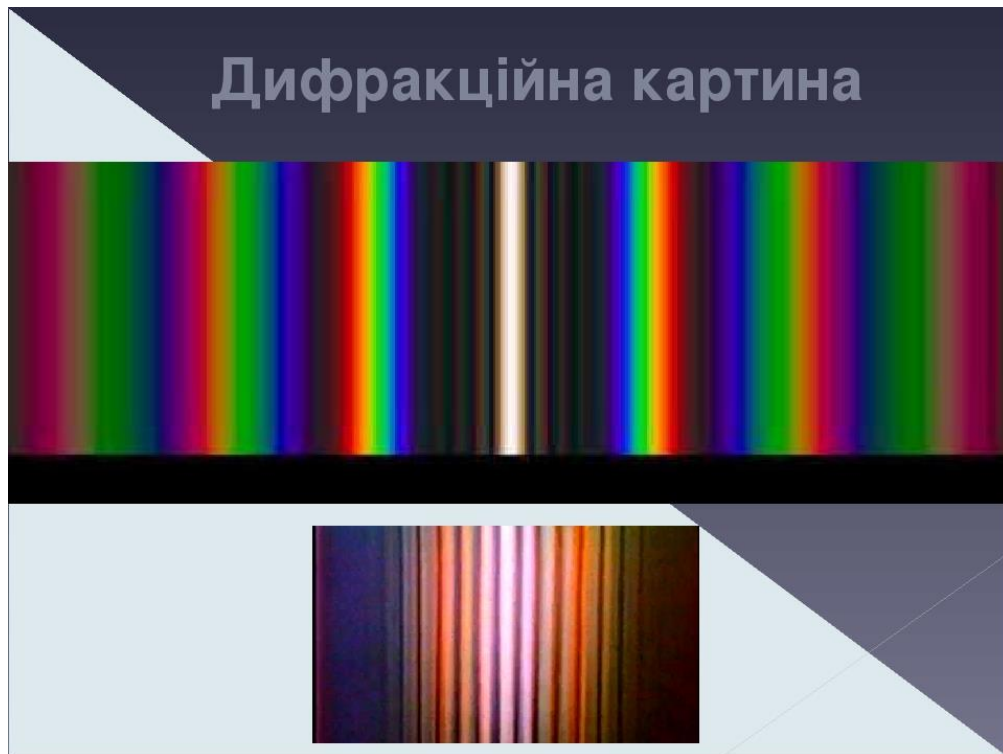
$$d = \frac{1}{N}$$

Максимум спостерігатиметься під кутом φ , що визначиться з умови:

$$d \sin \varphi = k\lambda(1)$$

де $k=0, 1, 2, \dots$

За допомогою дифракційної решітки можна дуже точно виміряти довжину хвилі.



Якщо період решітки відомий, то визначення довжини хвилі зводиться до визначення кута φ . За довжиною хвилі, яка входить до складу випромінювання, можна визначити хімічний склад речовини. За спектрами зірок астрономи визначають швидкість їх обертання, хімічний склад і температуру.

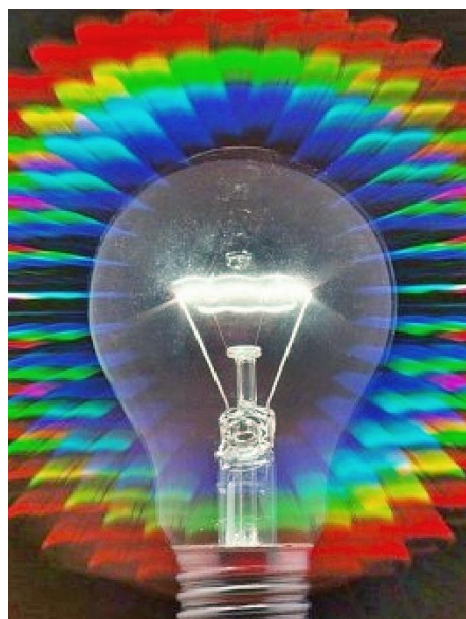
- Дифракція – це огинання хвилями перешкод, властива будь – якому хвильовому руху (механічні хвилі, електромагнітні)
- Дифракція спостерігається за умови, що розміри перешкод порівнянні з довжиною світлової хвилі, або перешкода (отвір чи екран) порівняно великі, але екран спостереження розміщений дуже далеко.
- Хвильова поверхня в будь-який момент часу являє собою не просто обвідну вторинних хвиль, а результат їх інтерференції-принцип Гюйгенса-Френеля.
- Дифракція накладає межу на роздільну здатність телескопа та мікроскопа

- Явище дифракції покладено в основу побудови дифракційних решіток-сукупності великої кількості дуже вузьких щілин, розділених вузькими проміжками

- Якість дифракційної решітки залежить від кількості штрихів на одиницю довжини: чим більше штрихів (на одиницю довжини), тим чіткіша буде інтерференційна картина.

- Дифракційні решітки застосовують для аналізу складного електромагнітного випромінювання за довжинами хвиль, визначають хімічний склад речовини. За спектрами зірок астрономи визначають швидкість їх обертання, хімічний склад і температуру.

- Явища інтерференції і дифракції підтверджують хвильову природу світла.



Задача 1. Визначити довжину світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки, якщо стала решітки 0,01мм. Перше дифракційне зображення дістали на відстані 11,8см від центрального зображення і на відстані 2м від решітки.

Дано:

$$l = 2 \text{ м}$$

$$h = 11,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$d = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$\lambda = ?$

Розв'язання:

З формули для максимуму для дифракційної решітки визначимо синус кута φ :

$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda, \quad k = 1$$

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{d}, \quad \sin \varphi = \frac{h}{l}$$

Отже, $\frac{\lambda}{d} = \frac{h}{l} \Rightarrow \lambda = d \frac{h}{l}$

Підставивши числові значення, дістанемо:

$$\lambda = \frac{0,01 \cdot 10^{-3} \cdot 11,8 \cdot 10^{-2}}{2} = 5,9 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Відповідь: 5,9 нм.

Задача 2. На дифракційну решітку, період якої дорівнює 0,01мм, падає монохроматичне світло. Перший дифракційний максимум зміщений на екрані на 3см від початкового напрямку поширення. Яка довжина хвилі світла, якщо відстань від решітки до екрана становить 0,7м?

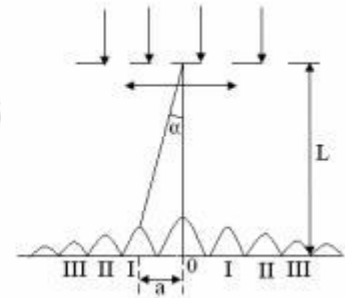
Розв'язання:

Дано:
 $d=10^{-5}$ м
 $a=0,03$ м
 $L=0,7$ м
 $k=1$

$\lambda=?$

З рівняння, що описує умову утворення дифракційного максимуму, отримаємо:
 $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda, \quad k=1, \quad d \cdot \sin \varphi$
 $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{L}$ (для малих кутів)

$$\lambda = \frac{d \cdot a}{L} = \frac{10^{-5} \cdot 0,03}{0,7} \approx 0,043 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 430 \text{ нм}$$



Відповідь: 430 нм.

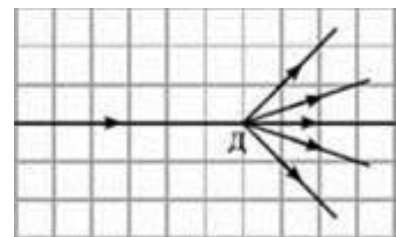
Перевір себе

1. Що називають інтерференцією світла? За яких умов її спостерігають?
2. Що називають дифракцією світла? За яких умов її спостерігають?

Домашнє завдання

Написати конспект. Опрацювати додатково параграф №21.стр. 146-151

1. У деяку точку простору приходять когерентні світлові хвилі з геометричною різницею ходу 1,2 мкм. Довжина хвиль у вакуумі 600 нм. Визначте, посилення чи ослаблення світла відбувається в точці, якщо світло поширюється: у вакуумі, у повітрі, у воді.
2. На рисунку показано пучок монохроматичного світла, що проходить через дифракційну ґратку Д, яка має 500 штрихів на один міліметр. Визначте (у нанометрах)довжину хвилі світла. Вважайте, що $n = 1,4$.



Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.