

Урок № 31-32

Тема: Інтерференція і дифракція світлових хвиль

Мета:

навчальна: сформуванню 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

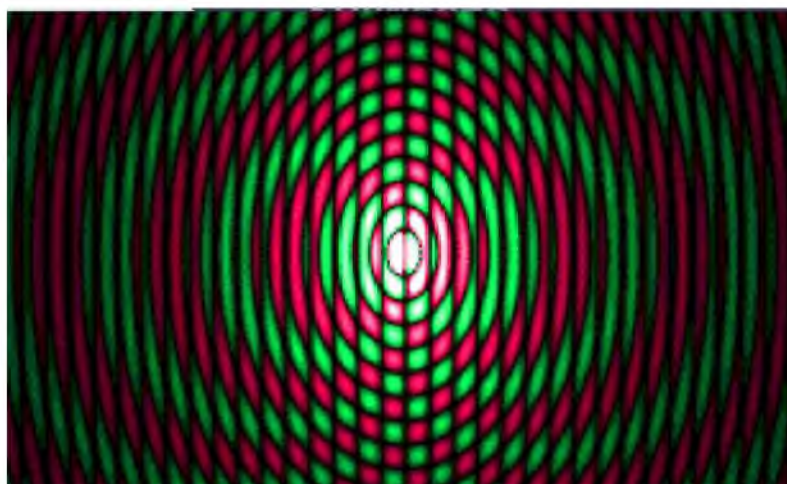
В XVII ст. виникли дві теорії про те, що таке світло. Ньютон дотримувався так званої корпускулярної теорії, за якої світло – це потік частинок, що йдуть від джерела в усі боки.

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.

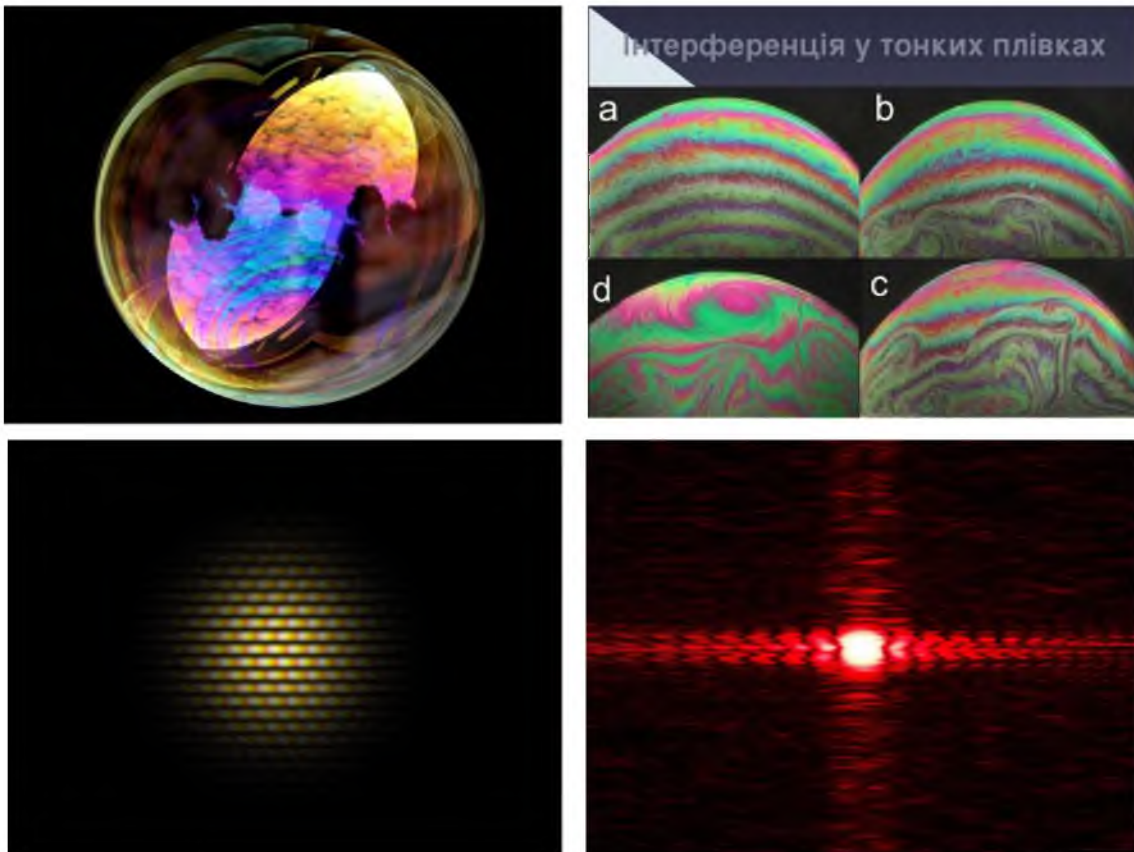
Математично умови максимуму і мінімуму можна виразити так:

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

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

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.

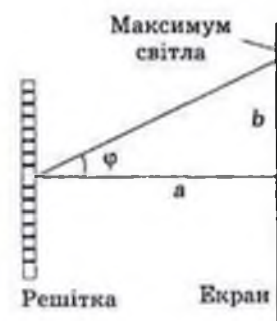
3. ДИФРАКЦІЯ МЕХАНІЧНИХ ХВИЛЬ

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:

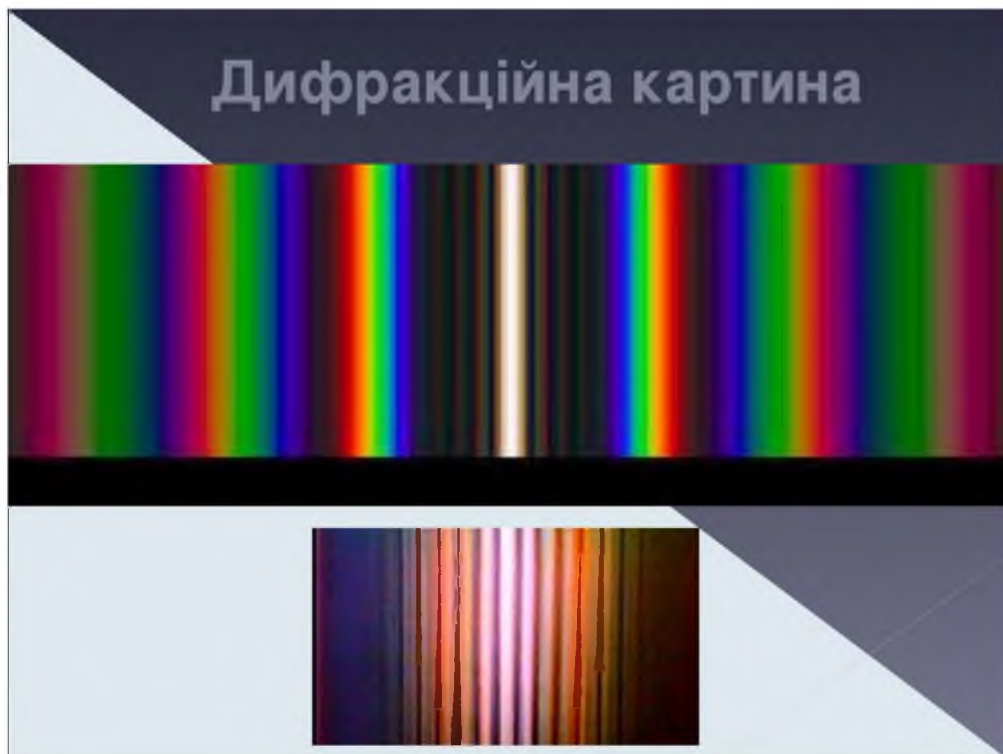
$$d = \frac{1}{N}$$

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 $0,01\text{ м}$, падає монохроматичне світло. Перший дифракційний максимум зміщений на екрані на 3 см від початкового напрямку поширення. Яка довжина хвилі світла, якщо відстань від решітки до екрана становить $0,7\text{ м}$?

Розв'язання:

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

$\lambda=?$

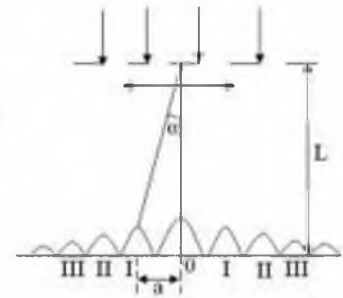
З рівняння, що описує умову утворення дифракційного максимуму,

отримаємо:

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

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{L} \quad (\text{для малих кутів})$$

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



Відповідь: 430 нм .

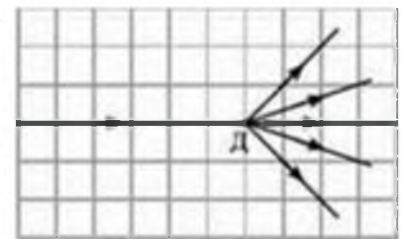
Перевір себе

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 $1,2 \text{ мкм}$. 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 забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.