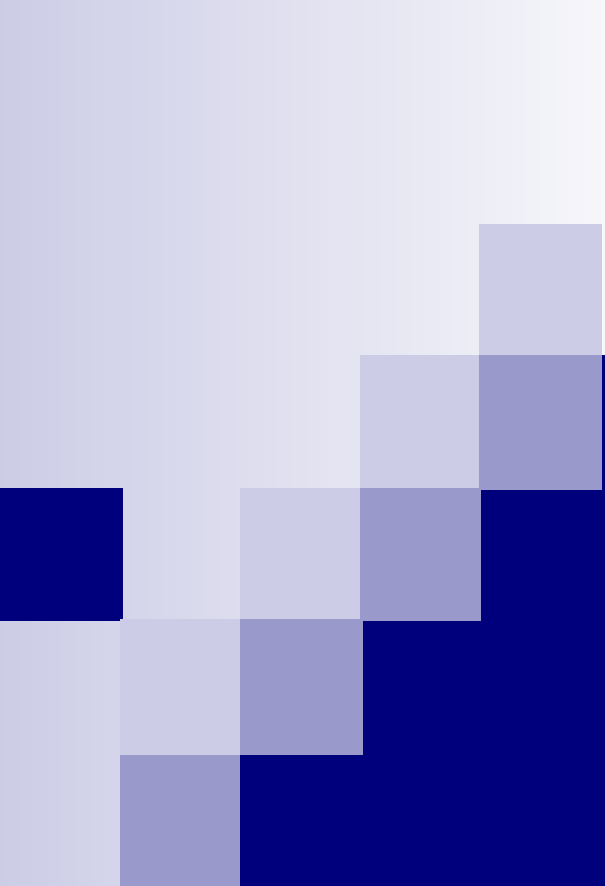




Інтерференція та дифракція світла

Лекція 6

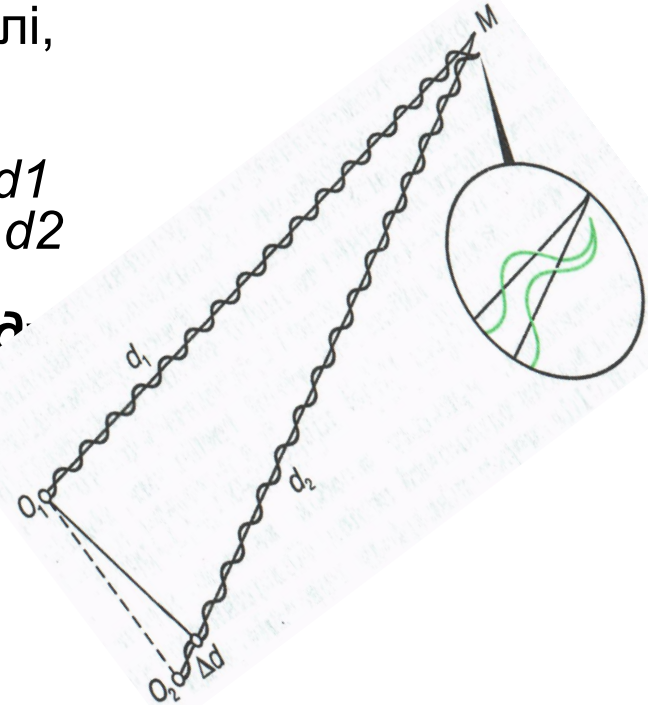
Явище взаємного підсилення чи ослаблення хвиль називається **інтерференцією**.

Явище інтерференції виникає при накладанні світлових хвиль однакової частоти, які приходять у дану точку простору з однаковою різницею фаз. Хвилі з такими властивостями називаються **когерентними**, а джерела, які їх випромінюють – *когерентними джерелами*.
Тобто **світлові когерентні хвилі інтерферують одна з одною – додаються, внаслідок чого в різних точках простору спостерігається підсилення або послаблення результуючих світлових коливань.**

В результаті інтерференції на освітлюваній поверхні утворюються почергові світлі і темні області, які відповідають підсиленню чи послабленню світла.

Для розв'язання питання, в яких фазах зустрінуться в даній точці інтерферуючі хвилі, треба врахувати різницю ходу цих хвиль. Нехай нас цікавить результат накладання хвиль в точці M), що перебуває на відстані d_1 від першого джерела хвиль S_1 і на відстані d_2 від другого джерела S_2 . Відстань Δd називається **геометричною різницею ходу хвиль**.

Якщо когерентні джерела хвиль коливалися в однакових фазах, то у разі різниці ходу, що дорівнює цілому числу довжин хвиль або парному числу півхвиль, в точку M хвилі надходять в однакових фазах. При їх додаванні у точці M виникає підсилення коливань. Якщо ж різниця ходу дорівнюватиме непарному числу півхвиль, хвилі від S_1 і S_2 надійдуть у цю точку в протилежних фазах і в ній коливання ослабнуть.



Умова максимумів: максимальне підсилення результуючого коливання настає, якщо різниця ходу хвиль, що додаються, рівна парному числу півхвиль, або парному числу довжин хвиль, тобто

$$\delta = 2k \cdot (\lambda/2) = k \cdot \lambda.$$

В цьому випадку світлові хвилі приходять в дану точку M інтерференційного поля в однакових фазах.

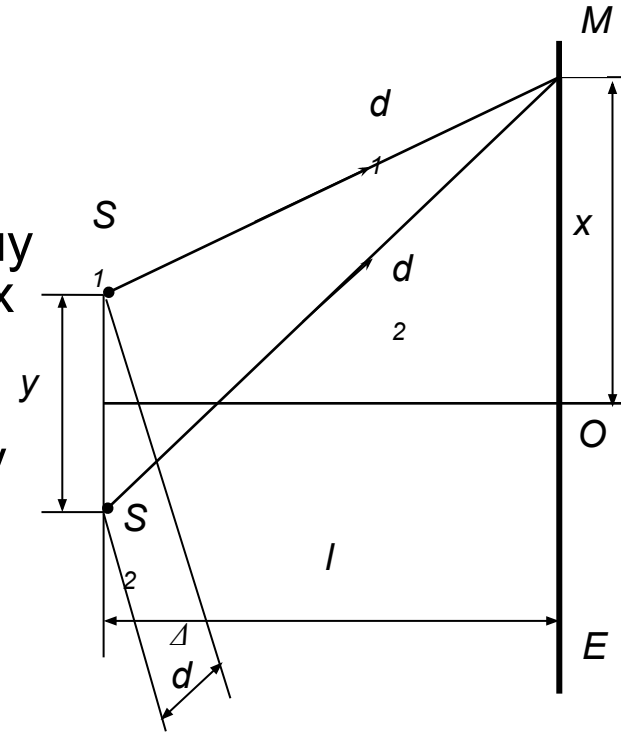
Різницю ходу хвиль після ряду певних перетворень згідно малюнку можна подати у іншому виді

$$\delta = \Delta d = \frac{x \cdot y}{l}$$

Тоді, прирівнюючи праві частини рівнянь отримаємо координати точок, в яких спостерігається максимальне підсилення світла (максимум інтерференції світла):

$$x \approx k \cdot \frac{\lambda \cdot l}{y}$$

де $k = 0, 1, 2, \dots$



Умова мінімумів: послаблення
результуючого коливання
відбувається, якщо різниця ходу
хвиль, що додаються рівна
непарному числу півхвиль, тобто

$$\delta = (2k + 1) \cdot \lambda / 2$$

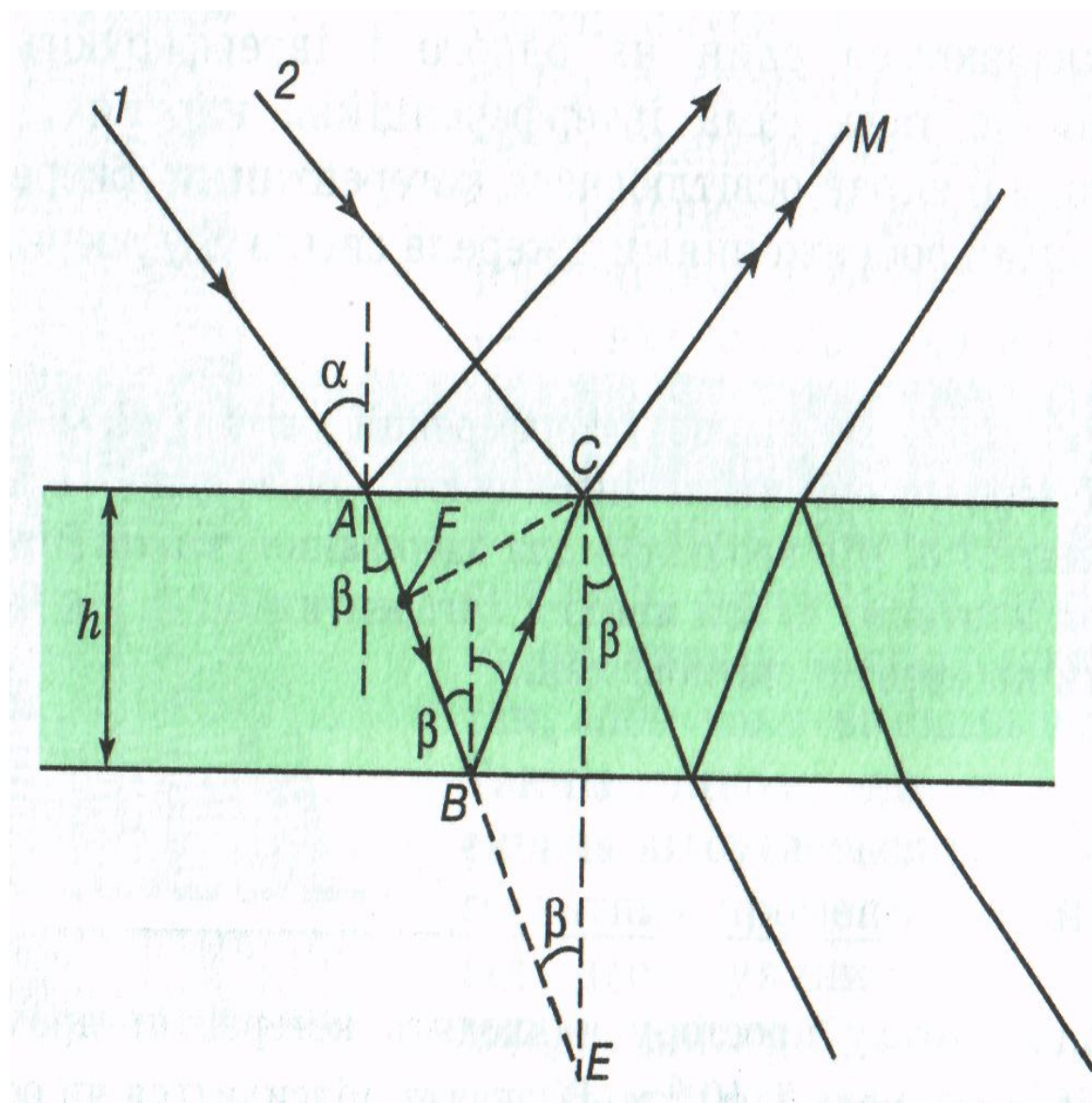
значення $k = 1, 2, 3 \dots$ називають
порядком інтерференційного
максимуму чи мінімуму.

Взаємне послаблення інтерферуючих
хвиль означає, що хвилі приходять в
дану точку простору в протилежних
фазах.

Координати мінімумів інтерференції
світла (послаблення світла):

$$x' \approx (2k + 1) \frac{\lambda \cdot l}{2y}$$

Інтерференцію світла можна легко спостерігати в природних умовах. Забарвлення тонких прозорих плівок, кольорові розводи на тонких плівках бензину, гасу, олії, красиве забарвлення мильних бульбашок, яке безперервно змінюється — все це результат інтерференції світлових променів у цих плівках.



Різниця ходу залежить від товщини пластинки h , показника заломлення матеріалу n , кута падіння променів α і довжини хвилі падаючого світла λ . Тоді результат інтерференції в тонких плівках визначається наступними умовами, вираженими через оптичну різницю ходу.

Умова максимуму:

$$2K \frac{\lambda}{2} = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2}$$

Умова мінімуму:

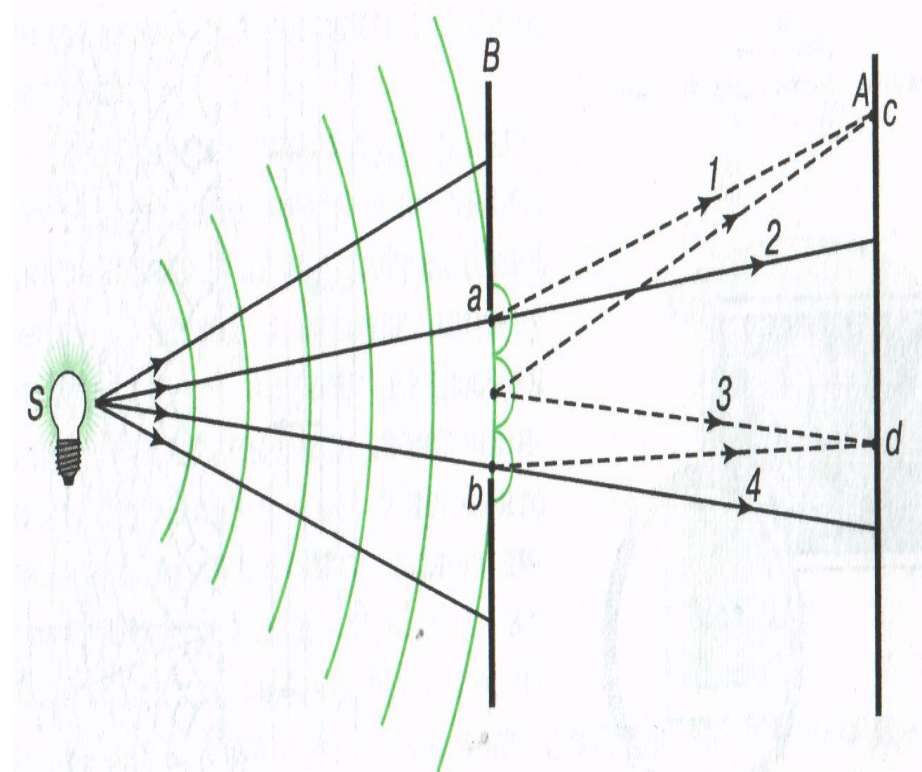
$$(2k + 1) \frac{\lambda}{2} = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2}$$



Дифракція світла – це оптичне явище, яке полягає в тому, що світлові хвилі відхиляються від прямолінійного поширення і огинають краї перешкод

Дифракція світла

пояснюється так. Нехай світло від джерела S падає на екран A через отвір ab в екрані B . Кожну точку ділянки ab фронту світлової хвилі (яка заповнює отвір) можна розглядати як вторинне джерело світла. Ці джерела світла когерентні, тому промені (хвилі) 1 і 2, 3 і 4 і т. д., які виходять від них, інтерферуватимуть між собою. Залежно від різниці ходу променів на екрані. А в точках c , d і т. д. виникатимуть максимуми і мінімуми освітленості, створюючи дифракційну картину.



- **Дифракційна решітка** -це сукупність багатьох дуже вузьких щілин, розділених непрозорими проміжками. Решітки виготовляють у вигляді пластинок з прозорої твердої речовини, на поверхні яких алмазним різцем наносяться штрихи, паралельні один одному. Там, де пройшов різець, утворюється шорстка поверхня, яка розсіює промені, а проміжки між штрихами залишаються прозорими, тобто відіграють роль щілин.

Розглянемо, яким буде результат накладання вторинних хвиль, які виходять з щілин дифракційної решітки.

Нехай a означає ширину щілини, b — ширину непрозорої для світла ділянки між двома щілинами. Величину

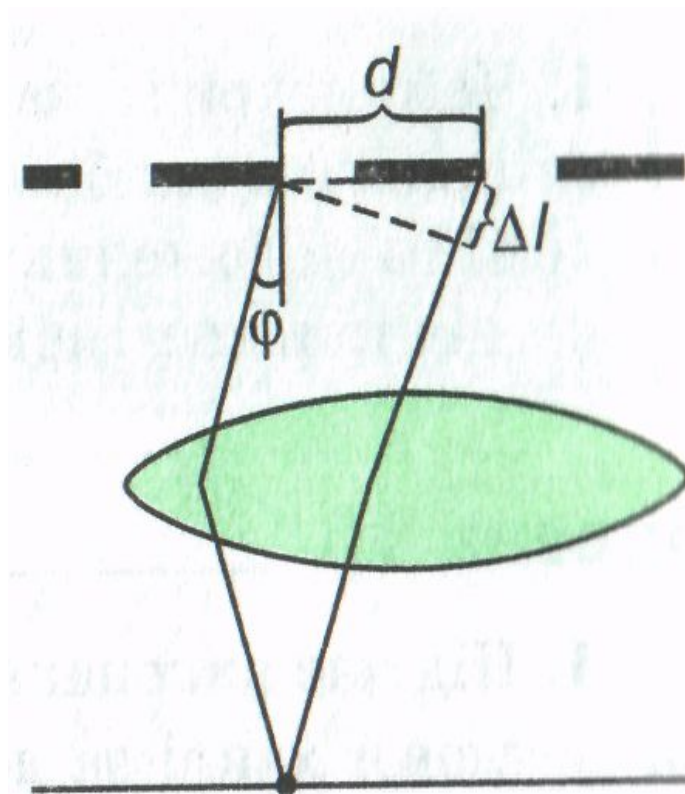
$$d = a + b$$

прийнято називати *періодом*, або *сталю* дифракційної решітки.

Оскільки всі щілини містяться одна від одної на однаковій відстані, то різниці ходу променів, які йдуть із двох сусідніх щілин, для даного кута φ однакові для всієї дифракційної решітки і дорівнюють :

$$\Delta l = d \cdot \sin \varphi.$$

Отже, різниця ходу залежить від кута φ . Зі зміною кута φ різниця ходу змінюється, відповідно змінюється і результат накладання вторинних хвиль, які йдуть від щілин дифракційної решітки.



В напрямках, де різниця ходу двох променів містить ціле число довжин хвиль, спостерігатимуться максимуми освітленості (дифракційні максимуми), тому що в цьому випадку всі вторинні хвилі, накладаючись, підсилюють одна одну.

Таким чином, *умова дифракційного максимуму* має вигляд:

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

де k – ціле число.

У тих напрямках, в яких різниця ходу між променями, що виходять із сусідніх щілин решітки, містить непарне число півхвиль, спостерігатимуться мінімуми.

Умова дифракційного мінімуму матиме вигляд:

$$d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Вторинні хвилі, які поширюються в цих напрямках, гаситимуть одна одну.