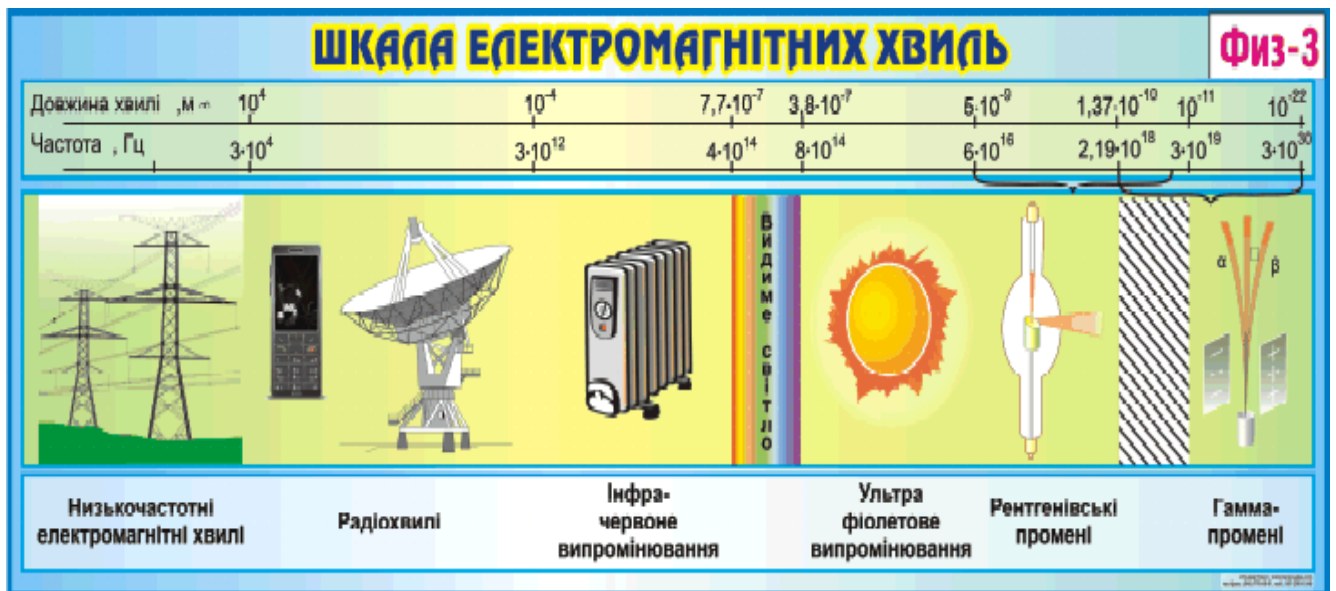


Тема 30. Хвильова оптика.

Характеристика електромагнітних хвиль

1. Низькочастотні (від 0 до $3 \cdot 10^3$ Гц) — генерують електричні генератори.
2. Радіохвилі (від $3 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^{12}$ Гц) — генерують вібратори Герца, антени.
3. Інфрочервоні промені (від $3 \cdot 10^{11}$ до $4 \cdot 10^{14}$ Гц) — генерують нагріті тіла.
4. Світлові хвилі (від $4 \cdot 10^{14}$ до $8 \cdot 10^{14}$ Гц) — генерують тіла, нагріті до порівняно високої температури, зокрема це лампи накаливання.
5. Ультрафіолетові промені (від $8 \cdot 10^{14}$ до $3 \cdot 10^{16}$ Гц) — генерують тіла, нагріті до високої температури — до 3000°C й вище (це насамперед Сонце); на Землі — дуговий розряд.
6. Рентгенівське випромінювання (від $3,7 \cdot 10^{15}$ до $3 \cdot 10^{20}$ Гц) — генерується під час гальмування заряджених частинок в електричних полях.
7. Гамма-випромінювання (від $3 \cdot 10^{19}$ Гц і більше) — генерується під час розпаду атомів.

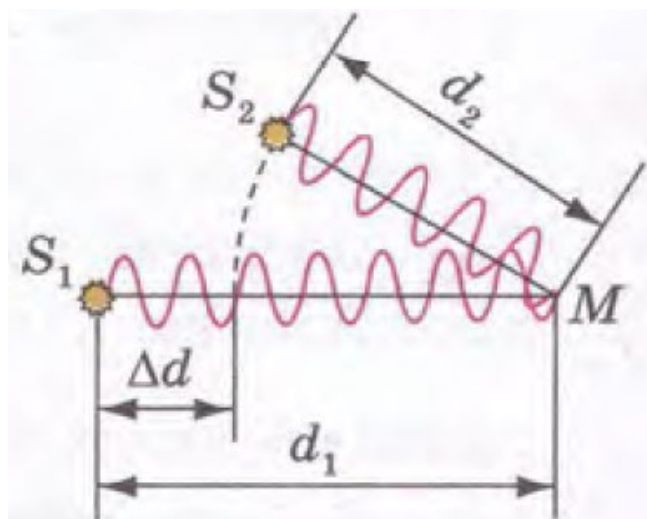


Інтерференція світла

Інтерференція – явище накладання хвиль, унаслідок якого в певних точках простору спостерігається стійке в часі посилення або послаблення результируючих коливань.

Для того, щоб у певних точках простору весь час могло відбуватися посилення або послаблення результуючих коливань, необхідне виконання двох умов, які називаються **умовами когерентності хвиль**:

1) хвилі повинні мати однакову частоту; 2) різниця початкових фаз $\Delta\varphi$ цих хвиль має бути постійною. Хвилі, які відповідають умовам



когерентності, називають **когерентними хвилями**.

Розглянемо дві когерентні світлові хвилі, які надходять у довільну точку M , розташовану на відстані d_1 від джерела S_1 і на відстані d_2 від джерела S_2 . Відстань $\Delta d = d_1 - d_2$ називається геометричною різницею ходу хвиль (див. рис. 1).

Рис. 1. Геометрична різниця ходу двох хвиль.

Якщо хвилі відходять від джерел S_1 і S_2 в **однакових фазах**, а різниця ходу $\Delta d = 0$, то в точку M хвилі надходять також в однакових фазах. У цьому випадку в точці M весь час відбуваються електромагнітні коливання із збільшеною амплітудою (див. рис. 2), отже, спостерігається **максимум освітленості**. Те саме відбуватиметься і при $\Delta d \neq 0$ за умови, що на відрізок Δd укладається будь-яке ціле число довжин хвиль (парне число півхвиль).



Рис. 2. У точках інтерференційних максимумів коливання посилюють одне одне: $A = A_1 + A_2$, де A_1, A_2 – амплітуди вихідних коливань, A – амплітуда результуючих коливань.

Таким чином, умову максимуму можна записати так:

$$\Delta d_{max} = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2},$$

де λ – довжина світлової хвилі в середовищі, k – ціле число, яке називається **порядком** (номером) **інтерференційної смуги**.

Якщо на відрізку Δd укладається непарне число півхвиль, тобто хвилі від джерел S_1 і S_2 надходять в точку M із зсувом фаз π (або $3\pi, 5\pi$ і т. д.), то коливання напруженостей цих хвиль відбуваються в **протилежних фазах**. У цьому випадку в точці M весь час відбуваються електромагнітні коливання із зменшеною амплітудою (див. рис. 3), отже, спостерігається **мінімум освітленості**.



Рис. 3. У точках інтерференційних мінімумів коливання послабляють одне одне: $A = A_1 - A_2$.

Отже, умову мінімуму можна записати так:

$$\Delta d_{min} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}.$$

Під час розв'язування задач слід враховувати, що довжина λ світлової хвилі у середовищі менша за довжину λ_0 світлової хвилі у вакуумі в n разів: $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$, де n – абсолютний показник заломлення середовища.

Дифракція світла

Явище огинання хвилями перешкод називається **дифракцією**.

Хвилі, що огинають перешкоду, когерентні, тому дифракція завжди супроводжується інтерференцією.

Дифракцією світла називається огинання світловими хвилями межі непрозорих тіл і проникнення світла в ділянку геометричної тіні.

Щоб отримати яскравішу дифракційну картину, використовують дифракційну ґратку, що являє собою велику кількість вузьких щілин, розділених непрозорими проміжками. Для виготовлення дифракційних ґраток на металеву або скляну пластину наносять велику кількість паралельних штрихів (до 2000 штрихів на 1 міліметр поверхні).

Дифракційна ґратка – це спектральний прилад, що слугує для розкладання світла в спектр і вимірювання довжини хвилі.

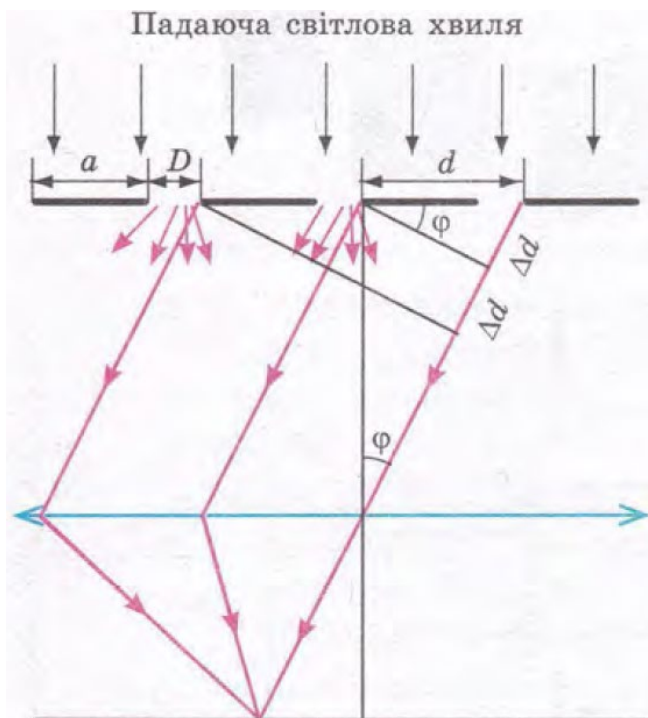
Величину d , що дорівнює відстані між двома сусідніми щілинами, називають **періодом ґратки**, або **сталюю ґратки**:

$$d = a + D = \frac{l}{N},$$

де a – ширина непрозорої ділянки, D – ширина щілини, N – кількість штрихів на відрізьку довжиною l .

Нехай на ґратку падає паралельний пучок світла. Вторинні джерела світла від кожної щілини створюють когерентні хвилі, що поширюються в усіх напрямках. Якщо на шляху цих хвиль розташувати збиральну лінзу, то всі паралельні промені збиратимуться на екрані у фокальній площині лінзи (див. рис. 4). З рисунка бачимо, що різниця ходу Δd для двох крайніх хвиль, що поширюються від сусідніх щілин під кутом φ дорівнює: $\Delta d = d \sin \varphi$.

Для того, щоб спостерігався інтерференційний максимум, різниця ходу Δd має дорівнювати цілому числу довжин хвиль: $\Delta d = k\lambda$.



Звідси маємо формулу дифракційної ґратки:

$$d \sin \phi = k \lambda,$$

де $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ – порядок дифракційного спектра (номер максимуму).

$k = 0$ відповідає центральному (нульовому) максимуму, $k = \pm 1$ – максимумам першого порядку, що розташовані симетрично з обох боків від центрального, і т. д.

Рис. 4. Схема ходу променів під час дифракції плоскої світлової хвилі на дифракційній ґратці.