

Лекція № 7

Хвильова оптика



План лекції

1. Інтерференція світла.
2. Досліди Юнга.
3. Інтерференційна картина. Інтерференційні максимуми і мінімуми.
4. Інтерференційні кільця Ньютона
5. Дифракція світла.
6. Дифракційна ґратка.
7. Дифракція Френеля.
8. Дифракція Фраунгофера

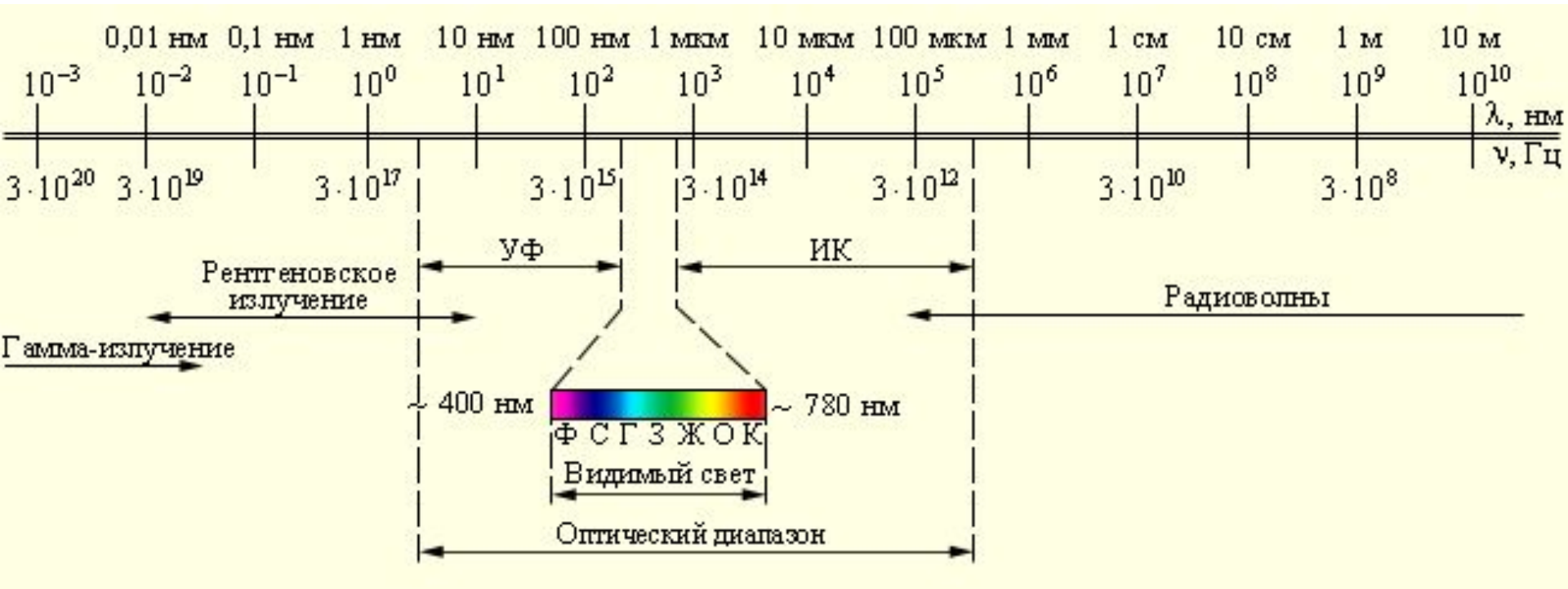
```
graph TD; A[Квантово-хвильовий дуалізм] --- B[Квантовий характер світла (Ньютон)]; A --- C[Хвильовий характер світла (Гюйгенс, Френель)];
```

Квантово-хвильовий
дуалізм

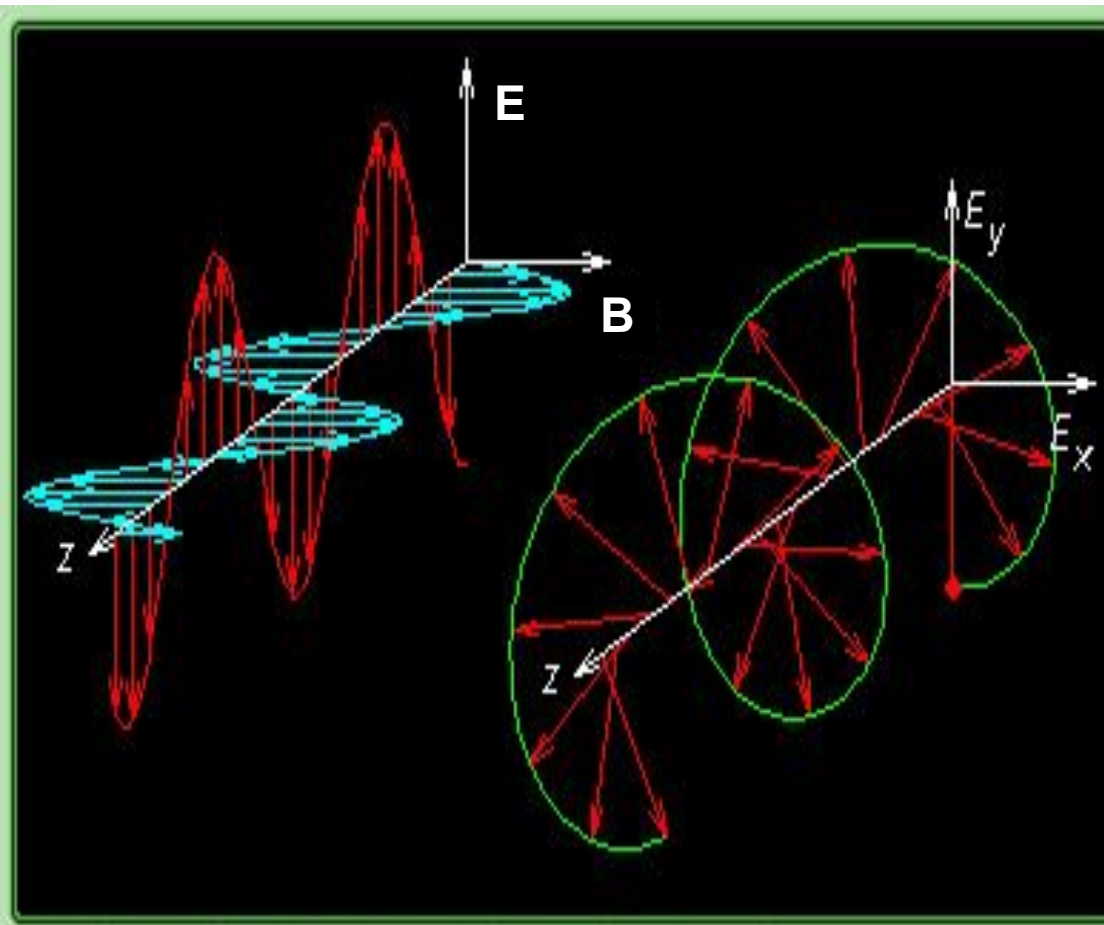
Квантовий характер
світла
(Ньютон)

Хвильовий характер
світла
(Гюйгенс, Френель)

Шкала електромагнітних хвиль



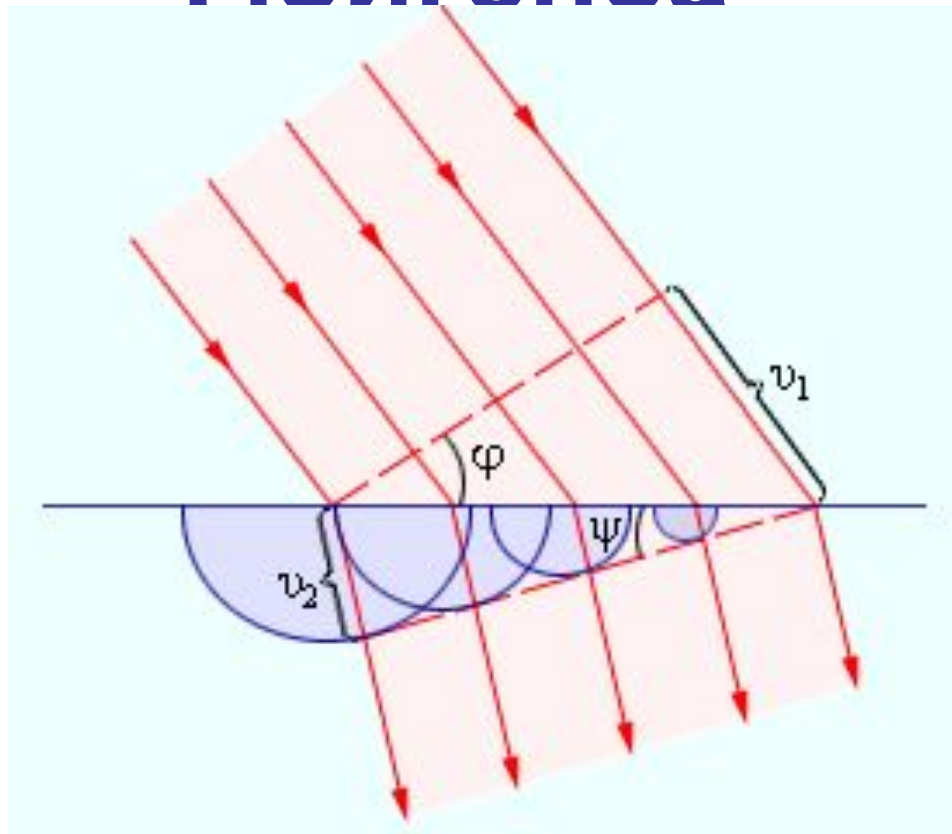
Світло - хвиля



- Досліди Фарадея, Ерстеда, Ампера, Лоренца
- Експеримент Герца
- Теорія Максвелла
- Досліди Юнга, Гюйгенса, Френеля, Фізо

Інтерференція світла

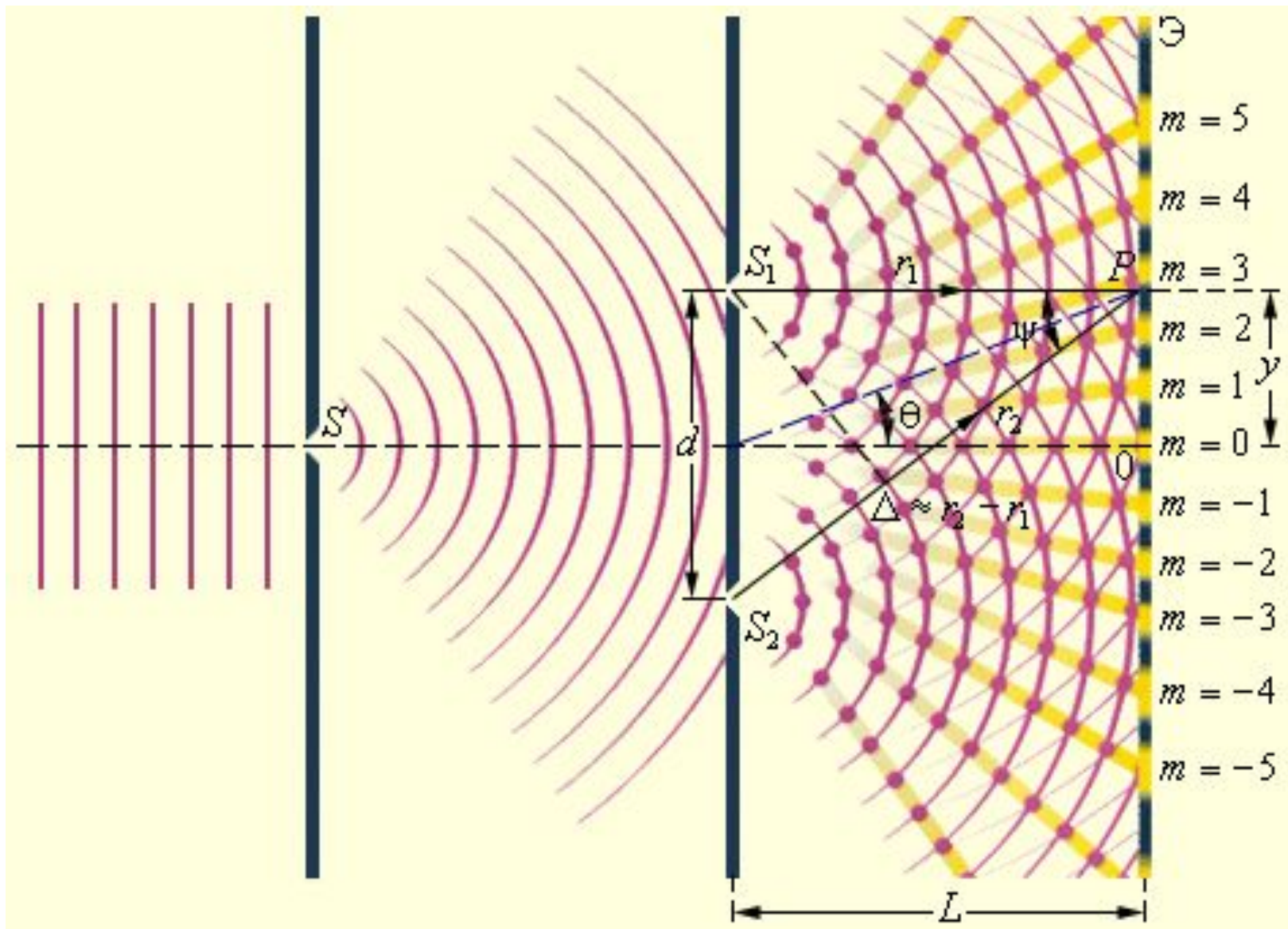
Принцип Гюйгенса



Принцип Гюйгенса-Френеля



Эксперимент Юнга



$$E = A \cos(\omega t - kr)$$

- рівняння хвилі

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

- хвильове число

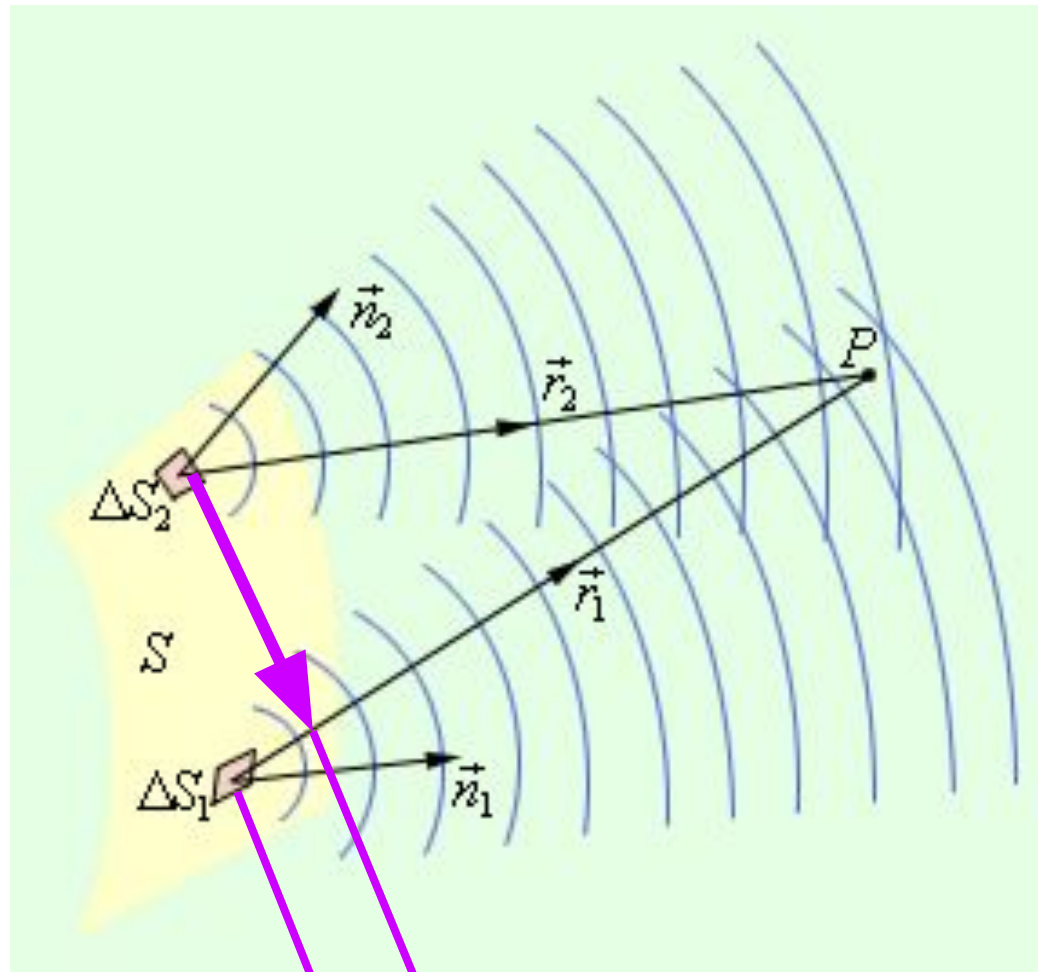
$$r$$

- радіус-вектор

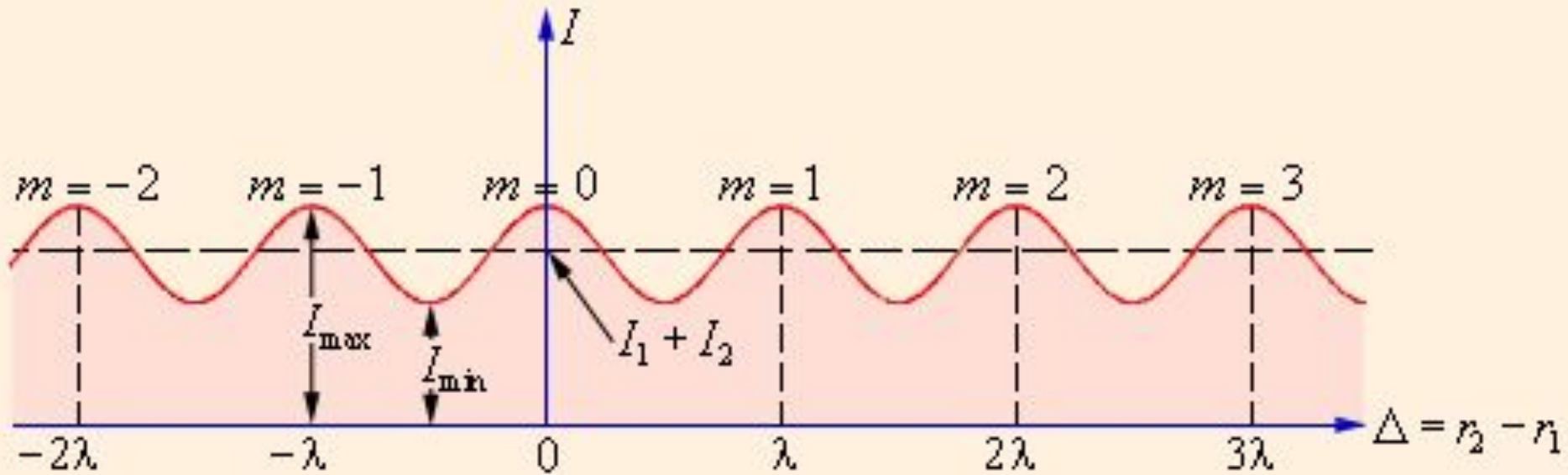
$$E = A_1 \cos(\omega t - kr_1) + A_2 \cos(\omega t - kr_2) = A \cos(\omega t - \varphi)$$

- результуюче
рівняння в точці Р

Різниця ходу двох променів



Δ Різниця ходу двох променів



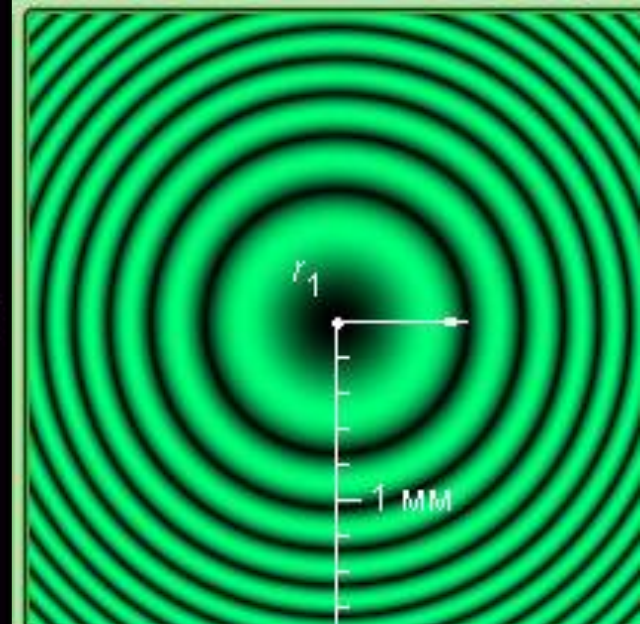
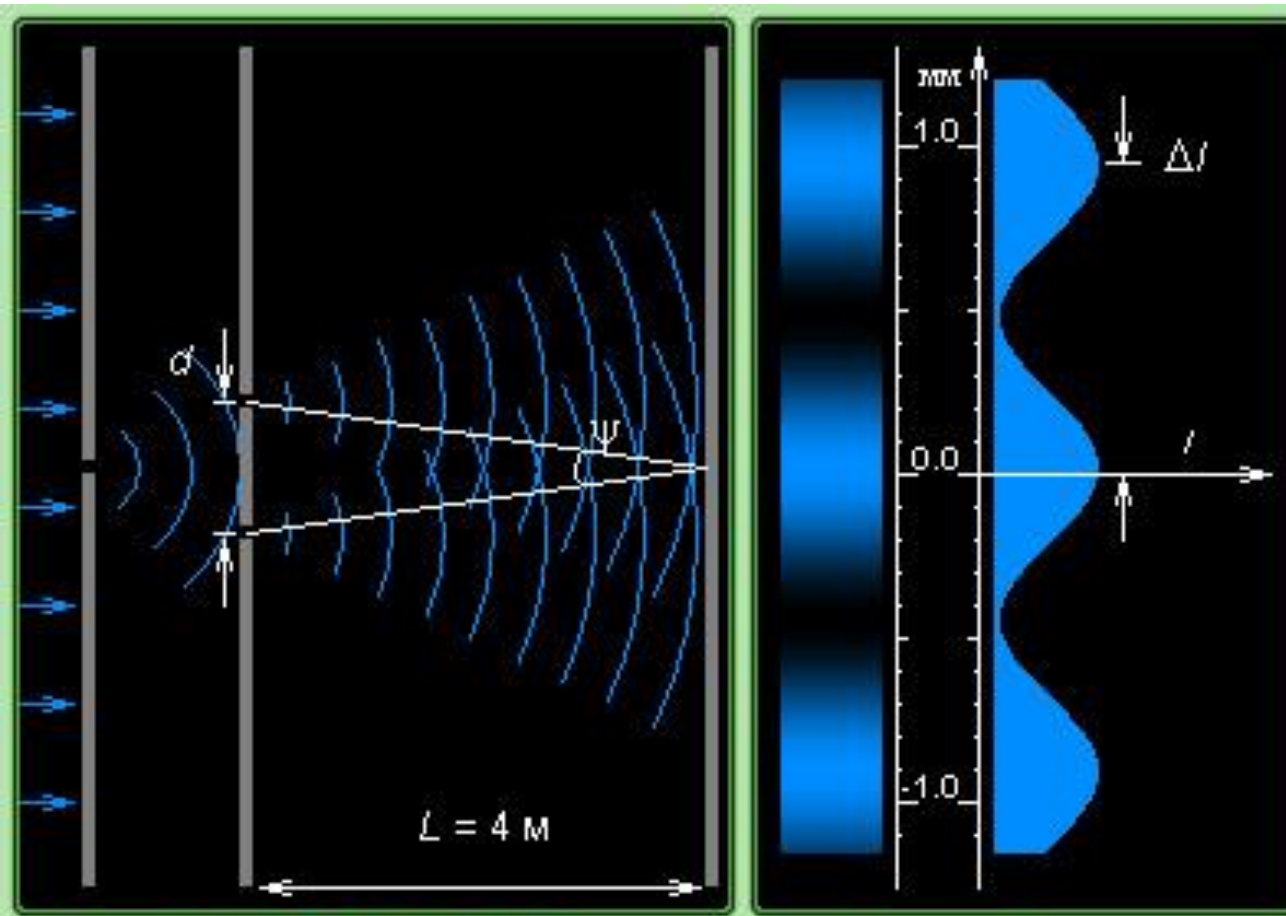
$$\Delta = m\lambda$$

- Інтерференційний максимум

$$\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$$

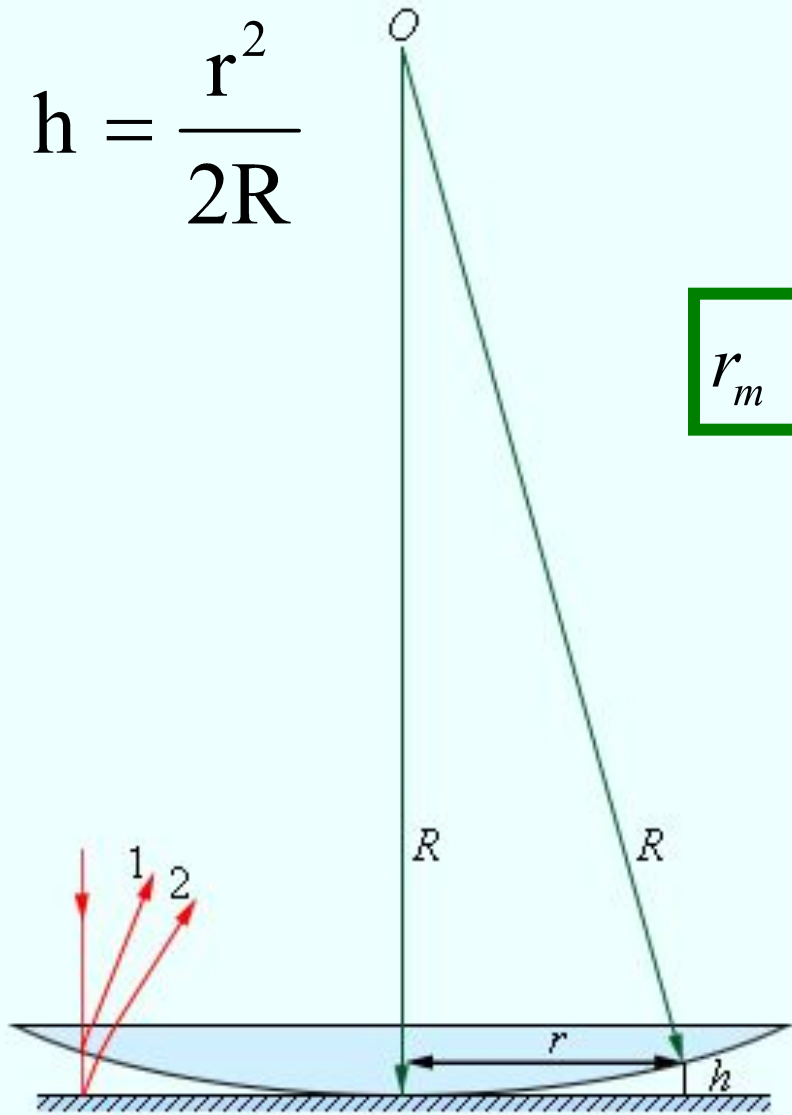
- Інтерференційний мінімум

Інтерференція спостерігається лише при умові когерентності хвиль

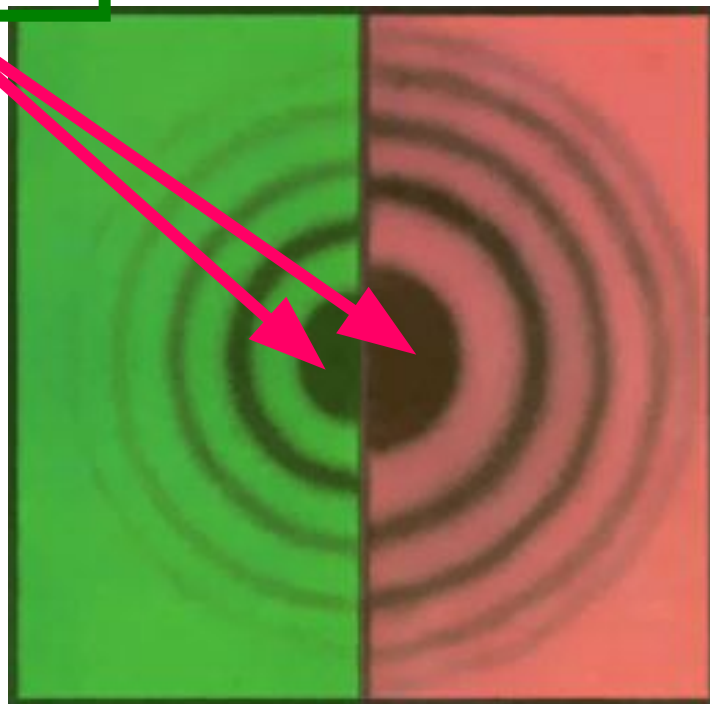


Інтерференційні і кільця Ньютона

$$h = \frac{r^2}{2R}$$

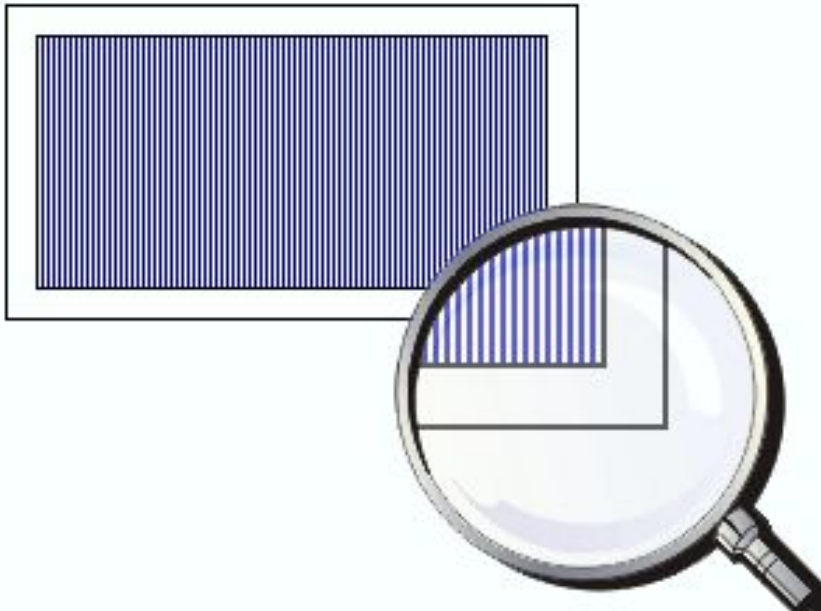


$$r_m = \sqrt{m\lambda R}$$

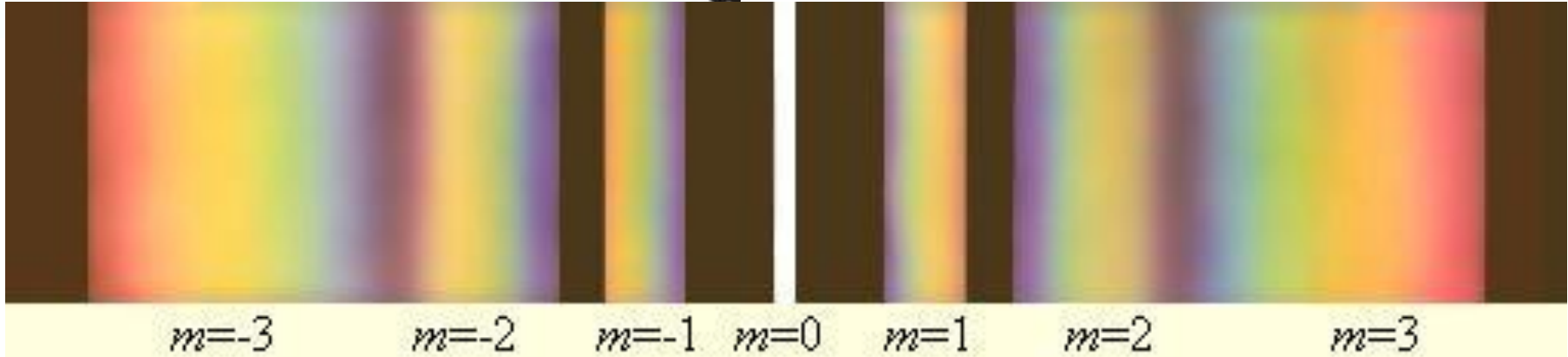


Дифракція світла

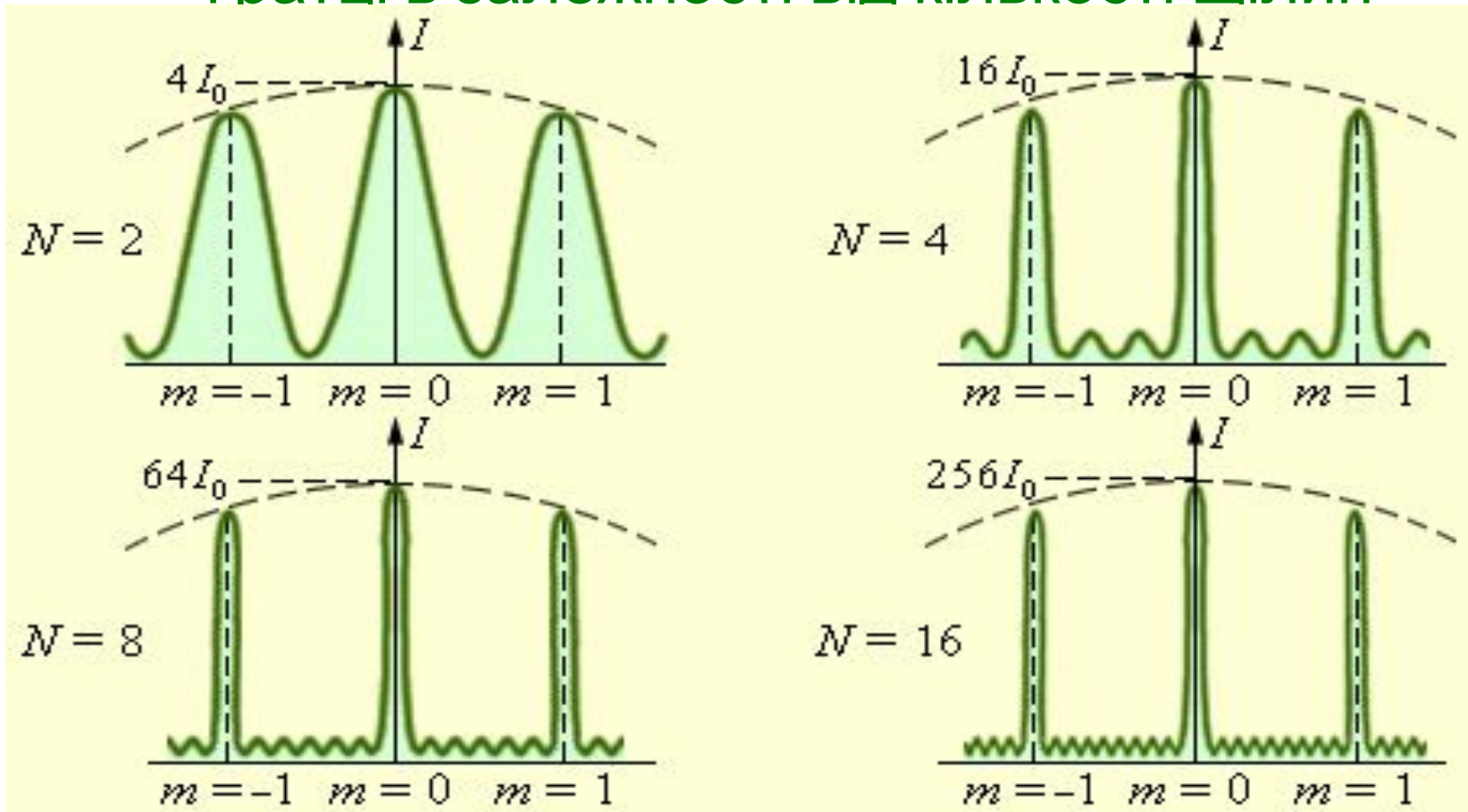
Дифракційна ґратка



$$\Delta = d \sin \varphi = m \lambda$$



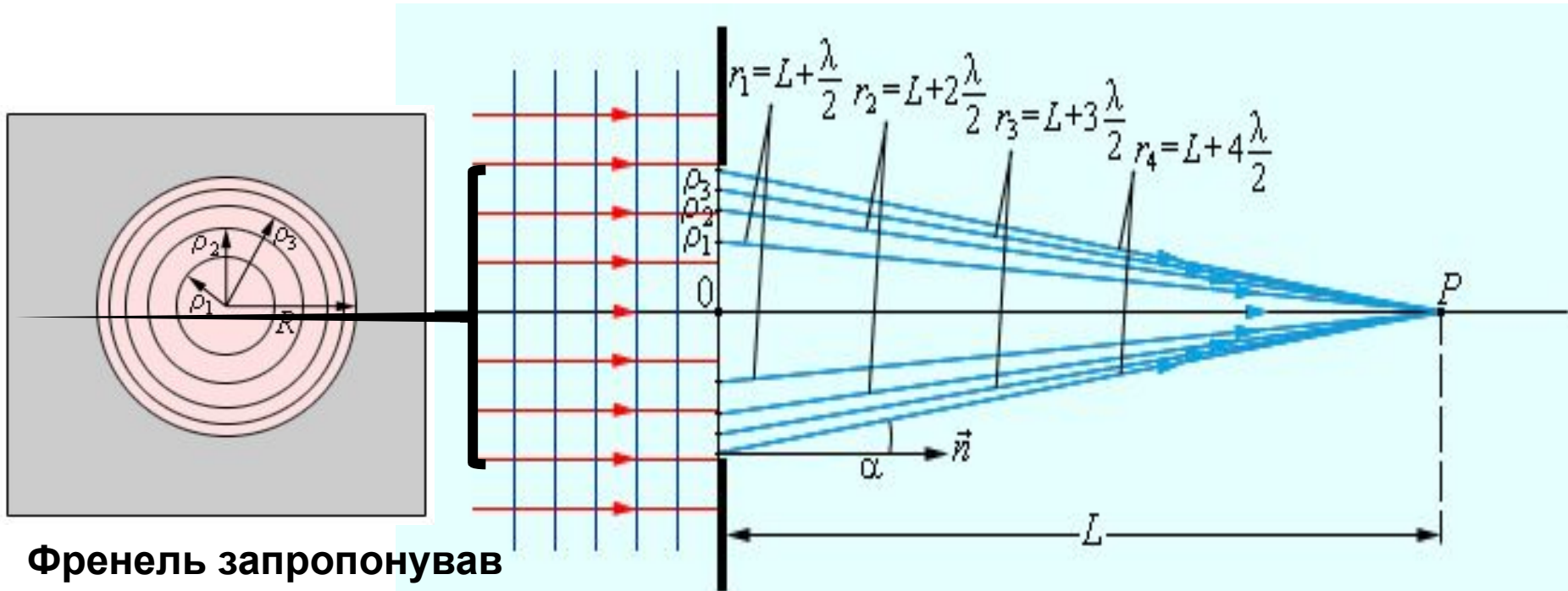
Розподіл інтенсивності світла в дифракційній ґратці в залежності від кількості щілин



$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$$

Роздільна здатність ґратки залежить від кількості штрихів і порядкового номера максимуму

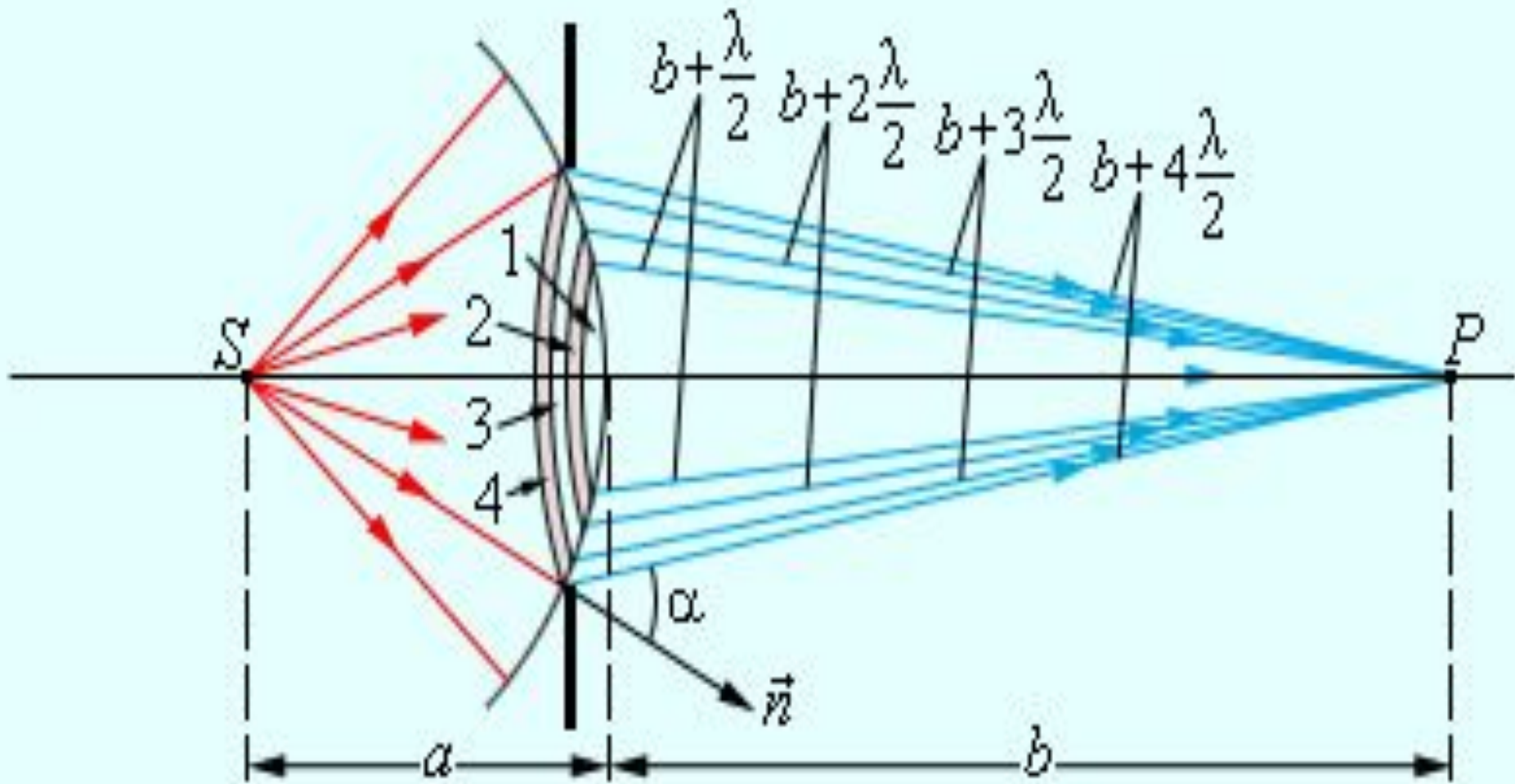
Дифракція плоскої хвилі на екрані з круглим отвором



Френель запропонував розбити зону на сферичні кола

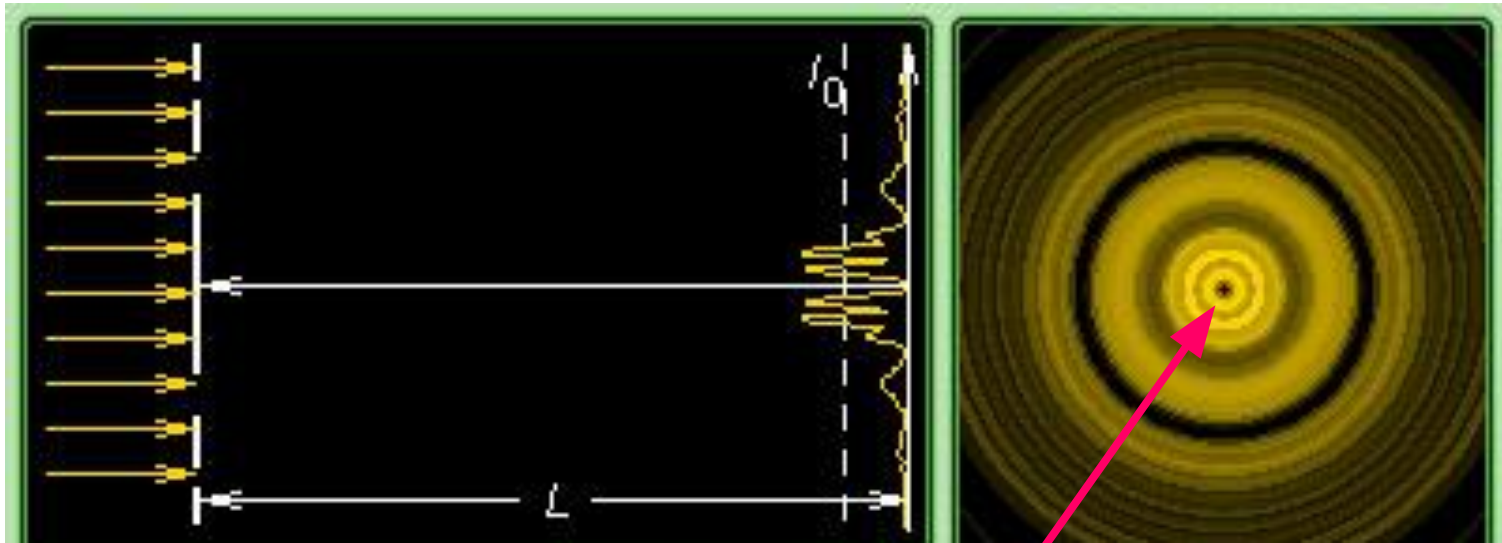
$$\rho_m = \sqrt{\rho_m^2 - L^2} = \sqrt{m\lambda L + m^2 \frac{\lambda^2}{4}} \approx \sqrt{m\lambda L}$$

$$m = \frac{R^2}{2L}$$

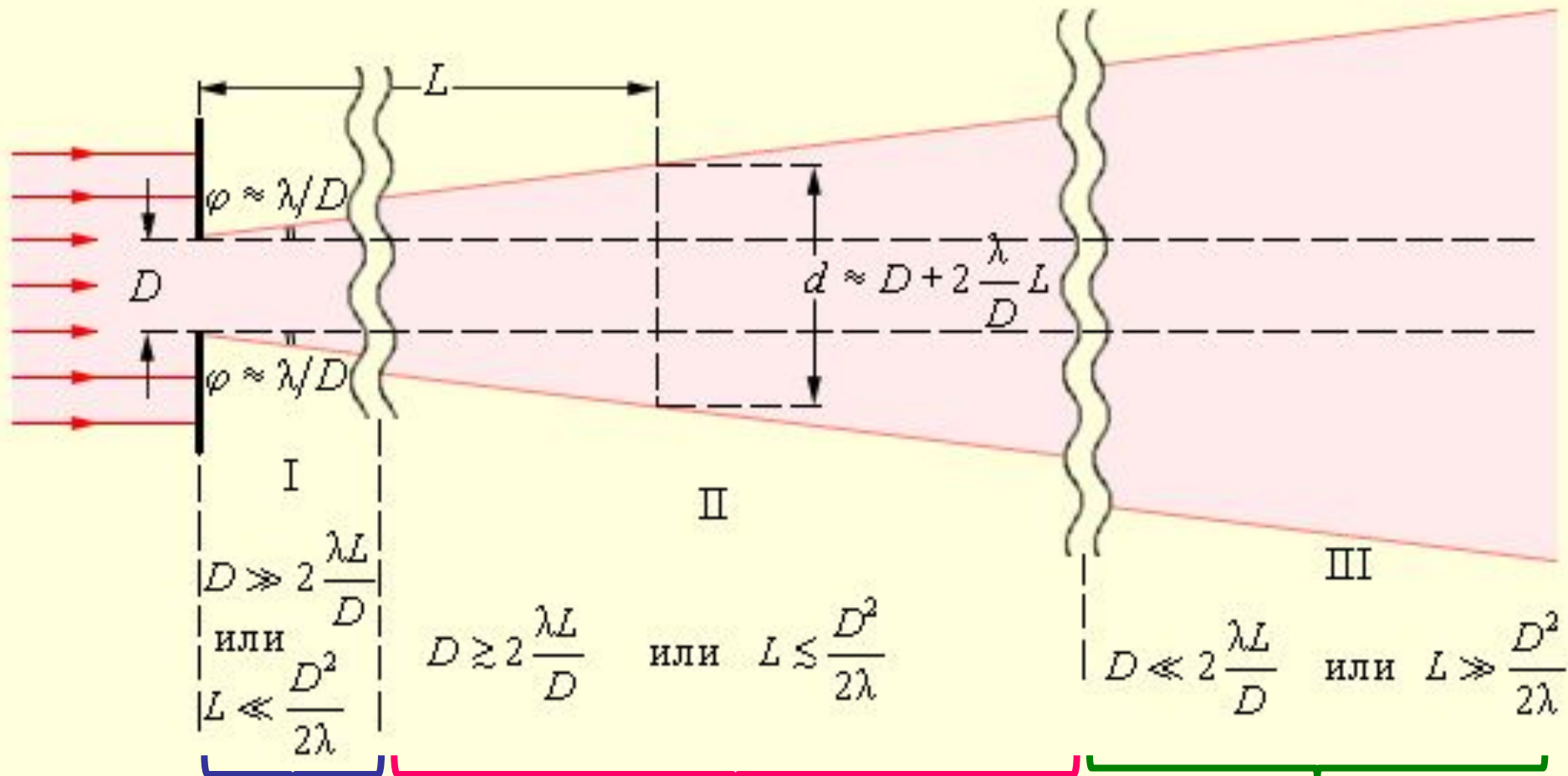


$$\rho_m = \sqrt{m \frac{ab}{a+b} \lambda}$$

Зоны Френеля



Із віддаленням пучок деформується в наслідок дифракції



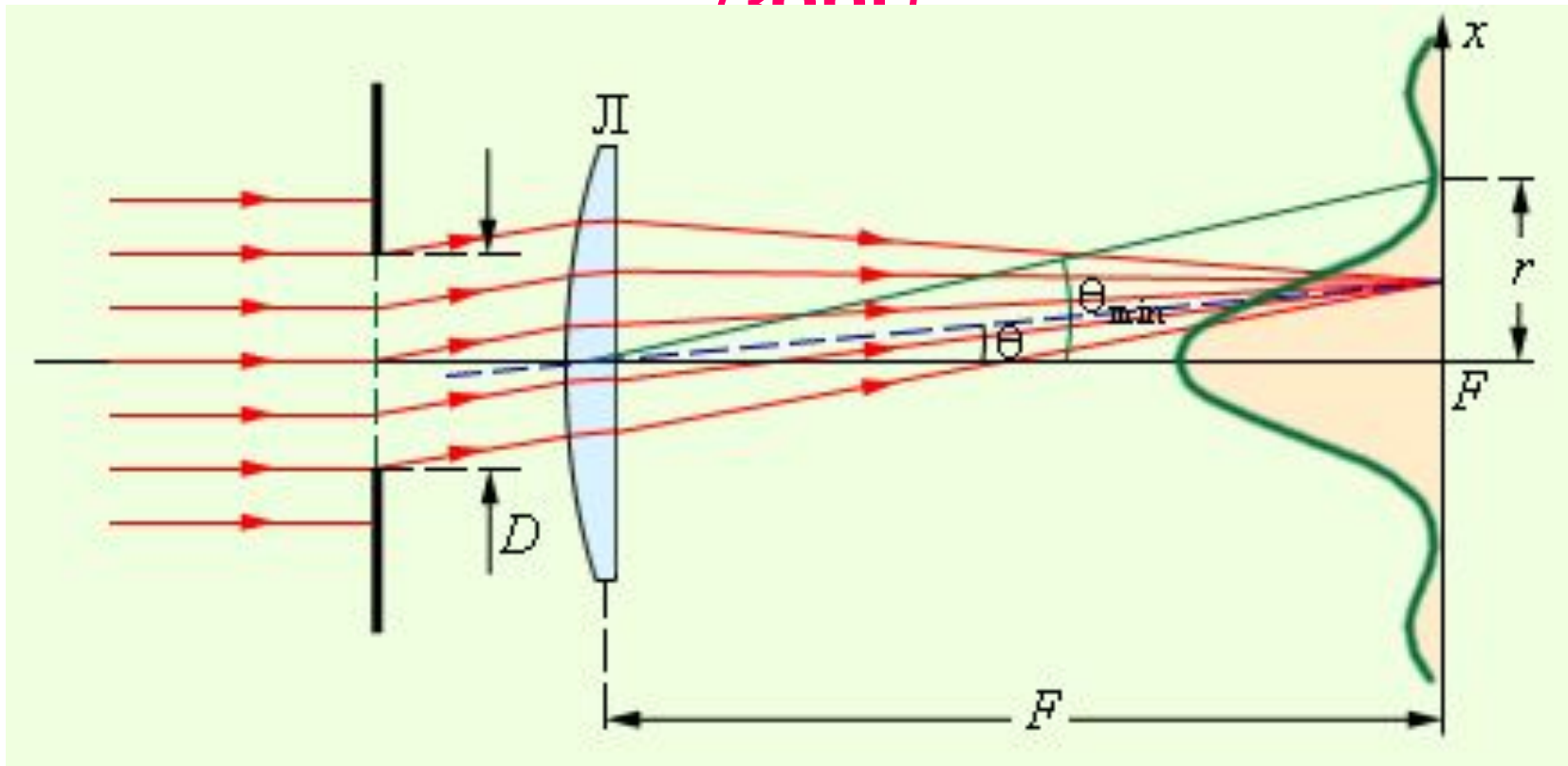
Область геометричної оптики

Зона Френеля

Дифракція
паралельних
променів

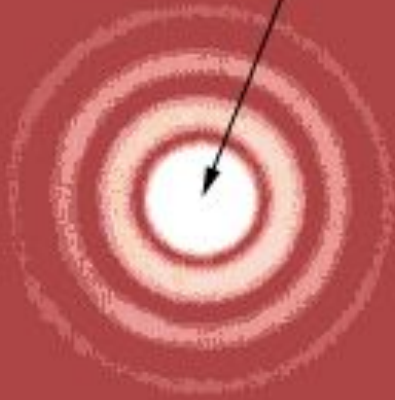
Дифракція Фраунгофера.

Використання лінзи і дифракції для спостереження віддалених об'єктів (зорі)



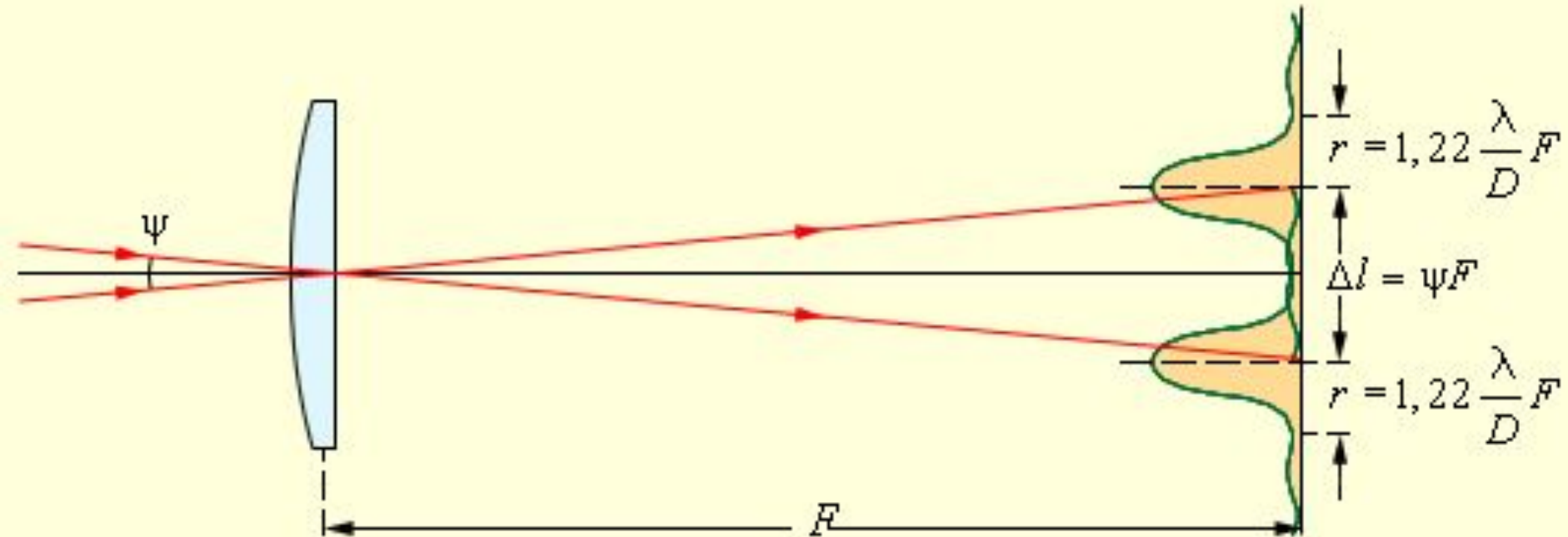
$$r = 1.22 \frac{\lambda}{D} F$$

Диск Эйри



Диск Ейри – 85% енергії зорі потрапляє в центр лінзи: при $D = 5$ см, $F = 50$ см, $\lambda = 500$ нм радіус наближено становить 0,006 мм.

Спостереження двох близьких зір
У фокальній площині об'єктиву телескопу



Зображення двох близьких об'єктів (зір)

