

VẬT LÝ II

TS. Ngô Văn Thanh,
Viện Vật lý.

Chuyên ngành : Điện tử - Viễn thông , Công nghệ thông tin,
Điện - Điện tử

<http://iop.vast.ac.vn/~nvthanh/cours/phys/>

Phần I: Quang học sóng

Chương 4: Nhiễu xạ ánh sáng.

4.1 Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.

4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu.

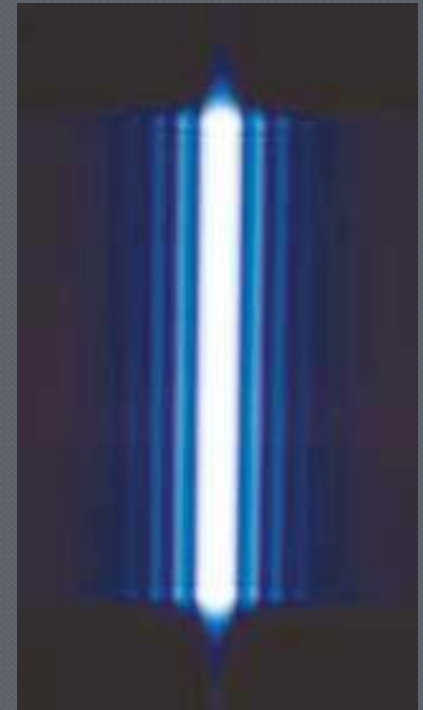
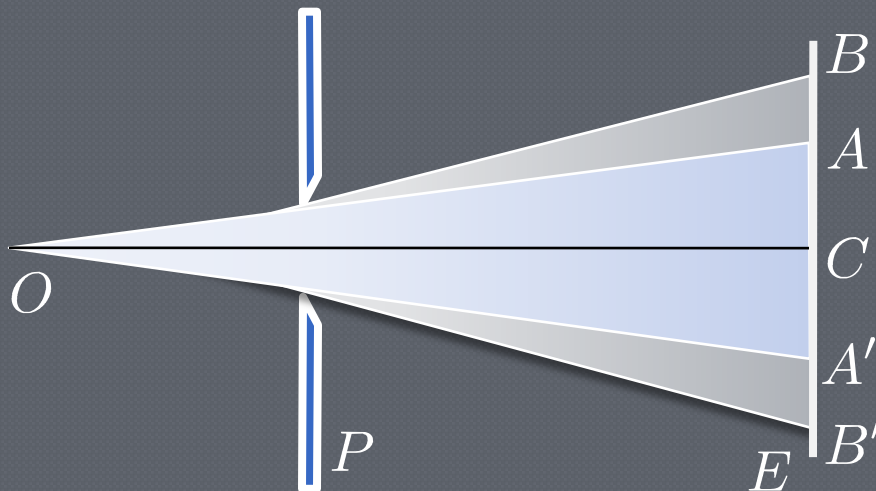
4.3 Nhiễu xạ của sóng phẳng và cách tử nhiễu xạ.

4.1 Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

4.1 Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.

■ Quan sát hiện tượng:

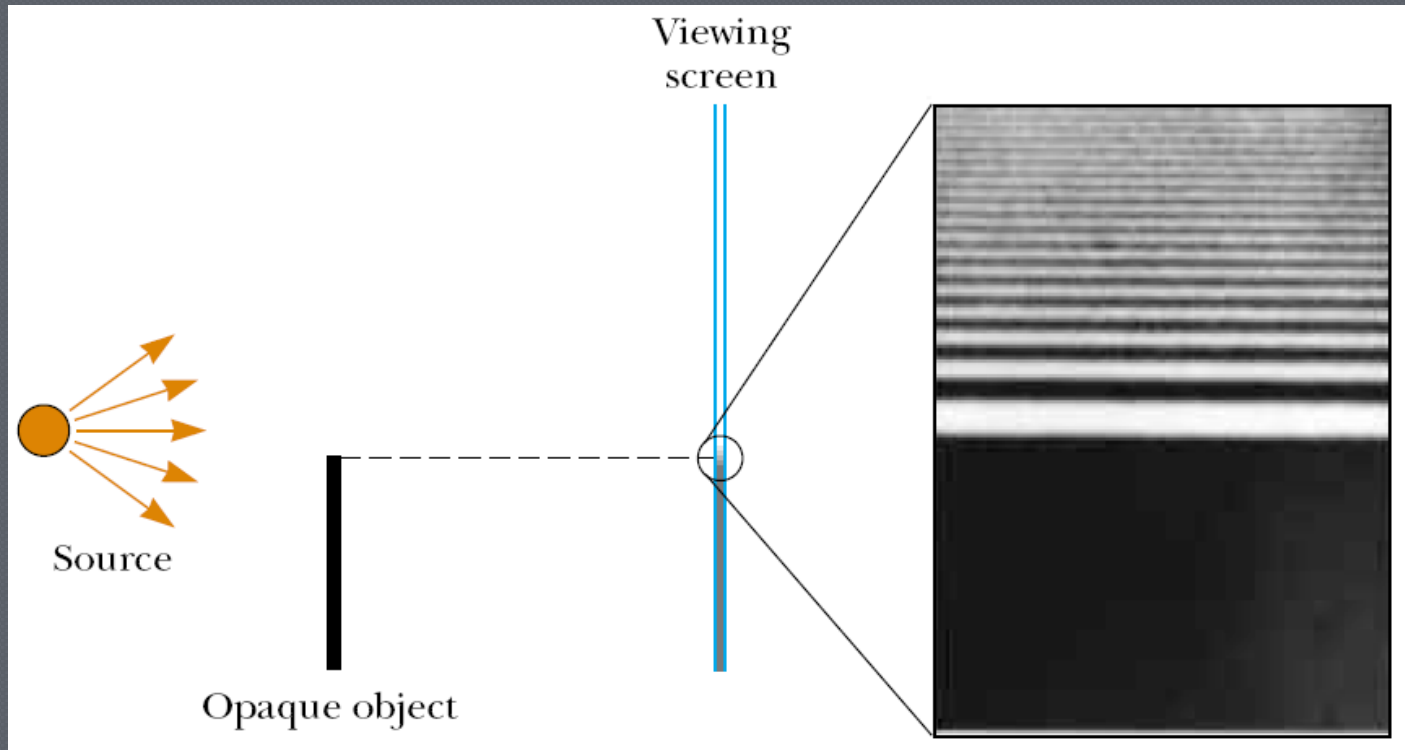
- Chiếu ánh sáng qua một lỗ nhỏ trên tấm chắn P .
- Vùng sáng rõ AA' , vùng sáng mờ ở vùng biên (bóng mờ) AB ; $A'B'$
- Mâu thuẫn với nguyên lý truyền thẳng của ánh sáng.
- Giảm kích thước lỗ nhỏ: xuất hiện vân tròn sáng tối đan xen lẫn nhau.
- Ảnh nhiễu xạ qua khe hẹp là các vệt sáng tối song song.



- Cực đại trung tâm: vân sáng ở chính giữa.
- Cực đại thứ cấp: các vân sáng tiếp theo.
- Cực tiểu: các vân tối xen giữa các vệt sáng.

4.1 Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

- Hình ảnh nhiễu xạ tại mép của vật chắn:



■ Kết luận

- Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng: hiện tượng tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi đi gần vật cản ánh sáng.
- Hiện tượng nhiễu xạ không giải thích bằng quang hình học, nó chỉ có thể giải thích dựa trên lý thuyết sóng ánh sáng.

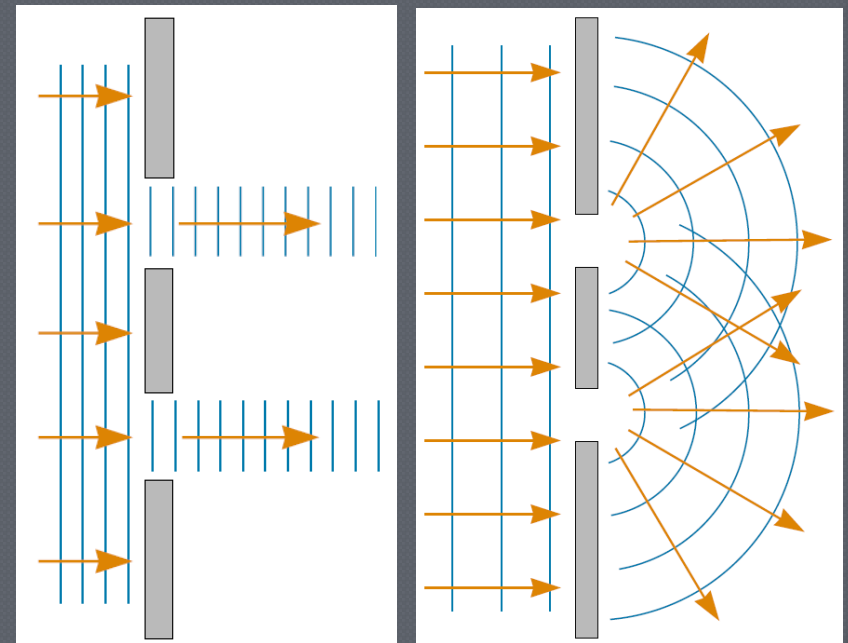
4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu

4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu.

- Nguyên lý Huygens-Fresnel.

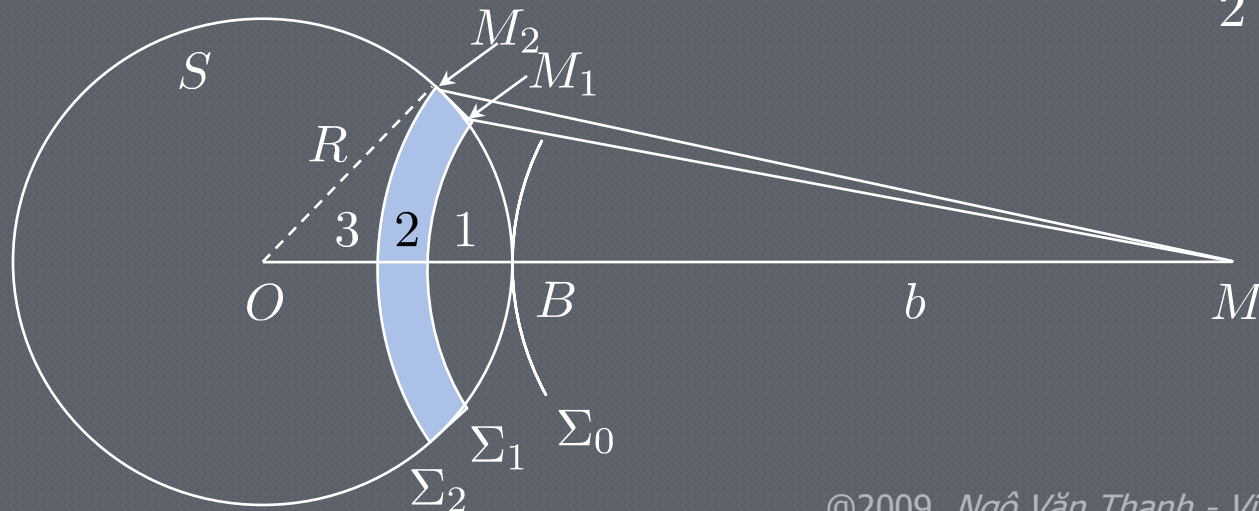
- Nguyên lý Huygens được sử dụng để giải thích định tính hiện tượng nhiễu xạ, tức là giải thích được hiện tượng lệch phương truyền của tia sáng.
- Nguyên lý Fresnel bổ sung thêm phần biên độ và pha của nguồn sáng thứ cấp, tức là bổ sung thêm phần định lượng.

- Nguyên lý Huygens –Fresnel:
Bất kỳ điểm sáng nào mà ánh sáng truyền đến đều trở thành nguồn sáng thứ cấp phát ánh sáng về phía trước nó, nguồn sáng thứ cấp có cùng biên độ và cùng pha với nguồn sáng thực.



4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu

- Đới cầu Fresnel.
 - Nguồn sáng điểm O phát sáng theo mọi phương, mặt cầu S bán kính R .
 - Các mặt cầu $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots$ có bán kính : $b, b + \frac{\lambda}{2}, b + \frac{2\lambda}{2}, \dots$
- chia mặt cầu S thành các đới gọi là đới cầu Fresnel.
- Bán kính của đới cầu thứ k : $r_k = \sqrt{\frac{bR\lambda}{R+b}} \sqrt{k}$
 - Biên độ dao động sáng do đới thứ k gây ra tại M : $a_k = \frac{a_{k-1} + a_{k+1}}{2}$



4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu

- Tại M , độ lệch pha của hai dao động từ hai đời kế tiếp:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2} = \pi$$

- Biên độ dao động sáng tổng hợp tại M :

$$a = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \dots$$

- Nhiễu xạ qua lỗ tròn gây bởi nguồn sáng điểm ở gần.

- Biên độ dao động sáng tổng hợp gây bởi n đời Fresnel:

$$a = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}$$

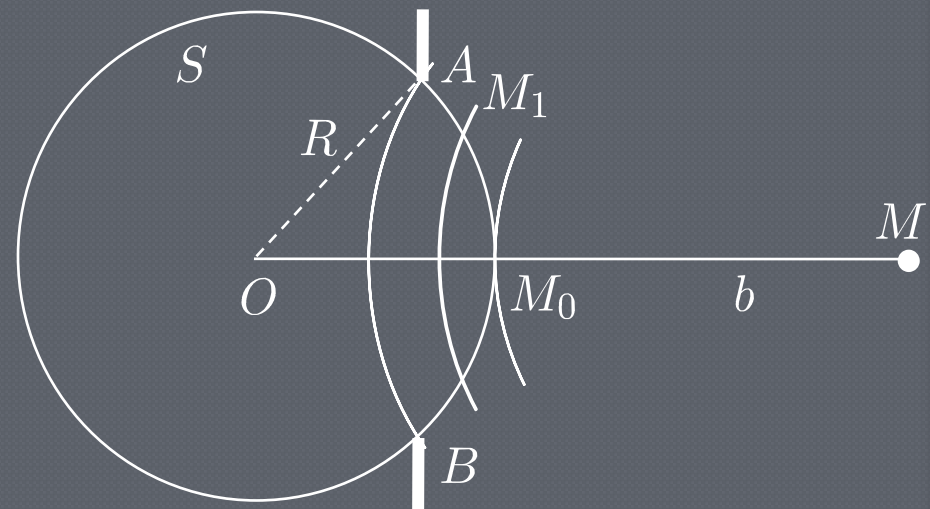
- Dấu (+) nếu n lẻ
- Dấu (-) nếu n chẵn

- Cường độ sáng khi không có màn:

$$I_0 = a^2 = \frac{a_1^2}{4}$$

- Cường độ sáng khi có màn:

$$I_{\pm} = \left(\frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}\right)^2; \quad I_1 = 4I_0; \quad I_2 = 0$$



4.2 Nhiễu xạ của sóng cầu

- Nhiễu xạ qua một đĩa tròn.
 - Giả sử đĩa tròn bán kính r_0 che mất m đới Fresnel đầu tiên.
 - Biên độ dao động sáng tổng hợp tại điểm M :

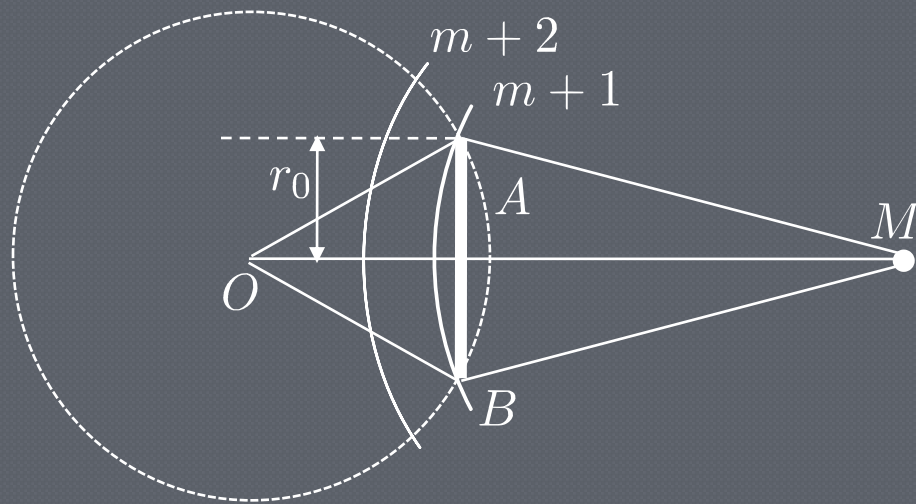
$$\begin{aligned} a &= a_{m+1} - a_{m+2} + a_{m+3} - a_{m+4} + \dots \\ &= \frac{a_{m+1}}{2} + \left(\frac{a_{m+1}}{2} - a_{m+2} + \frac{a_{m+3}}{2} \right) + \dots \end{aligned}$$

$$\text{vì } a_{m+2} = \left(\frac{a_{m+1}}{2} + \frac{a_{m+3}}{2} \right)$$

suy ra:

$$a = \frac{a_{m+1}}{2}$$

- Nếu đĩa che mất nhiều đới thì cường độ sáng tại M thực tế bằng không.



4.3 Nhiễu xạ của sóng phẳng và cách tử nhiễu xạ

4.3 Nhiễu xạ của sóng phẳng và cách tử nhiễu xạ.

- Nhiễu xạ qua một khe hẹp.
 - Khe hẹp chia thành 2 phần, xét hai tia 1 và 3.

- Hiệu quang lộ của 2 tia:

$$\delta_{1,3} = \frac{a}{2} \sin \theta$$

- Cực tiểu nhiễu xạ: hai sóng ánh sáng lệch pha 180° và triệt tiêu lẫn nhau.

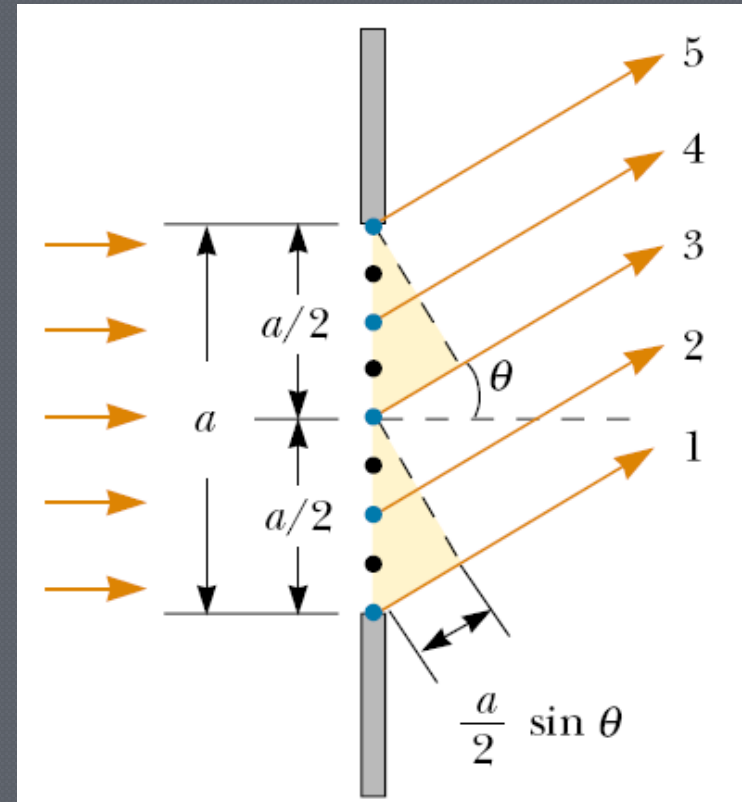
$$\frac{a}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

- Trường hợp tổng quát, khe hẹp được chia thành m phần.

- Cực tiểu nhiễu xạ:

$$\frac{a}{2m} \sin \theta = \pm \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{suy ra : } \sin \theta = \pm m \frac{\lambda}{a}; \quad m = 1, 2, 3, \dots$$



4.3 Nhiễu xạ của sóng phẳng và cách tử nhiễu xạ

➤ Kết luận:

- Cực đại trung tâm: $\sin \theta = 0$
- Cực tiểu nhiễu xạ: $\sin \theta = \pm m \frac{\lambda}{a}$; $m = 1, 2, 3, \dots$
- Cực đại nhiễu xạ: $\sin \theta = \pm m \frac{\lambda}{2a}$; $m = 3, 5, 7, \dots$

