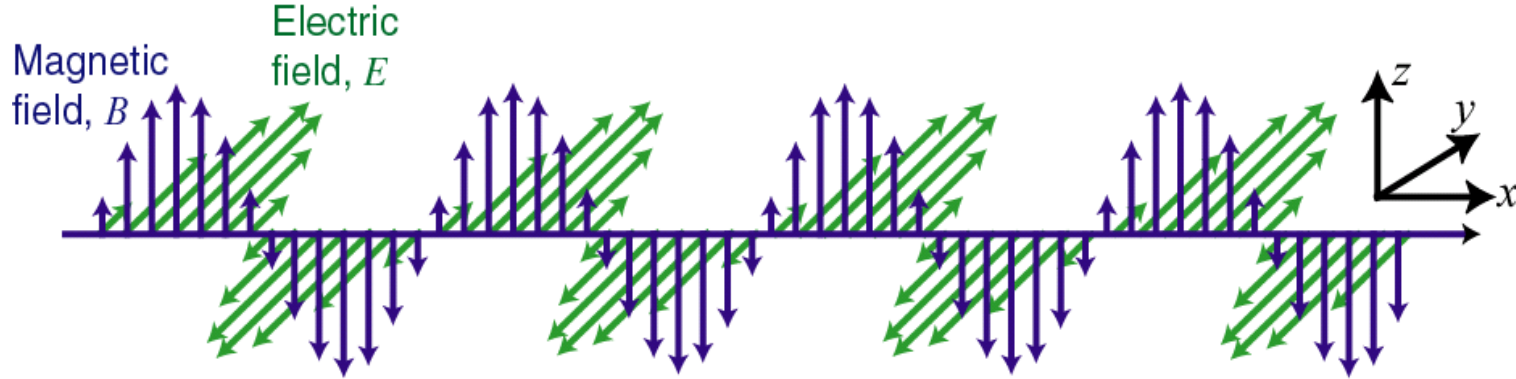


# الفصل العاشر

تداخل وحيود واستقطاب الضوء

Interference, Diffraction, and Polarization of  
light.

# تداخل الموجات:



- يحدث التداخل من إلتقاء موجتين جيبيتين متساويتين في التردد والسرعة والاتجاه ولكن بفرق طور ثابت مقدارة  $\phi$

$$\vec{E}_1(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t - \phi)$$

$$\vec{E}_2(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \omega = 2\pi f$$

$$\delta = \frac{\phi}{k}$$

- المسافة بينهما هي

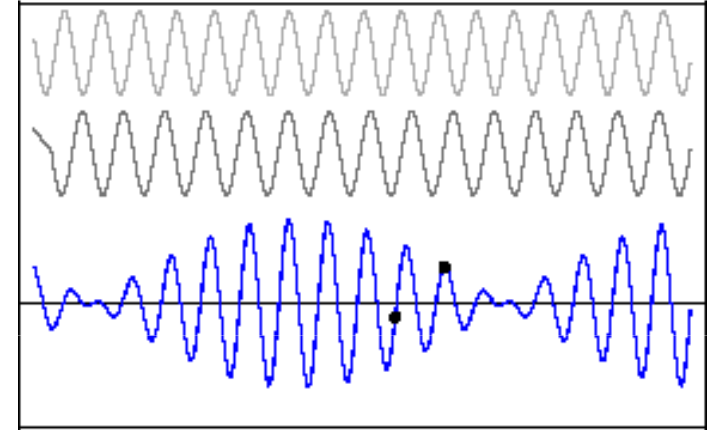
# محصلة موجتين متداخلتين:

- $E = E_1 + E_2$

$$\bar{E} = \bar{E}_0 \left[ \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t - \phi) + \sin(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t) \right]$$

$$\therefore \sin A + \sin B = 2 \cos\left(\frac{A-B}{2}\right) \sin\left(\frac{A+B}{2}\right)$$

$$\therefore \bar{E} = \underbrace{\left(2\bar{E}_0 \cos\frac{\phi}{2}\right)}_{E_o'} \sin\left(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t - \frac{\phi}{2}\right)$$



$$\frac{I}{I_o} = \left(\frac{E_o'}{E_o}\right)^2 \Rightarrow I = 4I_o \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

- وتعطى الشدة الضوئية بالعلاقة:

شدة الموجة قبل التداخل:  $I_o$

بعد التداخل =  $I_o'$

$$I = 4I_o \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

شروط التداخل:

$$\cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right) = 1$$

- التداخل البناء:
- يحدث عندما يكون

$$\frac{\phi}{2} = 0, \pm\pi, \pm2\pi, \pm3\pi, \dots, m\pi \quad ; m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \dots$$

- أي عندما :

$$\phi = 2m\pi$$

- أي عندما

$$\delta = \frac{\phi}{k} = \frac{2m\pi}{\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)} \Rightarrow \delta = m\lambda$$

- أو

$$I = 4I_o \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

شروط التداخل:

$$\cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right) = 0$$

- التداخل الهدام:
- يحدث عندما يكون

$$\frac{\phi}{2} = \pm \frac{\pi}{2}, \pm 3 \frac{\pi}{2}, \pm 5 \frac{\pi}{2} \dots, m + \frac{1}{2} \pi \quad ; m_\lambda = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

- أي عندما :

$$\phi = 2\left(m + \frac{1}{2}\right)\pi$$

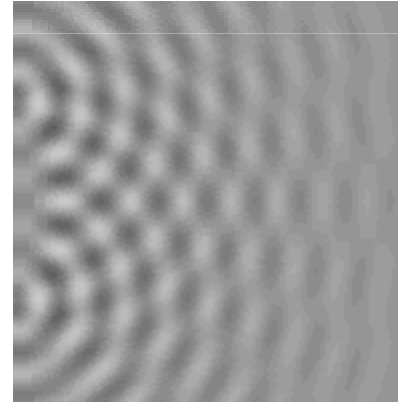
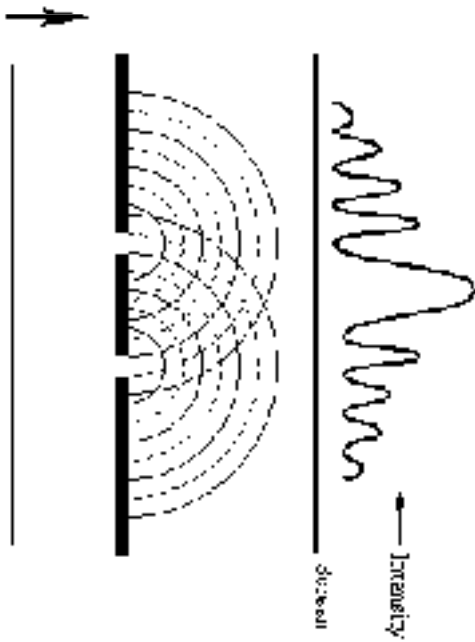
- أي عندما

$$\delta = \frac{\phi}{k} = \frac{2\left(m + \frac{1}{2}\right)\pi}{\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)} \Rightarrow \delta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

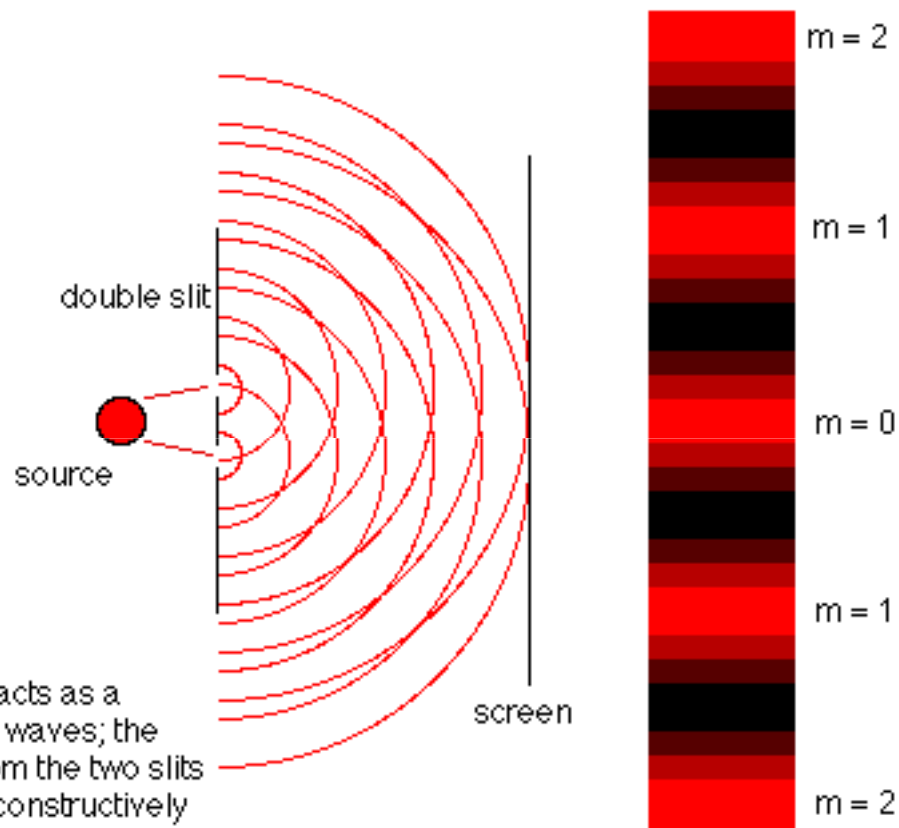
- أو

## تجربة شقي يونج:

- عندما يدخل ضوء احادي الطول الموجي عبر شقين ضيقين  $S_1$  و  $S_2$  تفصلهما مسافة صغيرة  $d$  فسيكون لهما زاوية طور ثابتة (من نفس المصدر). وينتج عن تراكب الموجتين أهداب عديدة ذات مناطق مضيئة وأخرى مظلمة على الحاجز.



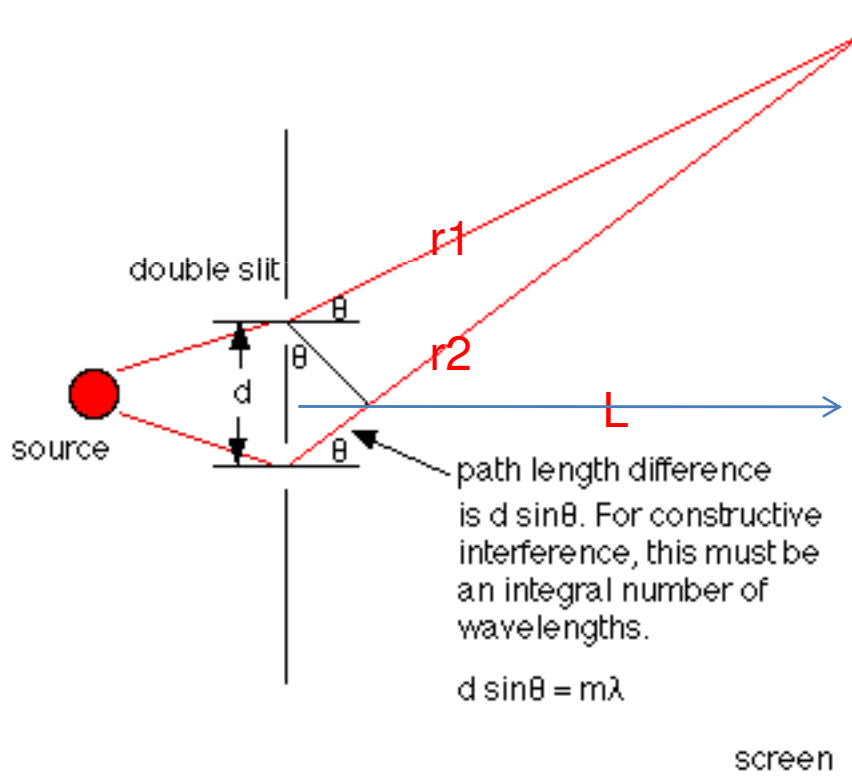
<http://mail.hep.wisc.edu/~duncan/phys107/interference.gif>



Each slit acts as a source of waves; the waves from the two slits interfere constructively or destructively at the screen.

pattern of light and dark fringes observed on the screen.

<http://buphy.bu.edu/~duffy/PY106/26a.GIF>



فرق المسار للموجتين يعطى بـ

$$\delta = r_2 - r_1 = d \sin \theta$$

وبتطبيق شرط التداخل البناء  
نحصل على:

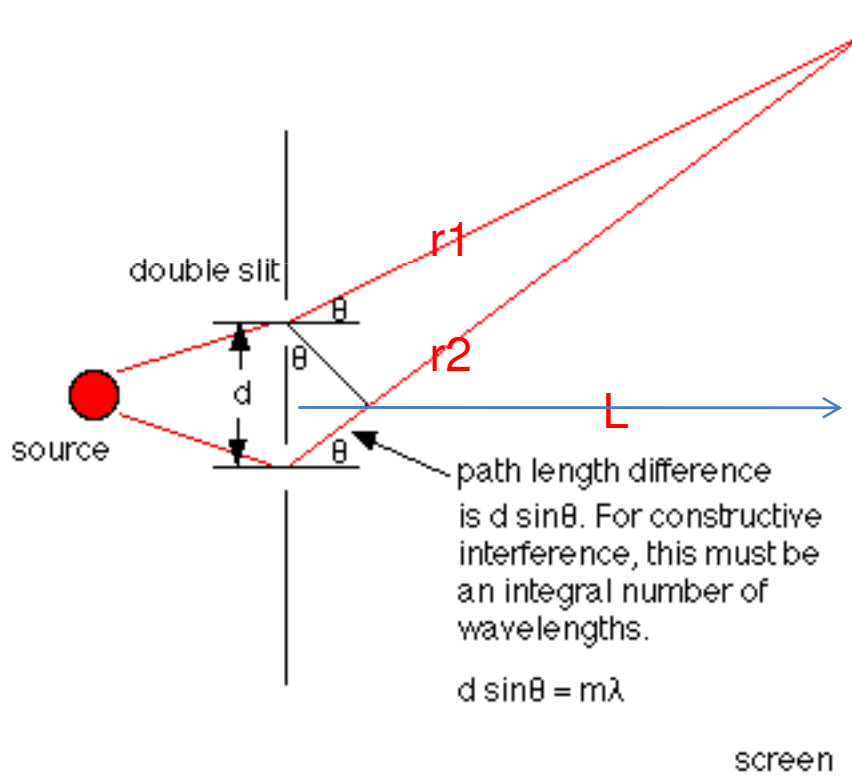
$$d \sin \theta = m \lambda$$

$$; m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

حيث  $m$  تسمى رتبة الهدب.

<http://buphy.bu.edu/~duffy/PY106/26d.GIF>





أما التداخل الهدام فيعطى  
بالعلاقة :

$$d \sin \theta = \left( m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

;  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

<http://buphy.bu.edu/~duffy/PY106/26d.GIF>

- موقع الأهداب المضيئة:

$$Y_{bright} = m \frac{\lambda L}{d}$$

- موقع الأهداب المظلمة:

$$Y_{dark} = \left( m + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda L}{d}$$

- المسافة بين أي هذين متتاليين مضيئين او مظلمين:

$$\Delta Y = \frac{\lambda L}{d}$$

سؤال 1 ص 434: في تجربة شقي يونج للتداخل، اذا كانت المسافة بين الشقين 0.3 mm والضوء الساقط طوله الموجي 546.1 nm، شوهدت أهداب التداخل على حاجز يبعد 1.2 m من الشقين؛ احسب المسافة:

- بين القيمة العظمى المركزية وأول هذب مضيء على أي من جهتيها؟

$$\Delta Y = \frac{\lambda L}{d} = \frac{546.1 \times 10^{-9} \times 1.2}{0.3 \times 10^{-3}} = m$$

- بين أول وثاني هذب مظلم؟

سؤال 2 ص 434: في تجربة شقي يونج للتداخل، استخدم ضوء ليزر فإذا كانت المسافة بين الشقين 0.5 mm، شوهدت أهداب التداخل على حاجز يبعد 3.3 m من الشقين، علما بأن القيمة العظمى الأولى تقع على بعد 3.4 mm من مركز نماذج التداخل؛ احسب الطوله الموجي لضوء الليزر؟

$$\because \Delta Y = \frac{\lambda L}{d} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{\Delta Y d}{L} = \frac{3.4 \times 10^{-3} \times 0.5 \times 10^{-3}}{3.3} = m$$

سؤال 3 ص 343: أضيئاً شقان متوازيان المسافة بينهما  $0.75 \text{ mm}$  بضوء أحادي اللون طوله الموجي  $600 \text{ nm}$ ، أحسب؛

- فرق الطور بين الموجتين المتداخلتين على الحاجز الذي يبعد مسافة  $3 \text{ m}$  عند الهدب المضيء الأول الذي يبعد مسافة  $2 \text{ mm}$  من الهدب المركزي الناصع؟

- نسبة شدة الضوء عند هذه النقطة إلى شدته عند الهدب المركزي الناصع؟

$$d=0.75 \text{ mm}$$

$$\lambda=600 \text{ nm}$$

$$L=3 \text{ m}$$

$$\Delta Y=2 \text{ mm}$$

$$m=1$$

