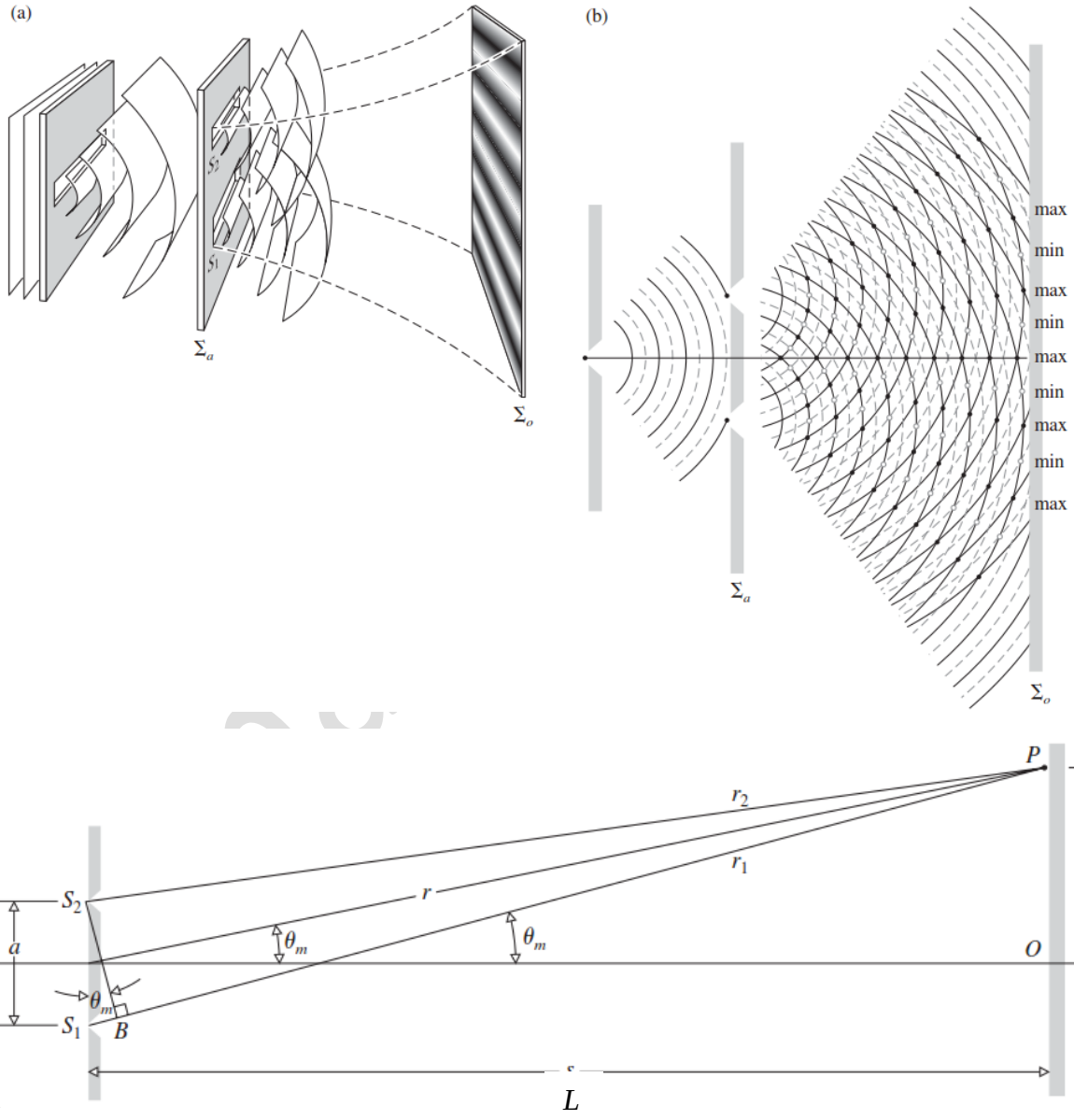
أجهزة تقسيم جبهة الموجة (*Wave front division interferometers*)

تجربة يونك في الشقين: *Young's Double-Slit Experiment*

يعتبر توماس يونك اول من صمم جهاز لقياس التداخل عام 1802 وذلك بوضع شقين متجاورين، وقد وجد أن استخدام الشقين المتجاورين يعطي شدة اكبر للموجة الناتجة وبالتالي تكون أهداب التداخل اكثر وضوحاً على الشاشة، علماً ان المصدر الضوئي المستخدم في التجربة الاصلية كان ضوء الشمس.



يبين الشكل أعلاه مخطط لتجربة يونك، حيث يمر الضوء الأحادي من شق منفرد (فتحة مفردة) وذلك لتمثيل المصدر النقطي S. بعد ذلك يسقط الضوء على شقين متجاورين S_1 و S_2 بحيث ينتشر من المصدر S على شكل موجات كروية حسب فرضية هويكنز.

وبذلك فان هاتين الفتحتين أو الشقين تصبحان مصدرين متشاكين بالضوء بحيث يمكن مشاهدة أهداب التداخل بينهما على شاشة تبعد بمسافة L ونلاحظ تكون (تشكيل) نموذج من حزم التداخل بعضها مظلماً والبعض الأخر مضيئاً وموزعة بصورة متناوبة.

وقد استخدم الليزر في إضاءة الفتحتين في النموذج الحديث للتجربة، لإيجاد الشدة في نقطة ما على الشاشة (ولتكن P) وكذلك لحساب المسافات البينية بين حزم التداخل (عرض الهدب).

إن الموجات الصادرة من S_1 و S_2 لها نفس السعة والطور لانها تبعد بمسافات متساوية وتمتلك العرض نفسه. لذا فان الشدة عند نقطة P حسب المعادلة (18) تكون

$$I = 4I_0 \ cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

وكذلك فأن فرق الطور δ يمكن ايجاده من العلاقة:

$$\delta = k(r_1 - r_2) = \frac{2\pi}{\lambda}.\Delta$$

حيث أن Δ تمثل فرق المسار بين الحزمتين المتداخلتين (الشعاعين الواصلين الى النقطة P)

ومن الشكل اعلاه نجد ان

$$\Delta = S_1P - S_2P = r_1 - r_2 = a \ sin\,\theta_m$$

حيث تمثل θ_m الوضع الزاوي

وعند النقاط القريبة من المحور البصري حيث $L >> y_m$ ، فأن θ_m تكون ذات قيمة صغيرة، وعليه

$$sin\,\theta_m \cong tan\,\theta_m \cong \theta_m$$

$$\therefore \quad \Delta = a\,\theta_m = a\,\frac{y_m}{L}$$

وبالتالي فأن فرق الطور δ يساوي

$$\delta = \frac{2\pi\ a\ y_m}{\lambda\ L}$$

$$\therefore \quad I = 4I_0 \ cos^2\left(\frac{\pi\ a\ y_m}{\lambda\ L}\right) \qquad (19)$$

وعندما تكون قيم دالة ال cos بين 0 و ± 1 بالتناوب فأن:

- شرط حدوث الاهداب المضيئة (التداخل البناء): $\delta = 2\pi \quad \rightarrow \quad I = 4I_0$

$$\Delta = a \ sin\,\theta_m \cong m\lambda \quad \Rightarrow \quad \frac{a\ y_m}{L} = m\lambda\,, \quad m = 0, \pm1, \pm2, \ldots$$

Dr. Emad Abdulzahra

حيث y_m تمثل بعد الهدب ذو رتبة التداخل m عن الهدب المركزي

$$\therefore \quad y_m = \frac{m\lambda L}{a} \qquad (20) \qquad (Bright\ fringe\ positions)$$

وعليه فان المسافة الفاصلة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين على الشاشة أو ما يسمى بعرض الهدب هو:

$$\Delta y = y_{m+1} - y_m = (m+1)\frac{\lambda L}{a} - \frac{m\lambda L}{a}$$

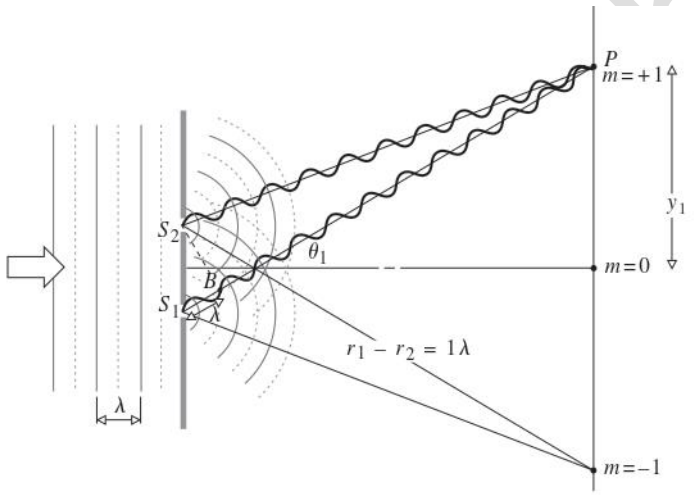
$$\therefore \quad \Delta y = \frac{\lambda L}{a} \qquad (21) \qquad (Fringe\ separation)$$

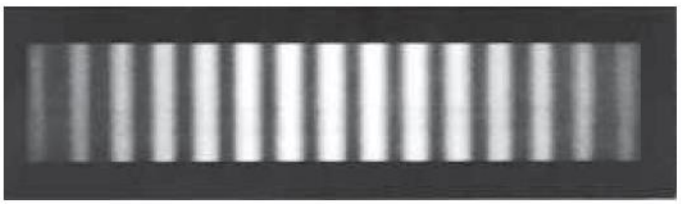
- وشرط حدوث الأهداب المظلمة (التداخل الاتلافي):

$$\delta = \pi \quad \rightarrow \quad I = 0$$

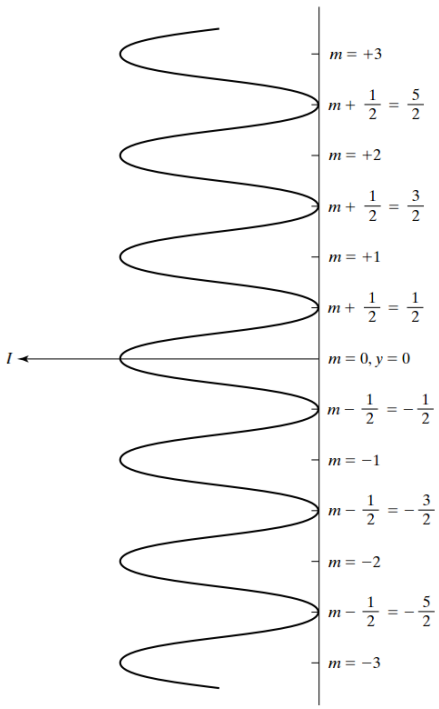
$$\Delta = a\ sin\,\theta_{m+½} \cong (m+½)\lambda \quad \Rightarrow \quad \frac{a\ y_{m+½}}{L} = (m+½)\lambda\,, \quad m = 0, \pm1, \pm2, \ldots$$

$$\therefore \quad y_{m+½} = (m+½)\frac{\lambda L}{a} \qquad (22) \qquad (Dark\ fringe\ positions)$$





كيفية توزيع الشدة بين الأهداب



تمثيل أهداب التداخل المضيئة والمظلمة