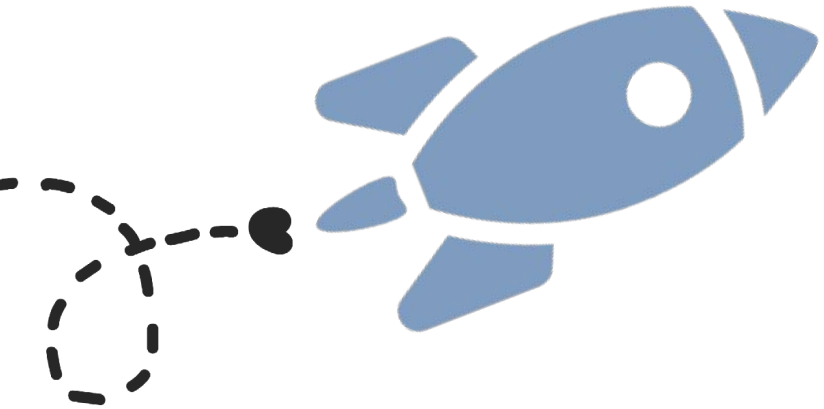
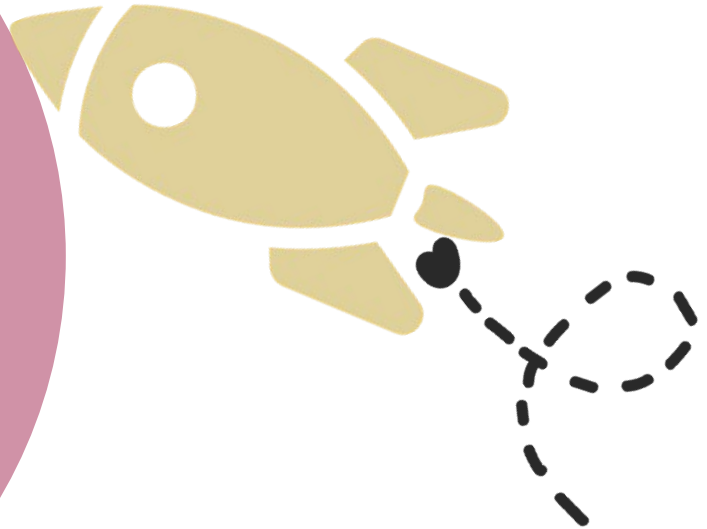
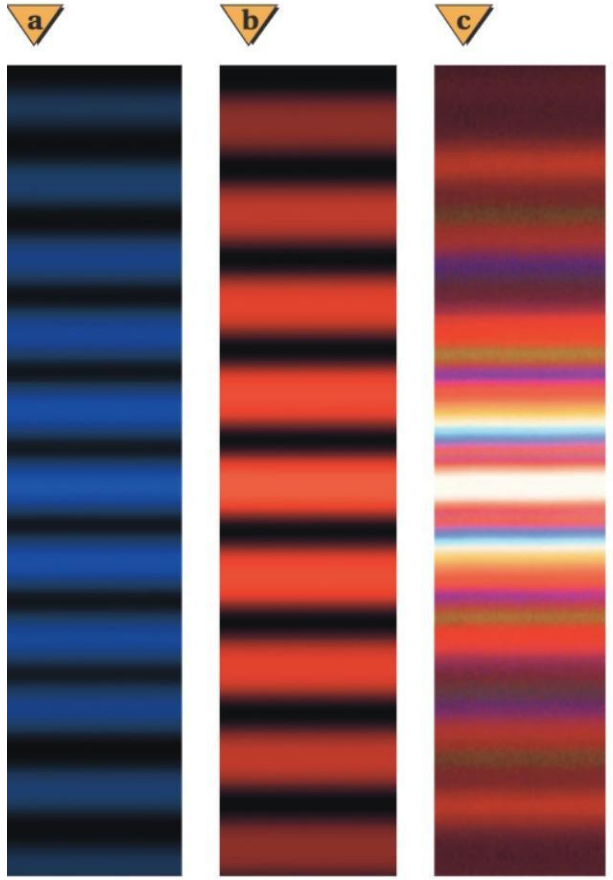
# تجربة الشق المزدوج ليونج



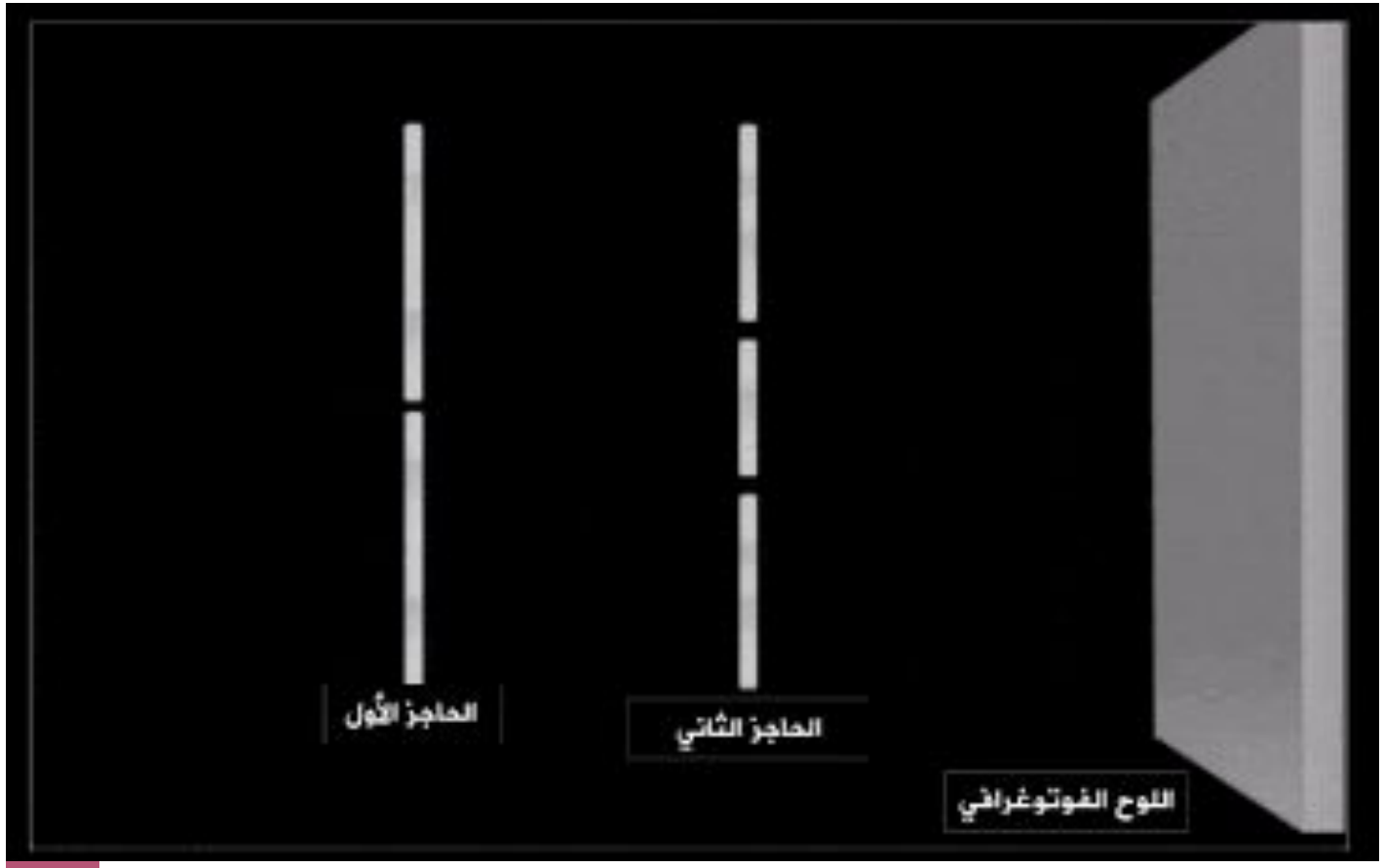


# تجربة الشق المزدوج ليونج



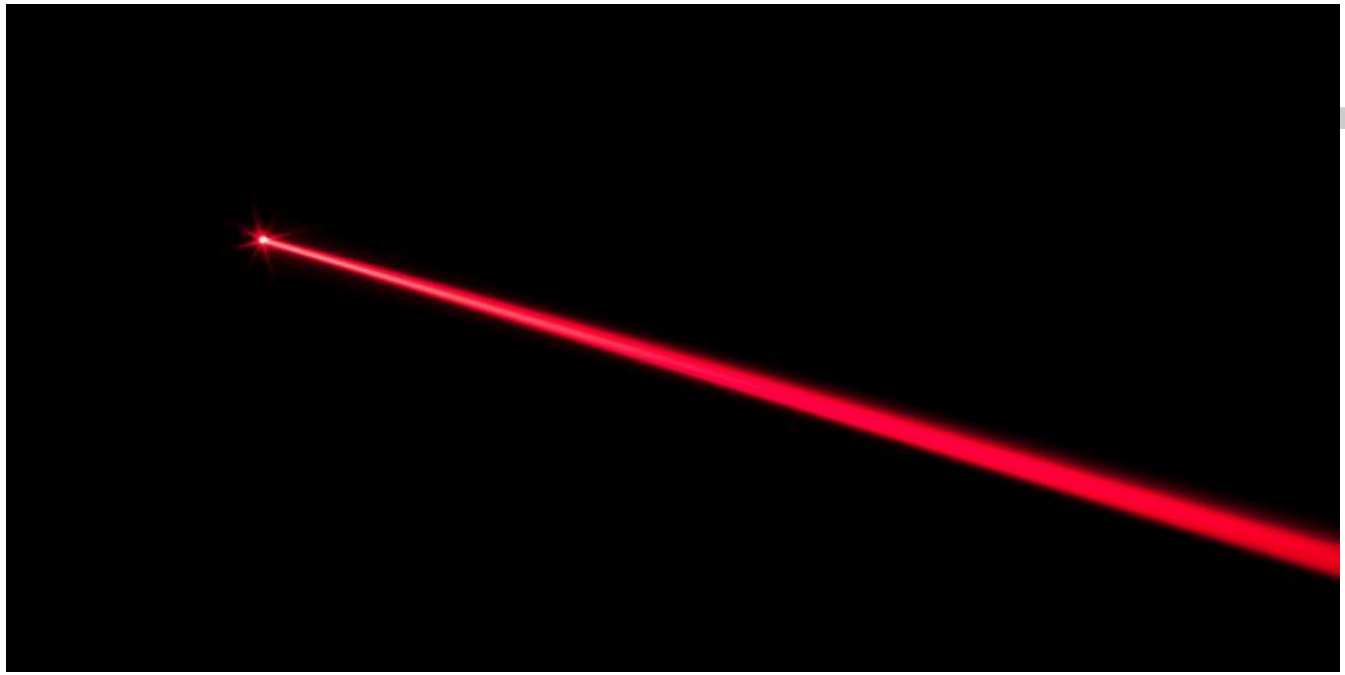

## تهدف إلى :
## اظهار الطبيعة الموجية للضوء

# تجربة الشق المزدوج ليونج




تسقط حزمة من الضوء على زوج من الشقوق المتوازية الموضوعة بزاوية قائمة على الحزمة فيحيد الضوء وينتشر من كل شق في الحيز خلف الشقين ثم يتداخل الضوء الخارج من الشقين على شاشة موضوعة على مسافة من الشقين

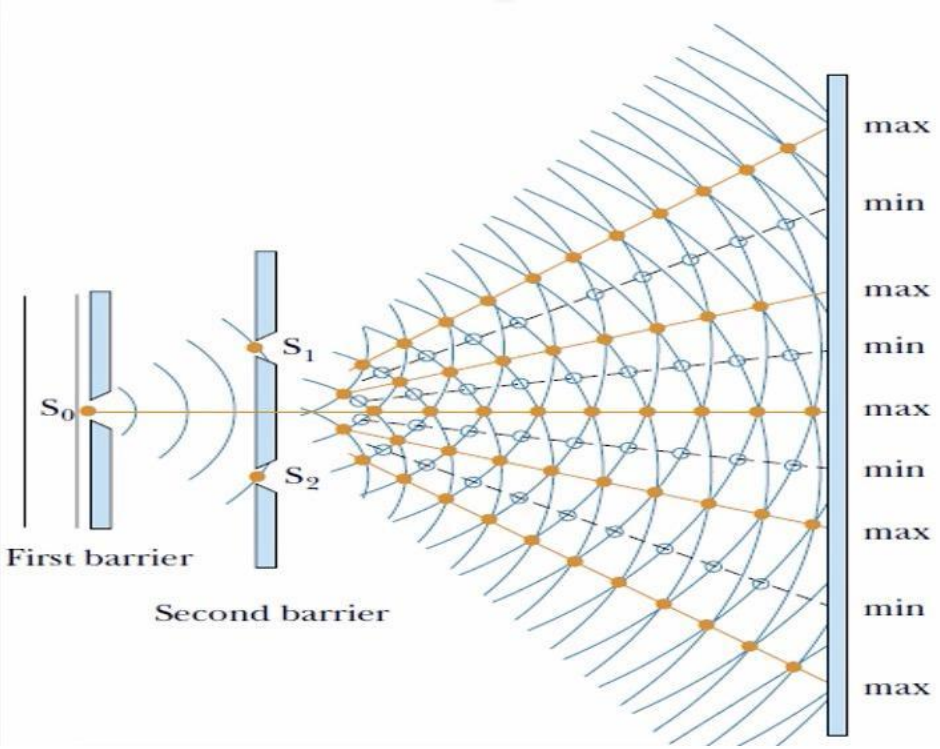
يتكون نمط من التداخلات على الشاشة تظهر على شكل شرائط مضيئة ومعتمة تسمى أهداب

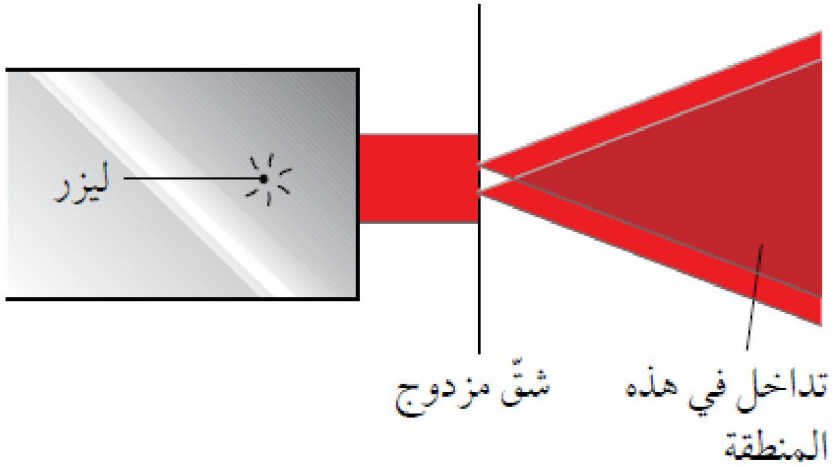


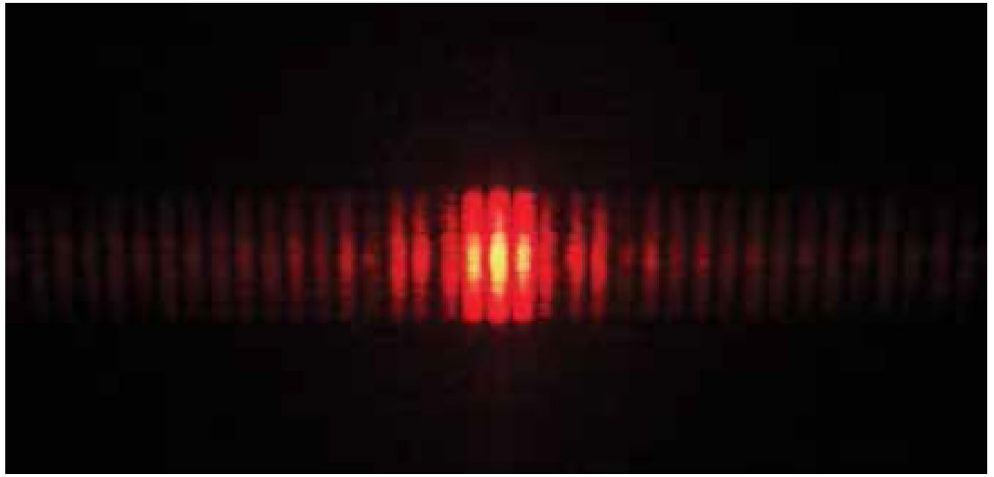
يتم استخدام ضوء الليزر .لماذا؟

لأنه ينتج ضوء مترابط عالي الشدة اذ يجب أن يكون مصدرا الموجات مترابطين ليبقى فرق الطور بين الموجتين الصادرتين ثابتا

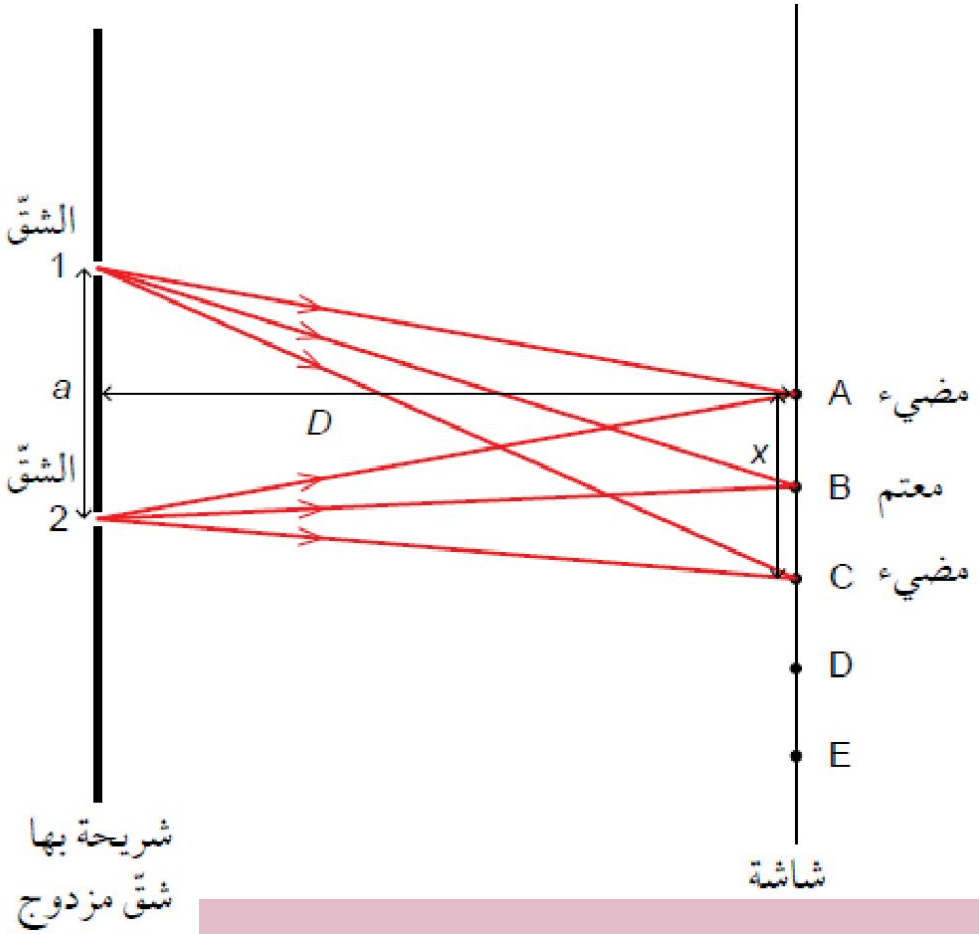
عند مرور الليزر عبر الشقين يحيد وينتشر خلف الشقين فيتكون مجموعتان متداخلتان من الموجات ويظهر نمط الاهداب على الشاشة



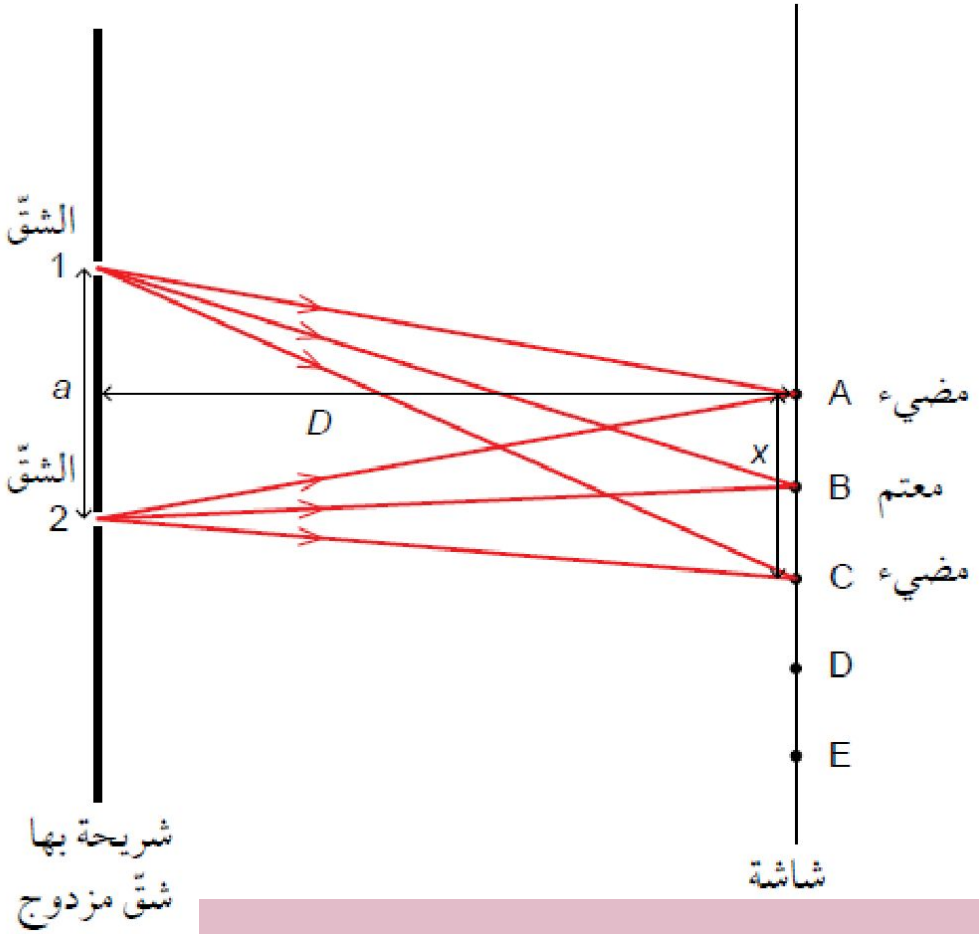
# تفسير نمط التداخل وتكون الأهداب




النقطة A

- تقع في منتصف المسافة بين الشقين
- فرق المسار بين شعاعا الضوء يساوي صفر
- تداخل بناء
- يتكون هدب مضيء ( الهدب المركزي )

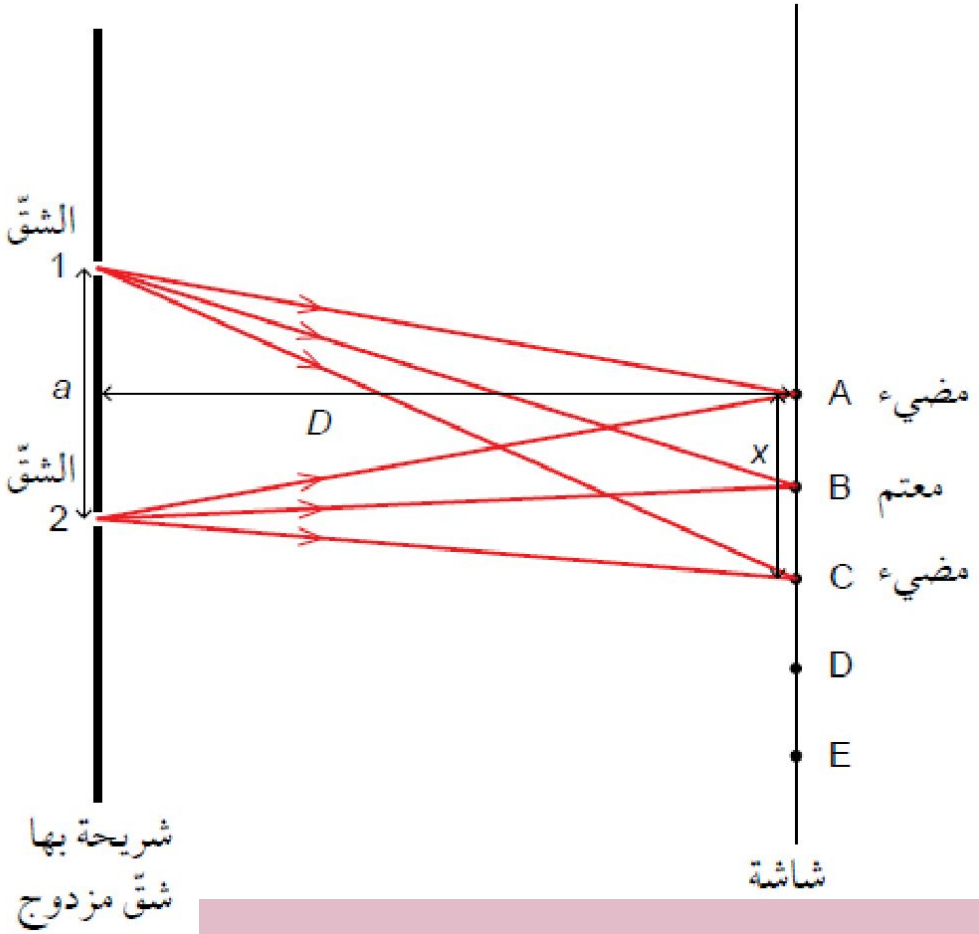
# تفسير نمط التداخل وتكون الأهداب




النقطة B

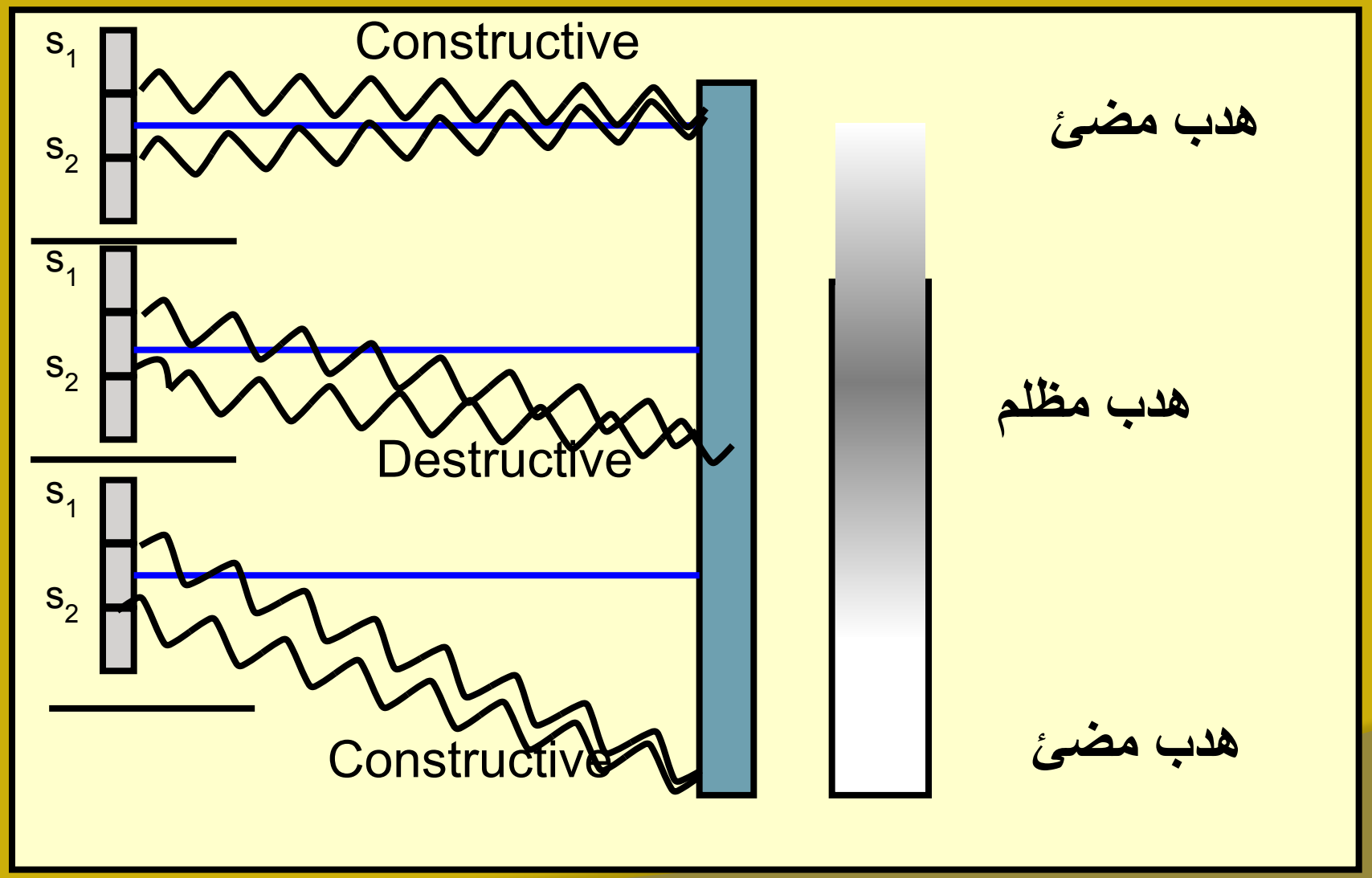
- الشعاعين متعاكسين في الطور
- فرق المسار بين شعاعا الضوء يساوي نصف طول موجة
- تداخل هدام
- يتكون هدب معتم ( الهدب المعتم الأول )

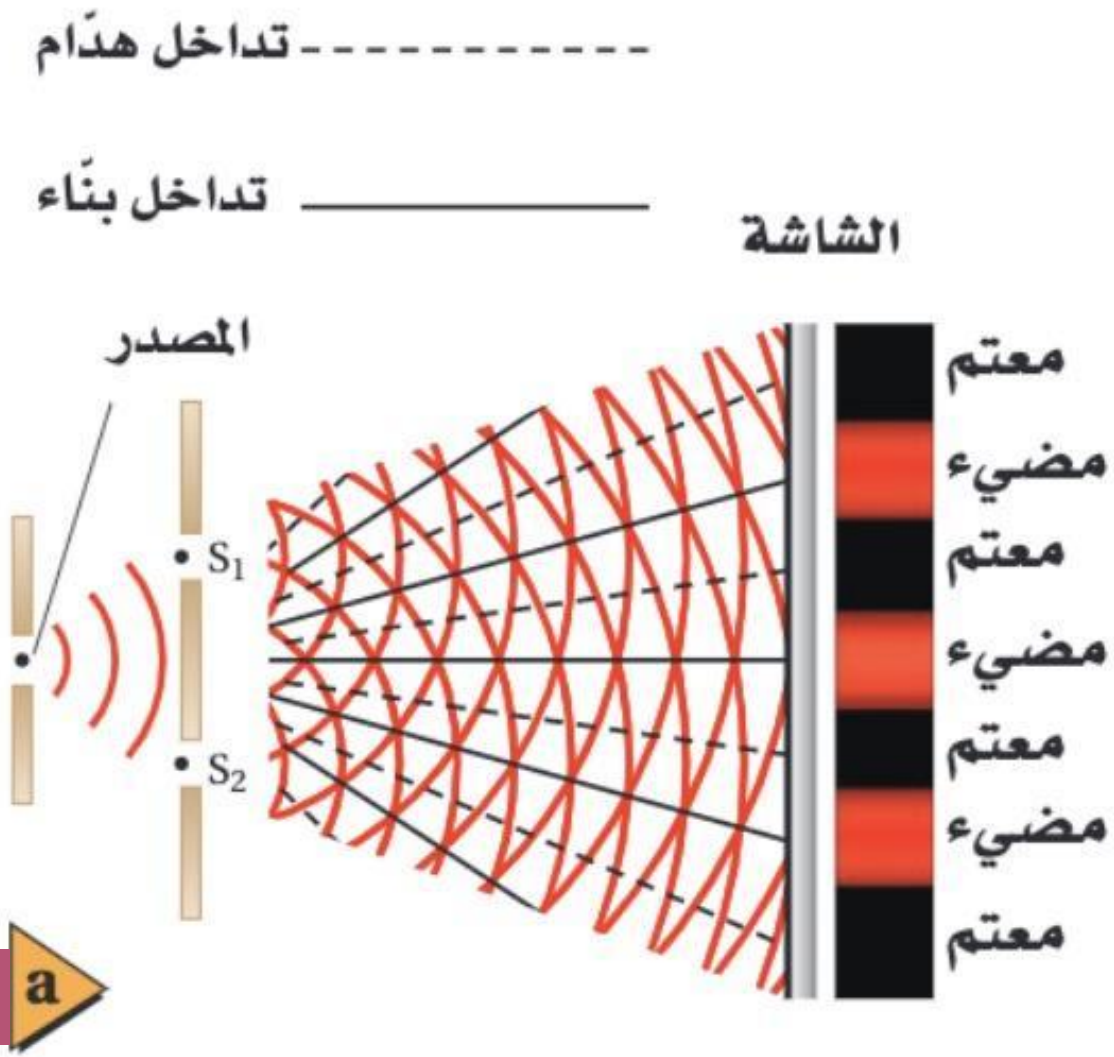
# تفسير نمط التداخل وتكون الأهداب

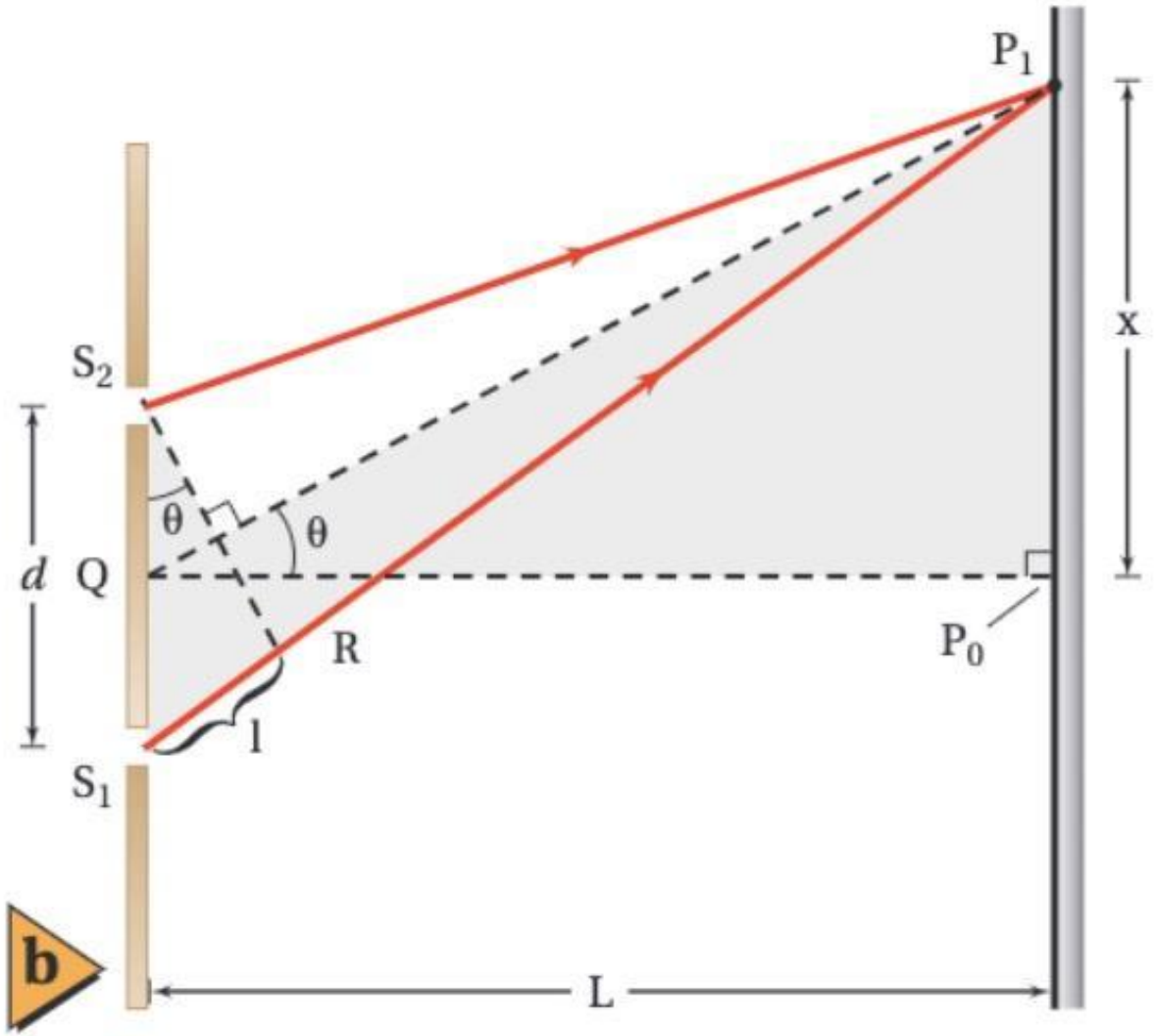



النقطةC

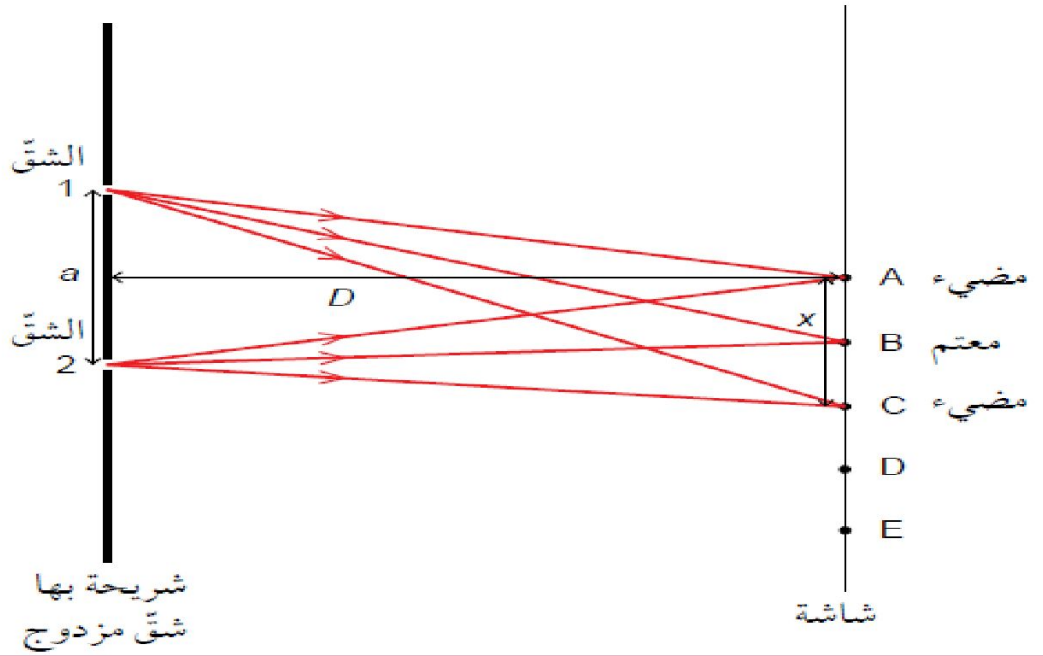
- المسافة AB=BC
- فرق المسار بين شعاعا الضوء يساوي طول موجي كامل
- تداخل بناء
- يتكون هدب مضيء ( الهدب المضيء الأول )


Constructive
$s_1$
$s_2$
$s_1$
$s_2$
Destructive
$s_1$
$s_2$
Constructive
هدب مضئ
هدب مظلم
هدب مضئ


تداخل هدّام
تداخل بنّاء
الشاشة
المصدر
$S_1$
$S_2$
معتم
مضيء
معتم
مضيء
معتم
مضيء
معتم
a


$P_1$
$S_2$
$S_1$
Q
R
$P_0$
θ
θ
d
l
x
L
b

# تحديد الطول الموجي للضوء المستخدم في تجربة يونج

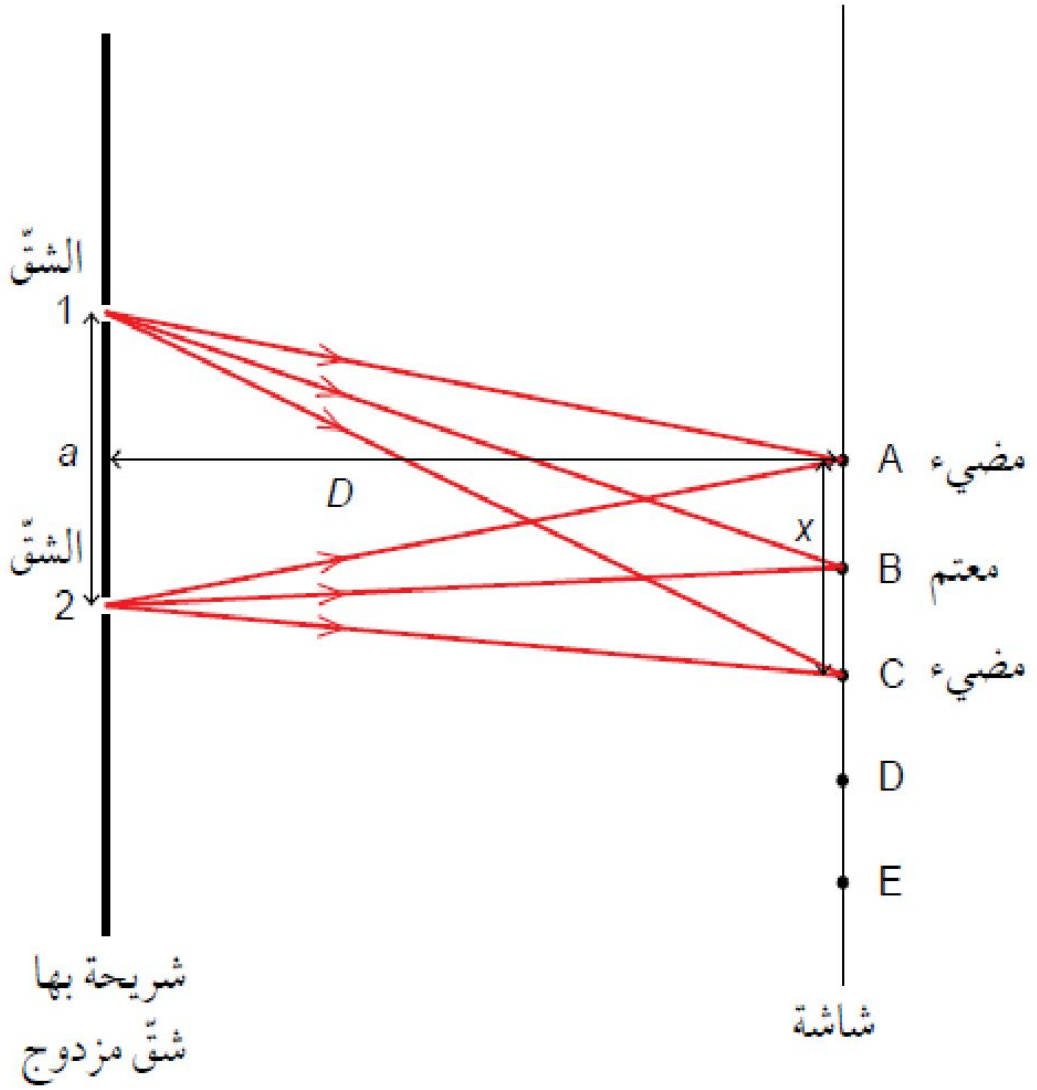



- a المسافة الفاصلة بين الشقين (المسافة بين مركزي الشقين )
- X المسافة الفاصلة بين الأهداب (المسافة بين مركزي هدبين مضيئين او معتمين متجاورين x=AC(
- D المسافة بين الشق والشاشة ( المسافة من منتصف الشقين الى الهدب المضيء المركزي

معادلة الشق المزدوج:

$$\lambda = \frac{ax}{D}$$

يمكن إيجاد الطول الموجي باستخدام




المسافة الفاصلة بين الاهداب

المسافة الفاصلة بين الشقين

$$\lambda = \frac{xa}{D}$$

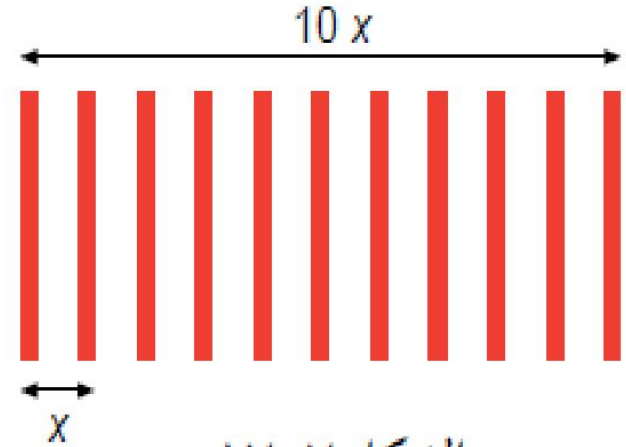
الطول الموجي

المسافة بين الشقين و الشاشة

١. في تجربة الشق المزدوج باستخدام ضوء من ليزر هيليوم–نيون حصل طالب على النتائج الآتية (الشكل ٧–١٧):

عرض 10 أهداب:

$10x = 1.5\ \text{cm}$




الشكل ٧–١٧

المسافة الفاصلة بين الشقَّين: $a = 1.0\ \text{mm}$

المسافة بين الشقَّين والشاشة: $D = 2.40\ \text{m}$

احسب طول الموجة للضوء بوحدة nm

**الخطوة ١:** نستخرج المسافة بين هدبَين متجاورَين ($x$) بوحدة المتر (m).

المسافة بين هدبَين متجاورَين:

$$x = \frac{1.5 \times 10^{-2}}{10} = 1.5 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

**الخطوة ٢:** عوّض قيم ($a$) و ($x$) و ($D$) (كلها بالأمتار) في المعادلة ثم احسب طول الموجة ($\lambda$):

$$\lambda = \frac{ax}{D}$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-3} \times 1.5 \times 10^{-3}}{2.40}$$

$$= 6.25 \times 10^{-7}\ \text{m} \approx 6.3 \times 10^{-7}\ \text{m}$$

(تذكر أن: $1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$)

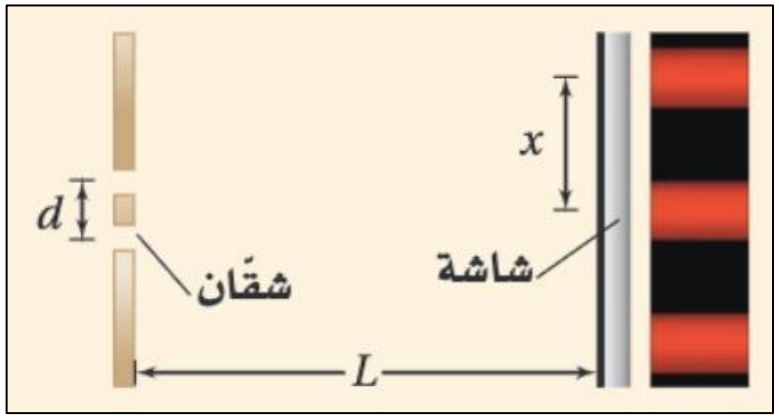
وبالتالي:

$$\lambda = 630\ \text{nm}$$

حل مسألة

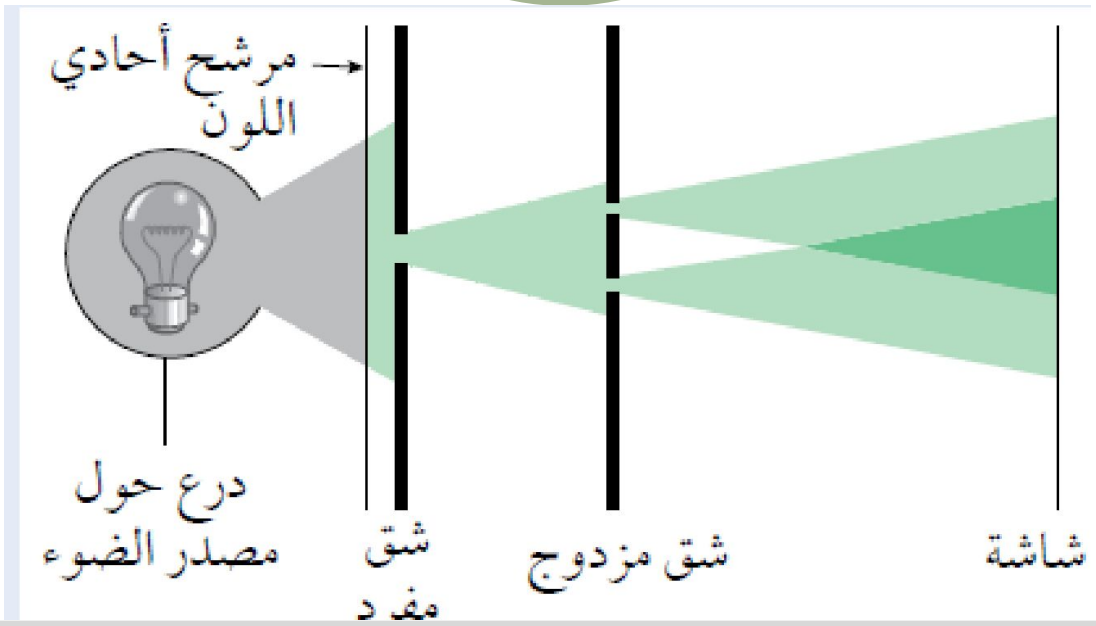
## تطبيق

طُبقت تجربة يونج لقياس الطول الموجي للضوء الأحمر فتكون الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى على بعد 21.1 mm من الهدب المركزي المضيء. فإذا كان البعد بين الشقين 0.0190 mm ووُضعت الشاشة على بعد 0.600 m منهما فما الطول الموجي للضوء الأحمر؟




**المعطيات:**

استبدال الليزر
بالضوء
الأبيض



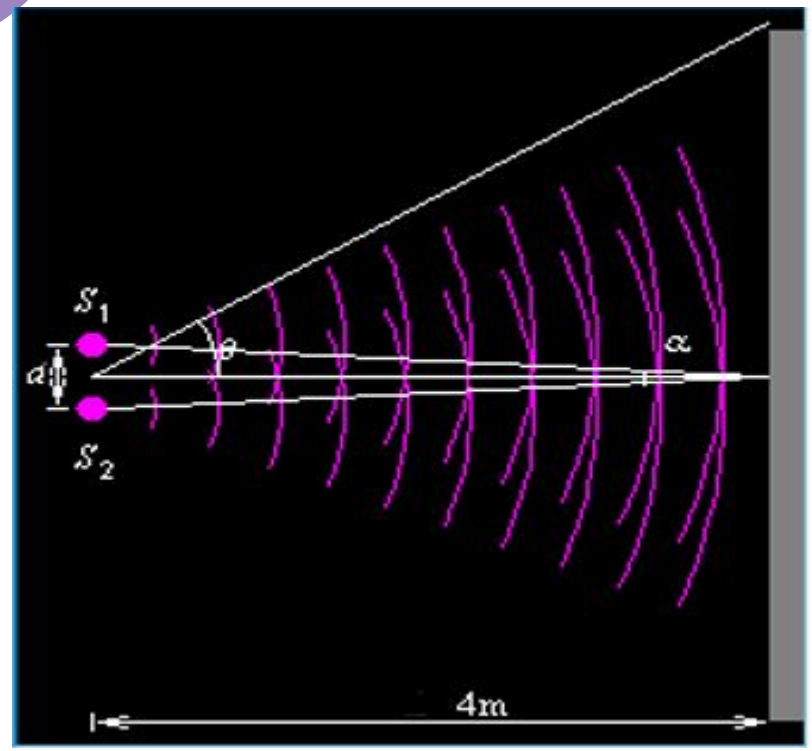

**كثافة الأهداب المضيئه منخفضة ( رؤيتها صعبة ) لذلك يجب تنفيذ التجربة في غرفة معتمة**

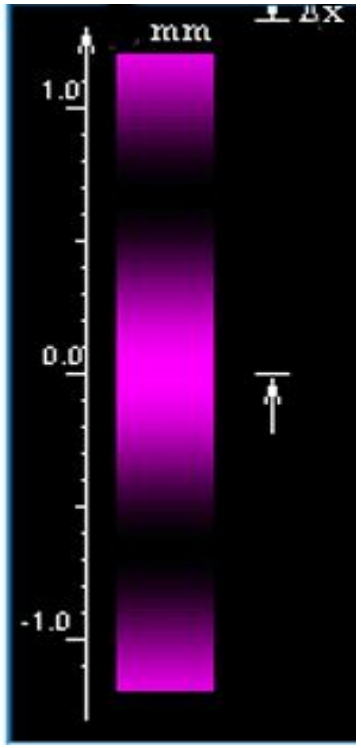
# عوامل تراعى عند اجراء التجربة

جميع الشقوق تكون بعرض جزء من المليمتر

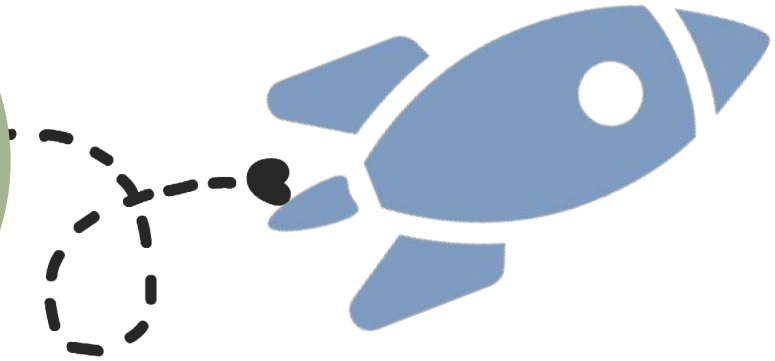
البعد بين الشقين يقارب المليمتر

بعد الشاشة يقارب المتر



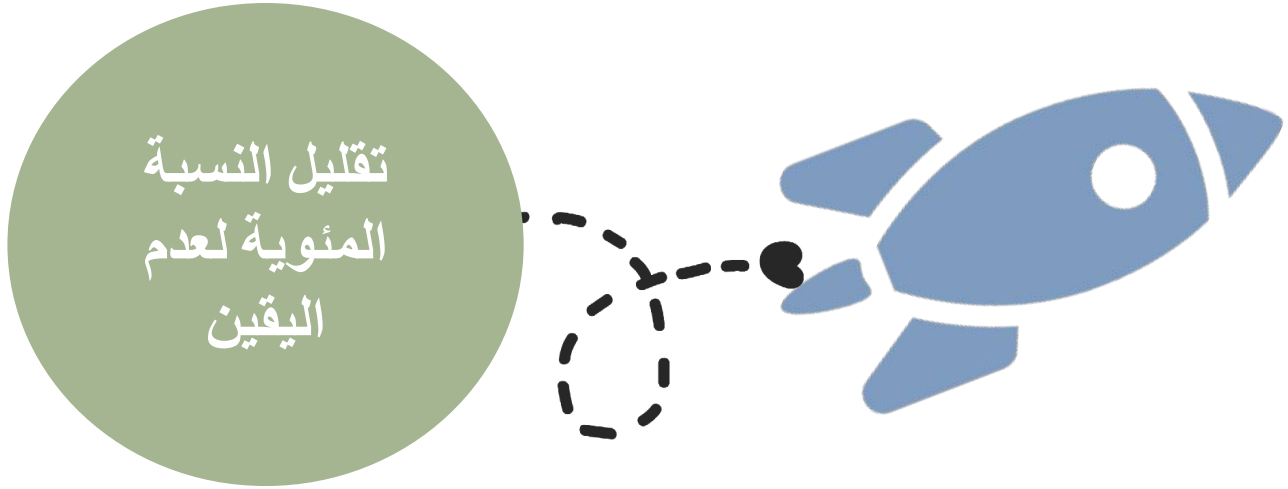
كيف تقيس a
,x,D



تقاسa  باستخدام المجهر المتحرك

تقاسx  بقياس عرض عدة أهداب ثم حساب متوسط المسافة الفاصلة

تقاسD  باستخدام مسطرة مترية او شريط قياس




## ملخَّص

خلاصة القول أنه لملاحظة أهداب التداخل يجب أن تراعي الشروط الآتية:

- أن يكون المصدران مترابطين.
- أن يكون عرض الشق مناسبًا لكي تتداخل الأشعة بشكلٍ كافٍ، ويجب أن يكون أحدهما على مسافة مناسبة منَ الآخَر.
- أن تكون المسافة بين المصدرَين والشاشة مناسبة.

(٨) استخدم المعادلة $\lambda = \frac{ax}{D}$ لشرح الملاحظات الآتية:

أ. تكون الأهداب متباعدة أكثر عند تقريب الشقَّين أحدهما من الآخر.

ب. تكون أهداب التداخل للضوء الأزرق أقرب إلى بعضها من تلك التي للضوء الأحمر.

ج. في تجربة لقياس طول الموجة لضوء ما، يُستحسَن أن تكون الشاشة بعيدة عن الشقَّين قدر الإمكان.

٨. أ. $x = \frac{\lambda D}{a}$ لذلك $x \propto \frac{1}{a}$، وبالتالي تقليل $(a)$ يزيد $(x)$.

ب. الضوء الأزرق له طول موجة أقصر.
$x \propto \lambda$، لذلك $(x)$ تقل.

ج. يتناسب $(x)$ طرديًا مع $(D)$، فعندما تكون $(D)$ أكبر تكون $(x)$ أكبر، لذلك تكون النسبة المئوية لعدم اليقين في $(x)$ أقل.

(٩) يستخدم الضوء الأصفر من مصباح بخار الصوديوم في تجربة الشق المزدوج، وهذا الضوء الأصفر طول موجته (589 nm). والمسافة الفاصلة بين الشقَّين هي (0.20 mm)، والشاشة موضوعة على بُعد (1.20 m) من الشقَّين.

احسب المسافة الفاصلة بين هدبَين مضيئَين متجاورَين تَشكّلا على الشاشة.

(١٠) في تجربة الشق المزدوج، توضع المرشحات أمام مصدر ضوء أبيض لاستقصاء تأثير تغيير طول الموجة للضوء، إذ يستخدم في البداية مرشح أحمر ($\lambda$ = 600 nm) فتكون المسافة الفاصلة بين الأهداب (2.4 mm)، بعد ذلك تم استخدام مرشح أزرق ($\lambda$ = 450 nm) بدلًا من الأحمر. احسب المسافة الفاصلة بين الأهداب عند استخدام المرشح الأزرق.

٩. بإعادة ترتيب المعادلة $\lambda = \frac{ax}{D}$ نحصل على:

$$x = \frac{\lambda D}{a} = \frac{589 \times 10^{-9} \times 1.20}{0.0002} = 3.5 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

١٠. $D$ و $a$ قيم ثابتة، لذلك $x \propto \lambda$

المسافة الجديدة الفاصلة بين الأهداب:

$$= \frac{4.5 \times 10^{-7}}{6.0 \times 10^{-7}} \times 2.4 = 1.8\ \text{mm}$$

(أو طول الموجة للضوء الأزرق يساوي $\frac{3}{4}$ طول موجة الضوء الأحمر، لذلك، فإن المسافة الفاصلة بين الأهداب في حالة الضوء الأزرق هي $\frac{3}{4}$ المسافة السابقة الفاصلة بين الأهداب للضوء الأحمر).