الوحدة الثامنة

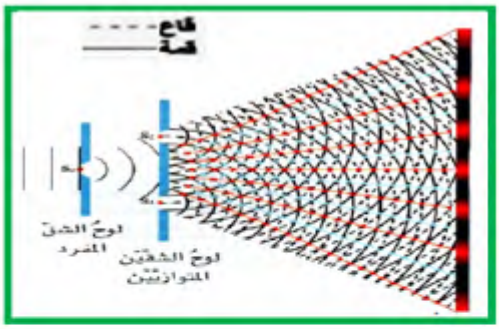
8

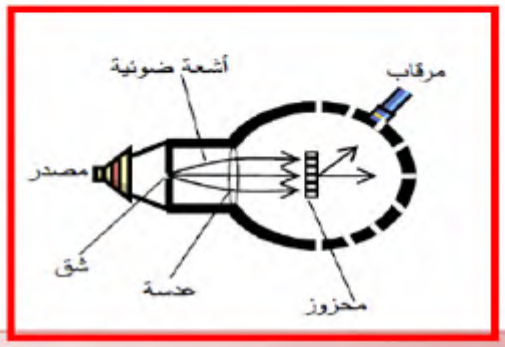
11S

دائـرة التعليم والمعرفة
DEPARTMENT OF EDUCATION AND KNOWLEDGE

العام الدراسي 2017-2018

التداخل والحيود





الفيزياء

الحادي عشر متقدم الفصل الدراسي الثالث

الاسم : .....

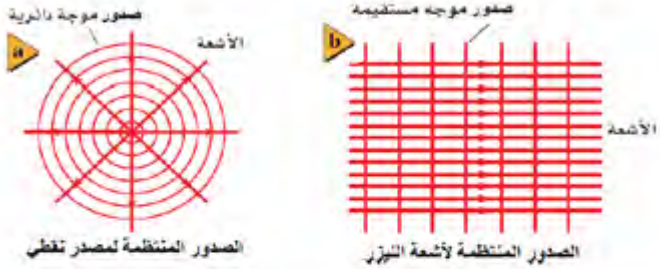
وزارة التربية والتعليم
دائـرة التعـليم والمعـرفة

إعداد الأستاذ
حمدي عبد الجواد

الفصل الثامن : التداخل والحيود

8-1 التداخل

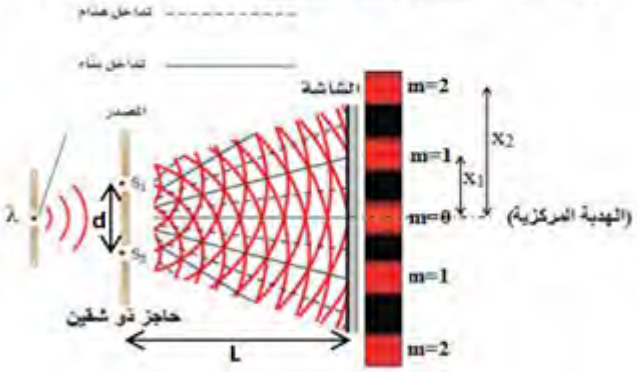
تداخل الضوء المترابط



- **الضوء المترابط**: الضوء الناتج من تراكب ضوئي مصدرين أو أكثر لتشكيل صدور موجات منتظمة.
- **أمثلة على الضوء المترابط**: المصادر النقطية - أشعة الليزر.

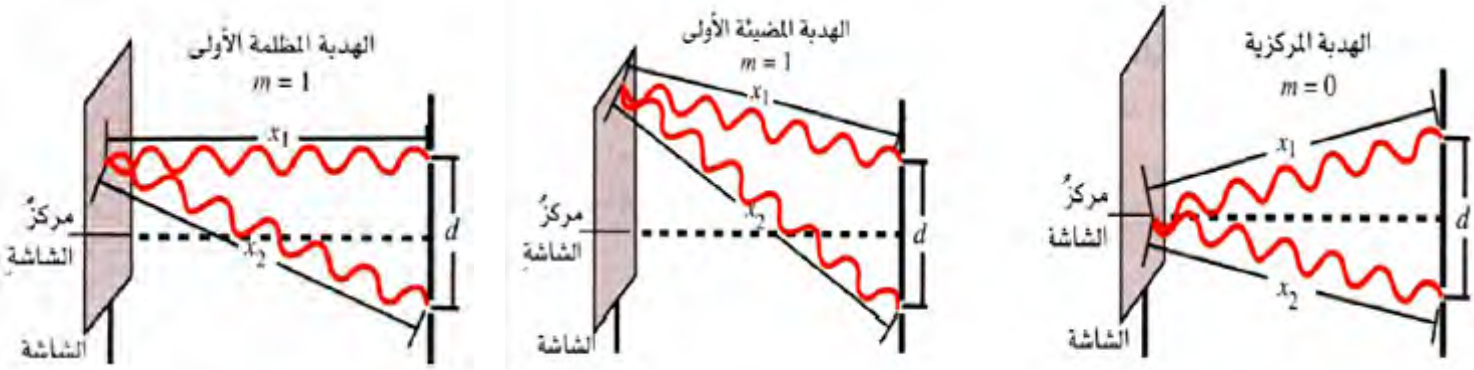
تجربة الشق المزدوج ليونج

- أسقط يونج ضوء أحادي اللون (ذو طول موجي معين)من مصدر نقطي على حاجز ذو شق ضيق، لينفذ جزءا منه الى حاجز ذو شقين ضيقين ، وذلك للحصول على ضوء مترابط ، فيسقط الضوء الخارج من الشقين على شاشة تبعد مسافة معينة عن الحاجز.



- **الملاحظة**: لاحظ يونج تكون نمط مكون من حزم مضيئة تفصلها فراغات معتمة متساوية الأبعاد تقريبا ، سماها يونج "أهداب التداخل". كما ولاحظ أن الهدبة المركزية تكون مضيئة وتتناقص شدة الأهداب المضيئة كلما ابتعدنا عن الهدب المركزي.

- **التفسير**: تتداخل الموجات الضوئية القادمة من الشقين على الشاشة، فعندما تتلاقى قمة احدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى ، والقاع مع القاع، (متفقتان في الطور) يحدث تداخل بناء (تقوية)، فتتكون أهدابا مضيئة. وعندما تتلاقى قمة احدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى (متعاكستان في الطور) يحدث تداخل هدمي، فتتكون أهدابا معتمة.
وقد أثبت توماس يونج من هذه التجربة أن للضوء خصائص موجية (التداخل)



■ قياس الطول الموجي للضوء :

يحدث التداخل البنائي (الهدبات المضيئة) على الشاشة عند مواقع معينة على جانبي الهدبة المركزية ، يمكن حسابها باستخدام المعادلة التالية:

$$m\lambda = \frac{x_m d}{L}$$

حيث : m : رتبة الهدبة المضيئة (.....m=0,1,2,3)
فمثلا عند m=0 (الهدبة المركزية) ، m=1 (الهدبة المضيئة من الرتبة الأولى) ، m=2 (الهدبة من الرتبة الثانية)
X_m : المسافة بين الهدبة المركزية وهدبة مضيئة ذات رتبة معينة.
d : المسافة بين الشقين.
L : المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة.
λ: الطول الموجي للضوء المراد قياسه.

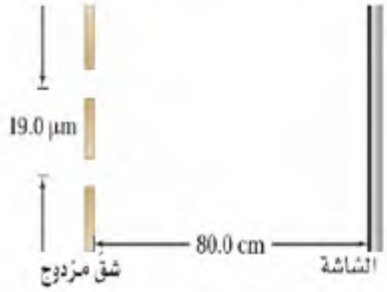
فبالنسبة للهدبة المضيئة من الرتبة الأولى نضع (m=1) في القانون السابق ، ومن خلاله يمكن حساب الطول الموجي للضوء الساقط في تجربة الشق المزدوج ليونج.

$$\lambda = \frac{x_1 d}{L}$$

حيث : X_1 : المسافة بين الهدبة المركزية والهدبة المضيئة من الرتبة الأولى.
d : المسافة بين الشقين.
L : المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة.
λ: الطول الموجي للضوء المراد قياسه.

تدريبات متنوعة على تجربة الشق المزدوج ليونج

تدريب1 : يسقط ضوء على شقين متباعدين بمسافة 19 µm، ويبعدان عن الشاشة 80cm، فاذا كان الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى يبعد 1.9 cm عن الهدب المركزي المضيء فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب 2: في تجربة يونج ، أسقطت حزمة ضوئية وحيدة اللون على شريحة تحوي شقان يبعد أحدهما عن الآخر مسافة $10\mu m$ فتكونت أهداب واضحة على شاشة تبعد عن $1m$ الشقين ، ووجد أن الهدب المضيء ذا الرتبة الأولى يبعد $66mm$ عن الهدب المضيء المركزي، ما الطول الموجي للضوء المستخدم؟

.....

.....

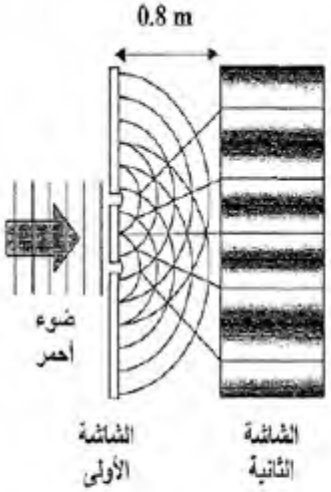
.....

.....

تدريب3: (اختر الاجابة الصحيحة) يحدث التداخل الهدمي عند تراكب موجتين فرق المسار بينهما يساوي :

أ- λ ب- 3λ ج- 5λ د- $\frac{1}{4}\lambda$

تدريب4 : يمثل الشكل أدناه تجربة يونج، حيث سلط ضوء أحمر أحادي اللون طوله الموجي 700nm على الشاشة الأولى والتي بها شقين ضيقين يبعدان عن بعضهما مسافة قدرها 0.020 m، فتكون نمط للتداخل على شاشة تبعد عن الشاشة الأولى 0.8 m. أجب عن الأسئلة التالية:



1- **ما الذي أثبته توماس يونج من هذه التجربة؟**

أثبت أن للضوء خصائص موجية (التداخل)

2- **كيف ولد توماس يونج ضوءا مترابط من ضوء غير مترابط**

وضع حاجزا ضوئيا ذا شق ضيق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون.

3- **صف الشكل المتكون على الشاشة الثانية**

يتكون نمط مكون من حزم مضيئة وحزم معتمة تفصلها مسافات متساوية تسمى أهداب التداخل وتكون الهدبة المركزية مضيئة

4- **احسب المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذا الرتبة الأولى**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5- **ما التغير الذي يطرأ على التجربة اذا سلط ضوء ابيض على الشاشة الأولى بدلا من الضوء الأحمر**

صيغة أخرى للسؤال: صف نمط التداخل الناتج عند استعمال ضوء أبيض

تظهر أطياف ملونة بدلا من الحزم المضيئة والمعتمة وتكون الهدب المركزي أبيض دائما.

تدريب4: يمكن ايجاد الطول الموجي لضوء أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج من المعادلة $m\lambda = \frac{x_m d}{L}$ **. أجب عن الأسئلة التالية حول هذه التجربة:**

1- **ما دلالة كل من الرموز التالية في المعادلة**

X= المسافة بين هدبتين متتاليتين

d=المسافة بين الشقين

L= المسافة بين الحاجز ذو الشقين والشاشة

2- **ماذا يسمى الهدب الناتج عندما**

m=0 الهدب المركزي المضيء

m=1 هدب الرتبة الأولى

3- **ما عدد الأهداب الناتجة عندما** m=1 ؟

اثنان

إذا كان البعد بين شقين 0.0158 mm، وعندما سقط عليهما ضوء، تكوّن نمط تداخل على شاشة تبعد 0.730 m. فإذا كانت المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذي الرتبة الأولى 21.4 mm. ما الطول الموجي للضوء؟

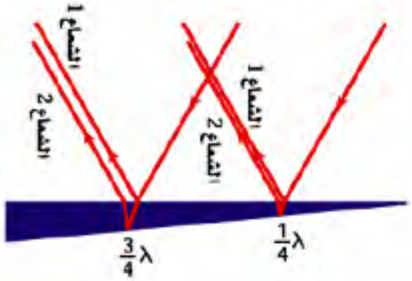
أجريت تجربة الشق المزدوج لإيجاد الطول الموجي لضوء معين أحادي اللون، فكان بعد الشقين عن الشاشة 55.0 cm، والبعد بين الشقين 0.0200 mm، وأظهرت التجربة أن البعد بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذي الرتبة الأولى 18.6 mm. أوجد الطول الموجي للضوء بالنانومتر.

التداخل في الأغشية الرقيقة

■ **التداخل في الأغشية الرقيقة**: الظاهرة التي ينتج عنها طيف الألوان بسبب التداخل البنائي و التداخل الهدمي.

■ **علل: ظهور ألوان الطيف على فقاقيع الصابون أو الغشاء الزيتي العائم على سطح التجمعات المائية الصغيرة أو جناحي الفراشة**

ج: وذلك نتيجة للتداخل البنائي والهدمي للموجات الضوئية المنعكسة عن الغشاء الرقيق.
فاذا سقط شعاع ضوئي على غشاء صابون رقيق كالموضح بالشكل مثلا. ينعكس جزء من الشعاع الضوئي عند السطح الأول (الشعاع 1) ، بينما ينفذ الجزء الآخر، لينعكس عن السطح الخلفي (الشعاع 2).
تتداخل الأشعة المنعكسة عن السطحين تداخلا بنائيا وهدميا بحسب سمك الغشاء و فرق الطور بينهما ، مما يؤدي لتكون ألوان الطيف.



انعكاس عن غشاء رقيق

علل: تبدو ألوان الطيف الناتجة في الأغشية الرقيقة وكأنها تتغير وتتحرك.

ج: لأن سمك الغشاء الرقيق لفقاقيع الصابون أو الزيت يتغير مع مرور الزمن

■ **انعكاس الموجات عند انتقالها بين أوساط مختلفة**

1- تنعكس الموجة مقلوبة (انقلاب في الطور بمقدار 180) عندما تنتقل من وسط معامل انكساره أقل الى أكبر
2- تنعكس الموجة معتدلة (لا يوجد انقلاب في الطور) عندما تنتقل من وسط معامل انكساره أكبر الى أقل.

■ **طريقة حل مسائل الأغشية الرقيقة:**

1- **نرسم الحالة.**
2- **نحدد حالة الموجتين الضوئيتين المنعكستين لحظة تداخلهما، ما اذا كان لهما نفس الطور أو متعاكستين في الطور.**
3- **نستخدم المعادلات التالية لايجاد المطلوب:**

أ- **اذا كانت الموجتان مختلفتان في الطور:**

- في حالة التداخل البناء (تقوية في الضوء)

$$2d = (m + \frac{1}{2})\frac{\lambda_{\circ}}{n_{\text{غشاء}}}$$

- في حالة التداخل الهدمي (اضعاف للضوء)

$$2d = m\ (\frac{\lambda}{n_{\text{غشاء}}})$$

ب- **اذا كانت الموجتان متفقتان في الطور:**

- في حالة التداخل البناء (تقوية في الضوء)

$$2d = m\ (\frac{\lambda}{n_{\text{غشاء}}})$$

- في حالة التداخل الهدمي (اضعاف للضوء)

$$2d = (m + \frac{1}{2})\frac{\lambda_{\circ}}{n_{\text{غشاء}}}$$

4- **لايجاد أقل سمك للغشاء الرقيق الذي حدث عنده التداخل نضع (m=0) ، ولايجاد السمك الذي يليه نضع (m=1) ، وهكذا**

$$m = 0,1,2,3,...$$

مسائل متنوعة على التداخل في الأغشية الرقيقة

تدريب1: **وضعت طبقة (غشاء) رقيقة من زيت على سطح ماء . وعند النظر اليها لوحظ تكون منطقة صفراء مخضرة** (λ=555nm). **فاذا كان معامل انكسار الزيت** 1.45 ، **والماء** 1.33 ، **فما أقل سمك لطبقة الزيت التي تسبب هذا اللون؟**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب2: **وضع غشاء من فلوريد المغانسيوم معامل انكساره** 1.38 **على عدسة زجاجية مطلية بطبقة عاكسة معامل انكسارها** 1.52 .

كم يجب أن يكون سمك الطبقة الضرورية لمنع انعكاس الضوء الأصفر المخضر(λ=555nm)؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب3: **ما أقل سمك لغشاء صابون معامل انكساره** 1.33 **ليتداخل عنده الضوء ذو الطول الموجي** λ=521 nm **تداخلا بنائيا مع نفسه؟**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: **غشاء بلاستيكي عاكس معامل انكساره** 1.83 ، **ثبت على نافذة زجاجية ، فاذا علمت أن معامل انكسار الزجاج** 1.52 .

أ- ما أقل سمكك لهذا الغشاء ينعكس عنده الضوء الأصفر المخضر(λ=555nm)؟

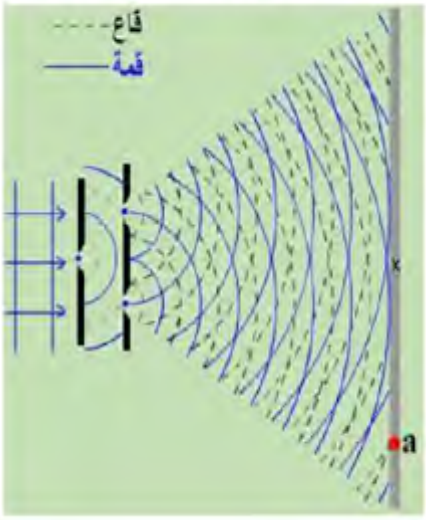
ب-اذا كان سمك هذا الغشاء لا يمكن صناعته ، فما السمك التالي الذي يحدث التأثير نفسه.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

يطفو غشاء زيتي رقيق على سطح ماء، فما سماكته، إذا نتج عنه ضوء بلون أزرق طول موجته 442 nm، بالإضافة إلى الألوان الأخرى للضوء؟ علمًا بأن معامل انكسار الزيت 1.45، ومعامل انكسار الماء 1.33.

تشتمل الألوان المتكوّنة في غشاء الصابون في الهواء على اللون الأحمر. ما سماكة الغشاء في محلول صابوني بوحدة nm عندما ينتج لون أحمر بطول موجي 633 nm؟ معامل انكسار المحلول الصابوني 1.33.

س5(يظهر الشكل المجاور رسماً تخطيطياً لجزء من نمط تداخل على شاشة ينتج عن إضاءة شقين بضوء أحادي اللون



1) ضع إشارة (×) عند موضع الهدبة المركزية على الشاشة .

2) ما نوع ورتبة الهدبة المتكونة عند النقطة (a) على الشاشة .

3) إذا زيدت أبعاد الشاشة فهل تظهر الهدبة المضيئة التالية للهدبة المتكونة عند(a).

وضع إجابتك بالحسابات اللازمة .

س7) في تجربة شقي يونج ، عندما أضيء الشقان بضوء طوله الموجي $(6\times10^{-7}\,m)$ تكون نمط تداخل على الشاشة التي تبعد مسافة $(2m)$ عن الشقين ، رصدت الهدبة المضيئة (a) على الشاشة عند موضع يبعد مسافة $(0.241m)$ عن الهدبة المركزية فإذا كانت المسافة بين الشقين $(2\times10^{-5}\,m)$ فأجب عما يلي :

1) أوجد الزاوية التي ترصد عندها الهدبة (a) بالنسبة للهدبة المركزية في نمط التداخل .

2) احسب رتبة الهدبة (a) .

3) احسب بُعد الهدبة المظلمة الأولى عن الهدبة المركزية في نمط التداخل .

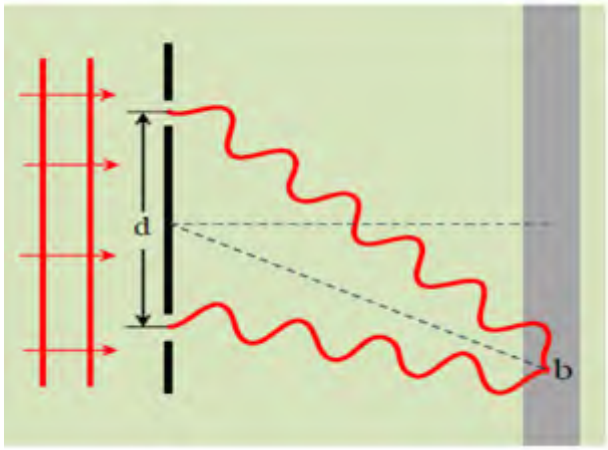
س11) أضيء شقان بضوء طوله الموجي $(6.2\times10^{-7}\,m)$ فتكون نمط تداخل على شاشة تبعد مسافة $(2m)$ عن الشقين رصدت هدبة مضيئة على الشاشة عند موضع يبعد $(0.241m)$ عن الهدبة المركزية فإذا كانت المسافة بين الشقين $(2\times10^{-5}\,m)$

1) احسب البعد الزاوي للهدبة المرصودة عن الهدبة المركزية .

2) ما أقل بُعد بين الشقين يمكن من خلالها الحصول على هدبة مضيئة عند الموضع نفسه .

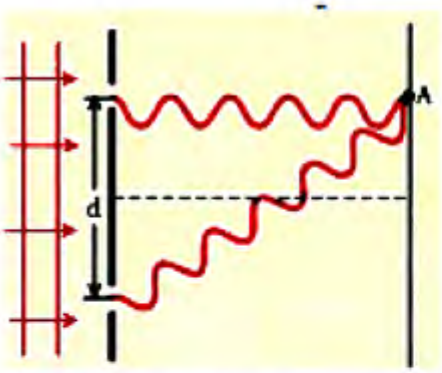
3) أحسب أقل فرق مسار ممكن من الشقين إلى النقطة .

ثانيا :يُضاء شقان البعد بينهما (d) بضوءأحادي اللون فتتكون علىشاشةأهداب مضيئة وأهداب مظلمة. رصدت إحدى الأهداب عند النقطة b الظاهرة في الشكل المجاور.



– ما نوع ورتبة الهدبة المتكونة عند b .(بين خطوات الحل)

❖ يضاء شقان متوازيان بضوء احادي اللون وترصد الهدبة المتكونة عند النقطة (A) في نمط التداخل كما في الشكل ؟ اجب عما يلي



✓ ما نوع الهدبة , وما رتبتها ؟

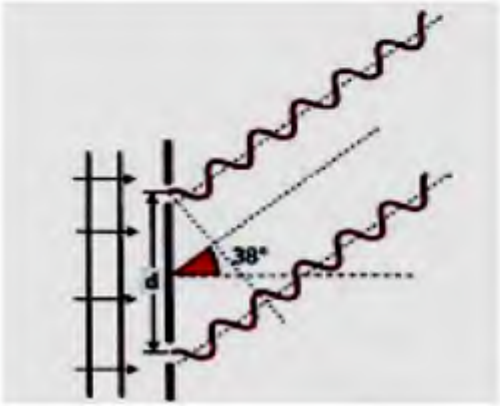
.....

✓ ماذا يحدث لموضع الهدبة بالنسبة للهدبة المركزية إذا أنقصنا المسافة بين الشقين .

.....

.....

❖ أضيئ شقان بضوء طوله الموجي ($5.5 \times 10^{-7}\ m$) فتكون نمط تداخل على شاشة بيضاء , يظهر الشكل المجاور إحدى الأهداب المرصودة في النمط الناتج



✓ ما نوع الهدبة المرصودة , فسر إجابتك

.....

.....

.....

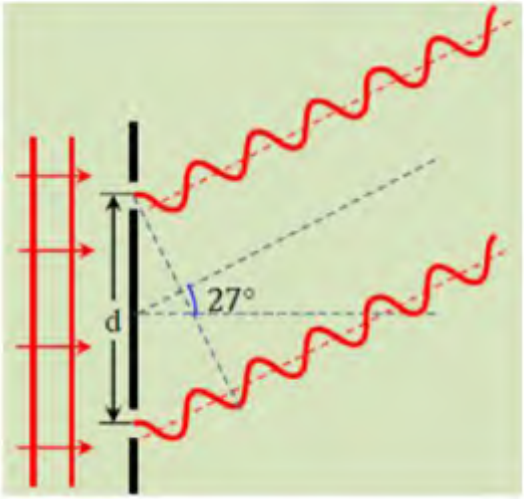
✓ احسب المسافة بين الشقين ؟

.....

.....

.....

49) يضاء شقان بضوء وحيد اللون وترصد احدى الأهداب المتكونة عند الزاوية (27°) كما في الشكل , إذا كانت المسافة بين الشقين (d) فأجب عما يلي



1) ما نوع ورتبة الهدبة المرصودة على الزاوية (27°) .

.....

.....

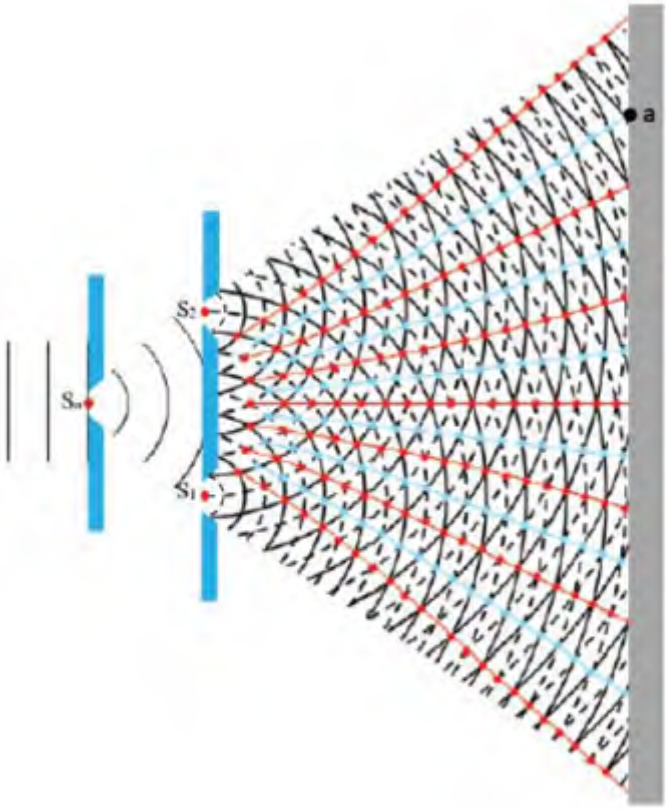
2) أوجد أقصى رتبة للأهداب المضيئة التي تتكون على الشاشة .

.....

.....

.....

ثانياً: اعتماداً على الرسم التخطيطي المجاور والذي يُبين نمط التداخل الناتج عن إضاءة شقين بضوء أحادي اللون،



4- أجب عما يلي:

- ما نوع ورتبة الهدبة المتكونة عند النقطة a على الشاشة؟

.....

.....

.....

.....

- احسب أقصى رتبة للأهداب المضيئة يمكن أن تظهر في نمط التداخل، افترض أنه يُمكن زيادة أبعاد الشاشة بما فيه الكفاية.

.....

.....

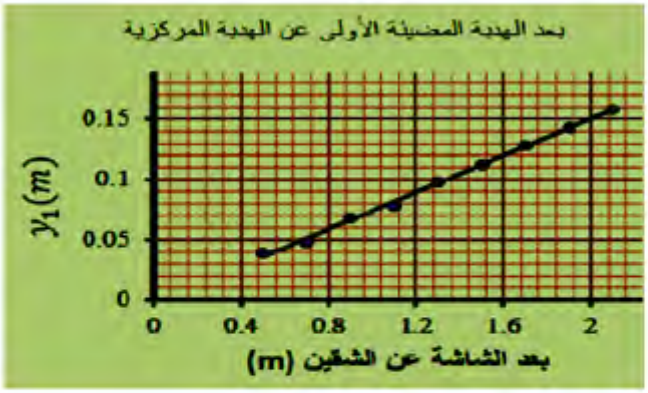
.....

.....

.....

.....

يظهر الرسم البياني المجاور تغيرات بعد الهدبة المضيئة الأولى عن الهدبة المركزية بتغيير بعد الشاشة عن شقين يضاءان بضوء أحادي اللون : أجب عما يلي



✓ احسب ميل الخط البياني

.....

.....

.....

✓ ماذا يمثل ميل المستقيم

.....

.....

✓ اذا كان البعد بين الشقين ($7 \times 10^{-6}m$) فاحسب الطول الموجي للضوء الساقط ؟

.....

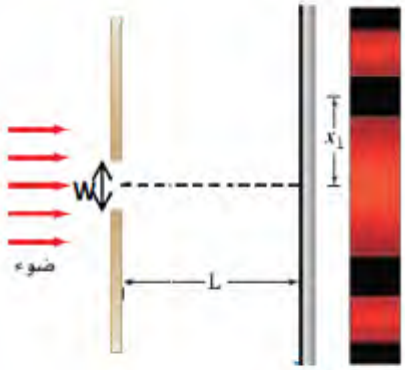
.....

.....

6-2 الحيود

حيود الشق الأحادي

- عندما يمر ضوء أحادي ذو طول موجي معين خلال فتحة صغيرة أكبر من الطول الموجي للضوء ، فان الضوء يحيد عن كلتا الحافتين، ليتداخل على شاشة بعيدة مكونا نمط التداخل.
- **نمط الحيود المتكون من الشق الأحادي** : عبارة عن أهداب مضيئة ومعتمة. يكون فيها الهدب المركزي عريض ومضيء ، وتصبح الأهداب أكثر ضيقا وأقل اضاءة على الجانبين.
- يزداد عرض الهدبة المركزية المتكونة عندما يكون الطول الموجي للضوء أكبر.
- عند استخدام الضوء الأبيض يكون النمط المتكون مزيجا من أنماط ألوان الطيف.



■ **قانون الشق الأحادي:**

أ-حساب البعد بين هدب معتم من رتبة معينة والهدب المركزي $X_m = \frac{m\lambda L}{w}$

ب-حساب عرض الهدبة المركزية المضيئة عرض الهدبة المركزية المضيئة = $2X_1$

حيث m: رتبة الهدبة المظلمة (m=0,1,2,3,.....)

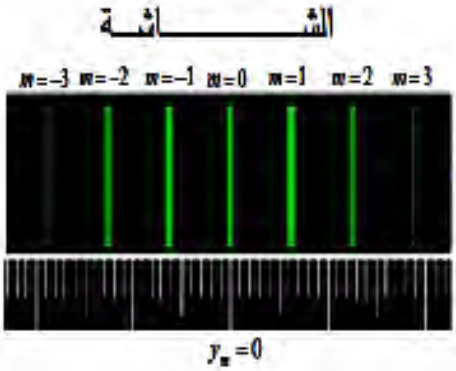
W: عرض الشق.

X: البعد بين هدبة معتمة من رتبة معينة والهدبة المركزية.

λ: الطول الموجي للضوء المستخدم.

L: البعد بين الشق والشاشة.

محـــــــزوز الحيود



هو عدد كبير من الشقوق المتوازية المتساوية الأبعاد عن بعضها البعض .

نعطى ⟵ $d = \frac{1}{N}$

d : البعد بين أي شقين متجاورين N : عدد الشقوق في وحدة الطول .

مبدأ عمله : كل شق ينتج حيود ثم يحدث تداخل بين أمواج الشقوق .

للأهداب المضيئة نستخدم نفس العلاقات السابقة :

$\Delta x = m\lambda$ $d\sin\theta = m\lambda$ $y_m \approx \frac{m\lambda D}{d}$ $\tan\theta = \frac{y_m}{D}$ $m_{max} < \frac{d}{\lambda}$

مسائل متنوعة على حيود الشق الأحادي

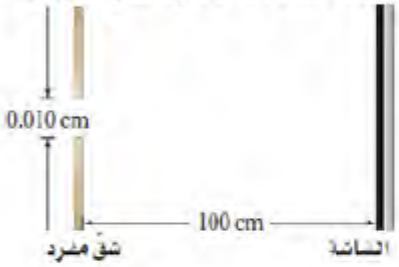
تدريب1: يسقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي 546nm **على شق مفرد عرضه** 0.095mm **. اذا كان بعد الشق عن الشاشة يساوي** 75cm، **فكم يكون عرض الهدب المركزي المضيء؟**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب2: سقط ضوء أصفر على شق مفرد عرضه 0.0295mm **فظهر نمط على شاشة تبعد عنه مسافة** 60cm، **فاذا كان عرض الهدب المركزي المضيء** 24mm، **فما مقدار الطول الموجي للضوء؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب3: يعبر ضوء أحادي اللون خلال شق مفرد عرضه 0.01cm، **ثم يسقط على شاشة تبعد عنه مسافة** 100cm، **كما بالشكل الموضح فاذا كان عرض الهدب المركزي المضيء** 1.2 cm، **فما مقدار الطول الموجي للضوء؟**



.....
.....
.....
.....
.....

تدريب4: سقط ضوء أبيض على شق مفرد عرضه 0.050mm، **فاذا وضعت شاشة على بعد** 1m **منه ، ووضع طالب مرشحا أزرق – بنفسجيا** (λ=441nm) **على الشق،ثم وضع مرشحا أحمر** (λ=622nm)، **ثم قاس الطالب عرض الهدب المركزي المضيء ، أجب عن السؤالين التاليين**

أ- أي المرشحين ينتج هدبا ضوئيا أكثر عرضا **ب- احسب عرض الهدب المركزي المضيء لكل من المرشحين**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

تدريب5: يمر ضوء طوله الموجي 4.5×10^{-5} cm **خلال شق مفرد ويسقط على شاشة تبعد** 100cm. **فاذا كان عرض الشق** 0.015cm، **فما مقدار المسافة بين مركز النمط والهدب المعتم الأول؟**

.....

.....

.....

.....

تدريب6: يمر ضوء أحادي اللون طوله الموجي 425nm **خلال شق مفرد، ويسقط على شاشة تبعد** 75cm. **فاذا كان عرض الحزمة المركزية المضيئة** 0.60 cm ، **فما عرض الشق؟**

.....

.....

.....

.....

تدريب7: عند مرور الضوء خلال فتحة صغيرة فانه يحيد ، وتتكون سلسلة من الأهداب المضيئة والمعتمة على شاشة ، بين ما يحدث لعرض الحزمة المضيئة في حيود الشق المفرد في كل من الحالت التالية:

1- **زيادة قطر الشق** .....

2- **زيادة الطول الموجي للضوء:** .....

3- **نقصان البعد بين الشق والشاشة** .....

يضيء ضوء أخضر طول موجته 524 nm محزوز حيود. فكان النمط الناتج على شاشة تبعد 85.0 cm، يُظهر فرقًا مقداره 94.0 cm بين الهدب المركزي المضيء والهدب المجاور له. فما المسافة الفاصلة بين شقوق المحزوز بوحدة nm؟

سقط ضوء بنفسجي أحادي اللون طول موجته 412 nm على شق مفرد عرضه 0.038 mm، ويقع الشق على بعد 85 cm من شاشة. فكم عرض الهدب المركزي المضيء الناتج بوحدة mm؟

محزوزات الحيود

- **محزوز الحيود**: أداة مكونة من عدد كبير من الشقوق المفردة المتقاربة جدا ، تسبب حيود الضوء، وتكون نمط حيود ناتجا عن تراكب الأنماط الناتجة عن شق أحادي.
- **نمط الحيود المتكون بواسطة محزوز الحيود**: عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية. وكلما زاد عدد الشقوق في وحدة الطول أصبحت الأهداب أكثر ضيقا في نمط الحيود.

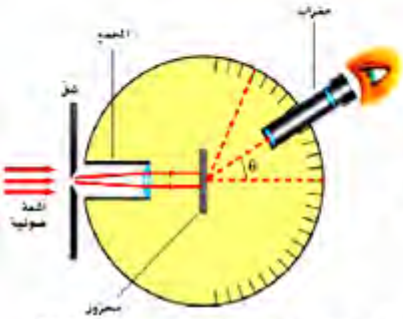
أنواع محزوزات الحيود

1- **محزوز النفاذ**: محزوز يصنع بعمل خدوش (خطوط) رفيعة جدا على الزجاج المنفذ للضوء، بواسطة رأس من الألماس، وتعمل الفراغات بين الخدوش كالشقوق. (مثال: المجوهرات تصنع أحيانا في صورة محزوز نفاذ وينشأ عنها أطيافا ضوئية)

2- **المحزوز الغشائي (محزوز طبق الأصل)**: محزوز يصنع بضغط صفيحة رقيقة من البلاستك على محزوز زجاجي، ثم يتم سحب الصفيحة ويبقى أثر على سطحها مماثل للمحزوز الزجاجي.

3- **محزوزات الأنعكاس**: محزوز يصنع عن طريق حفر خطوط رفيعة جدا على طبقة معدنية أو على سطوح الزجاج العاكس. مثال: CD أو DVD يعتبر محزوز انعكاس حيث يتكون طيف من الألوان عندما ينعكس الضوء الأبيض عنها.

قياس الطول الموجي للضوء باستخدام محزوز الحيود والمطياف



- **المطياف** هو جهاز يستخدم لقياس الأطوال الموجية للضوء في وجود محزوز الحيود.
- **طريقة استخدام المطياف**: يبعث المصدر المراد تحليله (أو قياس طوله الموجي) ضوءا باتجاه الشق، فينفذ الضوء ويسقط على محزوز الحيود، فينتج المحزوز نمط حيود يمكن مشاهدته بمقراب المطياف.
- **قانون حساب الطول الموجي باستخدام محزوز الحيود**:

❖ يحدث التداخل البنائي بواسطة محزوز الحيود عند زوايا معينة على جانبي الخط المركزي المضيء ويمكن حسابها باستخدام العلاقة:

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

حيث: m: رتبة الهدبة المضيئة (.....m=0,1,2,3,4)
λ: الطول الموجي للضوء المستخدم.
d: المسافة الفاصلة بين الشقوق في محزوز الحيود.
θ: الزاوية التي تقع عندها هدبة من رتبة معينة.

❖ فبالنسبة للهدبة المضيئة من الرتبة الأولى نضع (m=1) في القانون السابق ، ومن خلاله يمكن حساب الطول الموجي للضوء الساقط

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

أي أن الطول الموجي للضوء يساوي المسافة الفاصلة بين الشقوق مضروبة في جيب الزاوية ، حيث يتكون الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى.

❖ يمكن حساب المسافة الفاصلة بين الشقوق d في محزوز الحيود من خلال العلاقة :

$$d = \frac{\text{طول المحزوز}}{\text{عدد الشقوق}}$$

تدريبات متنوعة على محزوز الحيود

تدريب1: يستعمل في جهاز المطياف محزوز حيود يحوي 12000/ cm خط . أوجد الزوايا التي توجد فيها الأهداب المضيئة ذات الرتبة الأولى لكل من الضوء الأحمر الذي طوله الموجي 632nm، والضوء الأزرق الذي طوله الموجي 421nm

.....

.....

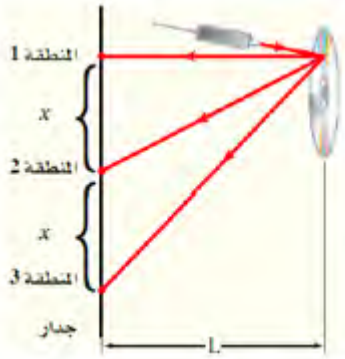
.....

.....

.....

.....

تدريب2: سقط شعاع ضوئي أخضر اللون طوله الموجي 532nm على قرص DVD فتكونت ثلاث بقع مضيئة على الحائط فاذا كان البعد بين البقع على الحائط يساوي 1.29m فاحسب التباعد بين الشقوق على قرص DVD . علما بأن الحائط يبعد مسافة 1.25m عن القرص



.....

.....

.....

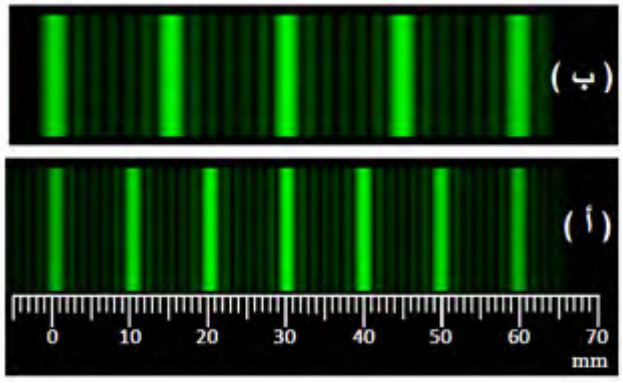
.....

.....

.....

.....

ثالثا: أضيء محزوز حيود بضوء أخضر فتكونت نمط تداخل كالمبين في الشكل (أ) المجاور على شاشة تبعد مسافة (1.2m) ، فإذا كان عدد الشقوق في وحدة الأطوال من المحزوز ($1.52 \times 10^4/m$) ، أجب عن الفقرتين(5 و 6)



5- أوجد الطول الموجي للضوء الأخضر المستخدم.

.....

.....

.....

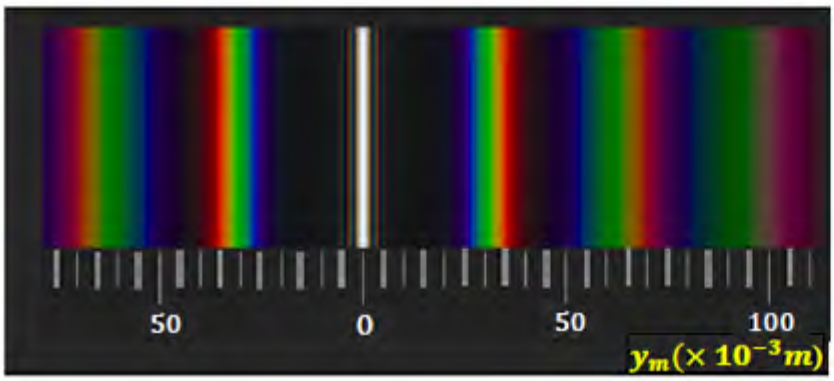
.....

.....

6- ما الذي يجب تغييره لينتج النمط الظاهر في الشكل (ب)؟ وبأي عامل؟

.....

.....



ا : أضيء محزوز حيود بضوء أبيض فتكون على شاشة تبعد عن المحزوز مسافة $(1.2m)$ نمط من الأهداب المضيئة والمعتمة كالظاهر في الشكل المجاور.

أجب عن الفقرتين (3 و 4)

3- أي الأهداب الظاهرة في الشكل هي الهدبة المركزية؟ برر إجابتك.

.....

.....

.....

4- إذا علمت أن طول موجة الضوء الأخضر الظاهر في النمط $(5.20 \times 10^{-7}m)$ فاحسب عدد الشقوق في وحدة الأطوال من المحزوز. [وظف مقياس المسافة أسفل النمط]

.....

.....

.....

.....

ثالثا : أضيء محزوز حيود بضوء ابيض فتكونت أهداب مضيئة وأهداب مظلمة على شاشة أمامه ، فإذا كانت المسافة بين آي شقين متجاورين في المحزوز تساوي (5.0×10^{-6}m) ، أجب عن الفقرتين 6 و 7:

6 - أوجد أقصى رتبة للأهداب المضيئة للطول الموجي(6.0×10^{-7}m) يمكن مشاهدتها .

.....

.....

.....

.....

7- علل لماذا تكون الهدبة المركزية بيضاء؟

.....

.....

❖ ثانيا : محزوز حيود فيه (105 x 1.0) شقا في المتر الواحد , يضاء بشعاع ليزر فيتكون نمط حيود على شاشة

إذا رصدت الهدبة المضيئة الثالثة عند زاوية (10.2o) , أجب عما يلي

❖ **احسب الطول الموجي لشعاع الليزر .**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ إذا أضيء المحزوز نفسه بشعاع ليزر أخر وتكون نمط حيود بحيث رصدت فيه الهدبة المضيئة الثالثة عند زاوية (14.1^o)

فسر لماذا الطول الموجي لهذا الشعاع أطول من الطول الموجي للشعاع الأول .

.....

.....

.....

.....

.....

س47) أضيء محزوز حيود بضوء أحادي اللون فتكون نمط للأهداب المضيئة والاهداب المظلمة على شاشة إذا كان بُعد الهدبة المضيئة الخامسة عن الهدبة المركزية يساوي $(0.6m)$ فأوجد :

1) البعد بين أي هدبين مضيئين متجاورين (Δy).

2) بعد الهدبة المضيئة الثالثة عن الهدبة المركزية .

HAMD ABD ELGAWWAD

أولا : ضع إشارة (✓) داخل المربع أمام أنسب إجابة أو تكملة لكل مما يلي :

16- أي من القيم التالية لفرق المسار بين موجات مصدرين مترابطين لا ينتج عنها هدبة مظلمة؟

☐ $\frac{3}{2}\lambda$ ☐ 1.2λ ☐ $\frac{\lambda}{2}$ ☐ 2.5λ

17- أي من الأطوال الموجية الآتية يمكن أن ينتج عن سقوطه على شقين المسافة بينهما (500 nm) نمط تداخل ؟

☐ 400 nm ☐ 550 nm ☐ 600 nm ☐ 700 nm

19-أضيء محزوز بضوء أبيض فتكونت أهداب مضيئة ومظلمة على شاشة أمامه، أي مما يلي صحيح لنمط التداخل الناتج ؟

☐ جميع الأهداب ملونة. ☐ جميع الأهاب بيضاء.

☐ لا ينتج نمط تداخل لأن المصادر غير مترابطة . ☐ الهدبة المركزية بيضاء والأهداب الأخرى ملونة.

17- أي من الأطوال الموجية الآتية لا يمكن أن ينتج عن سقوطه على شقين المسافة بينهما (500 nm) نمط تداخل ؟

☐ 400 nm ☐ 550 nm ☐ 600 nm ☐ 700 nm

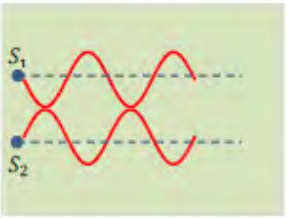
19-أضيء محزوز بضوء أحادي اللون فتكونت أهداب مضيئة ومظلمة على شاشة أمامه ، أي مما يلي صحيح للهدبتين المضيئتين الأولى والثانية ؟

☐ زاوية انحراف الهدبة الأولى أكبر. ☐ عرض الهدبة الأولى أكبر.

☐ زاوية الانحراف للهدبتين متساوي . ☐ عرض الهدبة الثانية أكبر .

النموذج التدريبي الرابع :

أولا : ضع إشارة (✓) داخل المربع أمام أنسب إجابة لكل مما يلي:



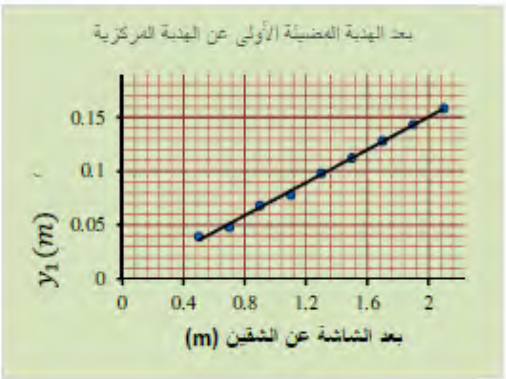
13- أي مما يلي صحيح للمصدرين في الشكل المجاور؟

☐ متفقان في الطور

☐ متعاكسان في الطور

☐ فرق الطور بينهما $\frac{\pi}{2}rad$

☐ فرق الطور بينهما $\frac{3\pi}{2}rad$



14-يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات بعد الهدبة المضيئة الأولى عن الهدبة المركزية بتغير بعد الشاشة عن شقين يُضاءان بضوء أحادي اللون. ماذا يمثل ميل الخط المستقيم في الرسم؟

☐ البعد بين الشقين.

☐ عدد الأهداب المضيئة.

☐ عدد الأهداب المعتمة.

☐ الطول الموجي مقسوما على المسافة بين الشقين.

5) أي من الأطوال الموجية الآتية يمكن أن ينتج عنه نمط تداخل عند سقوطه على شقين المسافة بينهما $(400\,nm)$

أ) $450\,nm$ ب) $350\,nm$ ج) $500\,nm$ د) $550\,nm$

6) في تجربة شقي يونج شرط الحصول على نمط تداخل مستقر بوساطة مصدرين ضوئيين نقطيين أن يكون المصدرين

أ) مترابطين ب) متقاربين ج) لهما اللون نفسه د) متقاربين ولهما اللون نفسه

7) أضيء شقان بضوء وحيد اللون فتكون نمط تداخل على شاشة بعيدة جداً , إذا كان بُعد الهدبة المضيئة الأولى عن الهدبة المركزية $(0.10m)$ تقريباً , ما بُعد الهدبة المظلمة الثانية عن الهدبة المركزية تقريباً :

أ) $0.20\,m$ ب) $0.050\,m$ ج) $0.15\,m$ د) $0.25\,m$

8) أي من القيم التالية لفرق المسار بين موجات مصدرين مترابطين لا ينتج عنها هدبة مظلمة :

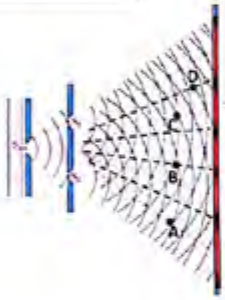
أ) $\frac{3}{2}\lambda$ ب) 1.2λ ج) $\frac{\lambda}{2}$ د) 2.5λ

حتى يتكون نمط التداخل يجب أن تكون $\lambda \prec d$

9) أي من الأطوال الموجية الآتية يمكن أن ينتج عن سقوطه على شقين المسافة بينهما $(500\ nm)$ نمط تداخل ؟

أ) $400\,nm$ ب) $500\,nm$ ج) $650\,nm$ د) $700\,nm$

10) الشكل المجاور يظهر نمط تداخل مستقر , عند أي النقاط الأربع يكون فرق المسار الأقل :



أ) A

ب) B

ج) C

د) D

11) في تجربة الشق المزدوج يكون فرق المسار بين أمواج الشقين عند الهدبة المظلمة الثالثة يساوي :

أ) $\frac{\lambda}{2}$ ب) $\frac{3\lambda}{2}$ ج) $\frac{5\lambda}{2}$ د) $\frac{7\lambda}{2}$

12) يكون المسار من أحد الشقين إلى الهدبة المظلمة الأولى أطول أو أقصر من المسار من الشق الثاني للهدبة نفسها

أ) بطول موجي واحد ب) بنصف طول موجي

ج) بربع طول موجي د) بثلث طول موجي

13) النقطة التي تصل إليها الموجة من أحد الشقين متأخرة بطول موجي واحد عن الموجة من الشق الآخر تكون

أ) الهدبة المظلمة الأولى ب) الهدبة المضيئة الأولى

ج) الهدبة المظلمة الثانية د) الهدبة المضيئة الثانية

14) عند الهدبة المظلمة الثانية أن يكون :

أ) $d\sin\theta=\lambda$ ب) $d\sin\theta=\frac{\lambda}{2}$ ج) $d\sin\theta=\frac{3\lambda}{2}$ د) $d\sin\theta=\frac{2\lambda}{3}$

15) في نموذج تداخل الشقين إذا زيدت المسافة بين الشقين :

أ) يزداد فرق المسار بين الموجتين لجميع الأهداب ب) يقل فرق المسار بين الموجتين لجميع الأهداب .

ج) يقل عدد الأهداب المضيئة في نموذج التداخل د) يزداد عدد الأهداب المضيئة في نموذج التداخل .