A
S
S
P

12

التداخل والحيود

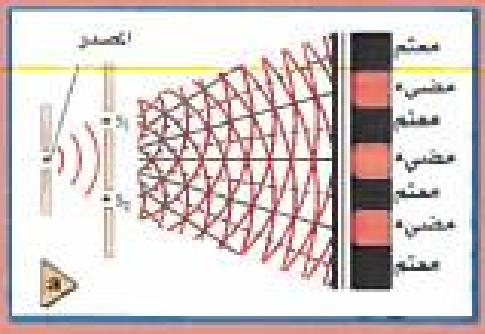
دائرة التعليم والمعرفة
DEPARTMENT OF EDUCATION AND KNOWLEDGE

الوحدة 8

8

العام الدراسي 2017-2018

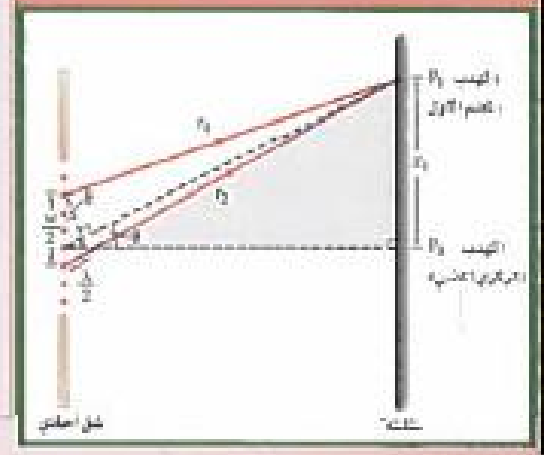
التداخل والحيود



الفيزياء

الثاني عشر الفصل الدراسي الثالث

الاسم : .....



وزارة التربية والتعليم
دائرة التعليم والمعرفة
برنامج الدعم المدرسي

برنامج الدعم المدرسي
مركز ام الامارات - مركز أم كلثوم

إعداد الأستاذ
أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

الرمز	مخرجات التعلم	عنوان الوحدة (إذا انطبق)
PL3.W1.1	يفسر تكون نمط تداخل الضوء المترابط (المتزامن) عند انعكاسه على شقين	التداخل والحيود (255 – 228)
PL3.W1.2	يحل مسائل متنوعة على نمط تداخل الشقين باستخدام معادلة حساب الطول الموجي في تجربة شقي يونج	
PL3.W1.3	يوضح كيف يتشكل نمط الحيود لكل من الشق الأحادي ومحزوز الحيود	
PL3.W1.4	يحل مسائل متنوعة على نمط الحيود باستخدام معادلتي عرض الحزمة المضيئة في حيود الشق المفرد والطول الموجي من محزوز الحيود	

8-1 التداخل Interference

المصدر الأحادي اللون : هو مصدر ضوئي ذو طول موجي واحد(أو تردد واحد) .

للحصول على تداخل مستقر يجب

1) أن يكون للمصدرين نفس الطول الموجي .

2) أن يكون فرق الطور بين المصدرين ثابت (مصدران مترابطان)

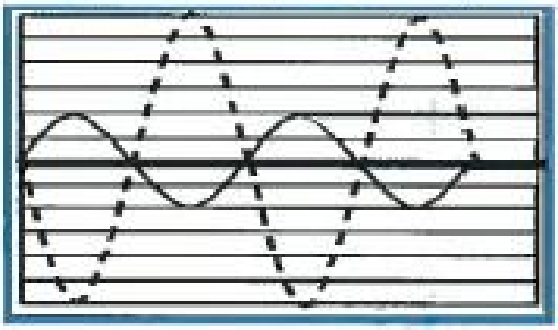
الترابط : هو ثبات فرق الطور بين موجتين أو أكثر .

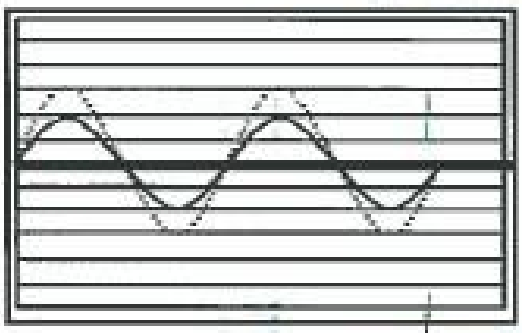
للحصول على مصدرين ضوئيين مترابطين :

نسقط ضوء أحادي اللون على شقين في لوح معتم فيعمل الشقان كمصدرين مترابطين للضوء .(صاحب الفكرة العالم يونج)

مبدأ التراكب : إزاحة الموجة المحصلة تساوي مجموع إزاحتي الموجتين المتداخلتين .

في الشكلين التاليين ارسم الموجة المحصلة واذكر نوع التداخل ؟



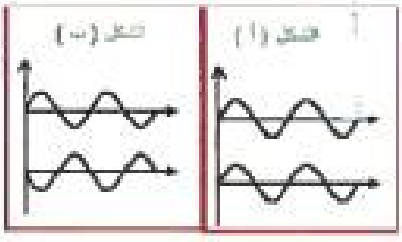


قارن بين أمواج الشكلين أ . ب من حيث :

1) الطور 2) فرق الطور 3) نوع التداخل .

الشكل (أ) متفقان ، $\theta = 0$ ، بناء

الشكل (ب) متعاكسان ، $\theta = 180$ ، هدام



أسئلة على الضوء المترابط المصدر الثنائية - آلة الليزر

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) الترابط هو الخاصية التي تحافظ فيها موجتان لهما الطول الموجي نفسه على :

أ) سعة ثابتة ب) فرق طور ثابت ج) تردد ثابت د) سرعة ثابتة

2) للحصول على تداخل مستقر يجب أن يكون فرق الطور :

أ) متغيراً ب) متزايداً ج) متغيراً أحياناً د) ثابتاً

3) إذا وضع مصباحان ضوئيان جنباً إلى جنب لا نلاحظ أي تداخل لأن :

أ) كل مصباح يصدر ضوءاً بأطوال موجية مختلفة ب) كل مصباح يصدر ضوءاً بطول موجي واحد .

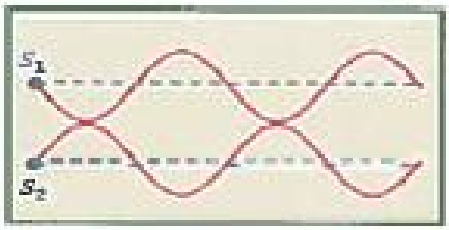
ج) ضوء المصابيح المتوهجة ليس مترابطاً د) ضوء المصابيح المتوهجة مترابط .

4) أي مما يلي يجب أن يتحقق لحدوث تداخل هدام لموجتين لهما السعة نفسها والطول الموجي نفسه :

أ) يكون الفرق في الطور بين الموجتين (180°) دائماً ب) يكون للموجتين الطور نفسه .

ج) يكون الفرق في الطور بين الموجتين (90°) دائماً د) يكون الفرق في الطور بين الموجتين (270°) دائماً

5) أي مما يلي صحيح للمصدرين في الشكل المجاور :



أ) متفقان في الطور

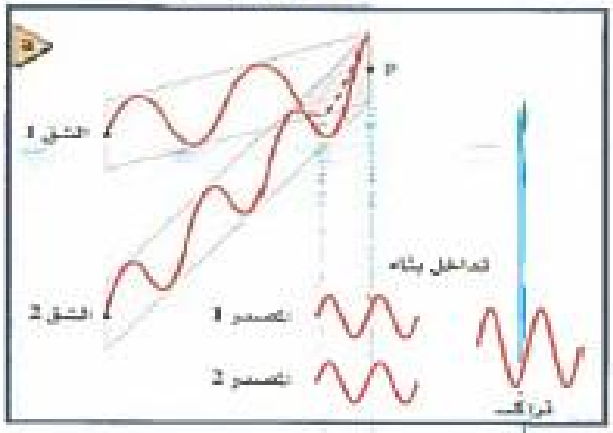
ب) متعاكسان في الطور

ج) فرق الطور بينهما $(\frac{\pi}{2} rad)$

د) فرق الطور بينهما $(\frac{3\pi}{2} rad)$

أنواع التداخل :

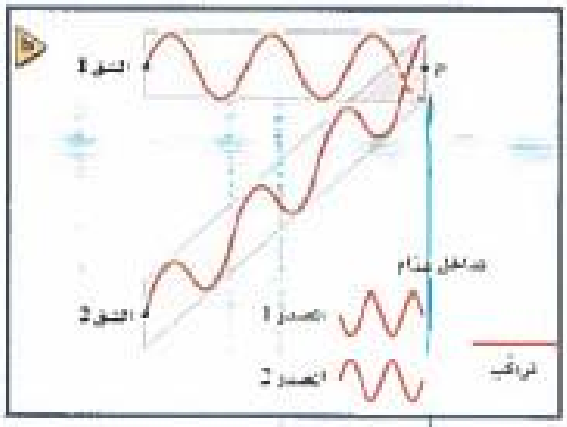
التداخل البناء



* هو إلتقاء موجتين متفقتين في الطور (قمة مع قمة أو قاع مع قاع)

* سعة الموجة المحصلة تكون أكبر من سعة كل من الموجتين المتداخلتين

التداخل الهدام



* هو إلتقاء موجتين متعاكستين في الطور (قمة مع قاع) .

* سعة الموجة المحصلة تكون أقل من السعة الكبرى .

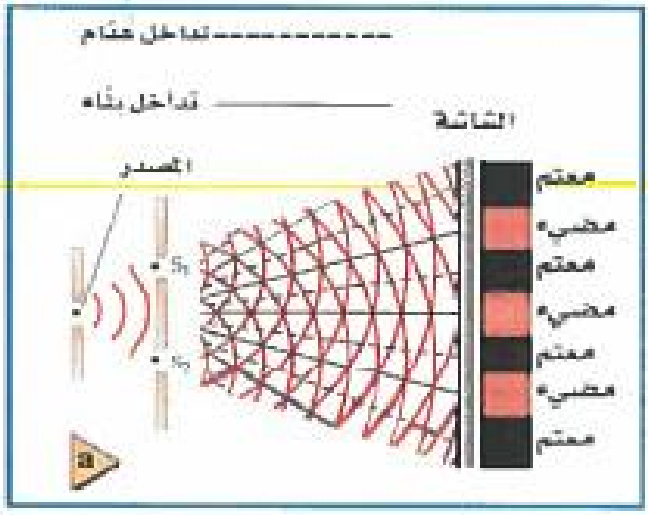
أسامة إبراهيم الحوي
0554543232

أجب عما يلي :

1) يلاحظ تداخل الصوت من خلال التفاوت في ارتفاعه كيف يلاحظ تداخل الضوء من خلال تغير السطوع

2) هل يحدث تداخل بين الضوء الصادر عن النجوم المتقاربة في السماء ولماذا . لا ، لأنها غير مترابطة

تجربة شقي يونج (الشق المزدوج)



* الهدف منها : قياس الطول الموجي للضوء .

* الأدوات :

1) شق (يعمل كمصدر أحادي اللون) .

2) شقان (مصدران مترابطان) .

3) شاشة (لرؤية التداخل) .

* شكل نموذج التداخل :

– سلسلة خطوط مضيئة ومظلمة متعاقبة .

* تفسير تكون النموذج : حيود الضوء من الشقين ثم تداخل أمواج الشقين .

– الخطوط المضيئة : تسمى الأهداب المضيئة وتنتج من التداخل البناء .

– الخطوط المظلمة : تسمى الأهداب المظلمة وتنتج من التداخل الهدام .

– الهدب في مركز الشاشة يكون دائماً مضيء ويسمى الهدب المركزي وهو الأشد إضاءة .

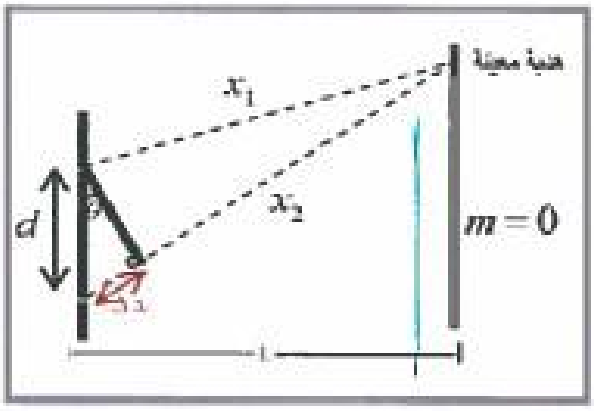
وقد أثبت توماس يونج من هذه التجربة أن للضوء خصائص موجية (التداخل)

ترقيم الأهداب (رتبة الهدب m)

هو رقم يدل على ترتيب الهدب بدءاً من الهدبة المركزية ($m=0$) .

للأهداب المضيئة : ($m=0, 1, 2, 3, \ldots$)

للأهداب المظلمة : ($m=1, 2, 3, \ldots$)



تكون المسافة الفاصلة بين الشقين والشاشة L كبيرة جداً مرة تقريباً من المسافة الفاصلة بين الشقين d

فرق المسار (δx) المسافة الإضافية

هو الفرق بين المسافتين اللتين تقطعهما موجتان تصدران من مصدرين عند وصولهما إلى نقطة واحدة .

هو الذي يحدد نوع الهدبة عند تلك النقطة .

أهداب التداخل : نمط مكون من حزم مضيئة و أخرى معتمة يحدث نتيجة التداخل البناء و التداخل الهدام .

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

عند الأهداب المضيئة

$$\Delta x = m\lambda \qquad m = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

$$\Delta x = 0 , \lambda , 2\lambda , 3\lambda , \ldots$$

فرق المسار يساوي عدداً صحيحاً من الأطوال الموجية .

($\Delta x = 1\lambda$) تعني ان موجات أحد المصدرين قطعت مسافة أكبر او أقل من مسافة موجات المصدر الآخر بطول موجي واحد

عند الأهداب المظلمة

$$\Delta x = (m - \frac{1}{2})\lambda \qquad m = 1 , 2 , 3 , \ldots$$

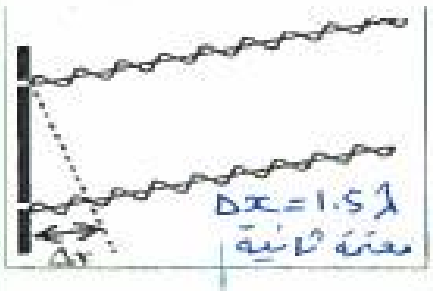
المظلمة الأولى ($\Delta x = \frac{1}{2}\lambda$) ، المظلمة الثانية ($\Delta x = 1.5\lambda = \frac{3}{2}\lambda$)

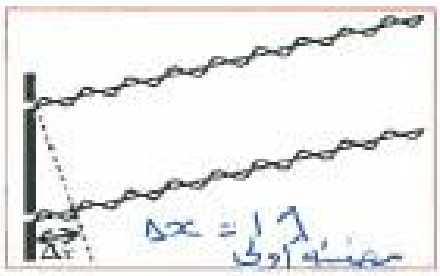
$$\Delta x = \frac{\lambda}{2} , \frac{3\lambda}{2} , \frac{5\lambda}{2} , \ldots$$

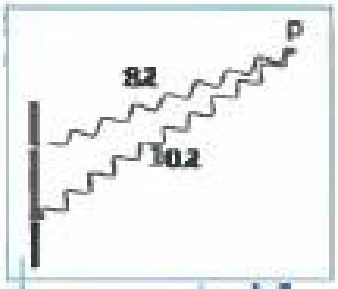
فرق المسار يساوي عدداً فردياً من أنصاف الأطوال الموجية .

للمسافة الإضافية

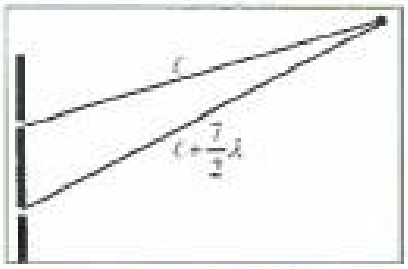
حدد نوع البقعة ورتبتها في الحالات التالية







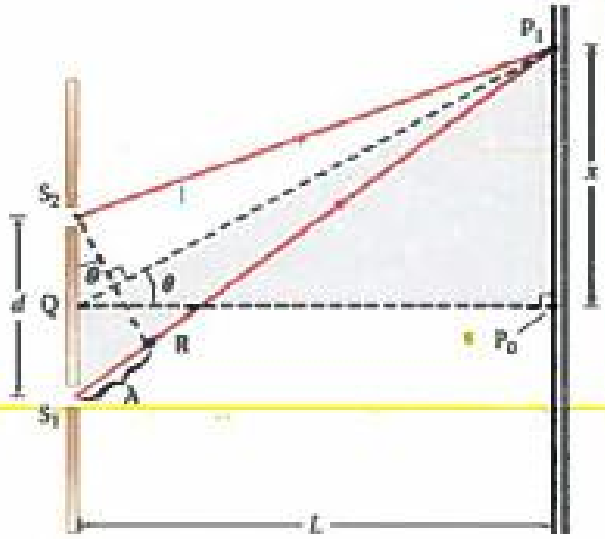
$\Delta x = 10\lambda - 8\lambda$
$= 2\lambda$
بقعة ثانية



$\Delta x = \frac{7}{2}\lambda = 3.5\lambda$
بقعة رابعة .

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

قياس الطول الموجي للضوء



نلاحظ من الشكل أن الموجتين تتداخلان تداخلاً

بناءً على الشاشة لتكوين الهدب المركزي المضيء عند النقطة P_0؛

وذلك لأن الموجتين الطور نفسه، وتقطعان المسافة نفسها من كل شقّ إلى النقطة

كما يوجد أيضاً تداخل بناء عند الهدب المضيء P_1 على جانبي الحزمة المركزية؛ لأن

القطعة المستقيمة P_1S_2 يزيد طولها بمقدار طول موجي واحد λ عن قطعة P_1S_1

من المثلث الصغير S_2RS_1 $\sin(\theta) = \frac{\lambda}{d}$

من المثلث الكبير P_1P_0Q $\tan(\theta) = \frac{x}{L}$

وعند الزوايا الصغيرة يكون $(\sin(\theta) \approx \tan(\theta))$ دائماً

يحدث تداخل بناء للضوء النافذ من شقّين عند مواقع، x_m، على جانبي الهدب المركزي المضيء.

ويتم تحديد هذه المواقع باستخدام المعادلة $m\lambda = \frac{x_m d}{L}$

حيث

L : المسافة بين الحاجز ذو الشقّين والشاشة — d : المسافة بين الشقّين

Xm : المسافة بين البقعة المركزية وهدبة مضيئة ذات رتبة معينة . — λ : الطول الموجي للضوء المراد قياسه

لحساب البعد بين اي هدبين على الشاشة Δx نستعمل $\Delta x = Xf - Xi$

مثال

الطول الموجي للضوء طُبِّقت تجربة يونج لقياس الطول الموجي للضوء الأحمر، فتكوّن الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى على بُعد 21.1 mm من الهدب المركزي المضيء. فإذا كان البعد بين الشقّين 0.0190 mm، ووضعت الشاشة على بُعد 0.600 m منهما، فما الطول الموجي للضوء الأحمر؟

$10^{-9}\,m = 1\,nm$ معلومة

للتحويل من mm الى m نقسم على 1000 / نضرب بـ 10^{-3}

$\lambda = \frac{x_1 d}{L} = \frac{(21.1\times10^{-3})\times(0.0190\times10^{-3})}{0.600}$

$= 6.68\times10^{-7}\,m$

$= 668\,nm$.

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

مسائل تدريبية

1. يبعث ضوء برتقالي مُصفر من مصباح غاز الصوديوم بطول موجي 596 nm. ويسقط على شقّين البعد بينهما 1.90×10^{-3} m. ما المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب الأصفر ذي الرتبة الأولى إذا كانت الشاشة تبعد مسافة 0.600 m من الشقّين؟

$\lambda = 596\times10^{-9}$ m, d, L, x_1

$$x_1 = \frac{\lambda L}{d} = \frac{596\times10^{-9}\times0.6}{1.9\times10^{-3}} = 0.0188\ m$$

2. في تجربة يونج، استخدم الطلاب أشعة ليزر طولها الموجي 632.8 nm. فإذا وضع الطلاب الشاشة على بُعد 1.00 m من الشقّين، ووجدوا أن الهدب الضوئي ذا الرتبة الأولى يبعد 65.5 mm عن الخط المركزي، فما المسافة الفاصلة بين الشقّين؟

$\lambda = 632.8\times10^{-9}$ m, L, $x_1 = 65.5\times10^{-3}$, d

$$d = \frac{\lambda L}{x_1} = \frac{632.8\times10^{-9}\times1}{65.5\times10^{-3}} = 9.66\times10^{-6}\ m = 9.66\ \mu m$$

34. يسقط ضوء على شقّين متباعدين بمقدار 19.0 μm، ويبعدان عن شاشة 80.0 cm. فإذا كان الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى يبعد 1.90 cm عن الهدب المركزي المضيء، فما مقدار الطول الموجي للضوء؟ λ

$L = 80\times10^{-2}$, $d = 19\times10^{-6}$, $x = 1.9\times10^{-2}$, $m = 1$

$$\lambda = \frac{xd}{L} = \frac{1.90\times10^{-2}\times19\times10^{-6}}{80\times10^{-2}} = 4.51\times10^{-7}\ m = 451\ nm$$

36. يوجّه مؤشر ليزر أحمر نحو ثلاث مجموعات من الشقوق المزدوجة المختلفة. فإذا كانت المسافة الفاصلة بين الشقّين في المجموعة A 0.150 mm، وبُعد الشاشة عن الشقّين 0.60 m، أما في المجموعة B فكانت المسافة الفاصلة بين الشقّين 0.175 mm، وبُعد الشاشة عنهما 0.80 m، وفي المجموعة C كانت المسافة الفاصلة بين الشقّين 0.150 mm وبُعد الشاشة عنهما 0.80 m، فرتّب المجموعات الثلاث اعتمادًا على المسافة الفاصلة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذي الرتبة الأولى، x وذلك من المسافة الفاصلة الأصغر إلى الأكبر.

المطلوب مقارنة بين x في المجموعات المختلفة
وباعتبار أن الضوء ضوئه إذا λ ثابتة
لذلك سنقارن بين المقادير $\frac{x}{\lambda}$ لترتيب المجموعات

$$\frac{x_A}{\lambda} = \frac{L}{d} = \frac{0.60}{1.5\times10^{-4}} = 4000$$

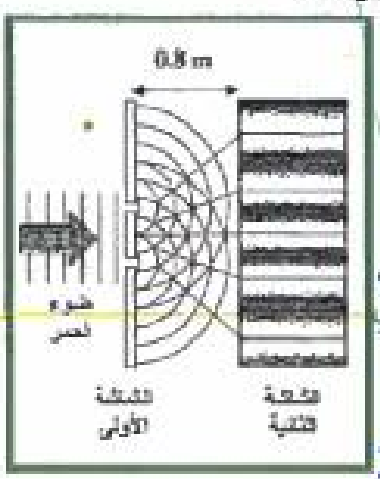
$$\frac{x_B}{\lambda} = \frac{L}{d} = \frac{0.80}{1.75\times10^{-4}} = 4571$$

$$\frac{x_C}{\lambda} = \frac{L}{d} = \frac{0.80}{1.5\times10^{-4}} = 5333$$

$x_C > x_B > x_A$

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232

يمثل الشكل أداء 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 موجيه، تداخل

2- كيف ولد توماس يونج ضوءاً مترابط من ضوء غير مترابط

وضع حاجزه ذي شق ضيق أمام مصدر ضوئي أحادي اللون

3- صف الشكل المتكون على الشاشة الثانية

يتكون نمط مكون من حزم مضيئه وحزم معتمة تفصل بينها مسافات متساوية سمي أهداب التداخل والهدب المركزية مضيئة

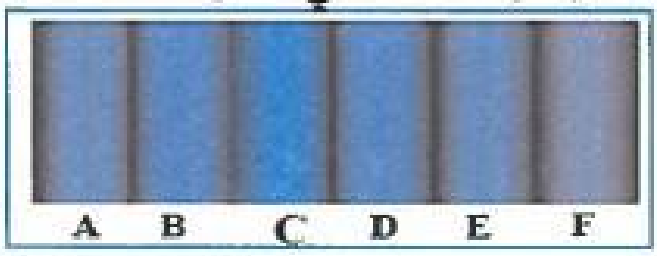
4- احسب المسافة بين الهدب المركزي المضيء والهدب المضيء ذا الرتبة الأولى.

$$x = \frac{\lambda L}{d} = \frac{700 \times 10^{-9} \times 0.8}{0.020} = 2.8 \times 10^{-5}\ m$$
$$= 28\ \mu m$$

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

تظهر ألهداب ملونه بدلاً من الحزم المضيئه والمعتمة. ويكون الهدب المركزي أبيض دائماً.

أضيء شقان بضوء أزرق فتكون على الشاشة أهداب مضيئة ومظلمة كما في الشكل :



1) أي من الأهداب الظاهرة في الشكل هو الهدبة المركزية .

C . لأنها أكثر إضاءة

2) ما الظاهرة الموجية التي أدت إلى تكون الأهداب .

التداخل (أو التداخل والحيود)

3) عند أي من الأهداب الظاهرة في الشكل يكون فرق المسار مثلي الطول الموجي 2λ .

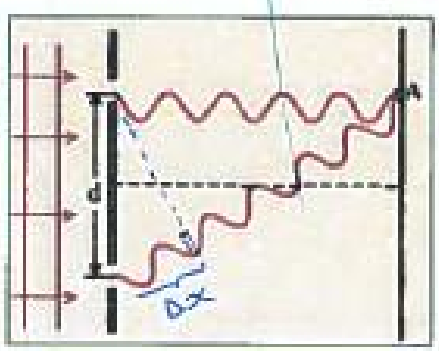
A - E لأن فرق المسار هو 2λ يخص الهدبه الثانيه

4) ما المتغير الذي يحدد المسافة بين كل هدبين مضيئين متتاليين إضافة لمتغير المسافة بين الشقين ومتغير بعد الشاشة .

الطول الموجي (λ) لذا $x = \frac{\lambda L}{d}$

أسامة إبراهيم الحوي
0554543232

يضاء شقان متوازيان بضوء أحادي اللون وترصد الهدبة المتكونة عند النقطة (A) في نمط التداخل الناتج كما



في الشكل المجاور . أجب عما يلي :

1) ما نوع الهدبة . وما رتبتها . [فرق المسار = صفر] مضيئة ، الأولى

2) ماذا يحدث لموضع الهدبة بالنسبة للهدبة المركزية إذا انقصنا المسافة بين الشقين . x

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↑ ↓ تزداد بنفس النسبة

أجريت تجربة الشق المزدوج بالضوء الأحمر ماذا يحدث للبعد بين الأهداب في نموذج التداخل في الحالات التالية x

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

1) إذا قلت المسافة بين الشقين . d

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↑ تزداد

2) إذا استبدل الضوء الأحمر بالأزرق . (λ) [$\lambda_{أزرق} < \lambda_{أحمر}$] ← قل الطول الموجي

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↓ يقل

3) إذا قل تردد الضوء المستخدم (f) .

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↑ تزداد x ← تزداد λ وبزيادة λ ل تزداد

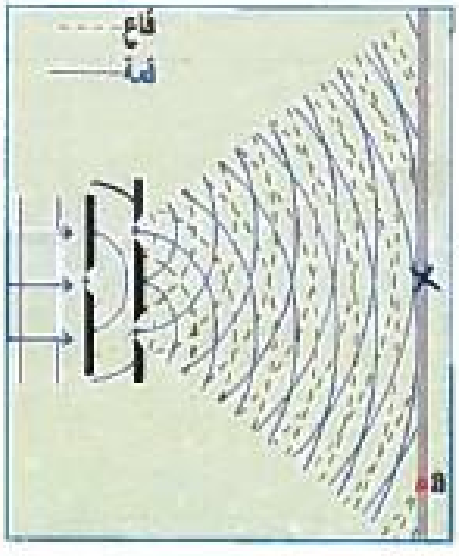
4) إذا أصبح البعد بين الشقين d كبيراً جداً .

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↓ ← تقل المسافة وتتقارب الأهداب ويصعب تمييزها

5) إذا أبعدت الشاشة عن الشقين L

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↑ يزداد

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



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

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

مضيئة أولى

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

ضع إجابتك بالحسابات اللازمة .

لا تظهر لأنه بزيادة L تزداد x

ولن يكون لها مكان على الشاشة

$x = \frac{\lambda L}{d}$ ↑

8–2 الحيود Diffraction

عندما يمر الضوء خلال شق ضيق عرضه أكبر من الطول الموجي للضوء، فإنه يحيد عن كلتا الحافتين

مقدمات الموجات الضوئية المنتظمة تنحني حول حواف فتحة في حاجز في أثناء نفاذها خلال هذه الفتحة؛ أي يحدث لها حيود.

ولقد تم تفسير تكون ذلك النمط بالاعتماد على مبدأ هيجنز الذي يبين ان جميع النقاط على مقدمة الموجات الضوئية تمثل مصادر ضوئية نقطية فتتداخل موجات هيجنز تداخل بناء وتداخل هدام لتكوين النمط .

يزداد عرض هذه المناطق

كلما ابتعدنا عن الهدب المضيء المركزي أي ان الاهداب تتباعد ويقل سمكها كلما ابتعدنا عن الهدب المركزي

- يزداد عرض الهدبة المركزية المتكونة عندما يكون الطول الموجي للضوء أكبر.
- عند استخدام الضوء الأبيض يكون النمط المتكون مزيجا من أنماط ألوان الطيف.

علل ما يلي :

1) يسهل ملاحظة حيود الصوت مقارنة مع حيود الضوء .

لأن الطول الموجي للصوت أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء .

2) إذا وقفت بالقرب من زاوية مبنى تستطيع سماع صوت شخص يتحدث في الناحية الأخرى مع انك لا تراه .

بسبب حيود موجات الصوت عند الزوايا والحواف

3) يمكن التقاط موجات الراديو من خلف المباني والجبال مع عدم رؤية عمود الإرسال .

لأن طولها الموجي كبير فيحدث لها حيود كبير .

4) وضوح حيود موجات الراديو بالمقارنة مع الموجات المرئية .

لان طولها الموجي أكبر بكثير

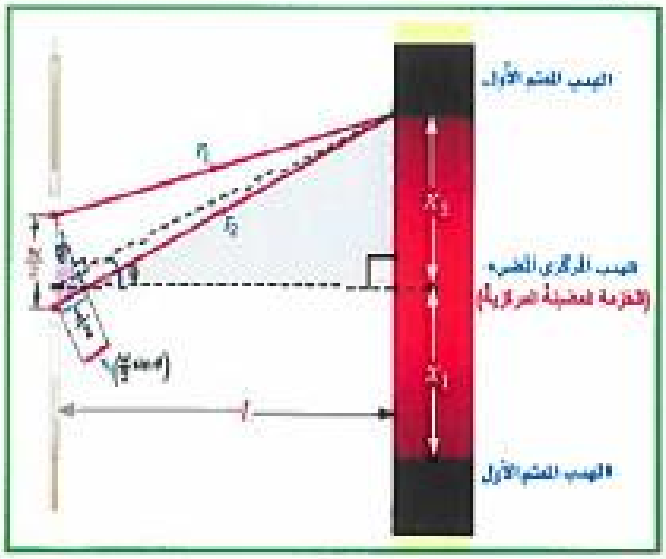
5) حتى يلاحظ حيود الضوء يجب أن يصطدم بفتحة صغيرة جداً او حافة حادة جداً جداً .

لان طوله الموجي صغير جداً يجب أن تكون الفتحة صغيرة جداً.

•قارن بين عرض الحزمة المركزية المضيئة في نمط حيود الشق الأحادي ؟ ونمط تداخل الشق المزدوج ؟

متطابقة ، لأن تداخل الشق المزدوج ينتج عن تداخل أنماط حيود الشق الأحادي للموجات الناتجة عن الشقين .

قانون الشق الأحادي:



وبما ان فرق المسار يساوي $(\frac{\lambda}{2})$ عندما يكون فرق الطور (180°) فان هذه الموجات سوف تتداخل تداخل هدام تام عندما تلتقي على الشاشة وتكون مناطق معتمة

حساب البعد بين الهدب معتم من رتبة معينة والهدب المركزي

$$X_m = \frac{m\lambda L}{w}$$

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.

وبشكل عام نحصل على اهداب معتمة عندما يكون

$$\sin(\theta)_{dark} = m\frac{\lambda}{w}$$

مسائل متنوعة على حيود الشق الأحادي

$L = 75\times10^{-2}$ $\quad w = 0.095\times10^{-3}m$ $\quad \lambda = 546\times10^{-9}m$

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؟

$$x = \frac{\lambda L}{w} = \frac{546\times10^{-9}\times75\times10^{-2}}{0.095\times10^{-3}} = 4.3\times10^{-3}m$$

$$= 4.3\,mm$$

$2x$ عرض الهدبة المركزية

$8.6\,mm$

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؟

$\frac{\lambda}{425nm}$ $\quad \frac{L}{75cm}$ $\quad \frac{2x}{0.60\,cm}$

$$x = \frac{\lambda L}{w}$$

$$\downarrow$$

$$2x = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\Rightarrow w = \frac{2\lambda L}{2x} = \frac{2\times425\times10^{-9}\times75\times10^{-2}}{0.60\times10^{-2}} = 1.1\times10^{-4}\,m$$

أسامة إبراهيم النحوي
ZAYED
0554543232

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؟

$$x = \frac{\lambda L}{w} \Rightarrow 2x = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\lambda = \frac{(2x)w}{2L} = \frac{(24\times10^{-3})\times(0.0295\times10^{-3})}{2\times60\times10^{-2}} = 5.9\times10^{-2}\ nm$$

$$(5.9\times10^{-7}\ m)$$

يمر 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؟

$$\lambda = \frac{(2x)w}{2L} = \frac{(1.2\times10^{-2})(0.01\times10^{-2})}{2\times1} = 6\times10^{-7}\ m = 600nm$$

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 نادى الطالب عرض الهدب المركزي المضيء . أجب عن السؤالين التاليين

a. فأيّ المرشّحين ينتج هدبًا ضوئيًا أكثر عرضًا؟

b. احسب عرض الهدب المركزي المضيء لكل من المرشّحين.

(a) الأحمر لان عرض الهدب يتناسب طرديا مع الطول الموجي.

(b)

$$2x_{\text{أحمر}} = \frac{\lambda L}{w} = \frac{622\times10^{-9}\times1}{0.050\times10^{-3}} = 0.012\ m$$

$$0.025\ m = 25\ mm = \text{عرض الهدب } (2x)$$

$$2x_{\text{أزرق}} = \frac{\lambda L}{w} = \frac{441\times10^{-9}\times1}{0.050\times10^{-3}} = 9\ mm$$

$$18\ mm = \text{عرض الهدب } (2x)$$

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؟

$2x$ عرض الهدب المضيء الأول

و للحصول على عرض الهدب المعتم (المسافه بين مركز النمط والهدب المعتم) نقسم ($2x$) على 2

$$x = \frac{\lambda L}{w} = \frac{4.5\times10^{-5}\times1}{0.015\times10^{-2}} = 0.3\ m$$

عند مرور الضوء خلال فتحة صغيرة فانه يحيد ، وتتكون سلسلة من الأهداب المضيئة والمعتمة على شاشة . بين ما يحدث لكل من:

الحزمة المضيئة في هيود الشق المفرد في كل من الحالات التالية

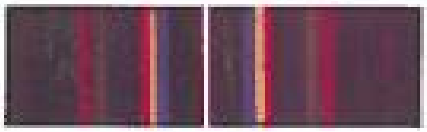
1- زيادة عرض الشق ..... تقل عرض الحزمة (2 تقل 1)

2- زيادة الطول الموجي للضوء: ..... تزداد (2 تزداد 1)

3- نقصان البعد بين الشق والشاشة ..... تقل (2 تقل 1)

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 بواسط محزوز الحيود: عبارة عن أهداب مضيئة ضيقة تفصلها مسافات متساوية. وكلما زاد عدد الشقوق في وحدة الطول أصبحت الأهداب أكثر ضيئا في نمط الحيود.



نمط الحيود الذي ينتجه المحزوز للضوء الابيض

أنواع محزوزات الحيود

1- **محزوز النقط**: 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)

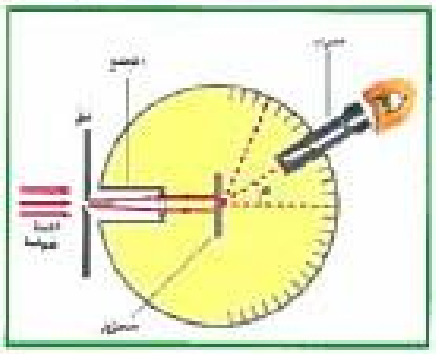
2- **المحزوز الشفاف (محزوز طبق الأصل)**: محزوز يصنع بضغط صفيحة رقيقة من البلاستك على محزوز زجاجي، ثم يتم سحب الصفيحة ويبقى أثر على سطحها مماثل للمحزوز الزجاجي.

3- **محزوزات الانعكاس**: 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.

أسامة إبراهيم النحوي
0554543232



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

استخدامات المطياف :
1) قياس الطول الموجي للضوء بدقة .
2) تحديد التركيب الكيميائي للمصدر الضوئي المستخدم

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

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

- يمكن حساب المسافة الفاصلة بين الشقوق d في محزوز الحيود من خلال العلاقة : $d = \frac{\text{طول المحزوز}}{\text{عدد الشقوق}}$

للتذكير $d = \frac{1}{N}$

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

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.

نحسب $d = \frac{1}{N} = \frac{1}{12000} = 8.3\times10^{-5}\,cm$ و نحول الى m $d = 8.3\times10^{-7}\,m$

$m\lambda = d\sin\theta$

$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d}$

للضوء الأحمر

$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{632\times10^{-9}}{8.3\times10^{-7}}\right)$

$\theta = 49.3^{\circ}$

للضوء الأزرق

$\sin\theta = \frac{421\times10^{-9}}{8.3\times10^{-7}}$

$\theta = \sin^{-1}(0.51)$

$\theta = 30.4^{\circ}$

أجب عما يلي :

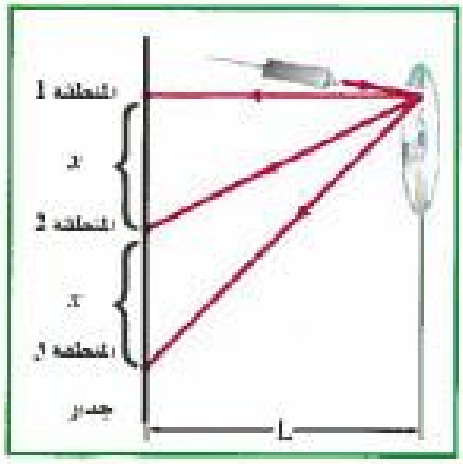
1) أيهما له زاوية انحراف أكبر في محزوز الحيود : اللون الأحمر أم الأزرق ولماذا ؟

الأحمر لان الزاوية تزيد بزيادة λ $[m\lambda = d\sin\theta]$

2) ما الترتيب التي تظهر عليه الألوان الأخضر والأحمر والبنفسجي بدءاً من الأقرب للمركز .

البنفسجي ← أخضر ← أحمر
1 2 3

سقط شعاع ضوئي أخضر اللون طوله الموجي $\lambda = 532nm$ على قرص DVD فتكونت ثلاث بقع مضيئة على الحائط فإذا 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.



نحسب θ بين المنطقة المركزية المضيئة ومنطقة أخرى

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1.29}{1.25}\right)$$

$$\theta = 45.9^\circ$$

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

$$\frac{\lambda}{\sin\theta} = d$$

$$d = \frac{532 \times 10^{-9}}{\sin 45.9} = 7.41 \times 10^{-7} m$$

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) ما الظاهرة الفيزيائية التي يعتمد عليها المطياف الضوئي في عمله :

أ) الحيود ✓ ب) التشتت ج) الانعكاس د) التأين

2) أي لون من بين الألوان التالية (الأحمر ، الأصفر ، الأخضر ، الأزرق) يكون نمط حيوده بوساطة محزوز الحيود الأعرض مقارنة بأنماط حيود بقية الألوان :

أ) الأزرق ب) الأحمر ✓ ج) الأصفر د) الأخضر

3) أضيء محزوز بضوء أحادي اللون فتكونت نمط تداخل على شاشة أي مما يلي صحيح للهدبتين المضيئتين الأولى والثانية

أ) زاوية انحراف الهدبة الأولى أكبر ب) زاوية الانحراف للهدبتين متساوي

ج) عرض الهدبة الأولى أكبر د) عرض الهدبة الثانية أكبر ✓

4) أضيء محزوز بضوء أبيض فتكونت أهداب مضيئة ومظلمة على شاشة أمامه . أي مما يلي صحيح لنمط التداخل الناتج

أ) جميع الأهداب ملونة ب) جميع الأهداب بيضاء

ج) لا ينتج نمط تداخل لأن المصادر غير مترابطة د) الهدبة المركزية بيضاء والأهداب الأخرى ملونة . ✓

5) يصعب ملاحظة حيود الضوء المرئي بالمقارنة مع حيود الصوت بسبب أن :

أ) رصد الموجات الضوئية أصعب من رصد الموجات الصوتية ب) الموجات الصوتية موجات طولية والضوئية مستعرضة

ج) الطول الموجي للضوء أقل بكثير من الطول الموجي للصوت ✓ د) سعة الموجات الصوتية أكبر من سعة الموجات الضوئية

6) محزوز حيود المسافة بين كل شقين متجاورين فيه (700nm) ، لا يمكن الحصول على نموذج تداخل واضح ناتج عن حيود الضوء إذا أضيء بضوء أحادي اللون طول موجته :

أ) 500nm ب) 600nm ج) 700nm ✓ د) 400nm

علل ما يلي :

1) ينفصل الضوء الأبيض إلى طيف من الألوان لدى دخوله في محزوز حيود .

لان زاويه التشتت تختلف باختلاف الطول الموجي $d\sin\theta = m\lambda$

2) إذا دخل ضوء أبيض على محزوز تكون الهدبة المركزية فقط أبيض .

في الهدبه المركزيه كل الأطوال الموجية السبعه لها ($\theta = 0$) فيعاد تركيبها

3) زاوية انحراف اللون الأحمر أكبر من زاوية انحراف اللون الأزرق للرتبة الأولى .

لان الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر فتكون زاويه إنحرافه أكبر

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

19. يمر ضوء طوله الموجي 632 nm خلال محزوز حيود، ويكوّن نمطًا على شاشة تبعد عن المحزوز مسافة 0.55 m. فإذا كان الهدب المضيء الأول يبعد 5.6 cm عن الهدب المركزي المضيء، فما عدد الشقوق لكل سنتمتر في المحزوز؟

للحصول على θ نستخدم قانون

$$\tan\theta = \frac{x}{L} = \frac{5.6\times10^{-2}}{0.55}$$

$$\theta = 5.8^\circ$$

هناك شق واحد خلال المسافة d

لذلك عدد الشقوق هو $\frac{1}{d}$

$$d = \frac{\lambda}{\sin\theta} = \frac{632\times10^{-9}}{\sin(5.8)}$$

$$= 6.3\times10^{-6}\ m$$

$$= 6.3\times10^{-4}\ cm$$

لذلك عدد الشقوق هو $\frac{1}{d}$

$$= 1.6\times10^{3}\ \text{شق/cm}$$

40. **المطياف** يستخدم في جهاز المطياف محزوز حيود يحوي 12000 خط/cm. أوجد الزاويتين اللتين توجد عندهما الأهداب المضيئة ذات الرتبة الأولى لكل من الضوء الأحمر الذي طوله الموجي 632 nm، والضوء الأزرق الذي طوله الموجي 421 nm.

مكرر

$$d = \frac{1}{N} = \frac{1}{12000}$$

$$= 8.3\times10^{-5}\ cm$$

$$= 8.3\times10^{-7}\ m$$

ثم نجد $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{d}\right)$ لكل لون .