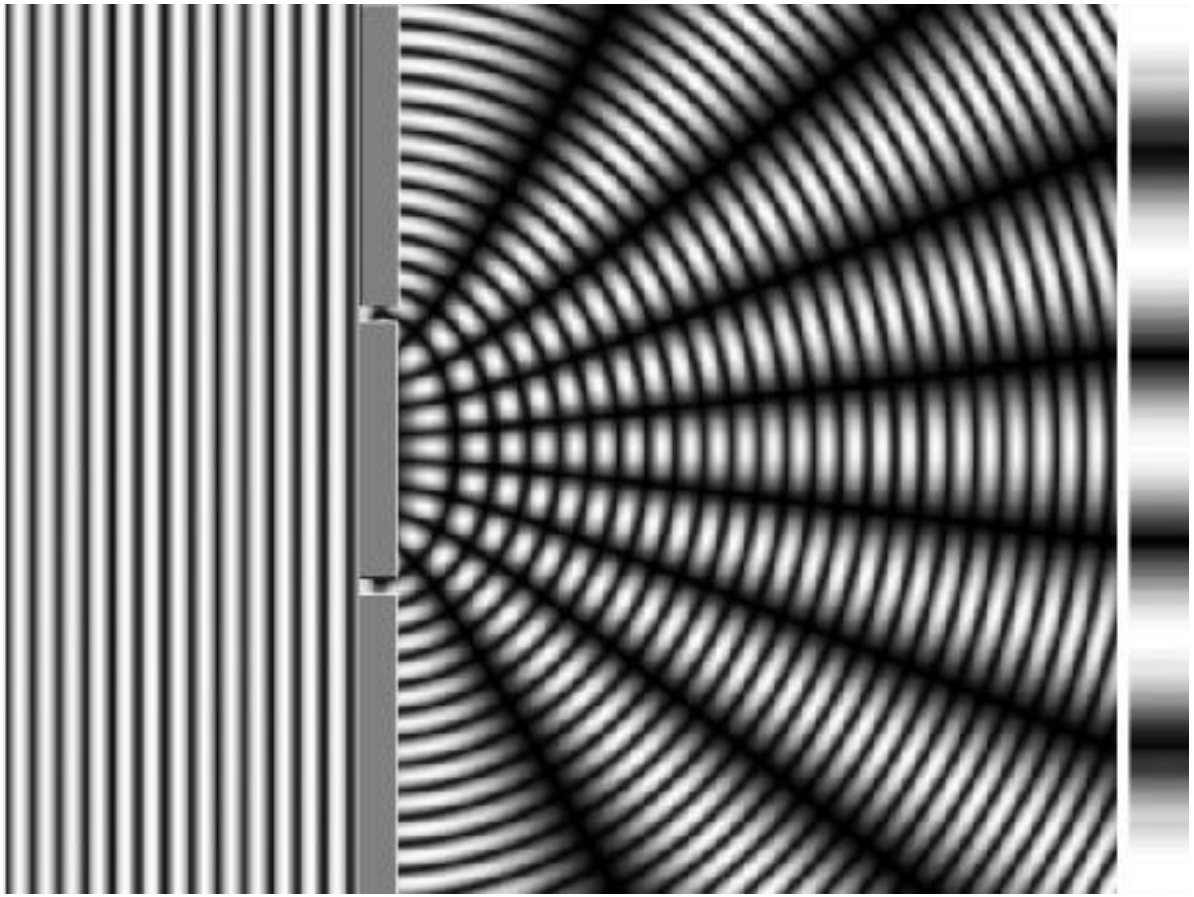
الدرس ٧-٣

تداخل الموجـــات



سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم

فيزياء

الثاني عشر

2023-2024

الوحدة السابعة:

تراكب الموجات

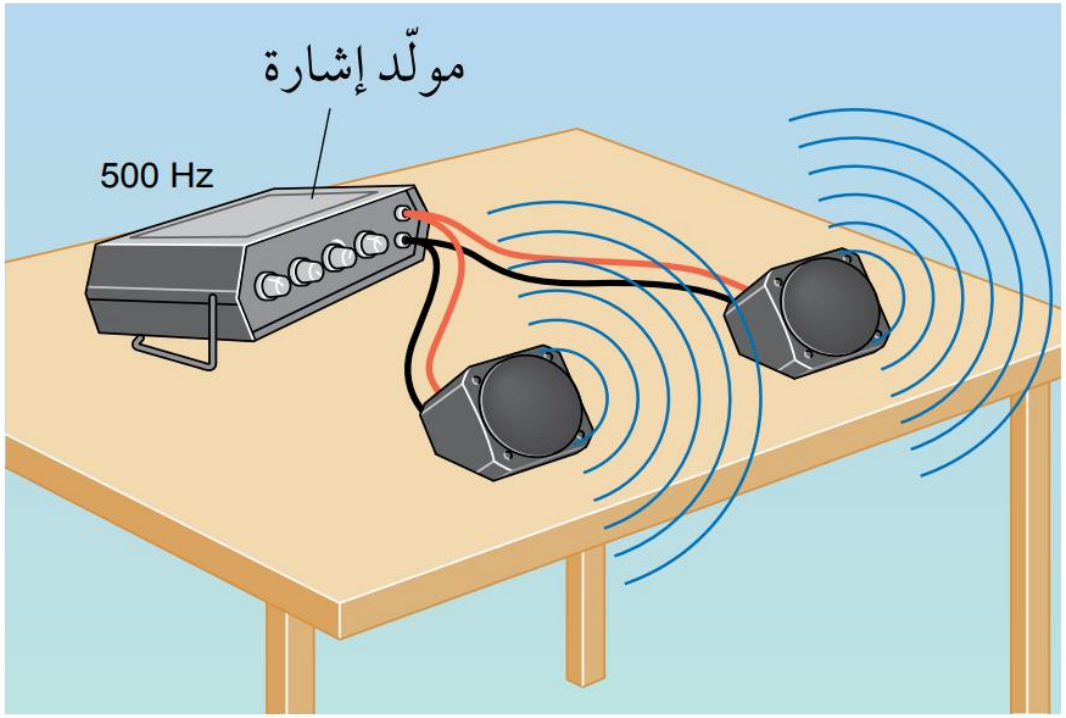
عروض تفاعلية
للصف الثـــاني عشـــر
إعداد الأستاذة فاطمة الراشدية

الأهداف

4-7	يعرّف مصطلحَي التداخل والترابط ويستخدمهما.	• يُعرّف مصطلحَي التداخل والمترابط (بالنسبة لموجتين أو مصدرين) • يستخدم مصطلحَي التداخل البناء (التداخل الأقصى) والتداخل الهدام (التداخل الأدنى) عند وصف سلوك موجتين متفاعلتين أو أكثر.
5-7	يصف التجارب التي تُظهر تداخلًا من مصدرَين باستخدام موجات الماء في حوض الموجات، وموجات الصوت وموجات الضوء والموجات الميكروية ويشرحها.	• يصف الأدوات والطرق المطلوبة لتكوين تأثيرات التداخل في موجات الماء وموجات الصوت وموجات الضوء والموجات الميكروية. • يشرح سبب حدوث التداخل في أمثلة تتضمن موجات الماء وموجات الصوت وموجات الضوء والموجات الميكروية.
6-7	يصف الشروط المطلوبة لملاحظة أهداب التداخل ثنائي المصدر.	• يصف نوع التداخل الملاحظ بناء على فرق المسار. • يصف الشروط المطلوبة لملاحظة أهداب التداخل بين الموجات من مصدرَين.

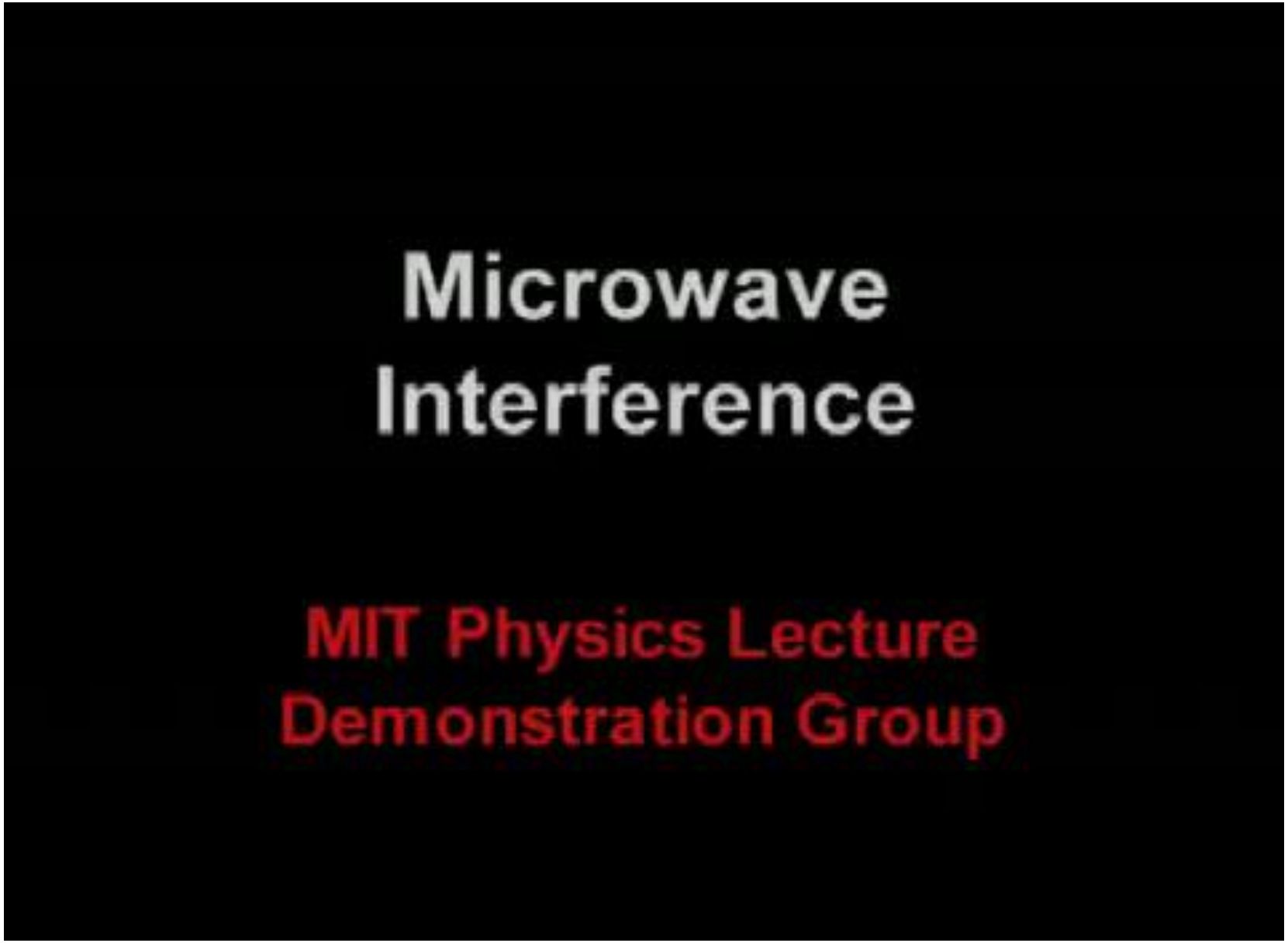
تمهيد

ماذا يحدث عندما تلتقي موجتان من نفس النوع ولهما الطول الموجي نفسه عند نقطة ما ؟

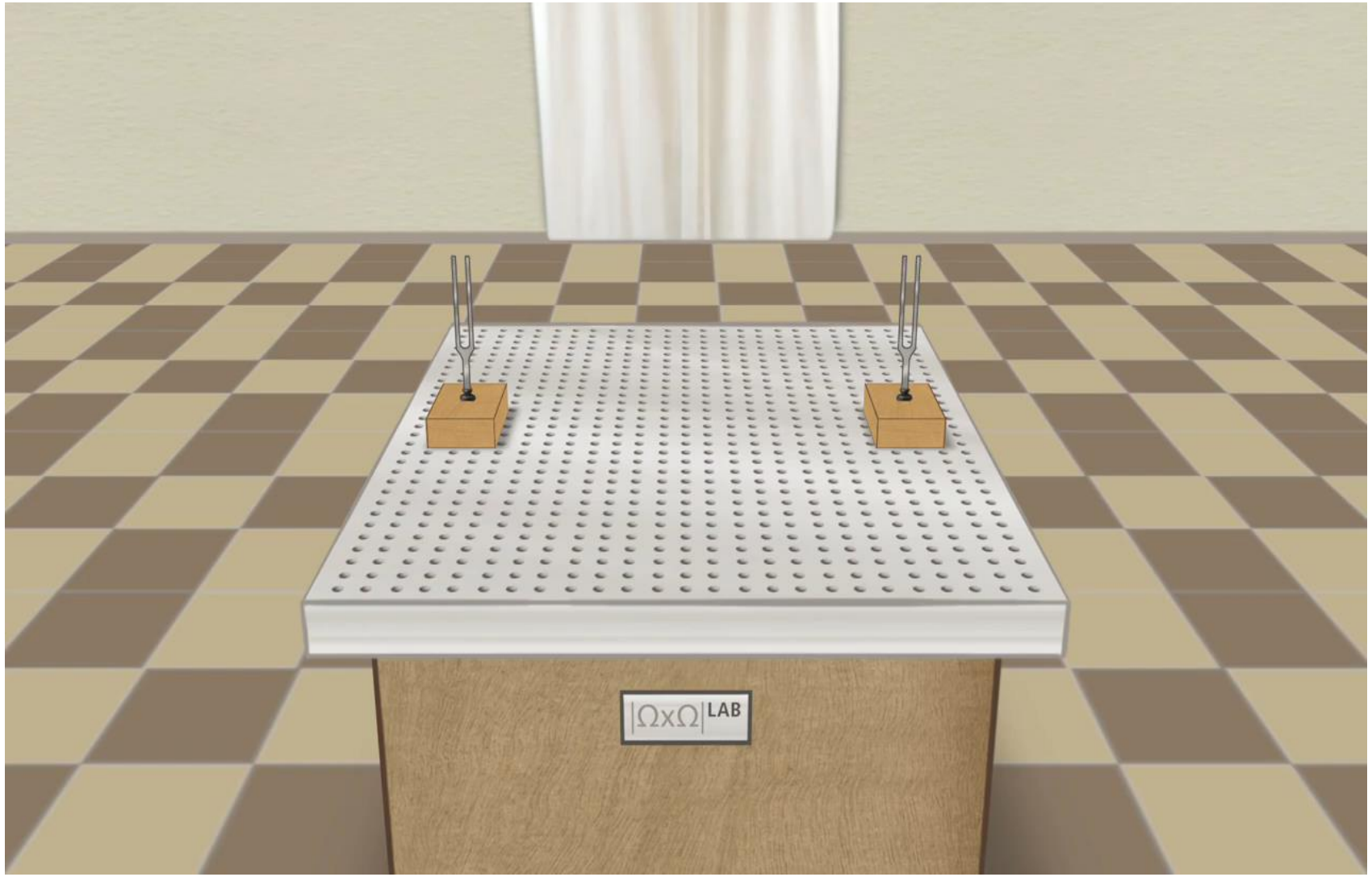


يملأ الحيز حول مكبري الصوت سلسلة من المناطق ذات الأصوات الصاخبة والهادئة

التقاء موجات ميكروية

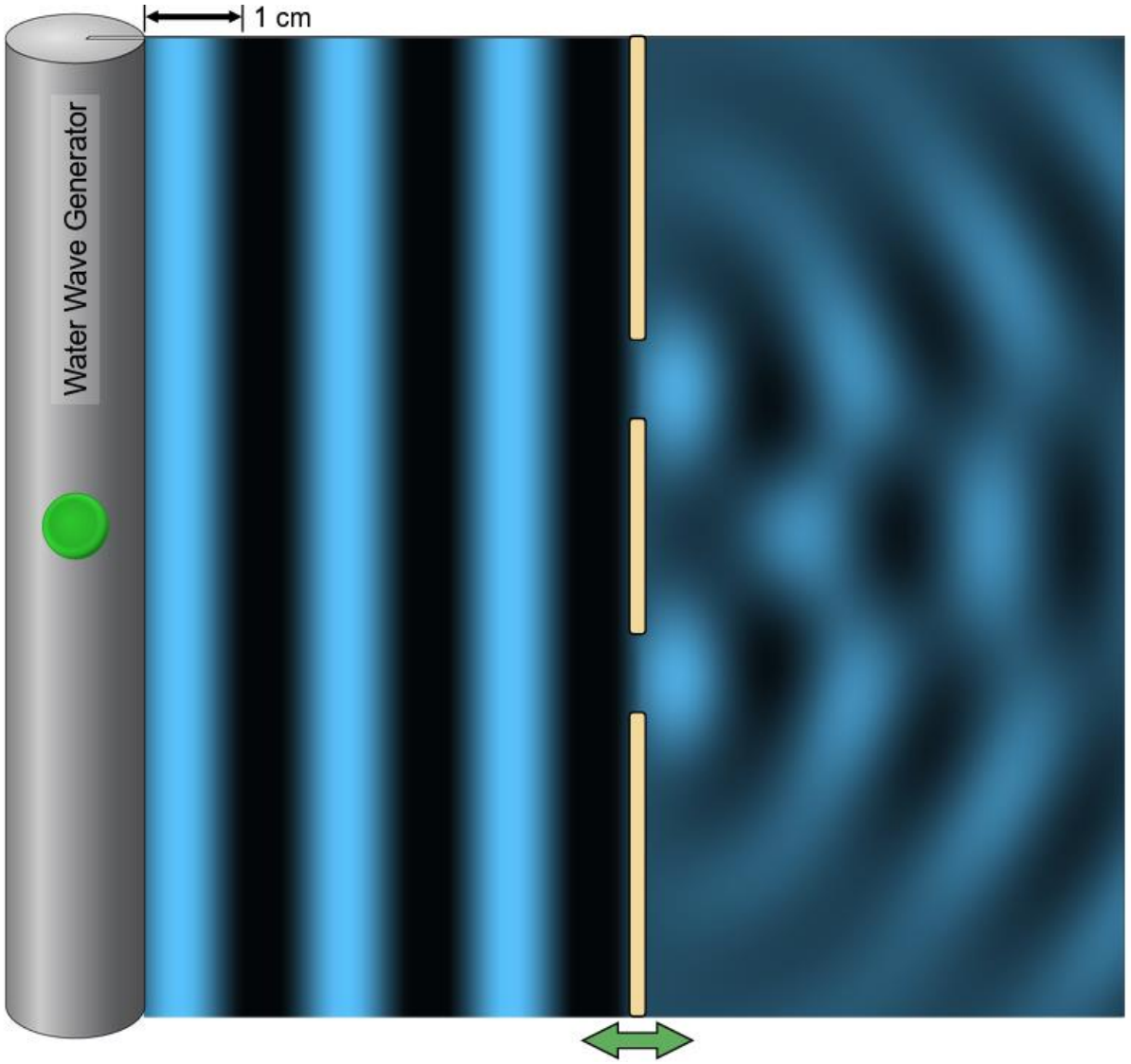


التقاء موجات صوتية



ظاهرة تداخل الموجات

تراكب موجتين أو
أكثر من مصادر
مترابطة.

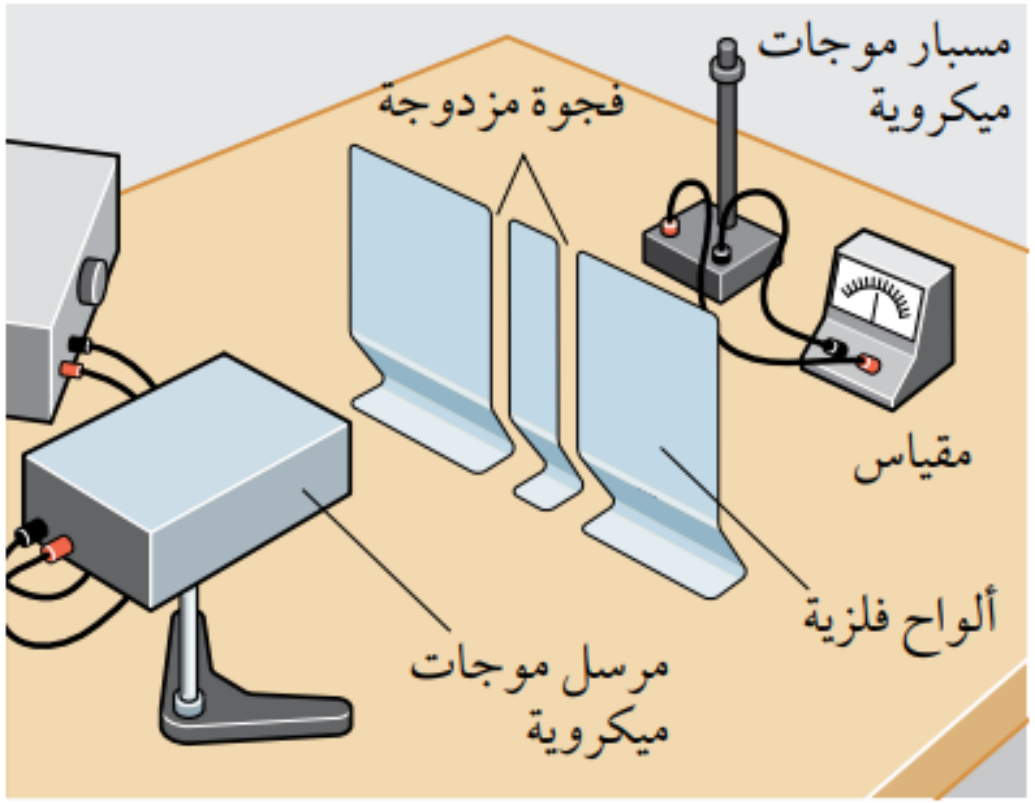


شروط التداخل الأكثر وضوحا

أن تكون الموجتين من مصدرين مترابطين :

- التردد نفسه تماما ،
- لهما فرق طور صفري أو ثابت.

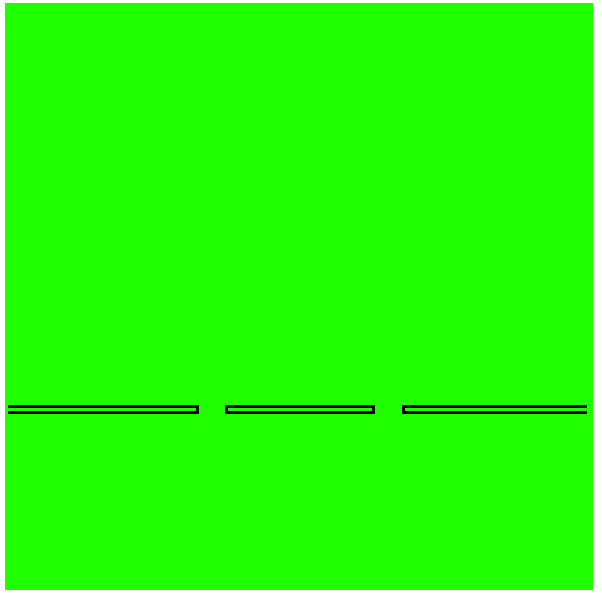
مكن الحصول عليهما : من نفس المصدر من خلال توجيه الموجة باتجاه شقين متماثلين ، كل شق يكون مصدر لموجة منفصلة.

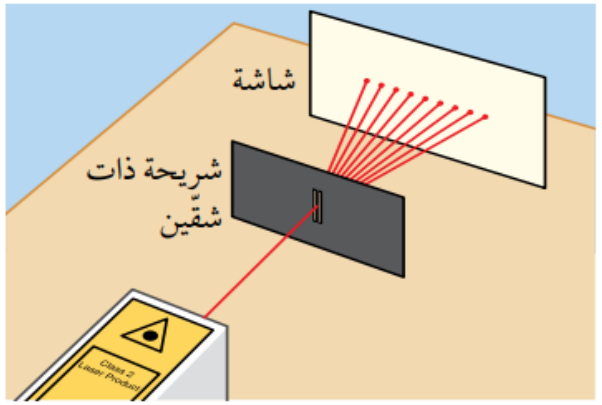


الشكل ٧-١٢ تُظهر الموجات الميكروية تأثيرات التداخل أيضًا.

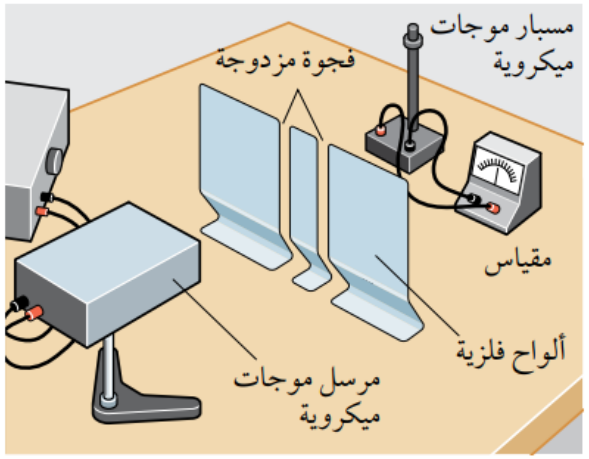
محاكاه لتجارب التداخل

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html

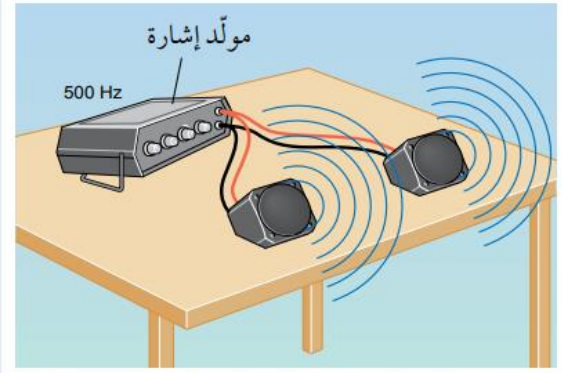




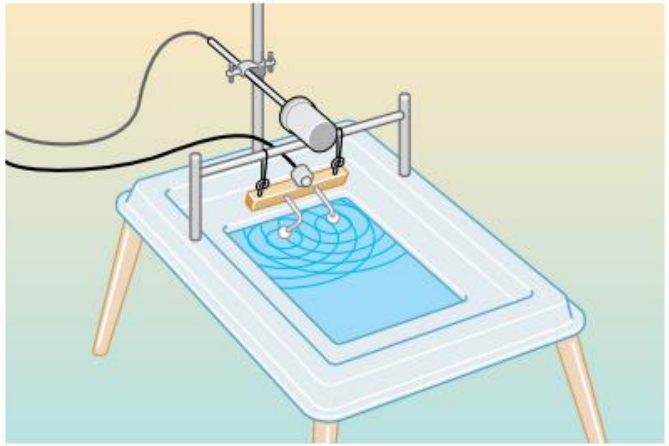
الشكل ٧-١١ يُظهر ضوء الليزر الذي يمر عبر الشقّين تأثيرات التداخل في الحيّز خلف الشقّين.



الشكل ٧-١٢ تُظهر الموجات الميكروية تأثيرات التداخل أيضًا.



الشكل ٧-٧ تتّحد الموجات الصوتية الصادرة من مكبّرَي الصوت لتعطي نمط تداخل.
(من الأفضل تنفيذ هذه التجربة في الخارج حتى لا تؤثر انعكاسات الأصوات (الصدى) على النتائج).



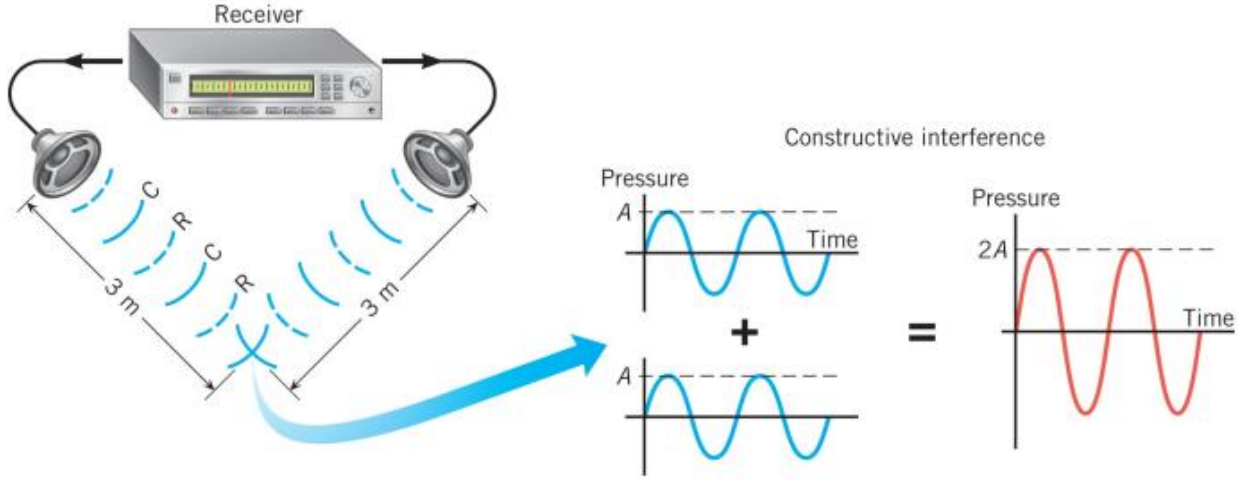
الشكل ٧-٨ يمكن استخدام حوض الموجات لعرض نمط تداخل مجموعتَين من الموجات الدائرية.

الصورة ٧-٥ تنتج الموجات الصادرة من مصدرين نقطيين نمط تداخل.

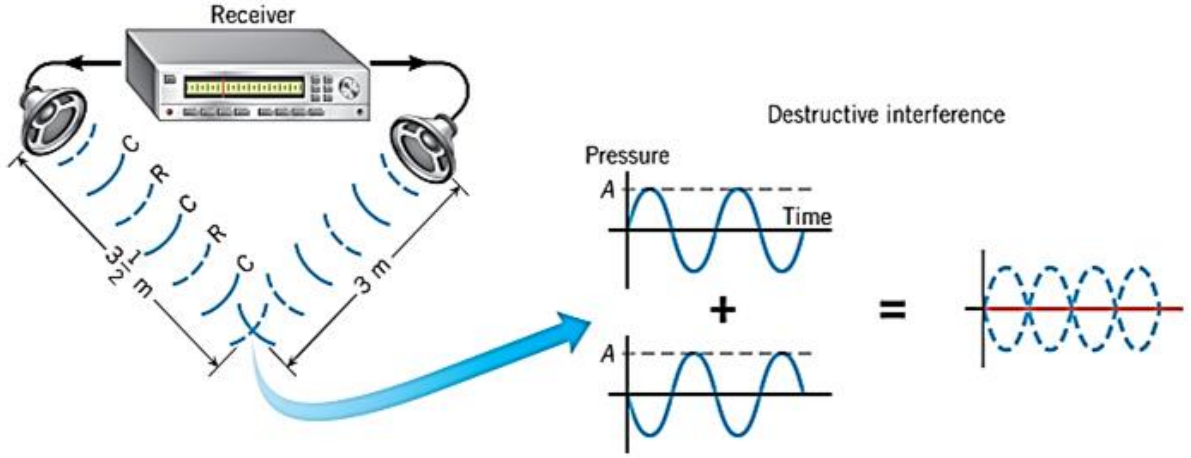
تفسير التداخل

وفق مبدأ تراكب الموجات :

- عند التقاء موجتين متفقتين في الطور تكون سعة المحصلة أكبر (مجموع السعتين)

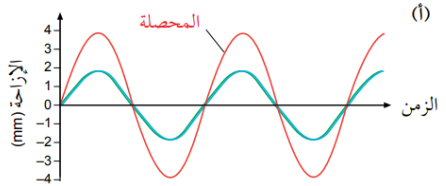
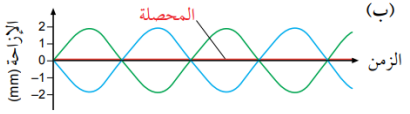


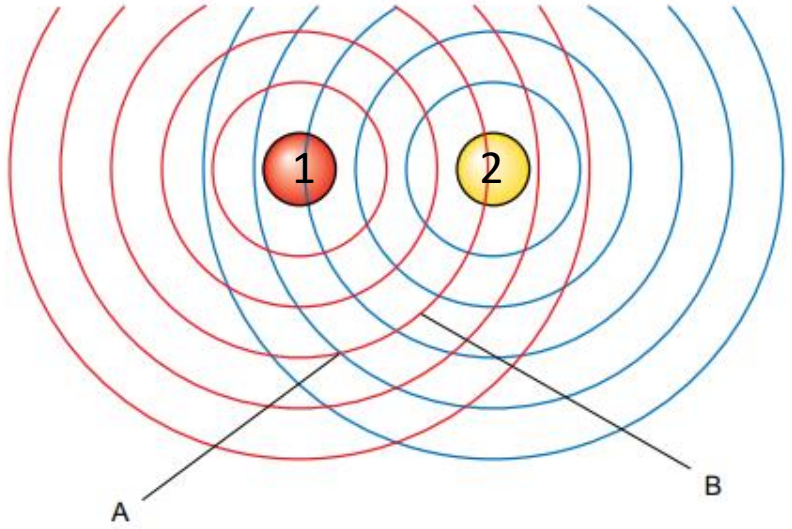
- عند التقاء موجتين متعاكستان في الطور تكون سعة المحصلة أقل ما يمكن



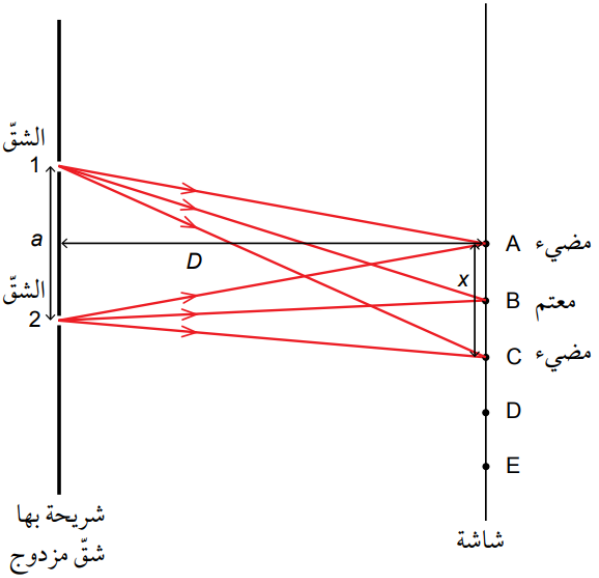
أنواع التداخل

يتحدد نوع التداخل عند نقطة من خلال تحديد فرق المسار الذي يحدد فرق الطور بين الموجتين عند نقطة معينة .

	تداخل بناء A	تداخل هدام B
التعريف	تتعزز موجتان لإعطاء سعة أكبر عند نقطة ما في حيز	تلغي موجتان احداهما الأخرى لإعطاء سعة منخفضة (أو صفرية) عند نقطة ما في حيز .
فرق الطور	0 ، 360 (متطاورتين)	180متعاكستان
التفسير وفق مبدأ تراكب الموجات		
فرق المسار	فرق المسار $= n\lambda$	فرق المسار $= (n+\frac{1}{2})\lambda$
مسميات أخرى	التداخلات القصوى للضوء (أهداب ضوئية) للصوت (ضوضاء)	التداخلات الدنيا للضوء أهداب معتمة للصوت (هدوء)



الشكل ٧-١٠ تعتمد نتيجة التداخل على فرق المسار بين الموجتَين.

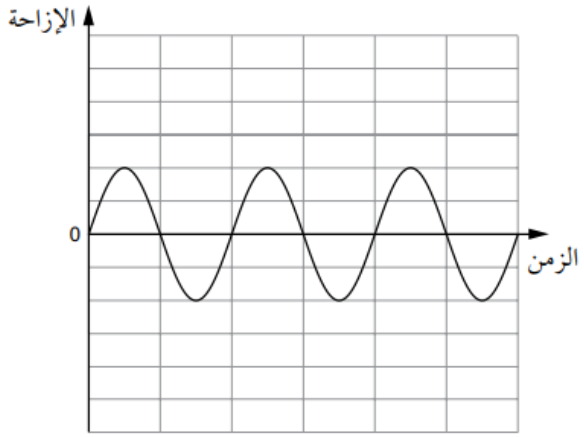


فرق المسار: المسافة الإضافية التي تقطعها إحدى الموجتين مقارنة بالموجة الأخرى ، وغالبا ما يعطى فرق المسار بدلالة طول الموجة للموجات.

فرق المسار = $n_1\lambda - n_2\lambda$

n = عدد الأطوال الموجية من المصدر إلى نقطة التداخل

١. يوضح الشكل ٧-١ تمثيلًا بيانيًا لإزاحة جسيم عند نقطة ما على سطح الماء مع مرور الزمن:



الشكل ٧-١: للسؤال ١. تمثيل بياني لإزاحة جسيم عند نقطة ما على سطح الماء مع مرور الزمن.

باستخدام المحورين نفسيهما:

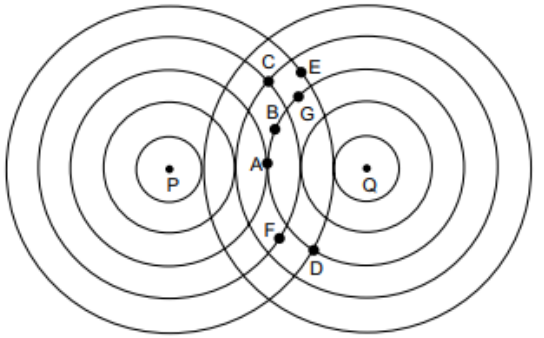
أ. ارسم التغير مع الزمن لموجة لها ضعف السعة؛ يجب أن تكون هذه الموجة متوافقة في الطور مع الموجة الابتدائية في التمثيل البياني.

ب. أظهر محصلة الإزاحة إذا مرّت كلتا الموجتَين (الموجة الابتدائية، والموجة التي رسمتها في الجزئية أ) عبر النقطة نفسها على سطح الماء.

ج. ارسم موجة لها سعة الموجة الابتدائية نفسها ولكنها مختلفة بالطور معها.

د. أظهر محصلة الإزاحة إذا كانت الموجة الابتدائية، والموجة في الجزئية (ج) تمرّان عبر النقطة نفسها.

٢. يتم توليد موجة دائرية عند كل من النقطتَين P و Q. يوضح الشكل ٧-٢ أن جبهات كل من الموجتَين المنتجتَين تفصل بينها طول موجة واحدة:



الشكل ٧-٢: للسؤال ٢. رسم تخطيطي يوضح جبهات الموجتَين المنتجتَين عند النقطتَين P و Q.

انظر إلى النقطة A. تصل مجموعتان من الموجات إلى A، مجموعة من المصدر P والأخرى من المصدر Q. هناك ثلاثة أطوال موجية كاملة بين A و P (أي $AP = 3\lambda$)، وتوجد أيضًا ثلاثة أطوال موجية كاملة بين A و Q، لذا فإن $AQ = 3\lambda$، وفرق المسار بين مجموعتَي الموجات $AP - AQ = 0$.

انظر إلى النقطة B. هناك $3\frac{1}{2}$ أطوال موجية كاملة بين B و P (أي $BP = 3\frac{1}{2}\lambda$)، وهناك ثلاثة أطوال موجية كاملة بين B و Q، لذا $BQ = 3\lambda$، وفرق المسار بين مجموعتَي الموجات $BP - BQ = \frac{1}{2}\lambda$.

أ. اشرح سبب وجود **تداخل بنّاء** عند النقطة A.

.....

.....

.....

ب. اشرح سبب وجود **تداخل هدّام** عند النقطة B.

.....

.....

ج. أكمل الجدول ٧-١ لإيجاد فرق المسار لكل نقطة من C إلى G. حدّد لكل منها ما إذا كان التداخل بنّاءً أو هدّامًا.

النقطة X	المسافة من X إلى P	المسافة من X إلى Q	فرق المسار	التداخل عند النقطة
A	3λ	3λ	0	بنّاء
B	$3\frac{1}{2}\lambda$	3λ	$\frac{1}{2}\lambda$	هدّام
C				
D				
E				
F				
G				

الجدول ٧-١ للسؤال ٢ ج.

د. أكمل الجمل الآتية:

عند النقاط A و C و D،

١. يكون فرق المسار من النقطة المعيّنة إلى المصدرَين هو ..... .

٢. تصل الموجتان إلى هذه النقاط ..... في الطور وتتداخلان معًا تداخلًا ..... .

عند النقاط B و E و F و G،

٣. يكون فرق المسار من النقطة إلى المصدرَين هو ..... .

٤. تصل الموجتان إلى هذه النقاط ..... في الطور وتتداخلان معًا تداخلًا ..... .

هـ. في الشكل ٧-٢ اجمع جميع النقاط التي يكون فيها فرق المسار من النقطة المعنية إلى P و Q يساوي 0، وستجد هذه النقاط حيث تتقاطع دائرة من P مع الدائرة «المقابلة لها» من Q. ارسم خطًا يصل بين تلك النقاط.

و. باستخدام الرسم التخطيطي، اجمع جميع النقاط على جانب واحد من النقطة A حيث يكون فرق المسار هو λ. للقيام بذلك: بدءًا من المصدر Q، عدّ ثلاث دوائر للخارج من Q وأربع دوائر للخارج من P، وحيث تتقاطع هاتان الدائرتان هناك نقطتان حيث يكون فرق المسار هو λ. كرر الآن مع أربع دوائر من Q وخمس من P وأيضًا $3\frac{1}{2}$ دوائر من Q و $4\frac{1}{2}$ دوائر خارجًا من P وهكذا. ارسم خطًا يصل بين تلك النقاط. (يمكنك أيضًا العثور على نقاط على الجانب الأيسر يكون فيها فرق المسار بحيث تكون Q أبعد من P بالنسبة إلى النقطة المختارة).

سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم

فيزياء

الثاني عشر

2023-2024

الوحدة السابعة:

تراكب الموجات

عروض تفاعلية
للصف الثاني عشر
إعداد الأستاذة فاطمة الراشدية

الدرس ٧-٤

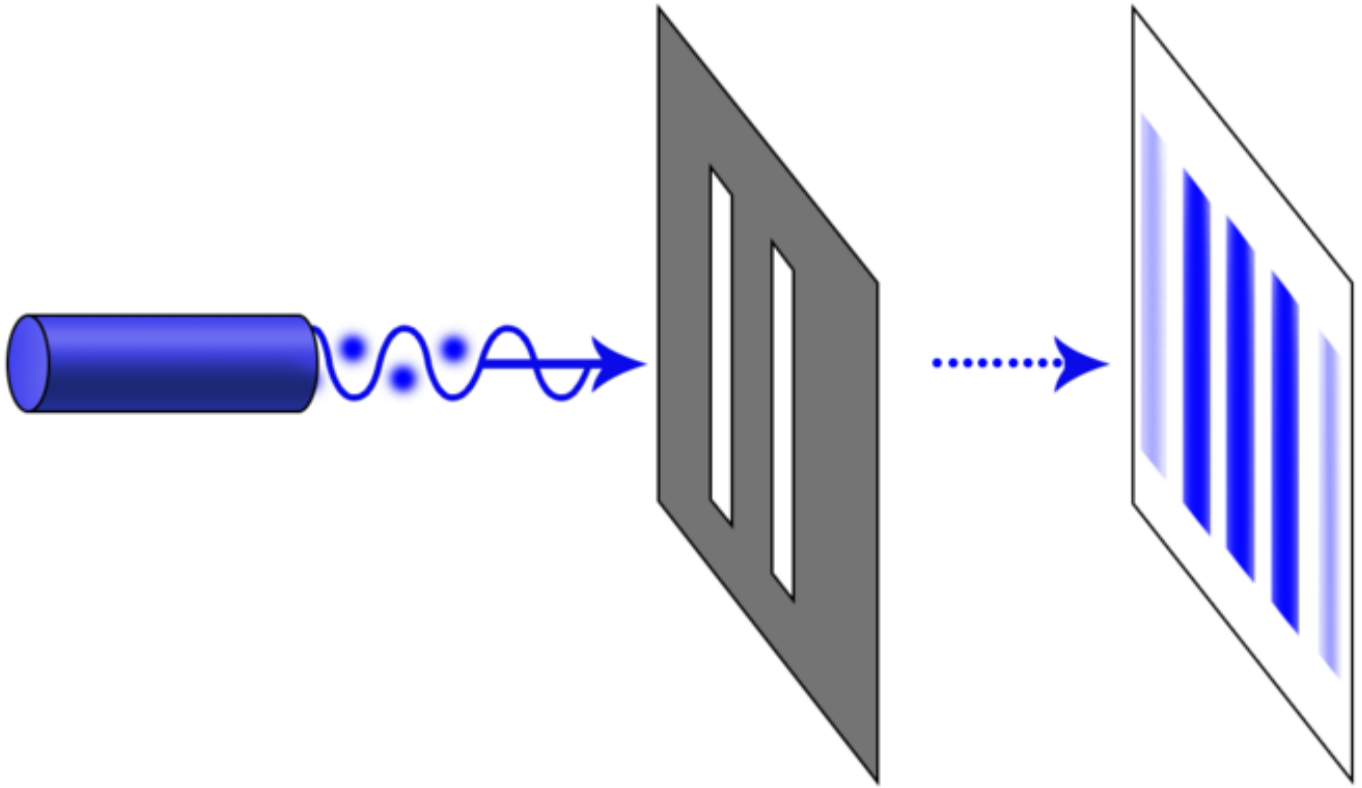
تجربة الشق المزدوج ليونج

الأهداف

7-7	يستخدم المعادلة: $\lambda = \frac{x\,a}{D}$ لتداخل الضوء من شق مزدوج.	• يصف كيف تحقق تجربة الشق المزدوج ليونج تداخلًا ملحوظًا. • يستخدم معادلة الطول الموجي في تداخل الشق المزدوج في عمليات حسابية، ويعيد ترتيب المعادلة حسب الحاجة.

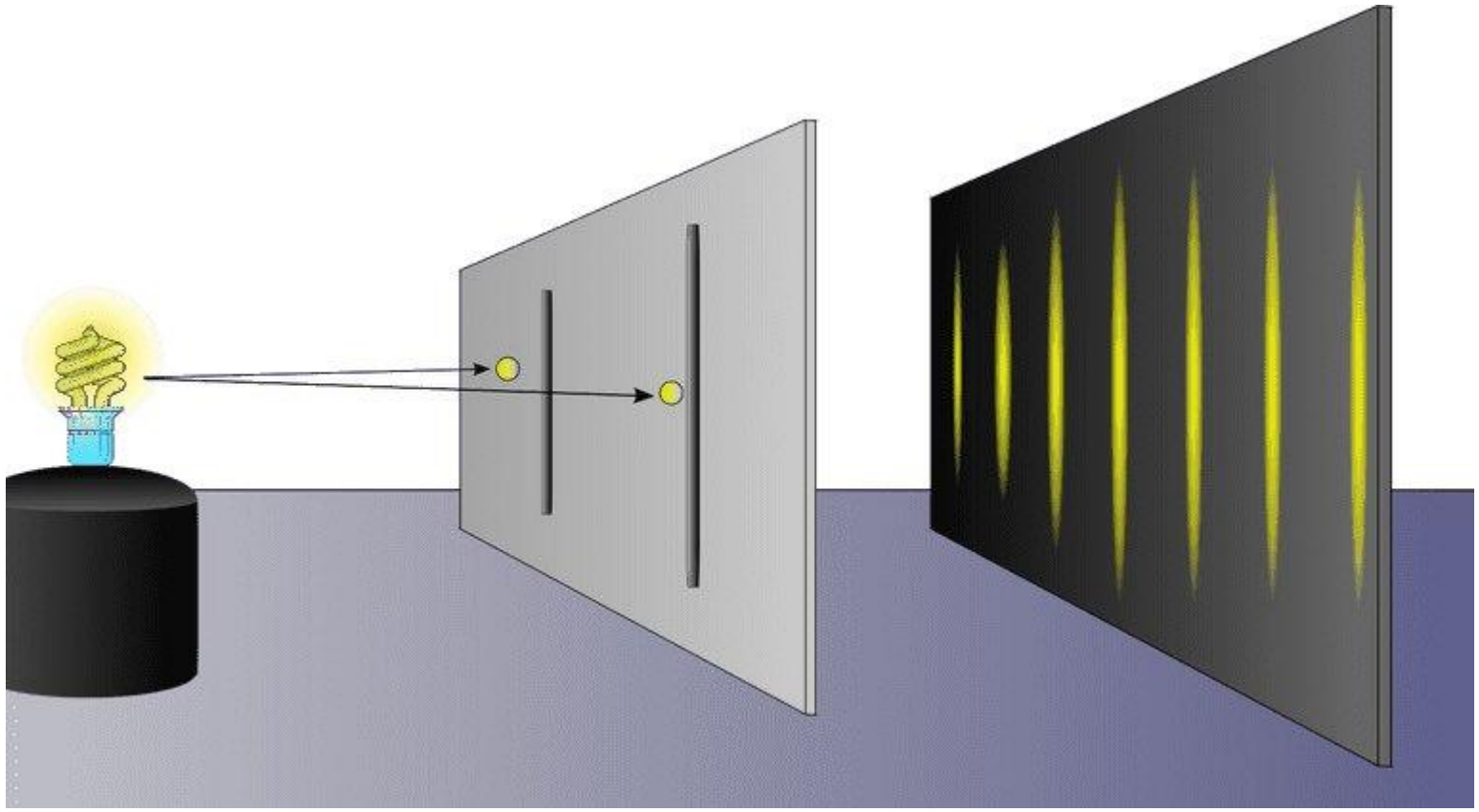
الهدف من التجربة

- إظهار الطبيعة الموجية للضوء. (أي أن الضوء يسلك سلوك الموجات والظواهر المرتبطة بها كالحيود والتداخل)
- يمكن استخدامها لتحديد الطول الموجي للضوء أحادي اللون (يستخدم مرشح أحادي اللون للضوء الأبيض)

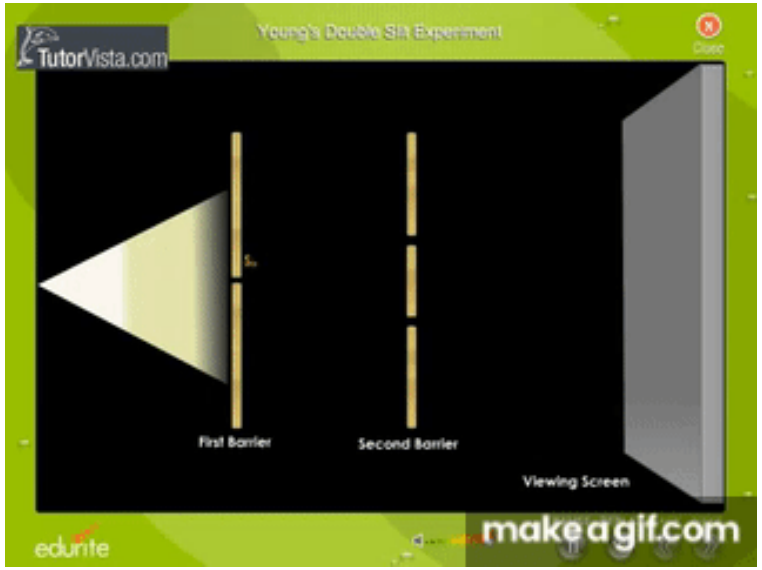


أدوات التجربة

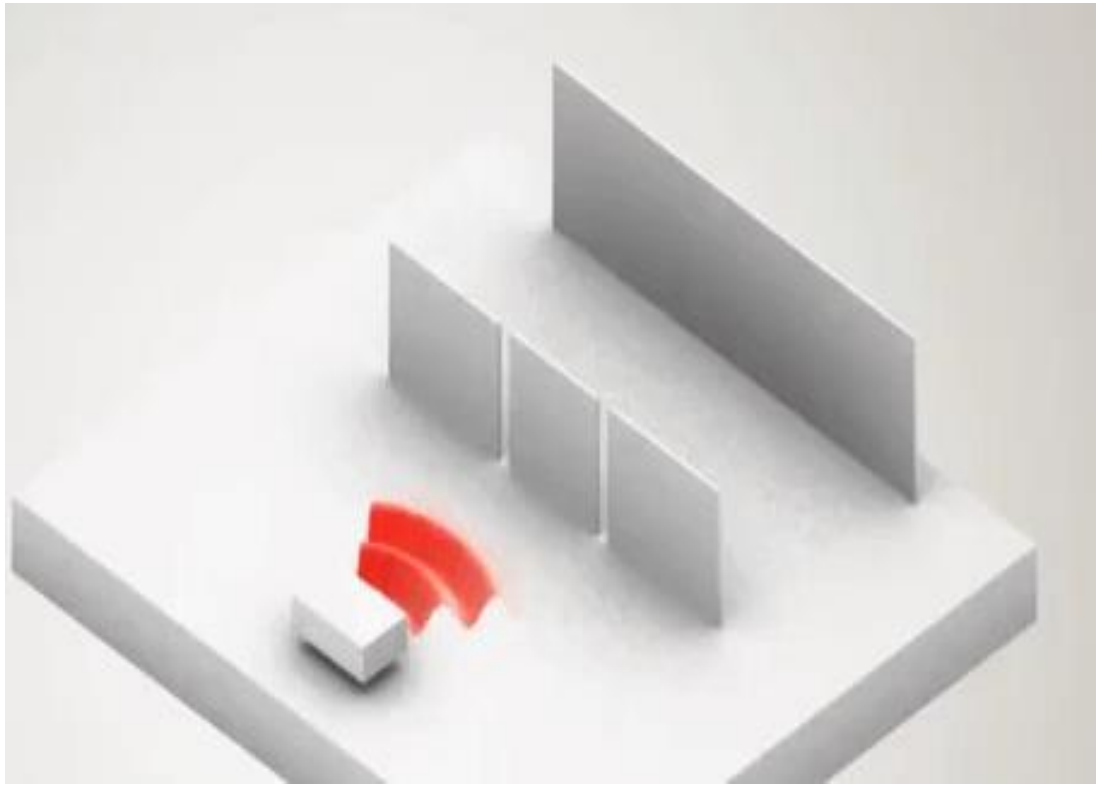
- حزمة من الضوء.
- زوج من الشقوق المتوازية الموضوعة بزاوية قائمة على الحزمة.
- شاشة لعرض الأهداب المضيئة والمعتمة.

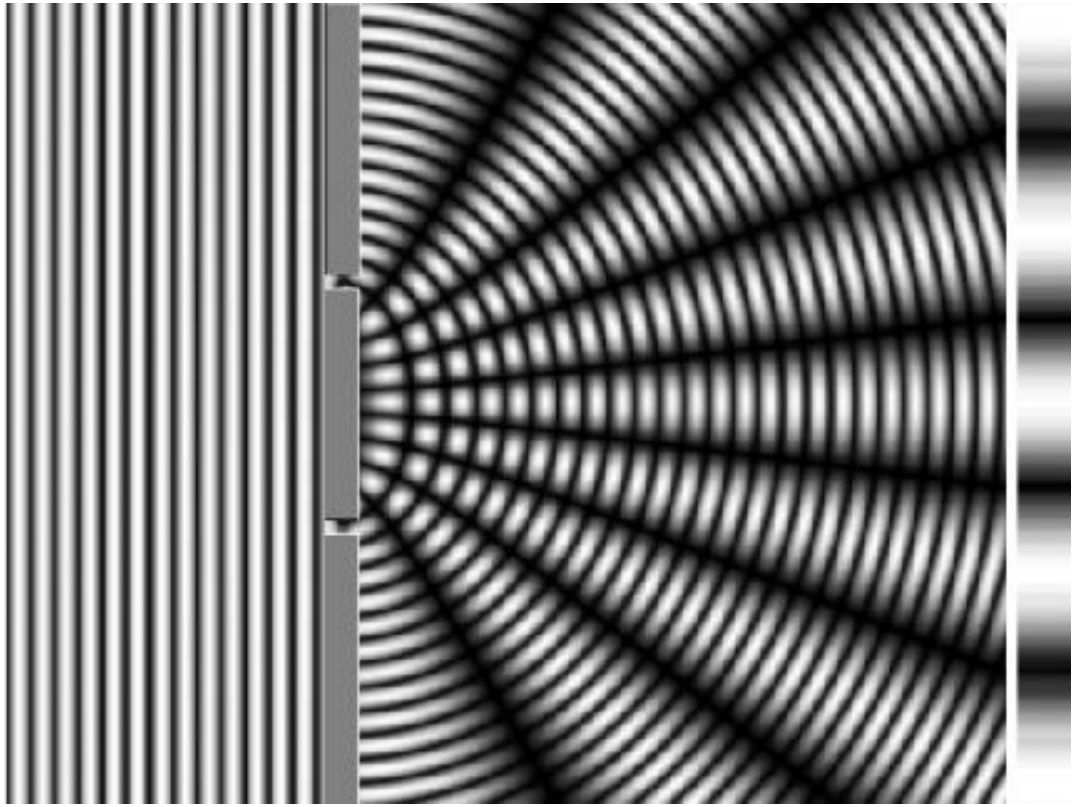


شرح التجربة



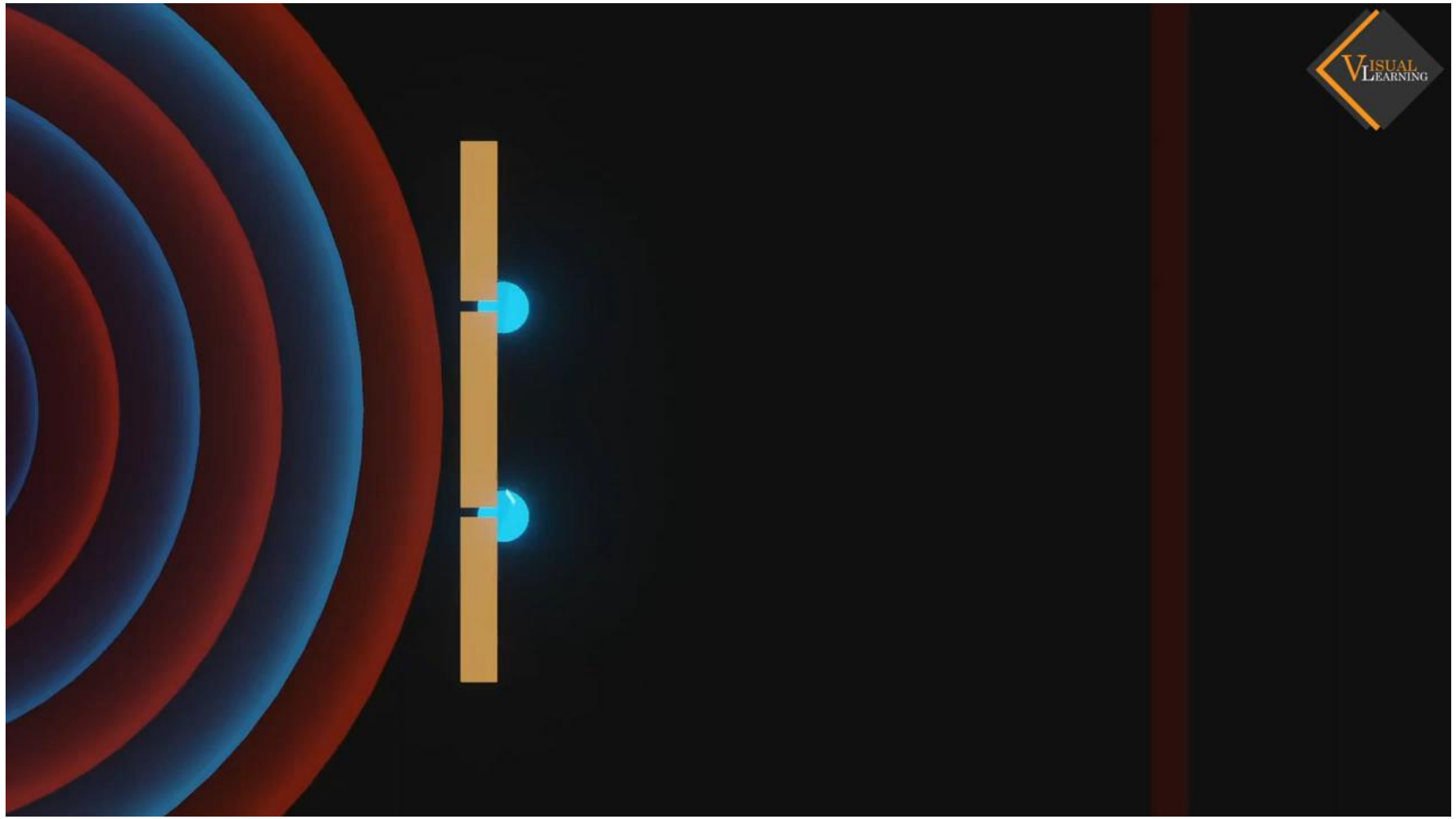
- وجود مصدرين مترابطين يولد موجتين مترابطتين.
- يمر شعاع الضوء عبر الشقين (الليزر ينتج ضوء مترابط عالي الشدة).
- يحيد الضوء عند عبوره عبر الشقين وينتشر في الحيز خلف الشقين.
- تتداخل الموجتان فيظهر نمط الأهداب على الشاشة ليبين نتيجة التداخل .



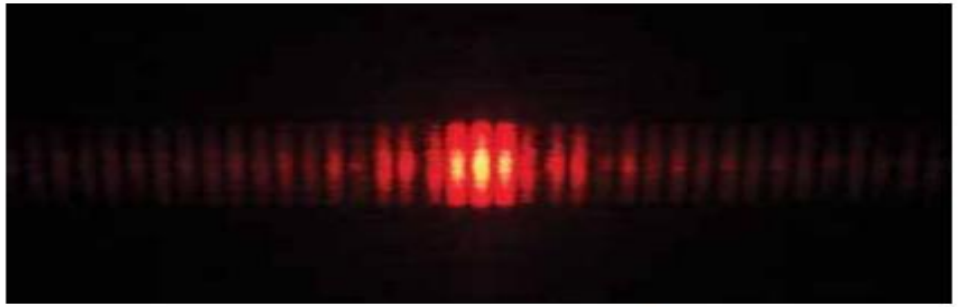


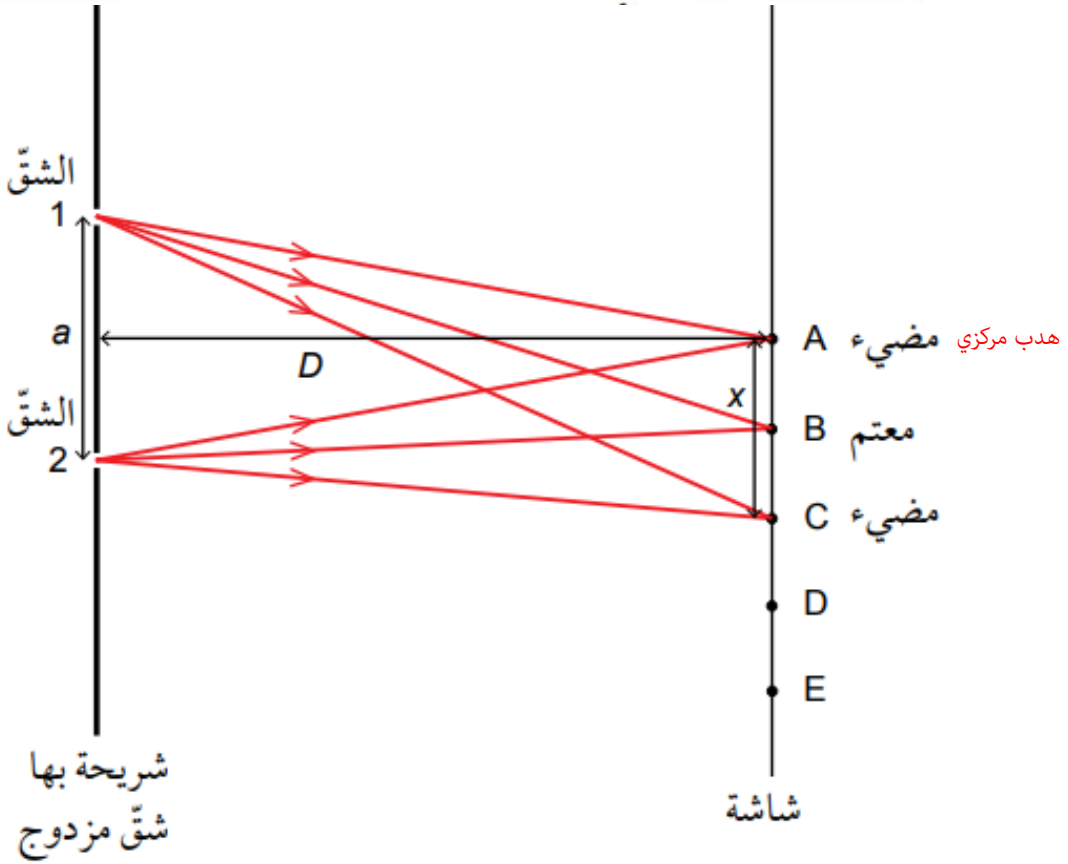
تفسير نتائج التجربة: كيف ينشأ نمط الأهداب

نمط التداخل الواضح : سلسلة من الأهداب المتباعدة بالتساوي ذات مناطق مضيئة ومعتمة.



تفسير نتائج التجربة: كيف ينشأ نمط الأهداب؟





الشكل ٧-١٦ يعتمد نوع التداخل (ما إذا كان يمكن أن يُرى على الشاشة هدب مضيء أو معتم) على فرق المسار بين شعاعَي الضوء اللذَين يصلان إلى الشاشة من الشق المزدوج.

- وفقا لفرق المسار بين المصدرين عند نقطة معينة يتحدد فرق الطور بين الموجتين ونوع الهدب.

فرق المسار: المسافة الإضافية التي تقطعها إحدى الموجتين مقارنة بالموجة الأخرى ، وغالبا ما يعطى فرق المسار بدلالة طول الموجة للموجات.

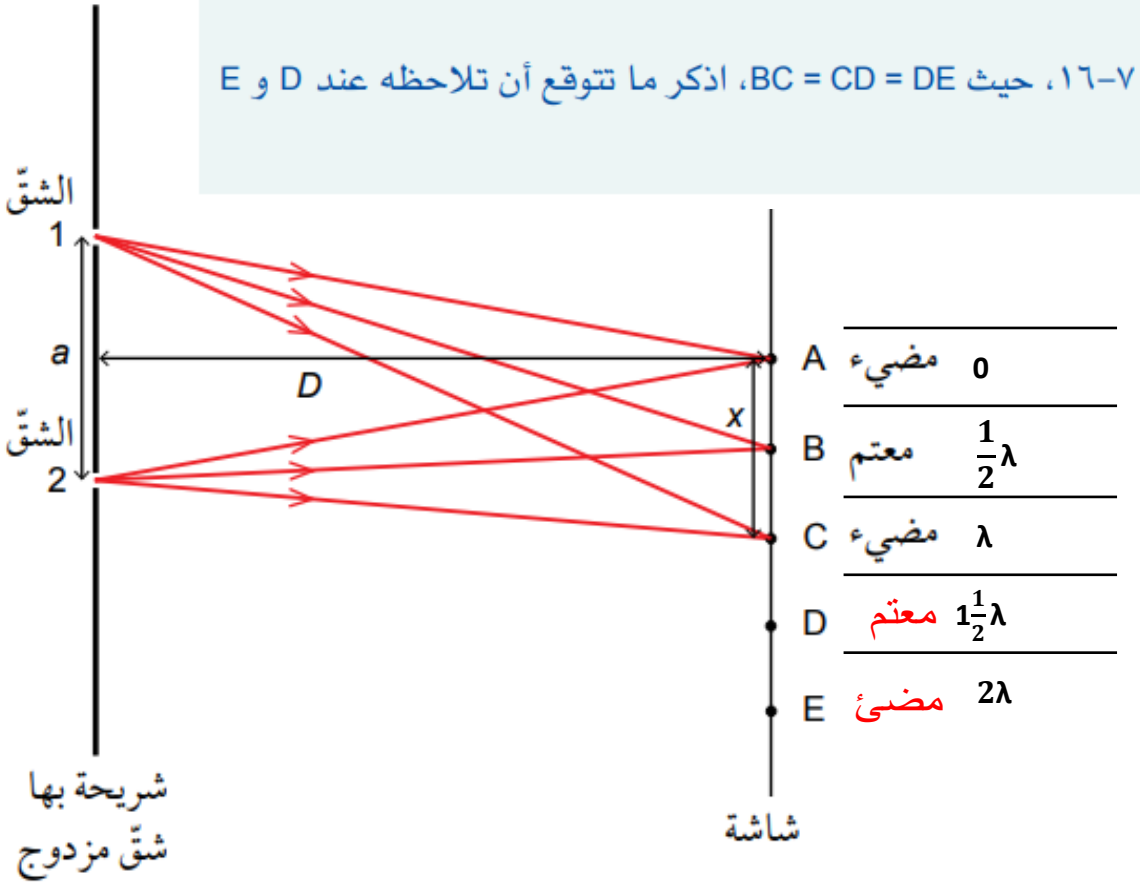
فرق المسار = $n_1\lambda - n_2\lambda$

n = عدد الأطوال الموجية من المصدر إلى نقطة التداخل

تداخل هدام (هدب مظلم)	تداخل بناء (هدب مضئ)	نوع التداخل
تلغي موجتان احداهما الأخرى لإعطاء سعة منخفضة (أو صفرية) عند نقطة ما في حيز .	تتعزز موجتان لإعطاء سعة أكبر عند نقطة ما في حيز	التعريف
180متعاكستان	0 ، 360 (متطاورتين)	فرق الطور
فرق المسار $= (n + \frac{1}{2})\lambda$	فرق المسار $= n\lambda$	فرق المسار

سؤال

(٦) بالنسبة إلى النقطتين D و E على الشاشة في الشكل ٧-١٦، حيث BC = CD = DE، اذكر ما تتوقع أن تلاحظه عند D و E واشرحه.

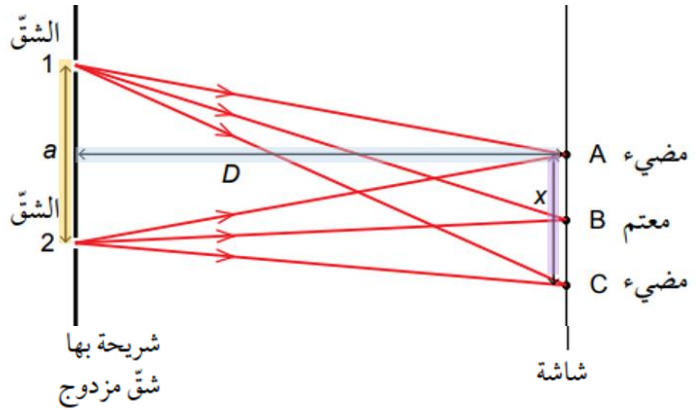


الشكل ٧-١٦ يعتمد نوع التداخل (ما إذا كان يمكن أن يُرى على الشاشة هدب مضيء أو معتم) على فرق المسار بين شعاعَي الضوء اللذَين يصلان إلى الشاشة من الشق المزدوج.

تحديد الطول الموجي λ؟

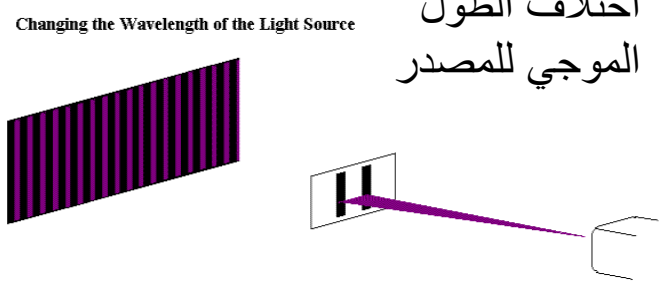
معادلة الشق المزدوج:

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

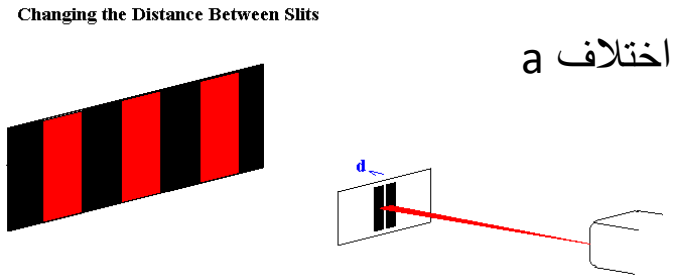


الرمز	الكمية	طريقة قياسه	ما يجب مراعاته أثناء التجربة
a	المسافة بين مركزي الشقين	المجهر المتحرك (المسافة بين حافتيهما اليسرى = المسافة الفاصلة بين مركزيهما)	- جميع الشقوق بعرض جزء من ملم (عرض الشق يساوي الطول الموجي للموجة) - a يقارب ملم (كلما زاد a زاد تقارب الأهداب)
D	المسافة بين نقطة منتصف الشقين إلى الهدب المضيء المركزي	مسطرة مترية شريط متري	بعد الشاشة عن الشقين يقارب متر (كلما زادت D كانت أهداب واضحة)
x	المسافة بين مركزي هدبين مضيئين (أو معتمين) متجاورين	باستخدام مسطرة أو مجهر متحرك. قياس عرض عدة أهداب ثم حساب متوسط المسافة الفاصلة)	كلما زاد وضوح وبعد الأهداب كانت النتائج أكثر دقة (عدم اليقين أقل)

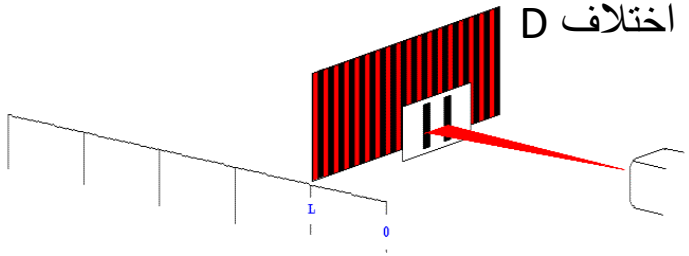
اختلاف الطول الموجي للمصدر



اختلاف a

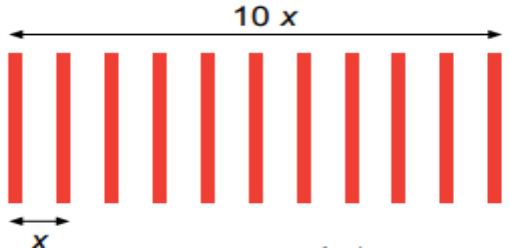


اختلاف D



عرض 10 أهداب:

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



الفرق بين الضوء الأبيض والليزر

الليزر (يعطي نتائج أكثر دقة)

أكثر تركيزا ، كلما زادة شدة حزمة الضوء كلما كان من الممكن إبعاد الشاشة عن الشقين (دقة أكبر)، الأهداب تكون متباعدة أكثر.

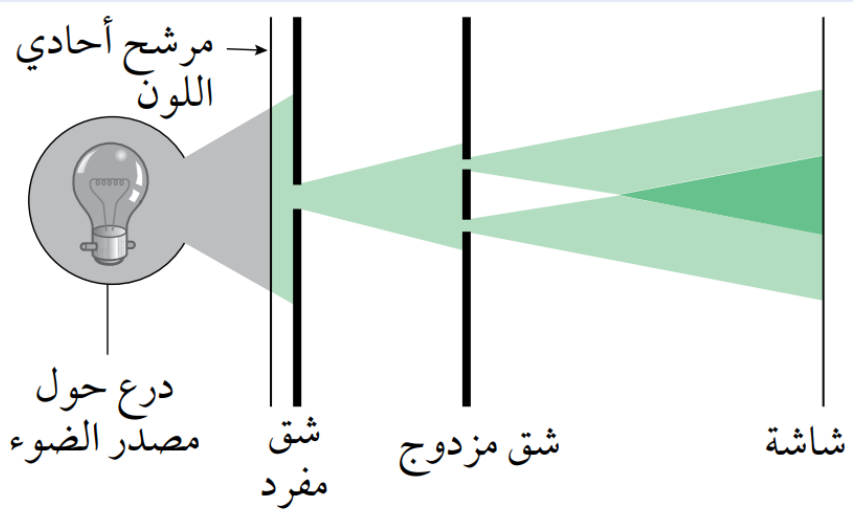
أحادي اللون ، طول موجي واحد، يجعل الأهداب واضحة جدا وتوجد بأعداد كبيره.

الضوء الأبيض

مجموعة من الألوان فبالتالي مجموعة من الأطوال الموجية، تشكل أهداب في نقاط مختلفة (لذا الأهداب لا تكون واضحة)

يكون هدب مركزي أبيض وأهداب أخرى ملونة.

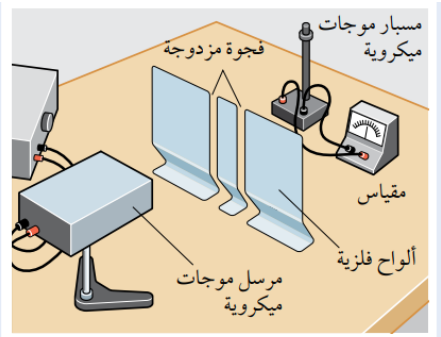
أقل شدة لذا عدد قليل من الاهداب المرئية



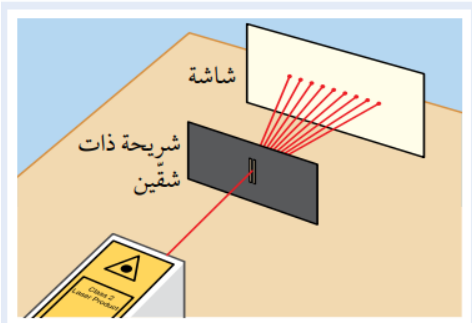
الشكل ٧-١٨ تجربة الشق المزدوج لرؤية الأهداب باستخدام مصدر ضوء أبيض.

(لقياس الطول الموجي للون محدد يستخدم الضوء الأبيض و مرشح أحادي اللون)

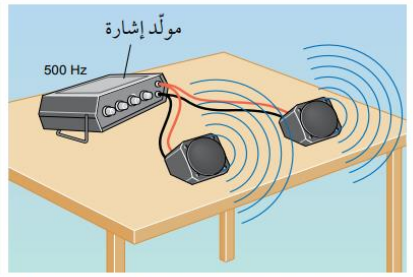
تجارب التداخل ثنائي المصدر



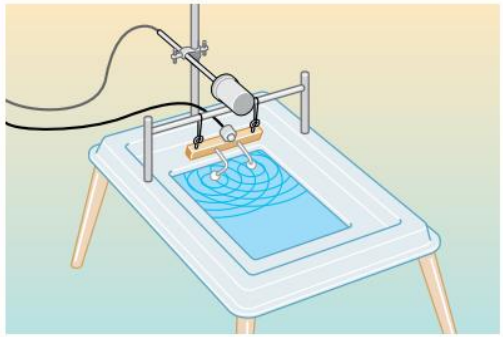
الشكل ٧-١٢ تُظهر الموجات الميكروية تأثيرات التداخل أيضًا.



الشكل ٧-١١ يُظهر ضوء الليزر الذي يمر عبر الشقّين تأثيرات التداخل في الحيّز خلف الشقّين.



الشكل ٧-٧ تتّحد الموجات الصوتية الصادرة من مكبّرَي الصوت لتعطي نمط تداخل.
(من الأفضل تنفيذ هذه التجربة في الخارج حتى لا تؤثر انعكاسات الأصوات (الصدى) على النتائج).



الشكل ٧-٨ يمكن استخدام حوض الموجات لعرض نمط تداخل مجموعتَين من الموجات الدائرية.

- لقياس الطول الموجي للموجة يستخدم القانون :

معادلة الشق المزدوج:

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

- يجب مراعاة ما يلي لملاحظة أهداب التداخل:

- أن يكون المصدران مترابطين.
- أن يكون عرض الشق مناسبًا لكي تتداخل الأشعة بشكل كاف، ويجب أن يكون أحدهما على مسافة مناسبة من الآخر.
- أن تكون المسافة بين المصدرَين والشاشة مناسبة.

تأثير المتغيرات على نمط التداخل	عندما يزيد	عندما يقل
الموجتين مترابطتين	موجتين مترابطتين = نمط تداخل واضح موجتين غير مترابطتين = نمط غير واضح (اختفاء نمط الأهداب)	
شدة المصدر	يزيد وضوح الأهداب وعددها	يقل وضوح الأهداب وعددها
عرض الشق =λ	إذا زاد عن λ حيود أقل اختفاء نمط الأهداب	إذا قل بكثير جدا عن λ تقل شدة الموجة وبالتالي تكون الأهداب أقل شدة وعدد
a	تقارب الأهداب (أقل دقة)	تباعد الأهداب (دقة عاليه في القياس)
D	تباعد الأهداب (دقة عالية فالقياس)	تقارب الأهداب (دقة أقل)
λ	تباعد الأهداب	تقارب الأهداب

أسئلة

(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.

(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 (λ = 600 nm) فتكون المسافة الفاصلة بين الأهداب (2.4 mm)، بعد ذلك تم استخدام مرشح أزرق (λ = 450 nm) بدلًا من الأحمر. احسب المسافة الفاصلة بين الأهداب عند استخدام المرشح الأزرق.

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

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

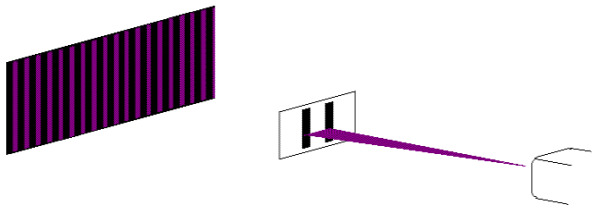
١٠. D و a قيم ثابتة، لذلك $x \propto \lambda$

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).

Changing the Wavelength of the Light Source



٨ أ. اشرح المقصود بمصطلح تراكب الموجات.

ب. في تجربة الشق المزدوج، استُخدم ضوء أصفر طول موجته (590 nm) من أنبوب تفريغ الصوديوم. وضع طالب شاشة على بُعد (1.8 m) من الشق المزدوج، ثم قيست المسافة بين 12 هدبًا مضيئًا فكانت (16.8 mm). احسب المسافة الفاصلة بين الشقَّين.

ج. صِف تأثير:

١. استخدام شقَّين ذوَي عرض أضيق، ولكن بينهما المسافة الفاصلة نفسها.

٢. استخدام شقَّين بمسافة فاصلة أصغر ولهما العرض نفسه.

٨. أ. تراكب الموجات هو الجمع الجبري لإزاحات الموجات الفردية عندما تلتقي موجتان أو أكثر عند نقطة ما.

ب. من المعادلة $\lambda = \frac{ax}{D}$ نحصل على:

$$a = \frac{\lambda D}{x} = \frac{590 \times 10^{-9} \times 1.8 \times 12}{16.8 \times 10^{-3}}$$

$$= 7.6 \times 10^{-4}\ \text{m}$$

ج. ١. يظهر مزيد من الأهداب على الشاشة أو إضاءة الأهداب تتناقص بشكل أقل من منتصف الشاشة إلى حافتها.

٢. تصبح الأهداب أعرض وتتباعد مع بقاء الإضاءة نفسها.

٩ أ. يوصف ضوء الليزر بأنه ينتج ضوءًا عالي الترابط وأحادي اللون. اشرح المقصود بالعبارتَين مترابط وأحادي اللون.

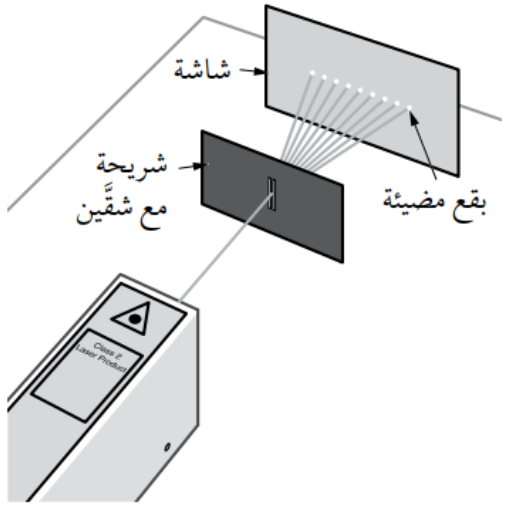
٩. أ. مترابط: وصف لموجتين صادرتَين من مصدرَين لهما فرق طور ثابت.

ضوء أحادي اللون: ضوء له طول موجة أحادي بدلًا من طيف لأطوال موجات مختلفة.

نشاط ٧-٢ تجارب التداخل ثنائي المصدر

يساعدك هذا النشاط على التفكير في الجهاز المستخدم والنتائج التي تم العثور عليها في تجارب التداخل ثنائي المصدر.

١. يُظهر الشكل ٧–٣ ضوءًا صادرًا من ليزر يمر عبر شقَّين:



الشكل ٧–٣: للسؤال ١. رسم تخطيطي يوضح ضوءًا من ليزر يمر عبر شقَّين.

تستخدم المعادلة $\lambda = \frac{ax}{D}$ لتحديد طول الموجة (λ) لضوء الليزر.

أ. عرّف الكمّيات الأخرى في المعادلة، وحدد على الرسم التخطيطي المسافات (a) و (x) و (D).

.....

.....

ب. اذكر كيف ستقيس كلًا من هذه المسافات لتُستخدم في إيجاد مقدار طول الموجة. حدّد الأداة المستخدمة في كل حالة وقم بتضمين أحد الاحتياطات التي قد تتخذها لضمان نتيجة مضبوطة.

.....

.....

.....

ج. يبلغ طول الموجة لضوء أحمر نحو (7×10^{-7} m). استخدم هذه القيمة لاقتراح قيم مناسبة لجميع المسافات الأخرى في المعادلة.

.....

.....

د. تم ملاحظة البقع المضيئة قريبة جدًا من بعضها على الشاشة. لإجراء قياس مضبوط اقترح تغييرَين يمكن إجراؤهما على التجربة لزيادة المسافة الفاصلة بين البقع.

.....

.....

.....

هـ. أُستُخدم ليزر في التجربة. أعطِ سببَين لتفضيل الليزر على مصباح الضوء الأبيض العادي.

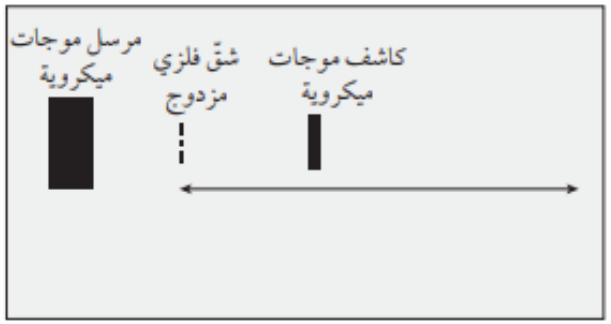
.....

.....

٢. يمكن إيضاح التداخل ثنائي المصدر مع موجات الماء وأفران الميكروويف وكذلك الضوء.

أ. ارسم الجهاز المستخدم لإظهار التداخل ثنائي المصدر لموجات الماء.

ب. ارسم رسمًا تخطيطيًا بسيطًا للجهاز المستخدم لإظهار التداخل ثنائي المصدر لأفران الميكروويف.



ج. تختلف الأطوال الموجية للضوء والموجات الميكروية. بالنسبة إلى تجربة الشق المزدوج، اقترح كيف يؤدي طول موجة الموجات الميكروية إلى اختلافات في الكميّات (a) و (x) و (D) مقارنة بتلك المستخدمة في تجارب الضوء.

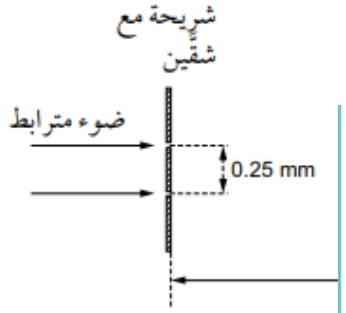
.....

ج. الطول الموجي للموجات الميكروية (على سبيل المثال 3 cm) أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء (أكبر بنحو 105 مرات)، وهذا يعني أن المسافة الفاصلة بين الشقَّين قد تكون أكبر بكثير، وأن قيمة x ستكون كذلك أكبر، بينما قيمة D قد تكون متماثلة.

نشاط ٧-٣ تجربة الشق المزدوج : الوصف والحسابات

يساعدك هذا النشاط في التدرب على استخدام معادلة تداخل موجات من شق مزدوج وتطبيقها على التجارب، ولكي يتم ملاحظة الأهداب في التداخل ثنائي المصدر، يجب أن يكون للموجات طول الموجة نفسه (التردد والسرعة) وأن تكون **مترابطة**.

١. يوضح الشكل ٧-٤ تجربة شق مزدوج باستخدام ضوء مترابط.
طول موجة الضوء (5.0×10^{-7} m).

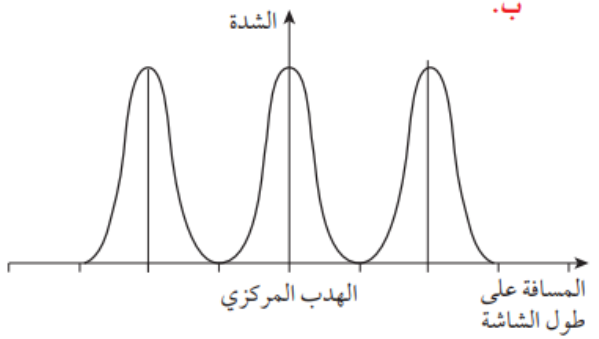


تخطيطي يوضح تجربة شق

١. أ. تباعد الأهداب:

$$x = \frac{\lambda D}{a} = \frac{5.0 \times 10^{-7} \times 1.900}{0.25 \times 10^{-3}}$$
$$= 3.8 \times 10^{-3} \text{ m} = 3.8 \text{ mm}$$

ب.



ج. تتحرك الأهداب متباعدة على الشاشة.

د. تتحرك الأهداب متباعدة على الشاشة.

هـ. يصبح النمط باهتًا ولكن في المكان نفسه.

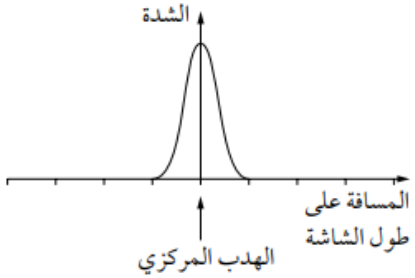
و. لا تُعدّ الأهداب المعتمة معتمة تمامًا، والأهداب المضيئة ستكون أقل إضاءة (أو إشعاعًا)، لذا أصبح النمط أقل وضوحًا.

أ. احسب تباعد الأهداب على الشاشة.

.....

.....

ب. يمكن تمثيل النمط على الشاشة بيانيًا (الشدة – المسافة). أكمل التمثيل البياني لإظهار الأهداب الأخرى:



الشكل ٧-٥: للسؤال ١ ب. تمثيل بياني (الشدة – المسافة).

في الجزئيات التالية، من (ج) إلى (ز)، اذكر ماذا يمكن أن يحدث للأهداب المعتمة والمضيئة إذا:

ج. تم تقريب الشقَّين أحدهما من الآخر.

.....

د. تم زيادة طول موجة الضوء.

.....

هـ. تم تقليل شدة الضوء الذي يمر عبر كلا الشقَّين.

.....

و. تم خفض شدة الضوء الذي يمر عبر شق واحد فقط.

.....

.....

ز. استبدل الضوء المترابط بضوء له طول الموجة نفسه، ولكن من مصدرَين مختلفَين غير مترابطَين.

.....

.....

٢. تستخدم تجربة تداخل الشق المزدوج مصدرًا ضوئيًا بطول موجة (5.86×10^{-7} m). المسافة الفاصلة بين الشقَّين الرأسيَّين (0.30 mm)، والمسافة من الشقَّين إلى الشاشة (1.7 m).

أ. صِف نمط الأهداب.

.....

.....

ب. احسب التباعد بين الأهداب.

.....

.....

ج. احسب المسافة على الشاشة بين منتصف الهدب المركزي ومنتصف الهدب المعتم الأول.

.....

.....

٣. يوضح الشكل ٧–٦ بعض الأهداب لنمط تداخل ضوء في شق مزدوج على شاشة:

الشكل ٧–٦: للسؤال ٣. رسم تخطيطي يوضح بعض الأهداب لنمط تداخل ضوء في شق مزدوج على شاشة.

أ. حدِّد قيمة التباعد بين الأهداب على الشاشة.

.....

ب. إذا علمت أن الشاشة على بُعد (2.0 m) من الشقَّين، والفاصل بين الشقَّين (1.0 mm)، فاحسب طول موجة الضوء.

.....

.....

ج. ارسم النموذج الذي سيتم الحصول عليه عند تقليل الفاصل بين الشقَّين إلى نصف ما كان عليه. استخدم مقياس رسم مناسب.

د. صِف النمط الذي سيتم الحصول عليه عند استخدام مصدر ضوء أبيض. لا يزال الضوء المنبعث من الشقَّين مترابطًا، على الرغم من أنه أصبح أبيض ويحتوي على مزيج من الأطوال الموجية.

.....

.....

.....

٤. مصدران مترابطان للضوء يفصل بينهما (0.30 mm) يصدر كل منهما ضوء بطول موجي (4.95×10^{-7} m) ويتم إنتاج نمط تداخل على شاشة تقع على بُعد (2.00 m) من المصدرين. احسب المسافة بين هدبَين مضيئَين متجاورَين على الشاشة.

.....

.....

٥. في تجربة تداخل ضوء من مصدرَين كانت المسافة منهما إلى الشاشة (1.6 m). يظهر نمط من الأهداب على الشاشة مع هدب مركزي واحد وثلاثة أهداب على جانبَي الهدب المركزي.

تبلغ المسافة بين الهدب المركزي والهدب الثالث من جانب واحد (10.0 mm).

طول موجة ضوء الليزر المستخدم هو (6.0×10^{-7} m).

يبعد الهدب الثالث عن الهدب المركزي ثلاث مسافات هدبية فاصلة.

أ. احسب المسافة بين الأهداب (x).

.....

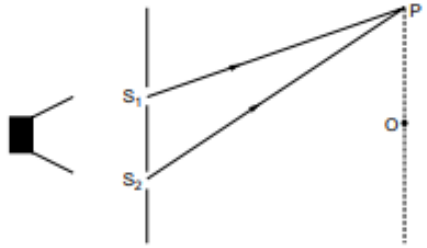
.....

ب. احسب المسافة بين المصدرَين (a).

.....

.....

٦. يتم وضع شقَّين في حاجز فلزي أمام مصدر الإشعاعات الميكروية، كما هو موضح في الشكل ٧-٧:



الشكل ٧-٧: للسؤال ٦. رسم تخطيطي يوضح مرور الإشعاعات الميكروية عبر شقّين في حاجز فلزي.

طول الموجة للموجات الميكروية (3.0 cm).

المسافة (S_1P = 90.0 cm) والمسافة (S_2P = 99.0 cm).

أ. احسب فرق المسار بين الموجتَين، إحداهما تنتقل من S_1 إلى P والأخرى تنتقل من S_2 إلى P.

.....

.....

ب. كم يبلغ فرق الطور بين الموجتَين اللتَين تصلان إلى P؟

.....

.....

ج. ما نوع التداخل الذي يحدث عند P؟

.....

.....

د. يتم وضع كاشف الموجات الميكروية في O ويحرك ببطء نحو P. صِف ما تتم ملاحظته، واستخدم إجابتك للجزئية (ب) لتستنتج عدد التداخلات القصوى والدنيا بين O و P.

.....

.....

.....

تم بحمد الله