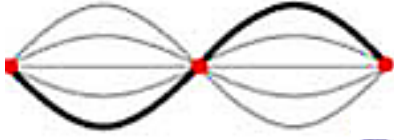




انهض بنفسك ، تنهض بأمتك



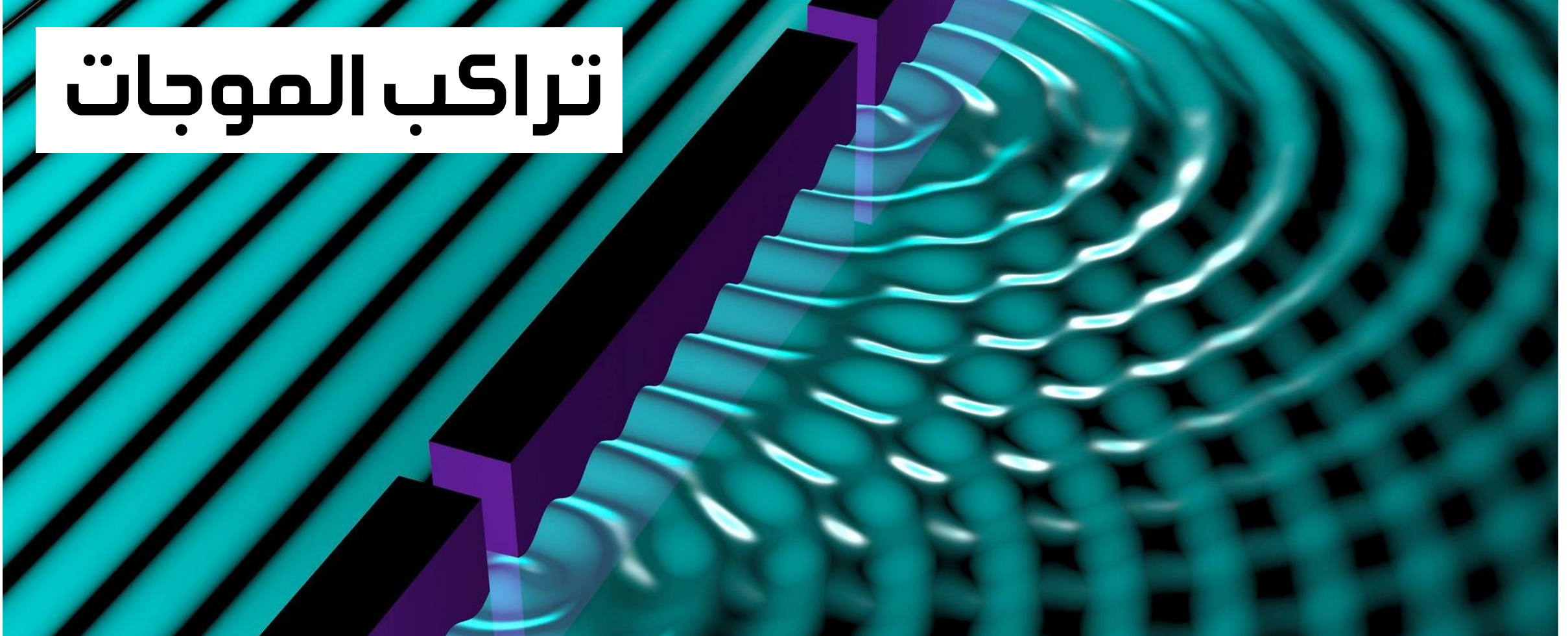
الوحدة السابعة

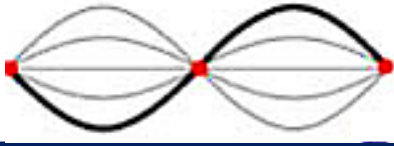
مذكرة فيزيائية
للفصل الثاني عشر
إعداد الأستاذة فاطمة الراشدية



تعليم متقن ، متعلم فبدع
مدرسة الكامل للبنات (9 - 12)

تراكب الموجات





تراكب الموجات



1

مبدأ تراكب الموجات

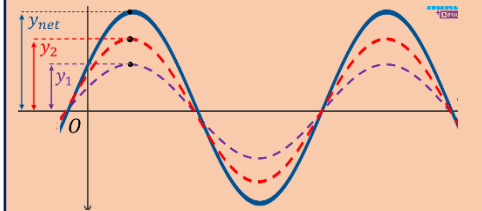
عندما تلتقي موجتان أو أكثر عند نقطة ما فإن الإزاحة المحصلة هي المجموع الجبري (\pm) لإزاحات الموجات الفردية.

شروط استخدام المبدأ:

- موجات من نفس النوع (طولية أو مستعرضة)
- في المكان نفسه .
- في الزمن نفسه .

$$Y = \pm Y_1 \pm Y_2$$

القمة +
القاع -



بعد نقطة التلاقي تعود كل موجة كما كانت سابقا دون تغيير في v, f, λ, γ

2

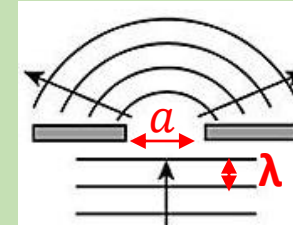
حيود الموجات

انحناء الموجة عندما تمر عبر فجوة أو تتجاوز حافة وانتشارها.

يعتمد مدى حيود الموجات على العلاقة بين طول الموجة وعرض الفجوة (a).

وليظهر نمط الحيود بشكل واضح:

$$a = \lambda$$

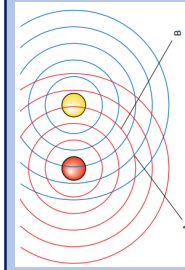


تبقى الموجة محافظة على كافة خصائصها (v, f, λ) يتغير اتجاه الانتشار فقط.

3

تداخل الموجات

تراكب موجتين أو أكثر من مصدرين مترابطين



مترابطين أي :

- لهما نفس التردد .
- فرق الطور بينهما ثابت.

وفقا لفرق المسار بين الموجتين عند نقطة يتحدد نتيجة التداخل (نوع التداخل)

$$\text{تداخل بناء } n \lambda = \text{فرق المسار}$$

$$\text{تداخل هدام } (n + \frac{1}{2}) \lambda = \text{فرق المسار}$$

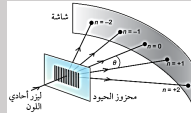
4

تداخل موجات الضوء بمحزوز الحيود

محزوز الحيود : أداة بها شقوق (خطوط) كثيرة، كل خط قادر على إحداث حيود للضوء الساقط

نمط التداخل الناتج عنه:

نمطا متناظرا من التداخلات القصوى على الشاشة، بينهما زاويا كبيرة ومسافات غير متساوية.



يستخدم في :

- قياس الطول الموجي للضوء:

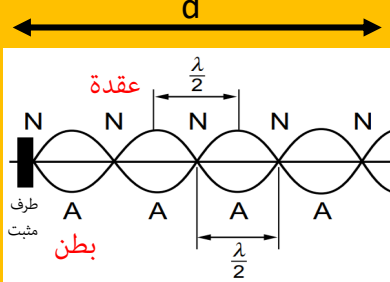
$$d \sin \theta = n \lambda$$

- تشتيت الضوء الأبيض

5

الموجات المستقرة

هي نمط اهتزازي مستقر ناتج عن تراكب موجتين مسافرتين لهما التردد نفسه وتنتقلان باتجاهين متعاكسين

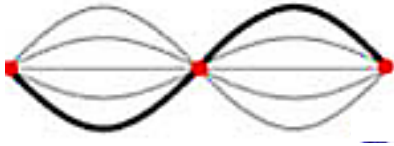


شروط ظهور نمط الموجة المستقرة:

- موجتين مسافرتين متعاكستين في الاتجاه لهما نفس التردد والسعة
- يهتز المصدر بتردد مناسب : تكون المسافة d مضاعفات من $\frac{\lambda}{2}$

$$d = n \frac{\lambda}{2}$$

عدد الحلقات



حيود الموجات

مذكرة فيزيائية
للفصل الثاني عشر
إعداد الأستاذة فاطمة الراشدية



تعليم متقن ، متعلم مُبدع
مدرسة الكامل للبنات (9 - 12)



هو انحناء الوجة عندما تهر
عبر فجوة او تتجاوز مافه
وانتشارها

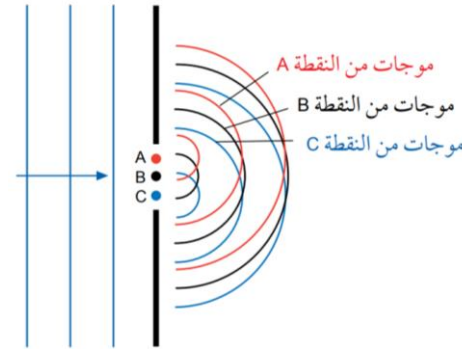


تبقى كل فصائنها ثابتة
ماعدا اتجاة انتشارها

تفسير
الحيود

موجة مستوية تصل إلى حاجز في فجوة
داخل الفجوة كل نقطة على سطح الموجة
تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل
فتعتبر مصدر نقطي لموجة جديدة تنتشر خلف
الحاجز (لها نفس مواصفات الموجة الأم)
أي يتولد عدد لا نهائي من الموجات الجديدة
ووفقا لمبدأ تراكب الموجات :
تجتمع الموجات معا في بعض الاتجاهات
تلغي بعضها بعضا في اتجاهات أخرى

يتشكل غط الموجة خلف الحاجز



عمل الطالبة جواهر الهاشمي

مدى الحيود

يعتمد مدى حيود الموجات على
العلاقة بني طول الموجة وعرض الفجوة

$$a < \lambda$$

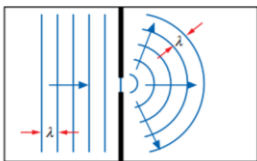
$$a = \lambda$$

$$a > \lambda$$

حيود أكبر ما يمكن،
ولكن إذا كان الطول
الموجي أكبر بكثير جدا
من عرض الفجوة لا
يمكن أن تنفذ الموجة
عبر الفجوة.

مثل الموجات الميكروية لا
تنفذ عبر فجوات الشبكة
الفلزية في فرن الميكرويف

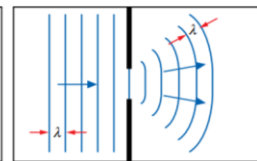
حيود أكبر ما يمكن
تنتشر في جميع الاتجاهات



(ج)

يكون عرض الفجوة مساوياً لطول
الموجة تقريباً ويكون تأثير الحيود
أكبر ما يمكن.

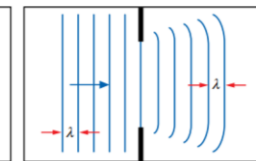
حيود محدود



(ب)

يكون عرض الفجوة أكبر من طول
الموجة ويلاحظ حيود محدود.

حيود يصعب ملاحظته



(ا)

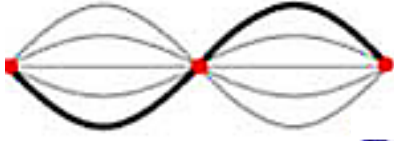
يكون عرض الفجوة أكبر بكثير
من طول الموجة ويصعب ملاحظة
الحيود.

حيود الموجات
المكروية والراديو

الموجات الميكروية	موجات الراديو	طولها الموجي
تقارب 10cm	تقارب الكيلومترات	مدى حيودها
لا تحيد بسهولة ، لأن أطوال موجاتها أصغر بكثير من أبعاد الفجوات. لذا غالبا تنتقل في خطوط مستقيمة	تحيد بسهولة بواسطة الفجوات الموجودة بين التلال والجبال الشاهقة	استخداماتها
		الهواتف المحمولة تسخين الطعام (طولها أكبر من فتحات الشبكة الفلزية لذا لا يمكن أن تحيد إلى الخارج) إشارات التلفزيونية
	هوائي راديو خارجي في السيارات (خارجي لأن أطوالها الموجية أطول من أبعاد النوافذ لذا لا يمكن أن تحيد إلى داخل السيارة)	قطار بدون هوائي خارجي (إشارة FM طولها 3m التقاطها ضعيف) ، (إشارة AM أطول ، لذا لا يمكن أن تدخل إلى القطار)

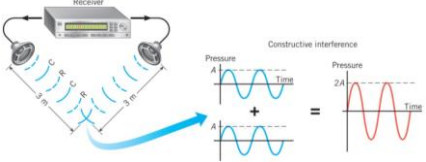
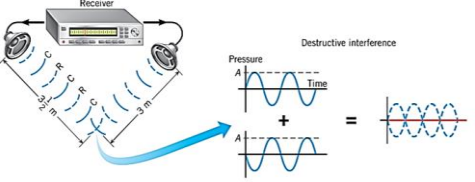


انهض بنفسك ، تنهض بأمّتك



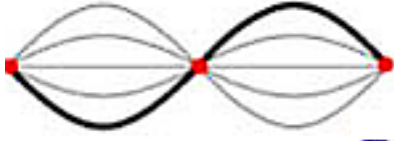
تداخل الموجات



تعريف التداخل	شروط إنتاج نمط تداخل واضح	تجارب التداخل ثنائي المصدر	تفسير التداخل	أنواع التداخل															
تراكب موجتين أو أكثر من مصدرين مترابطين	مصدرين مترابطين ينتجان موجتان مترابطتين أي : - لهما نفس التردد - فرق الطور بينهما صفر (تبدأ في نفس الوقت) أو فرق طور ثابت بينهما	هي التجارب التي تظهر التداخل من خلال وجود مصدرين مترابطين ، أبرز أدوات التجارب: الموجات الصوتية استخدام مكبري صوت مرتبطان يولد الإشارة نفسها. الموجات المائية و الموجات الضوئية و الموجات الميكروية - استخدام المصدر نفسه للموجات. - استخدام شق مزدوج عمودي على اتجاه الموجات - كاشف أو شاشة عرض	وفق مبدأ تراكب الموجات : عند إلتقاء موجتان أو أكثر فإن الإزاحة المحصلة هي المجموع الجبري لإزاحات الموجات الفردية. - عند إلتقاء موجتين متطاورتين (فرق الطور بينهما 0 أو 360) : تكون السعة المحصلة أكبر ما يمكن .  - عند إلتقاء موجتين متعاكستين (فرق الطور بينهما 180): تكون السعة المحصلة أقل ما يمكن 	وفقا لفرق المسار بين الموجتين عند نقطة يتحدد نتيجة التداخل (نوع التداخل) فرق المسار: المسافة الإضافية التي تقطعها إحدى الموجتين مقارنة بالموجة الأخرى ، وغالبا ما يعطى فرق المسار بدلالة طول الموجة للموجات. فرق المسار $d_1 - d_2 = \Delta d$ $n_1\lambda - n_2\lambda =$ d = المسافة من المصدر إلى نقطة التداخل n = عدد الأطوال الموجية من المصدر إلى نقطة التداخل <table><tr><th>نوع التداخل</th><th>تداخل بناء A</th><th>تداخل هدام B</th></tr><tr><td>التعريف</td><td>تتعرض موجتان لإعطاء سعة أكبر عند نقطة ما في حيز</td><td>تلغي موجتان احدهما الأخرى لإعطاء سعة منخفضة (أو صفرية) عند نقطة ما في حيز .</td></tr><tr><td>فرق الطور</td><td>0 ، 360 (متطاورتين)</td><td>180 متعاكستان</td></tr><tr><td>فرق المسار</td><td>$n\lambda$ = فرق المسار</td><td>$(n + \frac{1}{2})\lambda$ = فرق المسار</td></tr><tr><td>مسميات أخرى</td><td>التداخلات القصوى للضوء (أهداب ضوئية) للضوء (ضوء)</td><td>التداخلات الدنيا للضوء أهداب معتمة للضوء (هدوء)</td></tr></table>	نوع التداخل	تداخل بناء A	تداخل هدام B	التعريف	تتعرض موجتان لإعطاء سعة أكبر عند نقطة ما في حيز	تلغي موجتان احدهما الأخرى لإعطاء سعة منخفضة (أو صفرية) عند نقطة ما في حيز .	فرق الطور	0 ، 360 (متطاورتين)	180 متعاكستان	فرق المسار	$n\lambda$ = فرق المسار	$(n + \frac{1}{2})\lambda$ = فرق المسار	مسميات أخرى	التداخلات القصوى للضوء (أهداب ضوئية) للضوء (ضوء)	التداخلات الدنيا للضوء أهداب معتمة للضوء (هدوء)
نوع التداخل	تداخل بناء A	تداخل هدام B																	
التعريف	تتعرض موجتان لإعطاء سعة أكبر عند نقطة ما في حيز	تلغي موجتان احدهما الأخرى لإعطاء سعة منخفضة (أو صفرية) عند نقطة ما في حيز .																	
فرق الطور	0 ، 360 (متطاورتين)	180 متعاكستان																	
فرق المسار	$n\lambda$ = فرق المسار	$(n + \frac{1}{2})\lambda$ = فرق المسار																	
مسميات أخرى	التداخلات القصوى للضوء (أهداب ضوئية) للضوء (ضوء)	التداخلات الدنيا للضوء أهداب معتمة للضوء (هدوء)																	



انهض بنفسك ، تنهض بأمّتك



تجربة الشق المزدوج لـ يونج

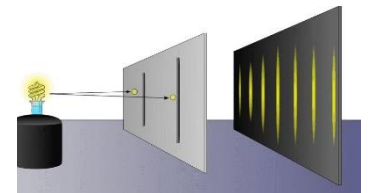


الهدف من التجربة

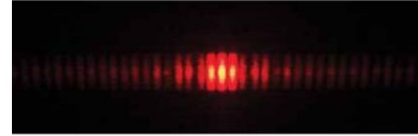
- إظهار الطبيعة الموجية للضوء
- تحديد الطول الموجي لضوء أحادي اللون (ضوء أبيض ومرشح أحادي اللون)

أدوات التجربة

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



نمط التداخل للشق المزدوج

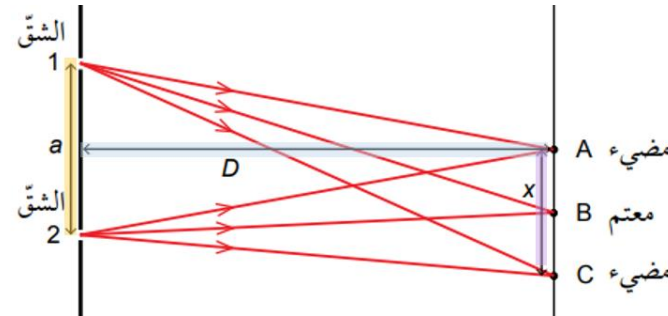


نمط التداخل الواضح:

سلسلة من الأهداب
المتباعدة بالتساوي ذات
مناطق مضئية ومعتمة.

تفسير النمط

- 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 ليعين نتيجة التداخل (وفقا لفرق المسار بين الموجتين عند نقطة يتحدد نوع التداخل بناءا (هدب مضئ) أو هداما (هدب مظلم)).



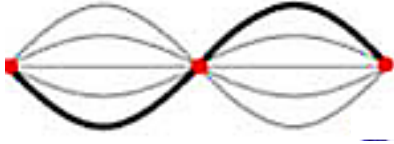
حساب طول الموجة λ

معادلة الشق المزدوج:

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

تكون نتائج التجربة أكثر دقة
عندما تكون الأهداب أكثر
سطوعا والمسافة بينها أكبر $X \uparrow$
أي من خلال
 $\uparrow \lambda \quad \uparrow D \quad \downarrow a$

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 $\downarrow a$ زاد تباعد الأهداب $X \uparrow$)
D	المسافة بين نقطة منتصف الشقين إلى الهدب المركزي	مسطرة متريّة شريط متري	بعد الشاشة عن الشقين يقارب متر ($D \uparrow$ كانت أهداب واضحة $X \uparrow$)
x	المسافة بين مركزي هديبين مضئيين (أو معتميين) متجاورين	باستخدام مسطرة أو مجهر متحرك. قياس عرض عدة أهداب ثم حساب متوسط المسافة الفاصلة) عرض الأهداب $X = \frac{\text{عرض الأهداب}}{N}$ عدد الأهداب	كلما زاد وضوح وبعد الأهداب كانت النتائج أكثر دقة (عدم اليقين أقل) - استخدام الليزر



الضوء الأبيض والليزر



الليزر (يعطي نتائج أكثر دقة)

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

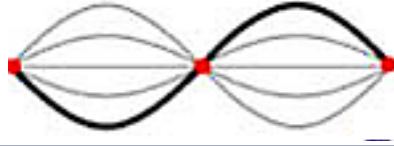
أكثر تركيزا ، كلما زادة شدة الضوء كلما كان من الممكن إبعاد الشاشة عن الشقين (دقة أكبر)، الأهداب تكون متباعدة أكثر.

الضوء الأبيض

أقل شدة
لذا عدد قليل من الاهداب المرئية

يكون هدب مركزي أبيض
وأهداب أخرى ملونة.

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



محزوز الحيود



حساب طول الموجة λ

المسافة الفاصلة بين خطين متجاورين للمحزوز (m)

عرض المحزوز



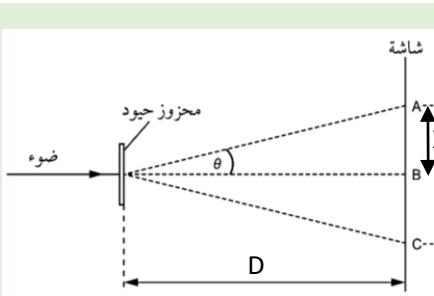
$$d = \frac{\text{عرض المحزوز}}{N}$$

عدد الخطوط

طول الموجة للضوء أحادي اللون الذي يسقط عموديا على محزوز الحيود.

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

أي أن عدد التداخلات القصوى الكلي التي تظهر على الشاشة **يزيد** $\uparrow d$ $\downarrow \sin \theta$ $\downarrow \theta$



زاوية التداخل الأقصى ذي الرتبة (n)

تقاس عمليا كالتالي:

المسافة بين الهدف المركزي والتداخل الأقصى للرتبة

$$\tan \theta = \frac{X}{D}$$

المسافة بين الهدف المركزي ونقطة المنتصف للمحزوز

رتبة التداخل الأقصى (لها) قيم صحيحة فقط 0 ، 1 ، 2 وهكذا)

ملاحظة مهمة :

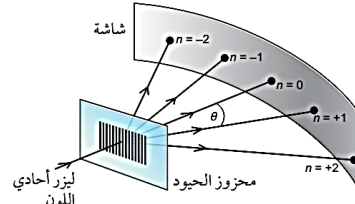
إذا كانت $\sin \theta > 1$ لا يمكن ملاحظة رتبة التداخل الأقصى على الشاشة.

* عدد التداخلات القصوى الكلية التي يمكن ملاحظتها على الشاشة:

$$2n + 1$$

رتبة آخر تداخل أقصى يمكن ملاحظته

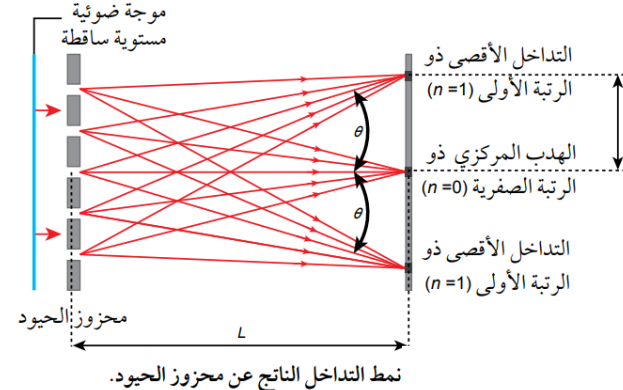
نمط التداخل لمحزوز النفاذ



نمطا متناظرا من التداخلات القصوى على الشاشة ، بينهما زوايا كبيرة ومسافات غير متساوية.

تفسير النمط

- يحيد الضوء أثناء مروره عبر كل شق
- تداخل الكثير من الأشعة الضوئية
- وفقا لفرق المسار بين الأشعة يتحدد فرق الطور بينها ونوع التداخل.
- تنتج التداخلات القصوى عندما يكون فرق المسار بين الأشعة القادمة من الشقوق $n\lambda$

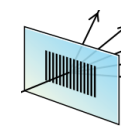


ماذا يقصد به؟

أداة بها شقوق (خطوط) كثيرة، كل خط قادر على إحداث حيود للضوء الساقط.

أنواعه

محزوز حيود النفاذ



محزوز حيود الانعكاس



- أداة بها عدد كبير من الشقوق المتباعدة بشكل متساو على شريحة زجاجية أو بلاستيكية كل خط قادر على إحداث حيود للضوء الساقط. (مثال 10000 خط لكل سنتيمتر)
- أداة بها خطوط عملت على سطح عاكس ، بحيث ينعكس الضوء ويحيّد بواسطتها. (مثال السطح اللامع للقرص المضغوط)

تستخدم في

تشيتت الضوء الأبيض

تجزؤ الضوء إلى الأطوال الموجية المكونة له

$$\uparrow \theta \quad \uparrow \lambda$$

- الضوء الأحمر أكبر طول موجي تكون الزاوية بين التداخلات القصوى أكبر .
- الضوء البنفسجي أقصر طول موجي تكون الزاوية بين التداخلات القصوى أقل.

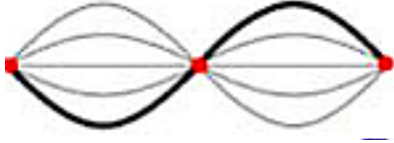
قياس الطول الموجي لضوء أحادي اللون

أكثر دقة في قياس الطول الموجي من استخدام الشق المزدوج لأنه:

- يُظهر مزيد من الأهداب
- الأهداب تكون متباعدة مما يسمح بقياس أكثر دقة.
- نمط الأهداب يكون أكثر سطوعا مما يسهل رؤيته في المختبر.



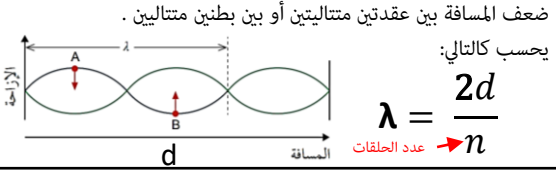
انهض بنفسك ، تنهض بأمتك



الموجات المستقرة (الموقوفة)



خصائص الموجة المستقرة



الطول
الموجي

λ

التردد f

يساوي تردد مصدر الموجة المسافرة.

يمكن حسابها من خلال قانون حساب سرعة الموجة المسافرة

$$v = \lambda f$$

السرعة

صفر

لا تنقل الطاقة. لان الموجتين المسافرتين تنقلان الطاقة باتجاهين متعاكسين مما يلغي نقل الطاقة للموجة المستقرة.

نقل
الطاقة

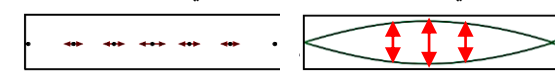
لها أكثر من سعة. تتناقص سعة النقاط من القيم القصوى عند البطن إلى الصفر عند العقدة ثم تزداد مرة أخرى من العقدة إلى البطن التالي.
(سعة المستقرة تساوي ضعف سعة موجة مسافرة واحدة)

السعة

الموجة المستعرضة تهتز إلى أعلى وأسفل عموديا
لا تهتز في العقد

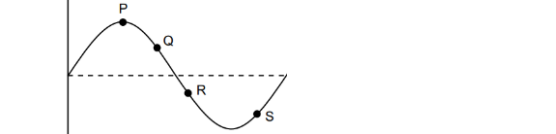
الموجة الطولية تهتز إلى الخلف والأمام طوليا
لا تهتز في العقد

فرق
الطور



جميع النقاط من العقدة إلى العقدة ليس بينها فرق طور (Q و P).
يتغير الطور بمقدار 180° عند كل عقدة (Q و R متعاكستان)

طبيعة
اهتزاز
الجزيئات



نمط الموجة المستقرة

عقدة (N): نقطة على الموجة المستقرة ذات سعة صفرية.
البطن (A): نقطة على الموجة المستقرة ذات سعة قصوى.

المسافة بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتالين = $\frac{\lambda}{2}$

شروط ظهور نمط الموجة المستقرة:

موجتين مسافرتين متعاكستين في الاتجاه لهما نفس التردد والسعة

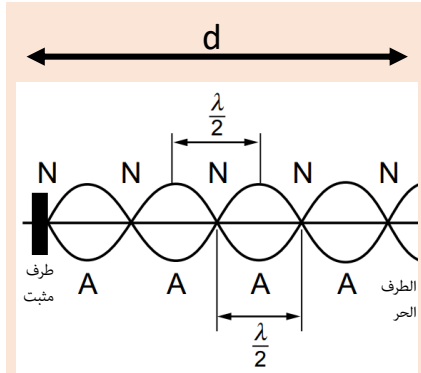
يهتز المصدر بتردد مناسب: بحيث يعطي طول موجي مناسب

مع المسافة. (تكون المسافة d مضاعفات من $\frac{\lambda}{2}$)

$$d = n \frac{\lambda}{2}$$

عدد الحلقات

(عدد المسافات بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتالين)



عدد العقد والبطون يعتمد على تردد
الاهتزاز f (المصدر)

أبسط الأنماط	عدد العقد والبطون	الطول الموجي	تردد المصدر
أول أبسط نمط حلقة واحدة	عقدتين و بطن N A N	أطول طول موجي ممكن $\lambda = 2d$	أقل تردد ممكن $f = \frac{v}{2d}$
ثاني أبسط نمط حلقتين	3 عقد و بطنين N A N A N	ثاني أطول طول موجي ممكن $\lambda = d$	ثاني أقل تردد ممكن $f = \frac{v}{d}$
ثالث أبسط نمط ثلاث حلقات	4 عقد و 3 بطون N A N A N A N	ثالث أطول طول موجي ممكن $\lambda = \frac{2d}{3}$	ثالث أقل تردد ممكن $f = \frac{3v}{2d}$

ما هي الموجة المستقرة

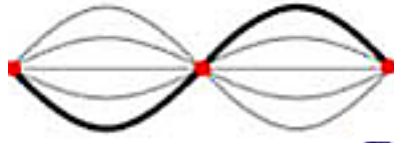
هي نمط اهتزازي مستقر ناتج عن تراكب موجتين مسافرتين لهما التردد نفسه وتنتقلان باتجاهين متعاكسين

كيف تتكون الموجة المستقرة:

عند التقاء موجتين متعاكستين في الاتجاه ولهما نفس التردد والسعة فإنهما يتداخلان (تراكبا)

يمكن الحصول على الموجة المعاكسة عند انعكاس الموجة من حاجز.

الزمن	فرق الطور بين الموجتين المسافرتين	سعة الموجة المستقرة = المجموع الجبري لسعتي الموجتين المسافرتين $A_1 + A_2$ مبدأ تراكب الموجات
0	متعاكستين 180° تداخل هدام	الموجة المحصلة P و Q
$\frac{1}{4}T$	متطاورتين 0° تداخل بناء	الموجة المحصلة P و Q
$\frac{1}{2}T$	متعاكستين 180° تداخل هدام	الموجة المحصلة P و Q
$\frac{3}{4}T$	متطاورتين 0° تداخل بناء	الموجة المحصلة P و Q



تجارب الموجات المستقرة

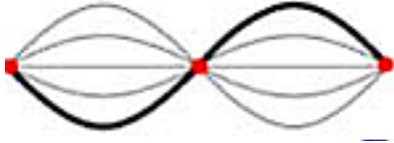


الهدف من تجارب الموجات المستقرة: قياس سرعة الموجة المسافرة في الوسط أو ترددها

اسم التجربة	الأوتار المشدودة تجربة ميلد	الموجات الميكروية	عمود الهوائي المغلق من أحد طرفية (أنبوب الرنين) والمفتوح من طرفين
كيف يمكن الحصول على موجة مستقرة	<ul style="list-style-type: none"> - ضبط تردد مولد الإشارة ببطيء حتى يتولد نمط مستقر على السلك. - إذا لا يمكن تغير التردد يمكن التحكم بطول الحبل من خلال تحريك منشور حتى ظهور النمط . - المواقع التي لا تتحرك (عقد) والتي تتحرك إلى أعلى وأسفل بأكبر سعة (بطون). - بزيادة التردد يزيد عدد البطون والعقد (يقبل الطول الموجي) . 	<ul style="list-style-type: none"> - وضع جهاز الإرسال بمواجهة الصفيحة العاكسة . - تحريك مسبار الكاشف على طول الخط من جهاز الإرسال إلى الصفيحة. - الإشارة العالية عند البطن ولا توجد إشارة أو منخفضة عند العقدة. - تتكون عقدة على السطح العاكس. 	<ul style="list-style-type: none"> - يثبت أنبوب زجاجي مفتوح من الطرفين بحيث يكون طرف واحد داخل في مخبر ماء - وضع شوكة رنانة تهتز فوق فتحة الأنبوب فيهتز عمود الهواء في الانبوب - تغيير ارتفاع عمود الهواء بإضافة ماء ببطء أو رفع الإسطوانة الزجاجية ببطيء (يجب أن يكون طول عمود الهواء 1 مناسب لحدوث الرنين أول صوت عالي يحدث مع $L = \frac{\lambda}{4}$. - تتشكل موجة مستقرة عندما يصدر صوت عالي من عمود الهواء (الرنين). - تهتز الجزيئات بحرية مع الطرف المفتوح للأنبوب (بطون). - أسفل الانبوب لا يهتز عمود الهواء (عقدة) - الرنين في الأنبوب مفتوح الطرفين تهتز الجزيئات بحرية في النهايتين (كلاهما بطون) $L = \frac{\lambda}{2}$
قياس الطول الموجي	<ul style="list-style-type: none"> - تحديد أماكن العقد - قياس المسافة بين العقد d - حساب الطول الموجي بالقانون التالي $\lambda = \frac{2d}{n}$ <p>المسافة بين العقد عدد الحلقات (عدد المسافات بين عقدتين متتاليتين)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - قياس المسافة بين عقدتين متتاليتين d. - حساب الطول الموجي $\lambda = 2d$ 	<p>في كلا الأنبوبين يكون الفرق بين رنينين متتالين $\frac{\lambda}{2}$</p> <p>$\lambda = 2(l_2 - l_1)$</p> <p>$l_1 = \frac{\lambda}{4}$ طول عمود الهواء لأول صوت عالي</p> <p>$l_2 = \frac{3\lambda}{4}$ طول عمود الهواء لثاني صوت عالي</p>
قياس تردد الموجة = تردد المصدر	<ul style="list-style-type: none"> - الحصول على إشارة ثابتة على الشاشة لأطول موجة ممكنة بمعبرة فرق الجهد (رأسي) والزمن (أفقي) - قياس عدد المربعات للموجة . - حساب الزمن الدوري T = عدد المربعات × زمن كل مربع - ثم حساب التردد f 	<p>حساب التردد $f = \frac{c}{2d}$</p>	<p>$f = \frac{v}{\lambda}$</p> <p>عند فتح نهاية الأنبوب يقل الطول الموجي ويزيد التردد ويكون الصوت أكثر حدة</p>
حساب السرعة للموجة المسافرة	<p>$v = \lambda f$</p> <p>كلما زاد عدد الأتقال (قوة شد mg) زادت سرعة الموجات وقد يختفي نمط الموجة المستقرة وللمحافظة على نفس النمط:</p> <ul style="list-style-type: none"> - إما زيادة طول الحبل بتحريك المنشور لان $\lambda \uparrow$ (ويكون التردد ثابت) - أو زيادة التردد ويبقى λ ثابت. 	<p>C سرعة الموجة الميكروية في الفراغ $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$</p>	<p>$v = \lambda f$</p>



انهض بنفسك ، تنهض بأمّتك



نهاية الوحدة السابعة

مذكرة فيزيائية
للفصل الثاني عشر
إعداد الأستاذة فاطمة الراشدية



تعليم متقن ، متعلم مُبدع
مدرسة الكامل للبنات (9 - 12)

لا تتوقف ، فاللحظات الشاقة ستصبح
ذكريات رائعة ترويها في قصة نجاحك