سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم

الوحدة السابعة: تراكب الموجات

7-2 حيود الموجات	عنوان الدرس
الفيزياء	المادة
الثاني	الفصل الدراسي
الثاني عشر	الصف
ناصر الزيدي	الإعداد والتقديم

أهداف التعلّم

٧-١ يشرح مبدأ تراكب الموجات ويستخدمه.

٧-٢ يعرّف مصطلح الحيود ويستخدمه.

٧-٣ يصف التجارب التي تُظهر الحيود ويشرحها بما في ذلك التأثير النوعي لعرض الفجوة بالنسبة إلى الطول الموجي لموجة ما.

٧-٤ يعرّف مصطلحي التداخل والترابط ويستخدمهما.

٧-٥ يصف التجارب التي تُظهر تداخلًا من مصدرَين باستخدام موجات الماء في حوض الموجات، وموجات الصوت وموجات الضوء والموجات الميكروية ويشرحها.

٧-٦ يصف الشروط المطلوبة لملاحظة أهداب التداخل ثنائي المصدر.

٧-٧ يستخدم المعادلة: $\lambda = \frac{ax}{D}$ لتداخل الضوء من شق مزدوج.

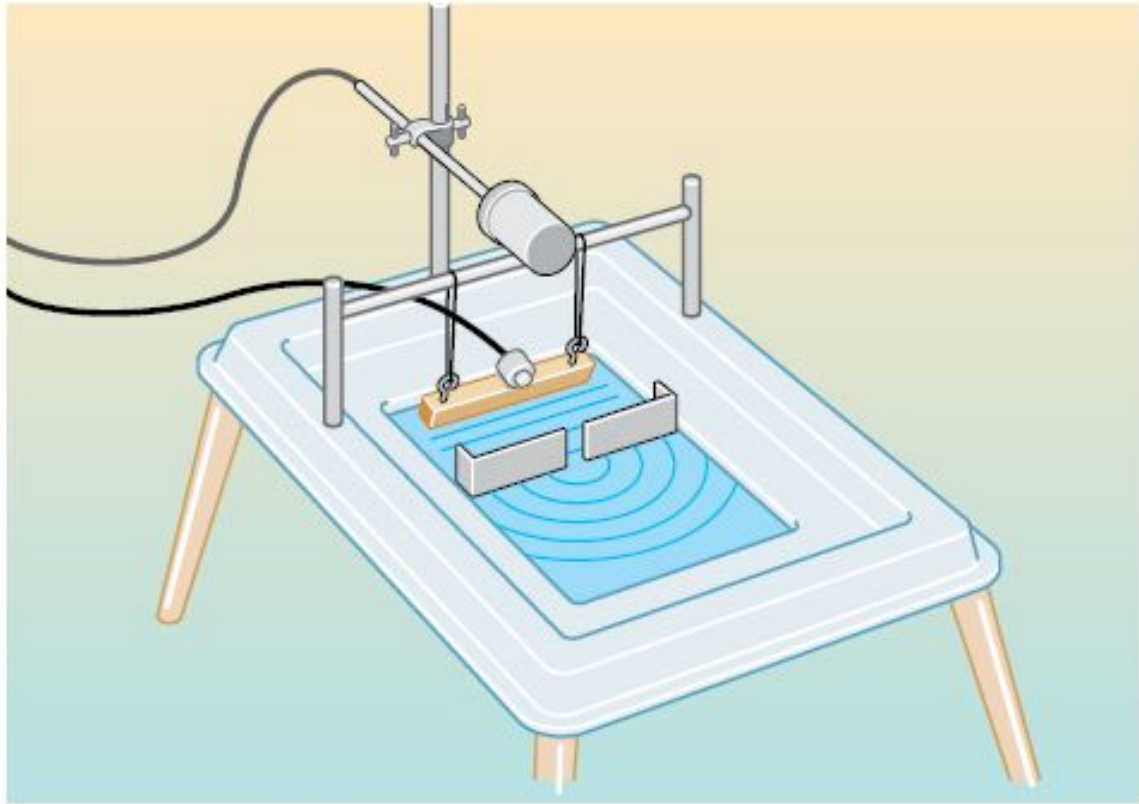
٧-٨ يستخدم المعادلة: $d \sin\theta = n\lambda$.

٧-٩ يصف استخدام محزوز الحيود لتحديد طول الموجة لضوء ما.

٧-١٠ يصف التجارب التي تُظهر الموجات المستقرة باستخدام الموجات الميكروية والأوتار المشدودة والأعمدة الهوائية ويشرحها (سيُفترض أن تصحيحات نهاية الأنابيب الهوائية مهملة؛ معرفة مفهوم تصحيحات النهاية غير مطلوبة).

٧-١١ يشرح بيانيًا طريقة تكوّن موجة مستقرة، ويحدّد العُقد والبطون.

٧-١٢ يصف كيف يمكن تحديد طول موجة مستقرة من مواقع العُقد أو البطون.

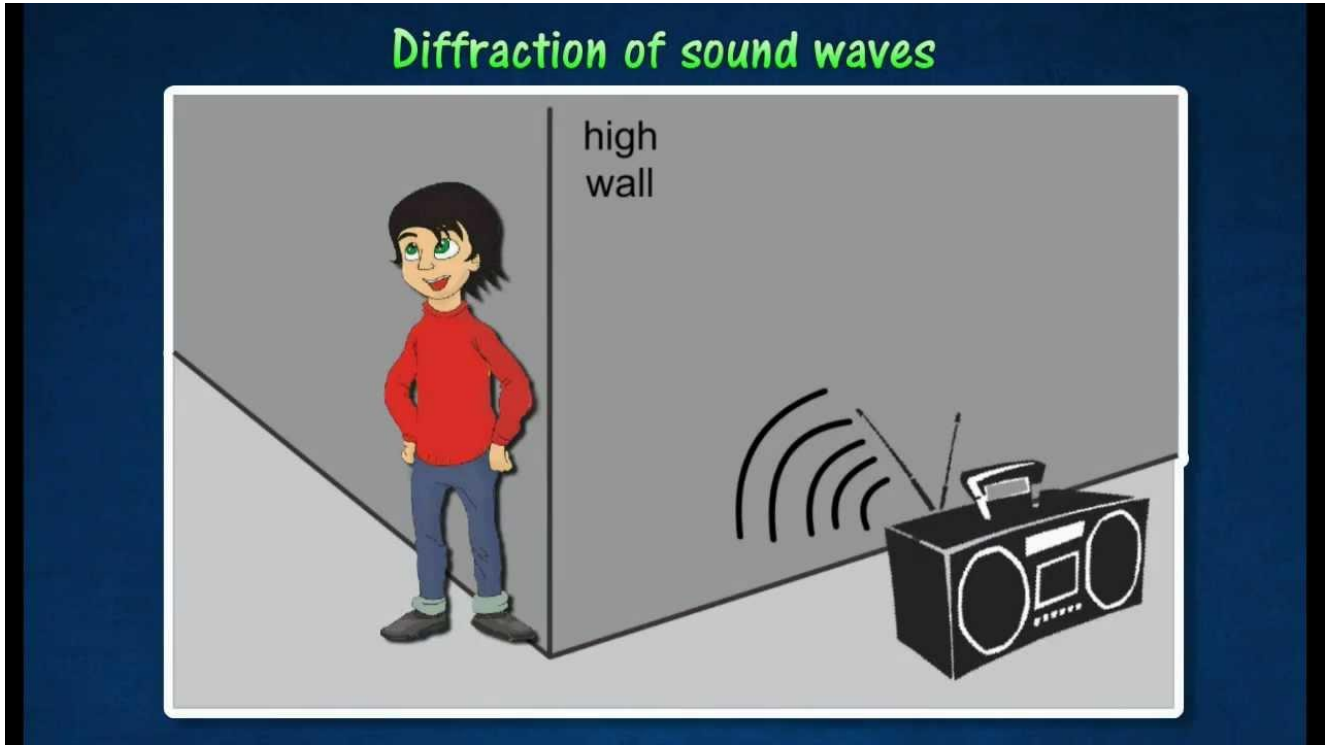


مصطلحات علمية

الحيود Diffraction: انحناء الموجة عندما تمر عبر فجوة ما أو تتجاوز حافة وانتشارها.

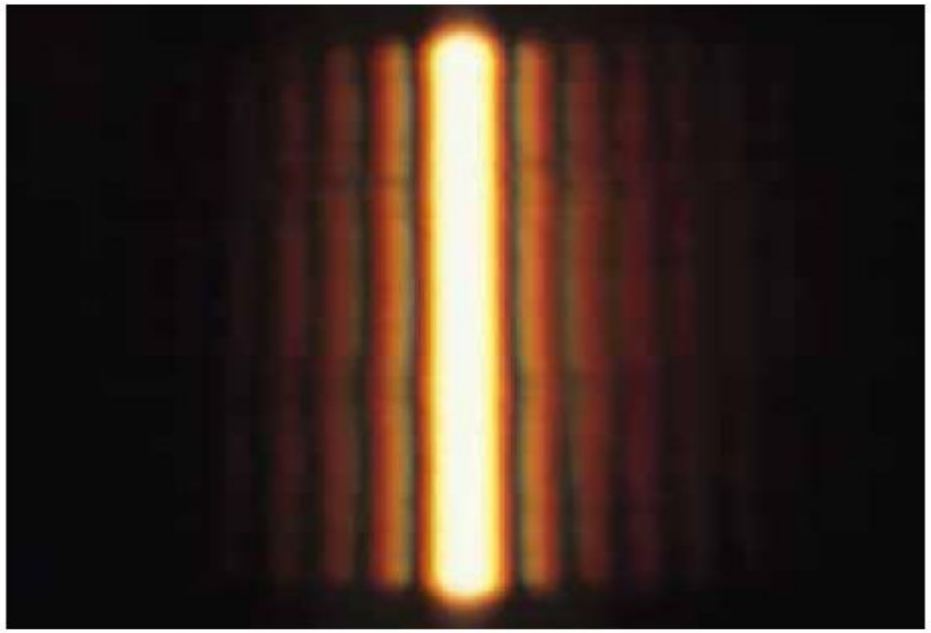
يجب أن تدرك أن جميع الموجات (مثل الصوت والضوء) قد تنعكس وتنكسر، وهناك ظاهرة أخرى تنطبق على جميع الموجات وهي أنها يمكن أن تحيد (تنحني)، **والحيود Diffraction** هو انحناء الموجة أثناء مرورها عبر فجوة أو حول حافة وانتشارها، ومن السهل ملاحظة آثار الحيود واستقصاؤه باستخدام موجات الماء، كما هو مبيّن في المهارة العملية ٧-١.

حيود الصوت



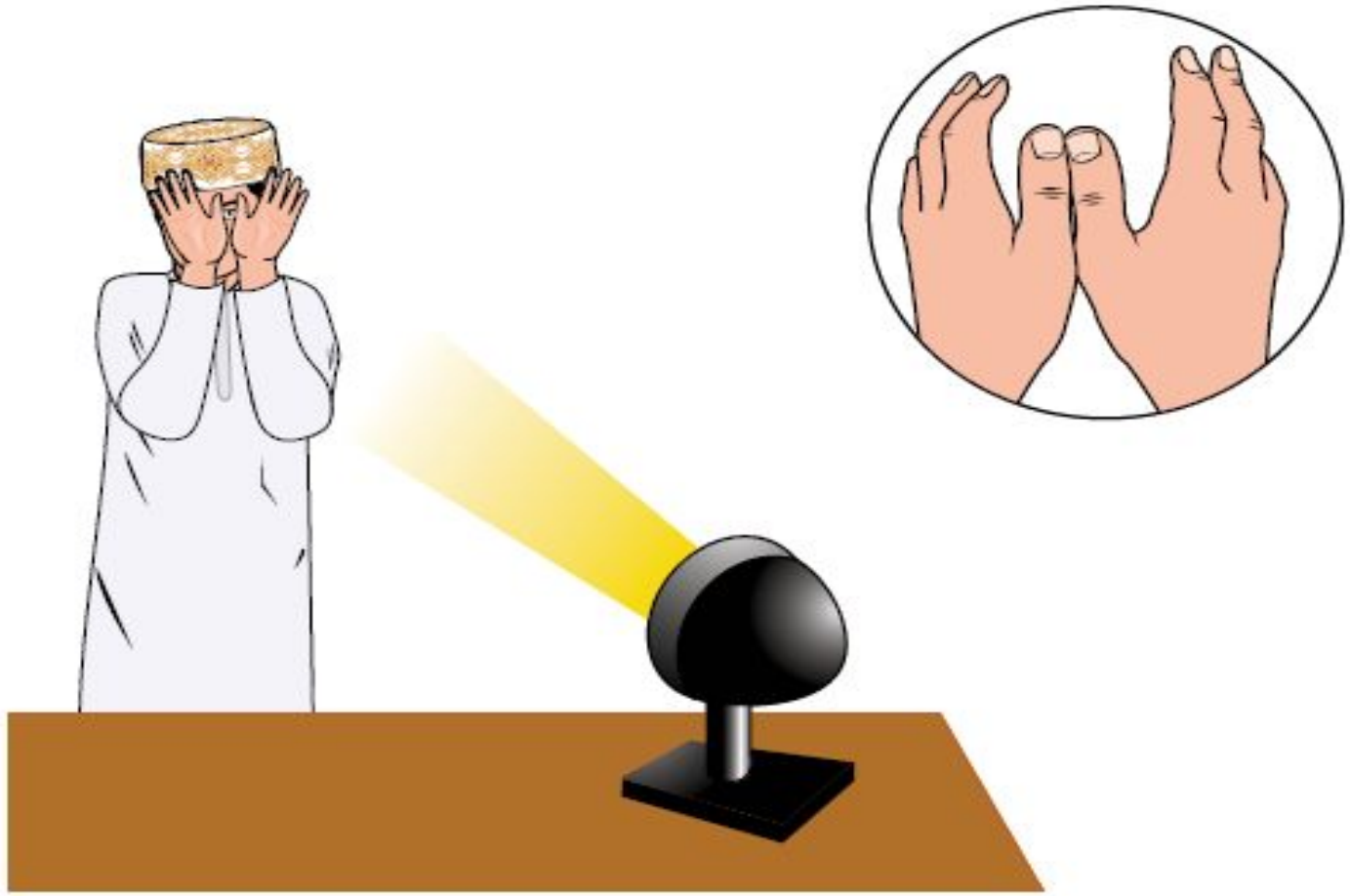
الموجات الصوتية في النطاق المسموع لها أطوال موجية تتراوح من بضعة سنتيمترات إلى بضعة أمتار لذلك قد نتوقع ملاحظة تأثيرات حيود الصوت في بيئتنا، فالأصوات مثلًا تحيد عند مرورها عبر مداخل الأبواب، فإذا كان عرض مدخل الباب مقاربًا لطول موجة الصوت، فإن الصوت يحيد وينتشر من إحدى الغرف إلى الغرف المجاورة.

حيود الضوء



الصورة ٧–٣ يحيد الضوء في أثناء مروره عبر شق ضيق جدًا.

للضوء المرئي أطوال موجية أقصر بكثير (5×10^{-7} m تقريبًا)، لذلك لا يحيد بشكل ملحوظ بواسطة مداخل الأبواب؛ لأن عرض الفجوة أكبر بأكثر من مليون مرة من طول موجة الضوء، لكن يمكننا أن نلاحظ حيود الضوء بواسطة تمريره عبر شق ضيق جدًا أو ثقب صغير جدًا؛ فعندما يوجّه ضوء ليزر إلى شق عرضه مقارب للطول الموجي للضوء الساقط فإنه يحيد وينتشر في الحيز الموجود خلف الشق ليشكل بقعة على الشاشة (الصورة ٧–٣)، ويسمح الشق القابل للتعديل برؤية تأثير تضييق الفجوة تدريجيًا .



الشكل ٧-٣ يمكنك رؤية تأثيرات الحيود بالنظر إلى مصدر ساطع للضوء (مصباح) من خلال شق ضيق. ماذا يحدث عندما تجعل الشق أضيق؟

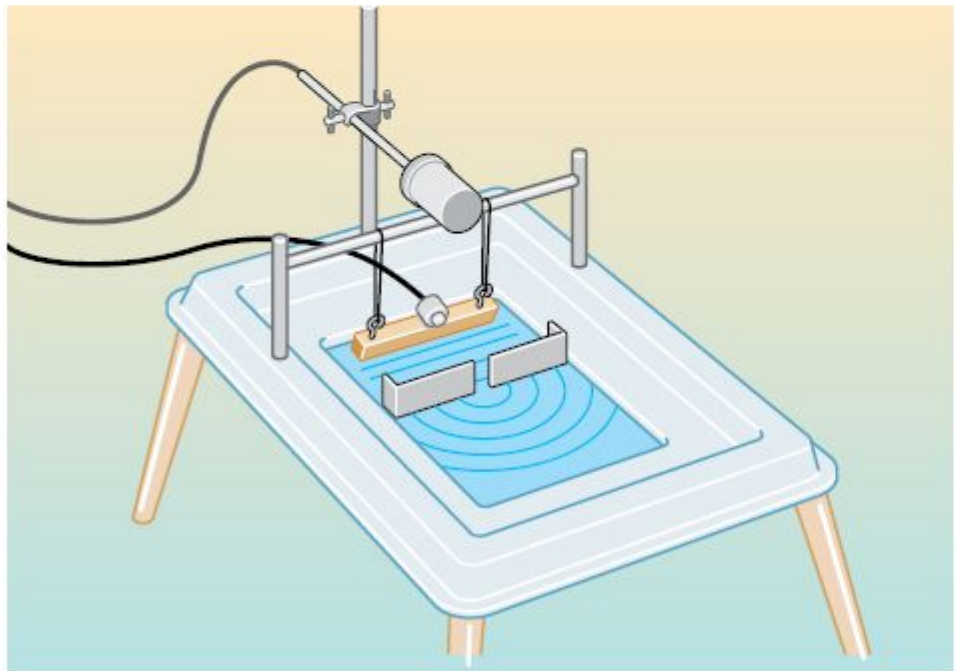
مهارة عملية ٧-١

ملاحظة الحيود في حوض الموجات المائية

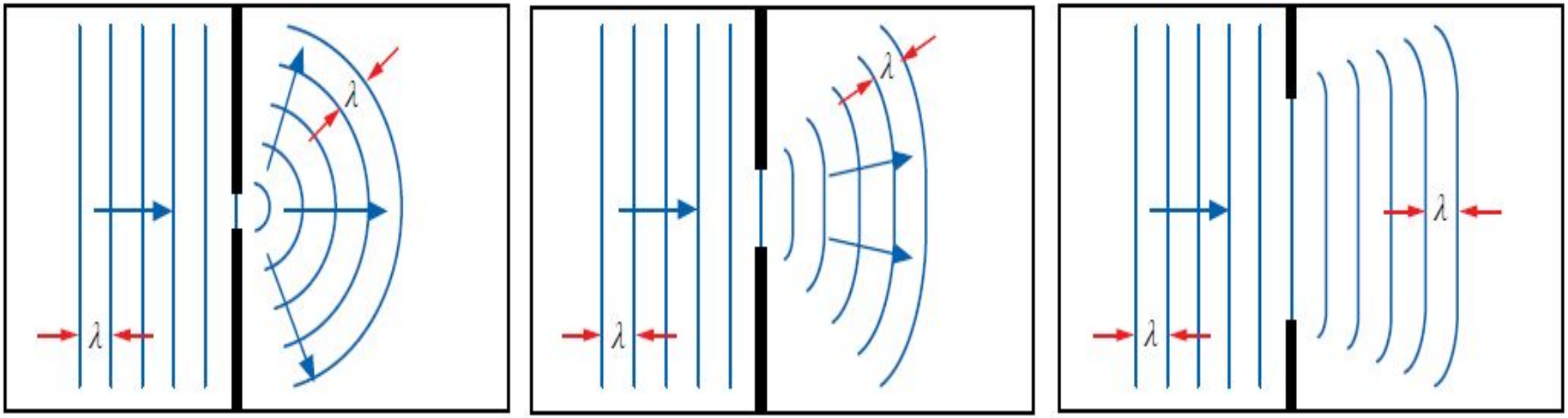
يمكن استخدام حوض الموجات لعرض الحيود، إذ تتولد موجات مستوية باستخدام ساق مهتز، فتتحرك الموجات نحو فجوة في حاجز (الشكل ٧-٤)، حيث تصطدم الموجات بالحاجز وتنعكس عنه إلى الخلف؛ أمّا التي تصل إلى الفجوة فإنها تمر عبرها فتنحني وتنتشر في الحيز خلفها، وانحناء الموجات في أثناء انتقالها عبر فجوة (أو بعد تجاوز حافة الحاجز وانتشارها) هو ما يسمى الحيود.

يعتمد مدى حيود الموجات على عرض الفجوة، وهذا مبيّن في الشكل ٧-٥ إذ توضّح الخطوط في هذا المخطط جبهات الموجات، فتبدو كما لو أننا ننظر إلى الموجات من أعلى حوض الموجات، ونرسم خطوطًا لتمثيل قمم تلك الموجات في زمن ما، **والمسافة الفاصلة بين جبهتَي الموجة المتجاورتَين تساوي طول الموجة (λ) للموجات.**

عندما تواجه الموجات فجوة في حاجز فإن مقدار الحيود يعتمد على عرض الفجوة، إذ يصعب وجود أي حيود ملحوظ عندما يكون عرض الفجوة أكبر بكثير من طول الموجة، وكلما أصبح عرض الفجوة أقل يصبح تأثير الحيود أكثر وضوحًا، ويكون أوضح ما يمكن عندما يكون عرض الفجوة مساويًا تقريبًا للطول الموجي للموجات.



الشكل ٧-٤ الحيود في حوض الموجات المائية.



(أ)

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

(ب)

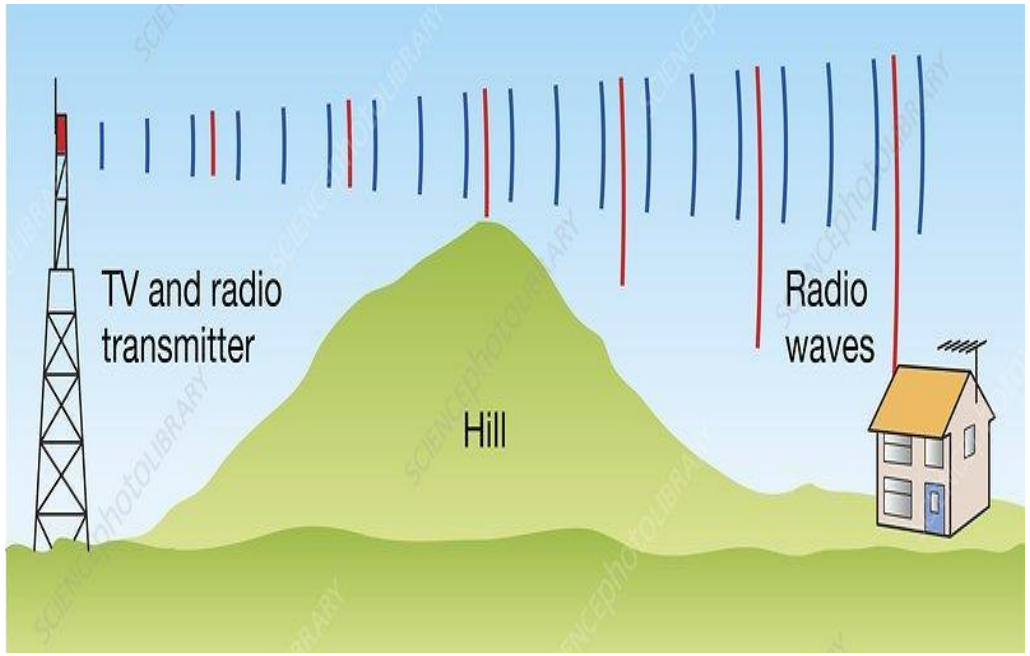
يكون عرض الفجوة أكبر من طول الموجة ويلاحظ حيود محدود.

(ج)

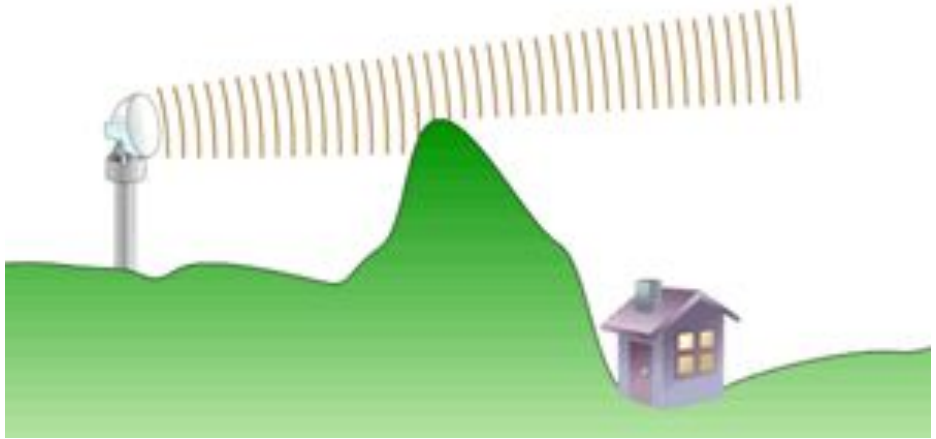
يكون عرض الفجوة مساويًا لطول الموجة تقريبًا ويكون تأثير الحيود أكبر ما يمكن.

الشكل ٧-٥ يعتمد مدى حيود الموجات على العلاقة بين طول الموجة وعرض الفجوة.

حيود موجات الراديو والموجات الميكروية



قد يكون لموجات الراديو أطوال موجية تقارب الكيلومتر، وقد تحيد هذه الموجات بسهولة بواسطة الفجوات الموجودة بين التلال والمباني الشاهقة حول مدننا وقرانا



أما الموجات الميكروية التي تستخدمها شبكة الهواتف المحمولة فلها أطوال موجية تقارب (10 cm)، هذه الموجات لا تحيد بسهولة (لأن أطوال موجاتها أصغر بكثير من أبعاد الفجوات) وغالبًا ما تنتقل عبر الفضاء بخطوط مستقيمة.

حيود موجات الراديو والموجات الميكروية

تحتاج السيارات إلى هوائيات راديو خارجية؛ لأن موجات الراديو لها أطوال موجية أطول من أبعاد النوافذ؛ لذلك لا يمكن أن تحيد إلى داخل السيارة.

وإذا حاولت الاستماع إلى راديو في قطار بدون هوائي خارجي

فستجد أن إشارات FM يمكن التقاطها بشكل ضعيف (أطوالها الموجية تقارب 3 m)

أما إشارات AM فأطوالها الموجية أطول، لذلك لا يمكن أن تدخل إلى القطار على الإطلاق.

سؤال

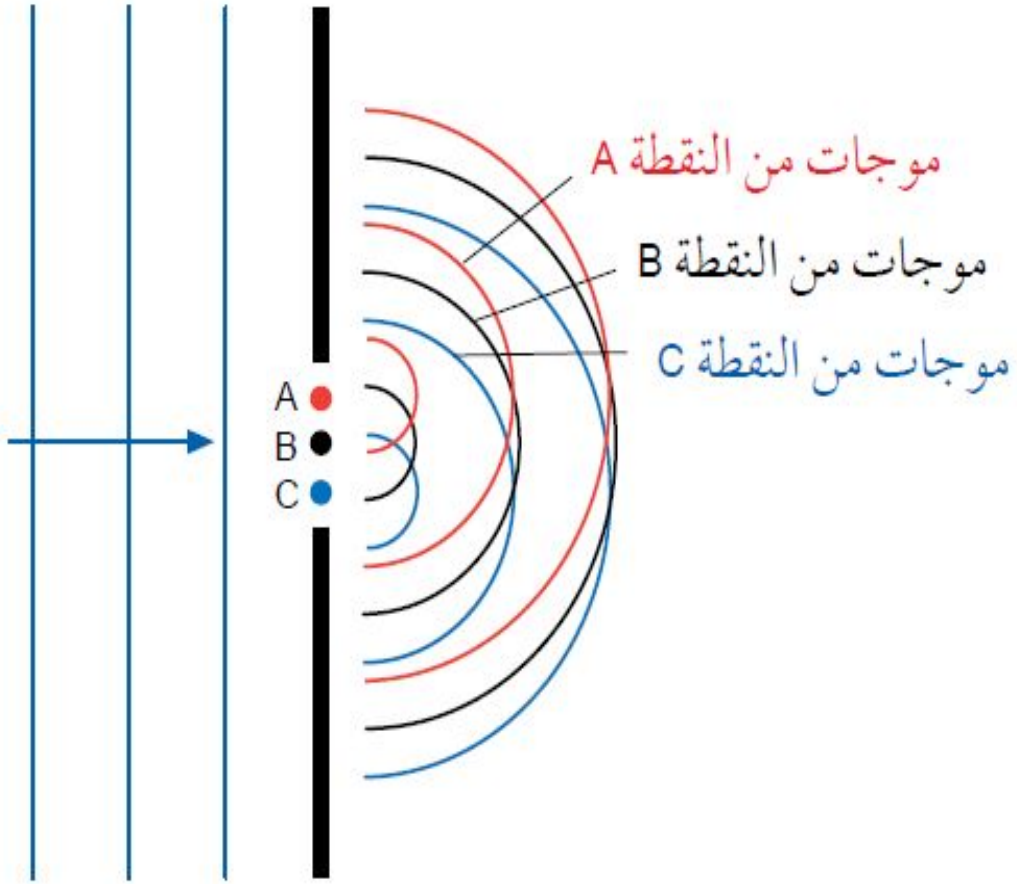
(٢) يستخدم فرن الميكروويف (الصورة ٧-٤) موجات ميكروية ذات طول موجة يساوي (12.5 cm). الباب الأمامي للفرن مصنوع من الزجاج بداخله شبكة فلزية، ويبلغ عرض الفجوات في الشبكة الفلزية بضعة ملليمترات.

اشرح كيف يتيح لنا هذا التصميم رؤية الطعام داخل الفرن، في حين لا يُتاح للموجات الميكروية الإفلات (الخروج) إلى المطبخ (حيث يمكن أن تؤذينا).

الصورة ٧-٤ يوجد في باب فرن الميكروويف شبكة فلزية تبقي الموجات الميكروية في الداخل وتسمح بخروج الضوء إلى الخارج.

شرح الحيود

الحيود هو تأثير موجي يمكن تفسيره بواسطة مبدأ تراكب الموجات؛ إذ علينا أن نفكر فيما يحدث عندما تصل موجة مستوية إلى فجوة في حاجز (الشكل ٧-٦). فمثلًا في الموجات المائية كل نقطة على سطح الماء داخل الفجوة تتحرك إلى الأعلى وإلى الأسفل، وكل من هذه النقاط المتحركة يمكن اعتبارها مصدرًا نقطيًا لموجات جديدة تنتشر في الحيز خلف الحاجز. نتيجة لذلك يكون لدينا الكثير من هذه الموجات الجديدة، ويمكننا استخدام مبدأ تراكب الموجات لإيجاد التأثير الناتج عنها، وبدون محاولة حساب تأثير عدد لانهائي من هذه الموجات، يمكننا القول إنه في بعض الاتجاهات تجمع الموجات معًا في حين يُلغي بعضها بعضًا في اتجاهات أخرى.



الشكل ٧-٦ تتشارك الموجات من جميع النقاط في الفجوة لتشكيل النمط في الحيز خلفها.

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم
الفيزياء
الصف الثاني عشر
كتاب الطالب
الفصل الدراسي الثاني
N
S
CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS
الطبعة التجريبية
1445هـ - 2023 م

نهاية الدرس