

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحركة
الموجية

الموجات
وصفاتها

منصة أساس التعليم

الموجات وصفاتها

الموجة The wave



اضطرابٌ أو اهتزازٌ ينتقلُ من مكانٍ إلى آخرَ

تعدُّ الموجةُ وسيلةً لنقلِ الطاقةِ

ومعَ أنَّ الاضطرابَ يتسبَّبُ في حدوثِ اهتزازٍ
لدقائقِ الوسطِ الناقلِ للموجةِ، إلا أنَّ هذه الدقائقَ
لا تنتقلُ من موقعٍ إلى آخرَ مثلَ الطاقةِ.

تتولَّدُ الموجاتُ في الوسطِ نتيجةَ اهتزازِ المصدرِ المولِّدِ للموجاتِ،
ثمَّ ينتقلُ الاهتزازُ من المصدرِ خلالَ الوسطِ الناقلِ.

أساس التعليمية

الموجات وصفاتها

أنواع الموجات Types of Waves

يُحدّد نوع الموجات بناءً على اتجاه اهتزاز دقائق الوسط

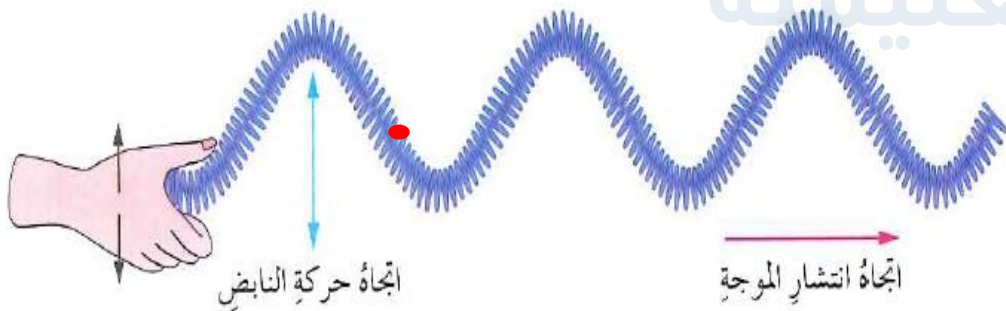
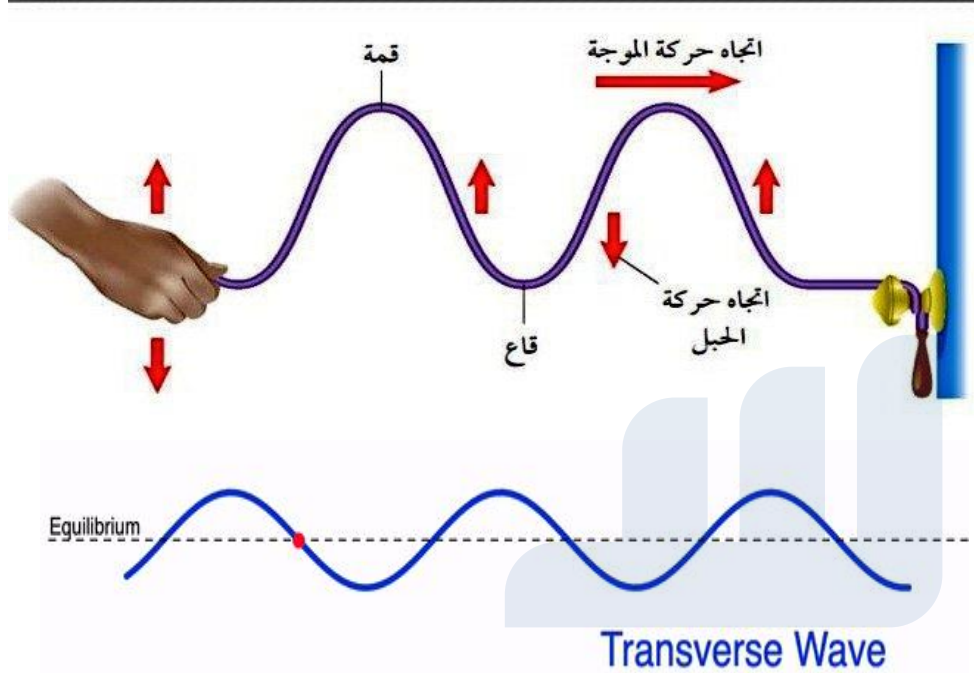
الموجات المستعرضة

الموجة التي يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها متعامداً مع اتجاه انتشارها

مثل موجات سطح الماء والموجات التي تنتقل في نابض أو حبل مشدود

تنتشر الموجات المستعرضة في الأوساط الصلبة والسائلة، بينما لا يمكنها الانتقال خلال الغازات.

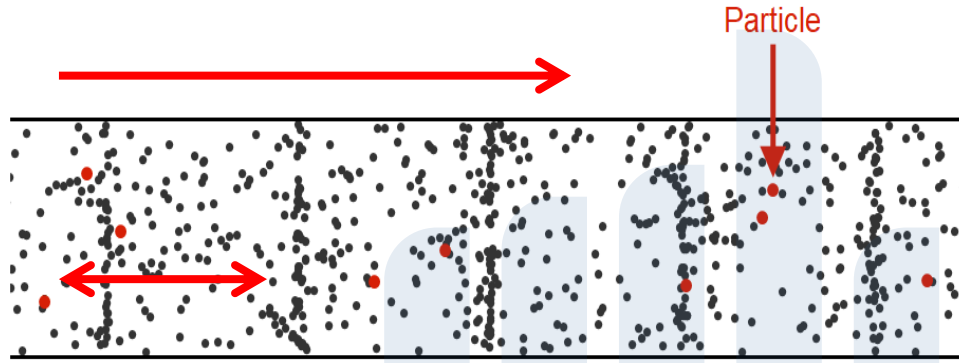
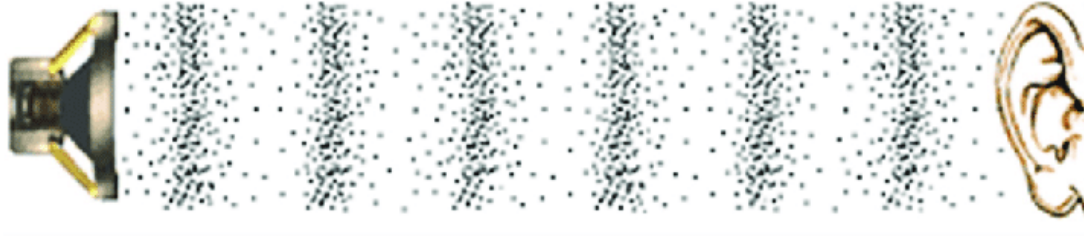
موجات الضوء يمكنها الانتقال في الفراغ.



الموجات وصفاتها

أنواع الموجات Types of Waves

الموجات الطولية



الموجة التي يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها
باتجاه انتشار الموجة نفسها

مثل ذلك موجات الصوت

وبعض أنواع الموجات التي تنتقل في النابض
على شكل تضاعط وتخلخل

ويتنشر هذا النوع من الموجات في الأوساط
جميعها؛ الصلبة والسائلة والغازية.

بينما تكون الجزيئات أكثر تباعدًا في منطقة التخلخل



Longitudinal Wave

التضاعط منطقة تتقارب فيها جزيئات الوسط



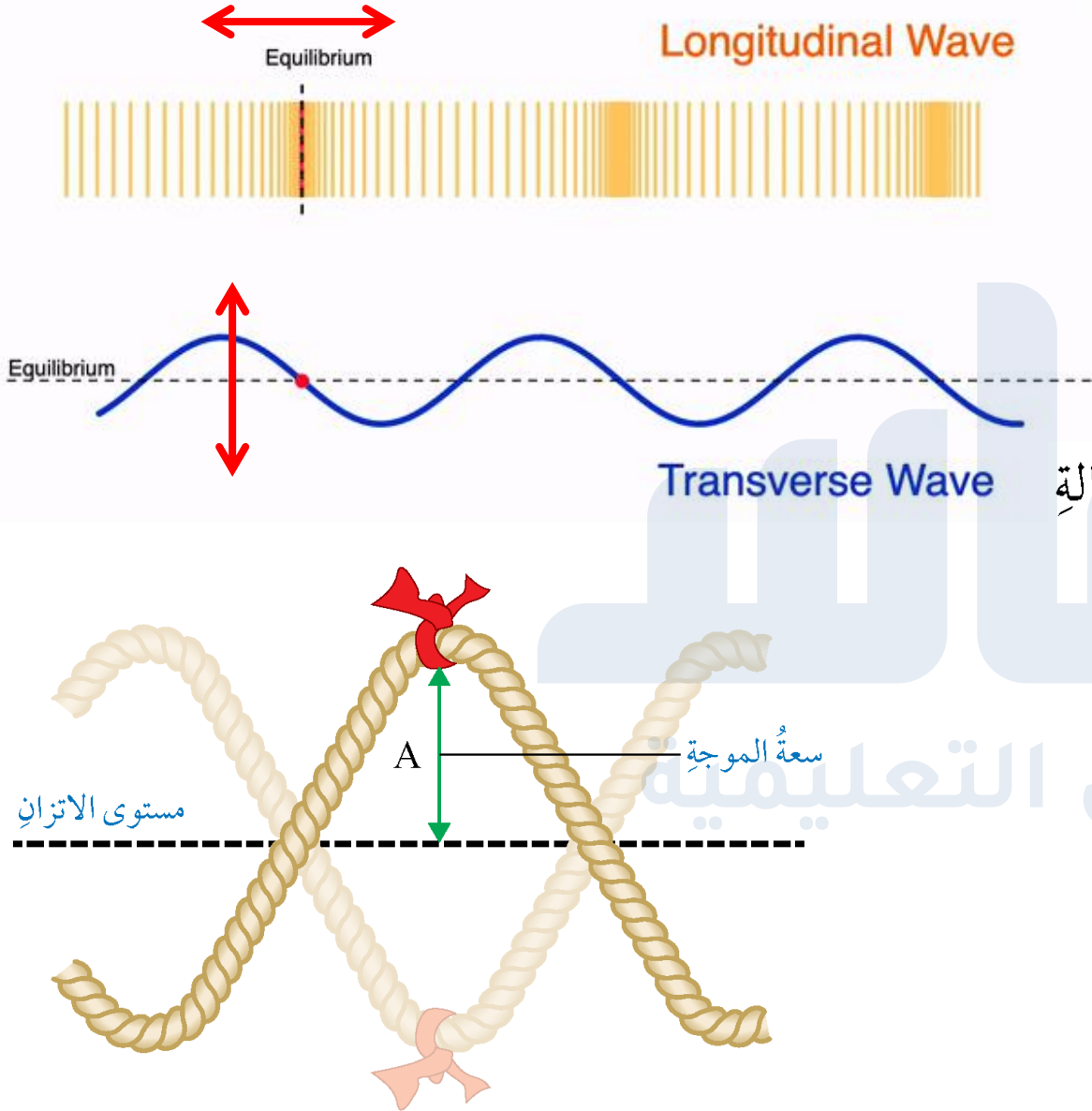
صفات الموجة

للموجات جميعها - مهما اختلفت أنواعها - صفات مشتركة،
نميزُّ بها الحركة الموجية

هي الطريقة التي تنتشرُ بها الموجات في الأوساط المختلفة، وتختلف باختلاف أنواع الموجات سواءً أكانت مستعرضة أم طولية.

الموجات وصفاتها

صفات الموجة



لاحظنا في نوعي الموجات المستعرضة والطولية أنّ دقائق الوسط تتحرك باتجاهين متعاكسين على طرفي موقع اتزانها؛ أي أنها تهتزُّ

تُغيرُ موقعها باستمرارٍ بالنسبة إلى موقع اتزانها

(موقع الاتزان هو نقطة على الحبل المشدود أفقيًا بشكلٍ مستقيم في حالة عدم انتقال أي موجة خلاله)

أقصى إزاحة تحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها

سعة الموجة

يُرمزُ إليها على الشكل بالرمز (A)

تتغيرُ هذه الإزاحة باستمرارٍ مع مرور الزمن

الموجات وصفاتها

صفات الموجة



سعة الموجة

أقصى إزاحة تحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها

شدة الموجة

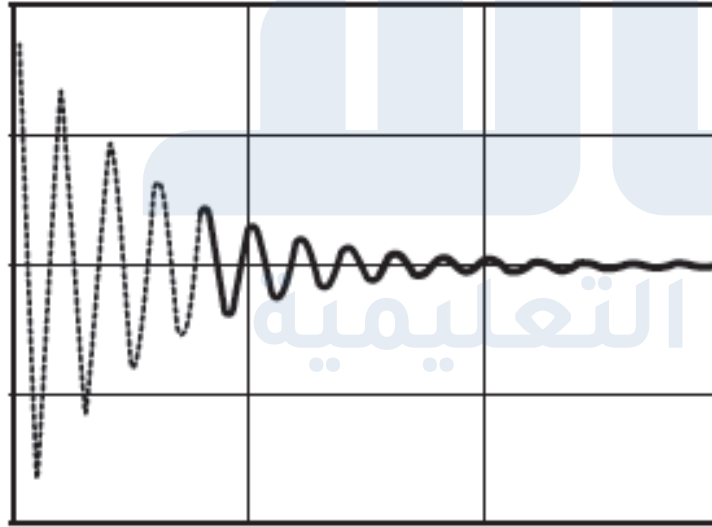
نسبة الطاقة التي تنقلها الموجة إلى وحدة المساحة التي يتعامد معها اتجاه انتشار الموجة.

سعة الموجة تزداد بزيادة طاقة المصدر وتقل بزيادة البعد عنه

لذلك فإن سعة الموجة تتناسب طرديًا مع شدتها.

✓ **أتحقق:** من أين تحصل الموجات على طاقتها؟

تصدر الموجات عن مصدر مهتز



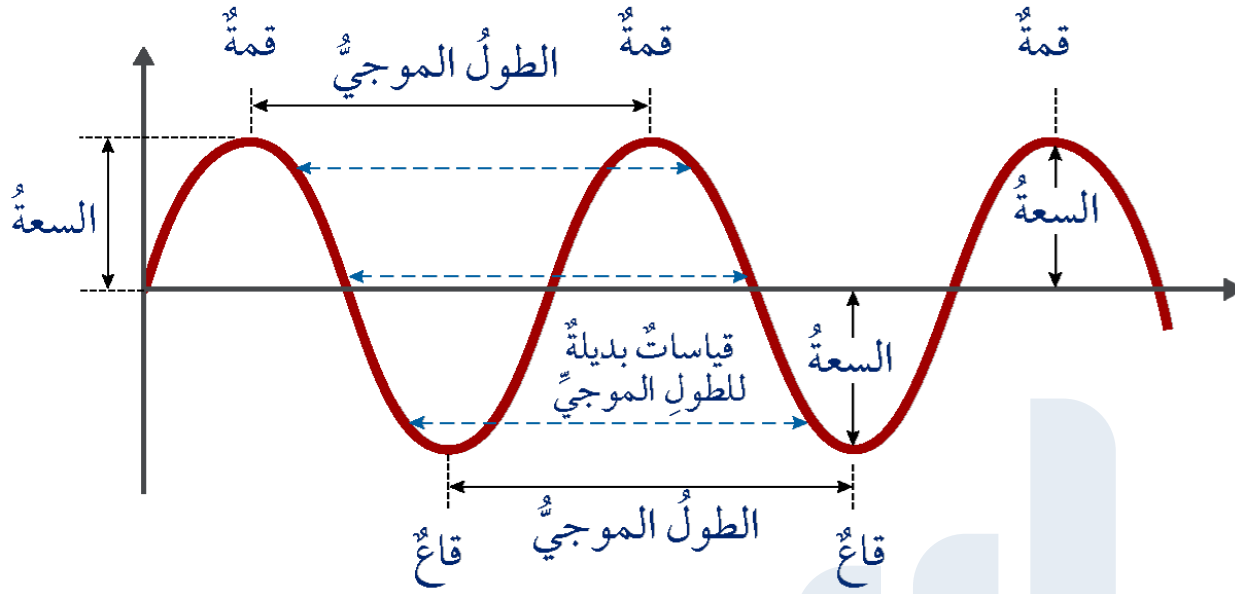
الموجات وصفاتها

صفات الموجة

طول الموجة

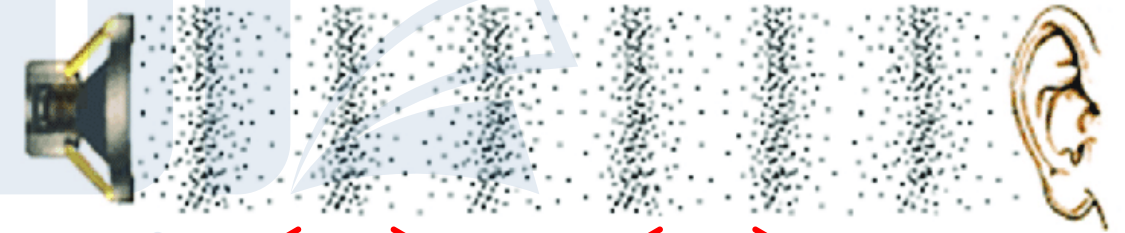
المسافة بين أيّ نقطتين متناظرتين ومتتاليتين على الموجة

يُرمزُ إليه بالحرف اليوناني $(\lambda - \text{لامدا})$



المسافة بين قاعين متتاليتين

المسافة بين قمتين متتاليتين



المسافة بين
تخلخين

المسافة بين
تضاغطين

منصة أساس التعليمية

صفات الموجة

التردد

هو عدد الموجات الكاملة (n) التي تعبر نقطة ثابتة في الوسط خلال ثانية واحدة

يُرمز إليه بالحرف اللاتيني (f)

$$\text{التردد} = \frac{\text{عدد الموجات}}{\text{الزمن الكلي}} = f = \frac{n}{t}$$

أما وحدة قياس التردد فهي هيرتز (Hz) وتكافئ (s⁻¹)

الزمن الدوري (T)

المدة الزمنية اللازمة لعبور موجة كاملة واحدة نقطة ثابتة في الوسط

$$\text{الزمن الدوري} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الموجات}} = T = \frac{t}{n}$$

Longitudinal Wave



Transverse Wave



ويرتبط التردد بالزمن الدوري للموجة بالعلاقة الرياضية

$$T = \frac{1}{f}$$

منصة أساس التعليم

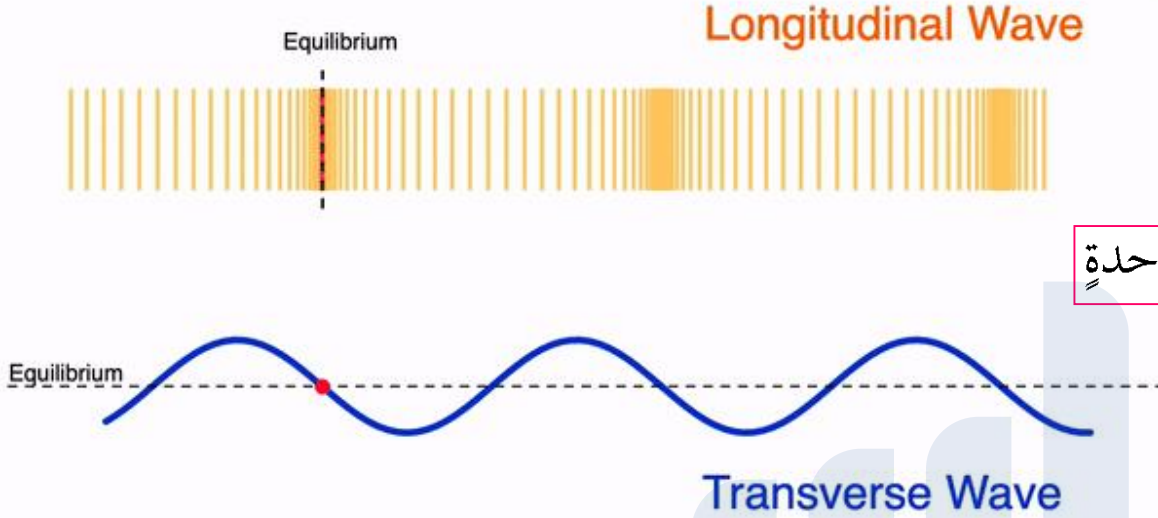
صفات الموجة

التردد

هو عدد الموجات الكاملة (n) التي تعبر نقطة ثابتة في الوسط خلال ثانية واحدة

تصدر الموجات عن مصدر مهتز، وترددها يساوي تردد هذا المصدر،
فالتردد لا يعتمد على نوع الوسط، أي أنه عند انتقال موجة ترددها
(5 Hz) بين وسطين مختلفين، فإن ترددها لا يتغير، ويبقى (5 Hz).

منصة أساس التعليمية

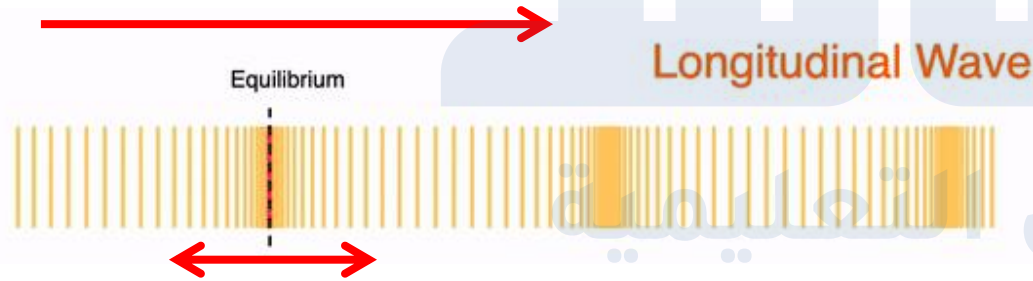


الموجات وصفاتها

✓ **أتحقق:** كيف يمكنني التمييز بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية؟

الموجات الطولية

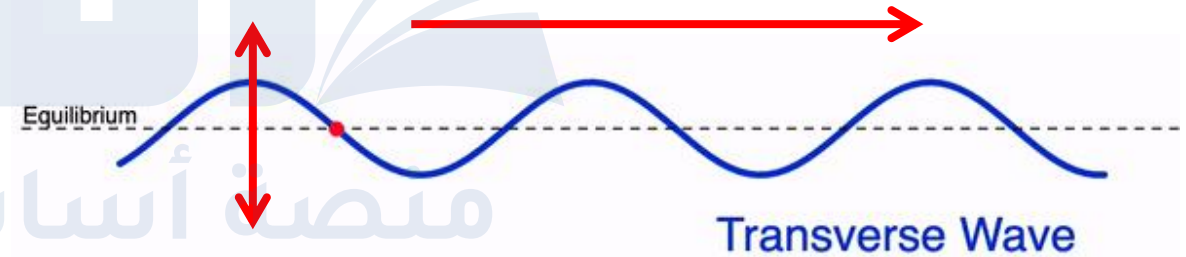
الموجة التي يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها باتجاه انتشار الموجة نفسها موجة طولية



تتكون من تضاغطات وتخلخلات

الموجات المستعرضة

الموجة التي يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها متعامداً مع اتجاه انتشارها موجة مستعرضة



تتكون من قمم وقيعان

المثال ١

يهتز جسمٌ وهو يلامس سطح الماء فيصدر عنه (12) موجةً مستعرضةً في مدةٍ زمنيةٍ مقدارها (3 s)، وتنتشر على سطح الماء. أحسب كلاً من: الزمن الدوري والتردد.



منصة أساس التعليمية

صفات الموجة

سرعة الموجة

تُحسب سرعة الموجة بقسمة المسافة (S) التي تقطعها على الزمن الكلي (t) اللازم لقطع تلك المسافة، وتُعطى سرعة الموجة بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$v = \frac{S}{t}$$

وتتناسب سرعة الموجة (v) طرديًا مع ترددها (f) لماذا؟

$$f \propto v$$

لأنه بزيادة سرعة انتقال الموجة يزداد عدد الموجات الكاملة التي تعبر نقطة معينة في الثانية الواحدة؛ أي يزداد التردد

صفات الموجة

سرعة الموجة

وعند مقارنة موجتين تنتقلان في وسطٍ بالسرعة نفسها، حيثُ تمتلك إحداهما طولاً موجياً أكبر من الأخرى، نجد أن الموجة ذات الطول الموجي الأكبر تنتقل بترددٍ أقل، في حين تنتقل الموجة التي هي أقصر بترددٍ أكبر؛ أي أن الطول الموجي يتناسب عكسياً مع التردد. ويُمثل ذلك رياضياً كما يأتي:

$$f \propto \frac{1}{\lambda}$$

صفات الموجة

سرعة الموجة

$$f \propto v \quad f \propto \frac{1}{\lambda}$$

مما سبق نتوصل إلى علاقة رياضية ترتبط فيها سرعة الموجة بكل من ترددها وطولها الموجي، وتنص على أن: سرعة الموجة تساوي حاصل ضرب التردد في الطول الموجي، وهي:

$$v = f\lambda$$

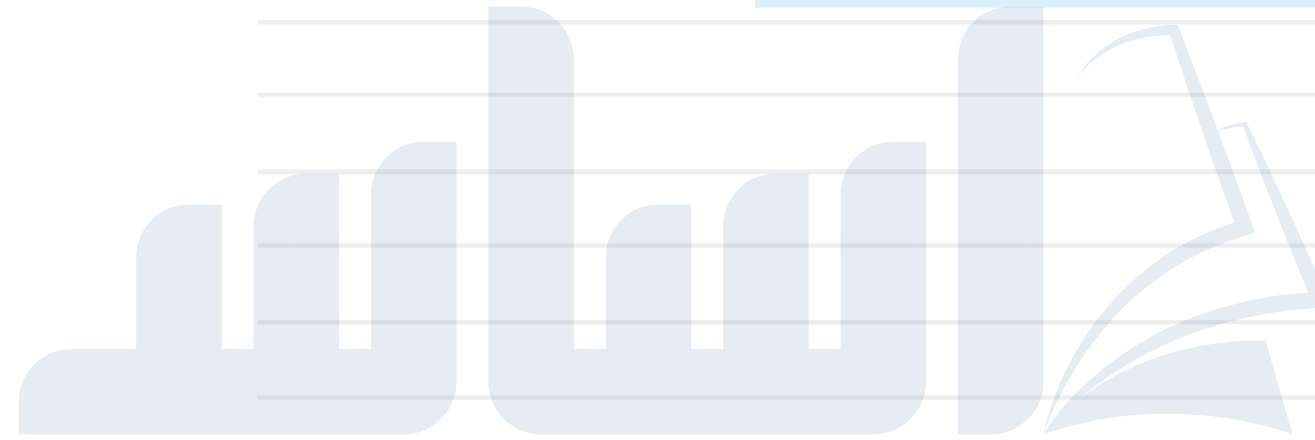
المثال 2

يمسكُ صبيٌّ بطرفِ حبلٍ مشدودٍ ويحركهُ للأعلى والأسفلِ بترددٍ مقداره 5 Hz، إذا كانَ طولُ الموجةِ الواحدةِ يساوي 0.4 m، فأجدُ سرعةَ انتقالِ الموجاتِ في الحبلِ:



تمرية

تنتقل موجة مستعرضة على سطح الماء بسرعة (12 m/s) ،
إذا علمت أن طولها يساوي 1.5 m ، فأجد ترددها.



منصة أساس التعليمية

صفات الموجة

سرعة الموجة

تختلف سرعات الموجات باختلاف أنواعها

نوع الموجات والوسط الذي تنتقل خلاله	السرعة (m/s)
موجات الصوت في الهواء عند مستوى سطح البحر ودرجة حرارة (20°C).	343
موجات الصوت في ماء البحر عند عمق (4 m) ودرجة حرارة (20°C).	1500
موجات الصوت في الصخور.	4750
موجات الضوء في الألياف البصرية الزجاجية.	2.00×10^8
موجات الضوء في الهواء أو الفراغ (c).	3.00×10^8

وتُعدُّ سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ إحدى الثوابت الكونية، ويُرمزُ إليها بالرمز (c).

سرعة الموجة الواحدة تختلف من وسط إلى آخر
تردد هذه الموجات يساوي تردد مصدرها ولا يتغير عند انتقالها من وسط إلى آخر، فإن التغير في سرعتها ينتج عن تغير طولها الموجي



صفات الموجة

سرعة الموجة

✓ **أتحقق:** توصف الموجة بترددتها وسرعتها وطولها الموجي. أي من هذه الكميات تتغير عند انتقال الموجة من وسط إلى آخر مختلف في خصائصه؟

الموجات وصفاتها

تمثيل الموجات بيانياً

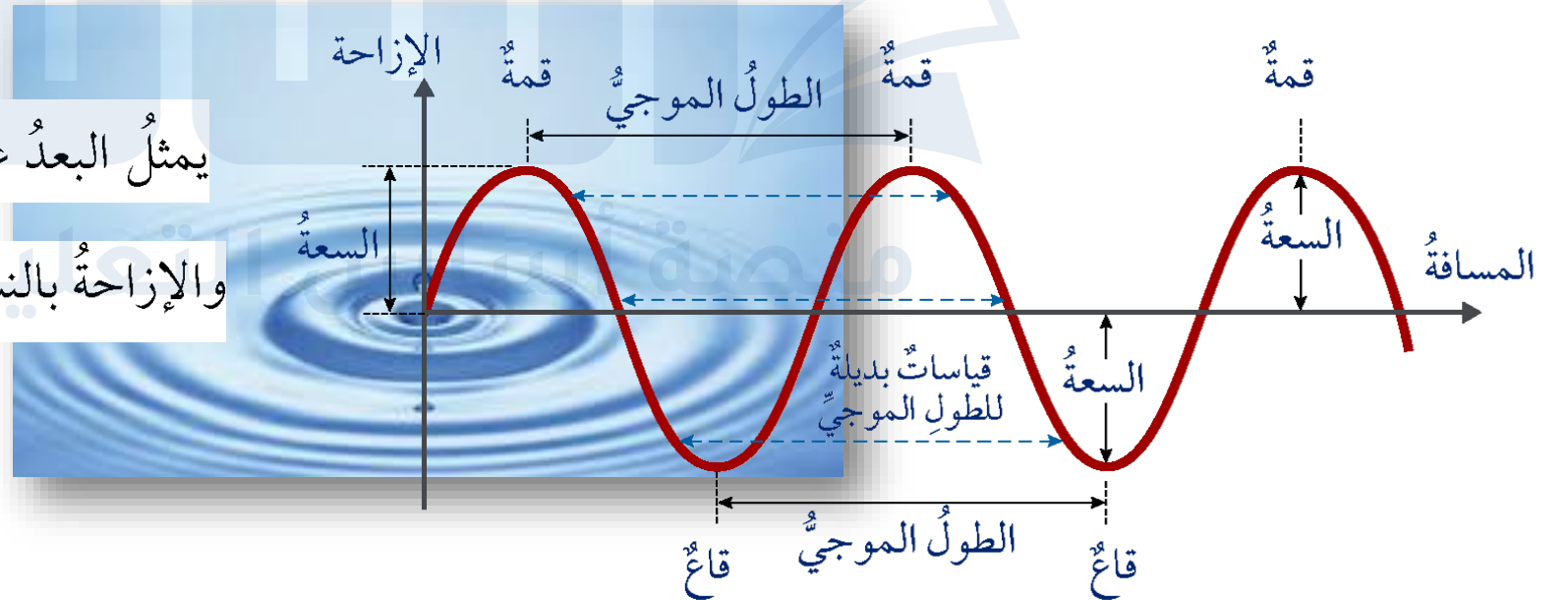
من المفيد تمثيل الحركة الموجية بيانياً؛ سواءً أكانت موجات مستعرضة أم موجات طولية

منحنى الإزاحة - المسافة

عند رمي حجرٍ في بركة ماء، تتولد موجات مستعرضة تنتشر على سطح الماء على شكل دوائر مركزها نقطة سقوط الحجر.

يمثل البعد عن المركز على محور (x)

والإزاحة بالنسبة إلى مستوى اتزان سطح الماء على محور (y)



الموجات وصفاتها

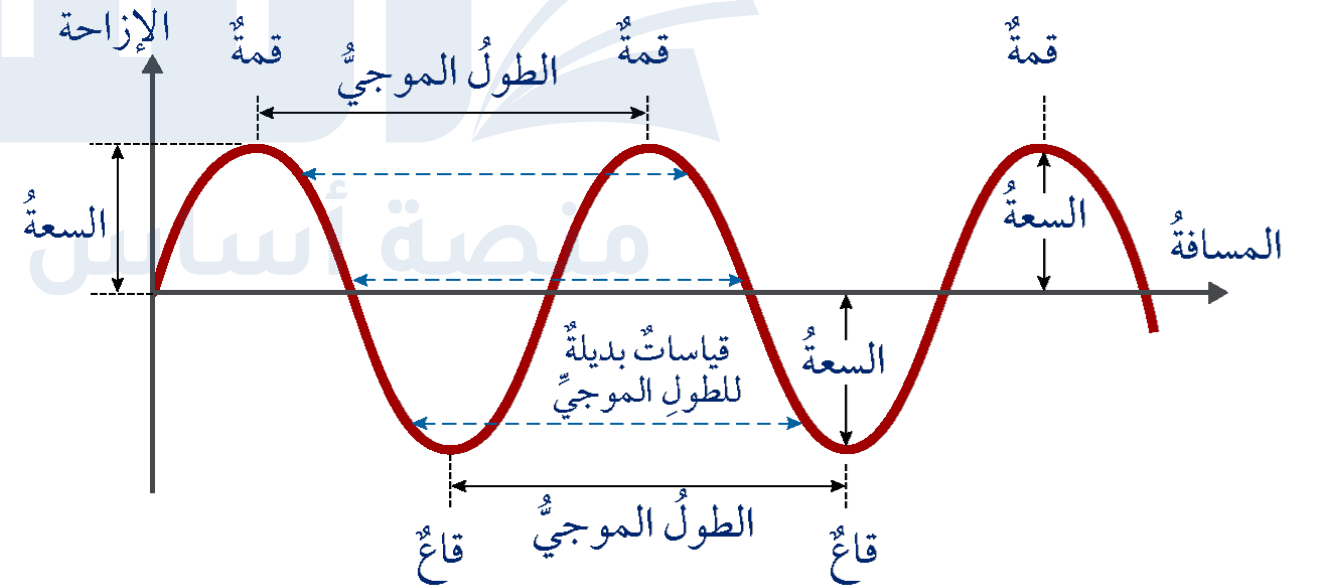
تمثيل الموجات بيانياً

منحنى الإزاحة - المسافة

يفيد المنحنى في معرفة كل من:

السعة الطول الموجي

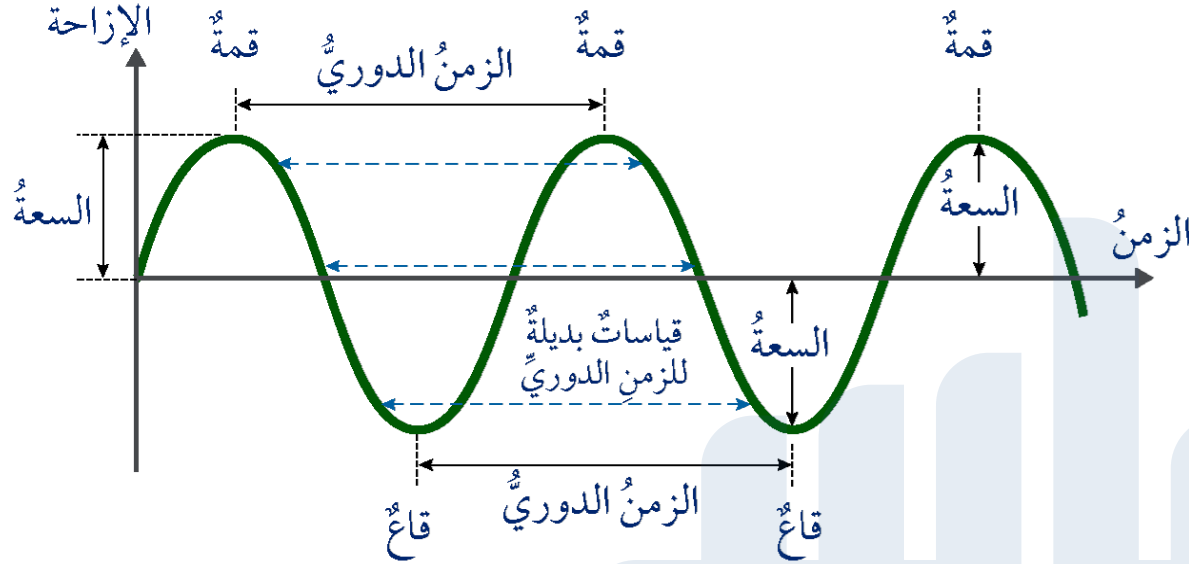
مواقع القمم والقيعان المتتالية على سطح الماء عند لحظة زمنية محددة.



الموجات وصفاتها

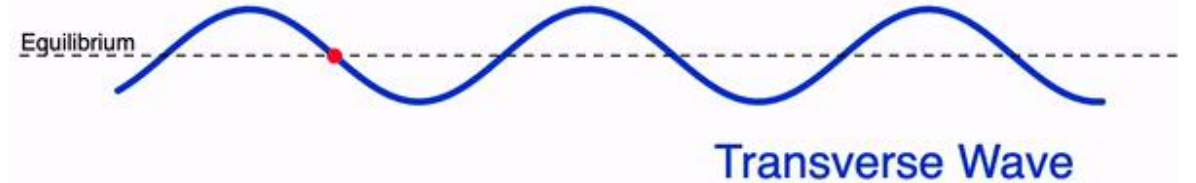
تمثيل الموجات بيانياً

منحنى الإزاحة - الزمن



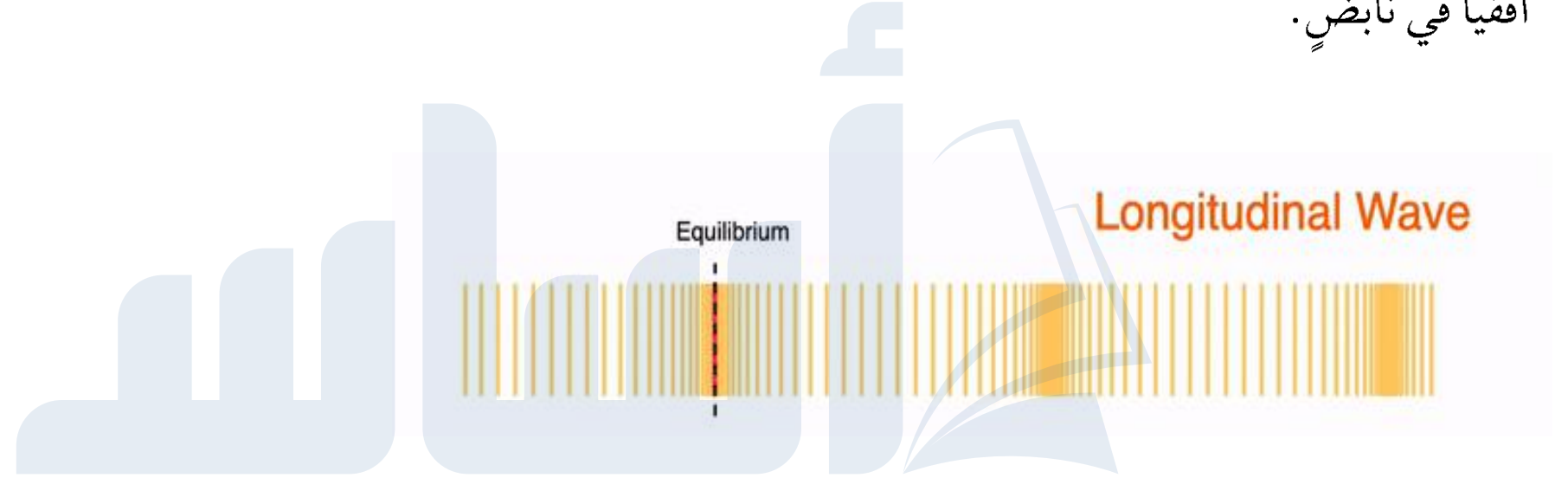
بالرجوع إلى مشهد الموجات الناتجة عن رمي الحجر في بركة الماء، وتحديد نقطة معينة على سطح الماء على بُعد ثابت من مركز انتشار الموجات، ثم وضع قطعة فلين عند هذه النقطة ومراقبتها، نجد أن قطعة الفلين تتحرك للأعلى وللأسفل بشكل منتظم مع مرور الزمن، وعند تمثيل العلاقة بين إزاحة قطعة الفلين والزمن نحصل على المنحنى المبين في الشكل (6).

منصة أساس التعليمية



الموجات وصفاتها

✓ **أتحقق:** أوضِّح المقصودَ بسعةِ الموجةِ لموجاتٍ طوليةٍ تنتقلُ أفقيًّا في نابضٍ.

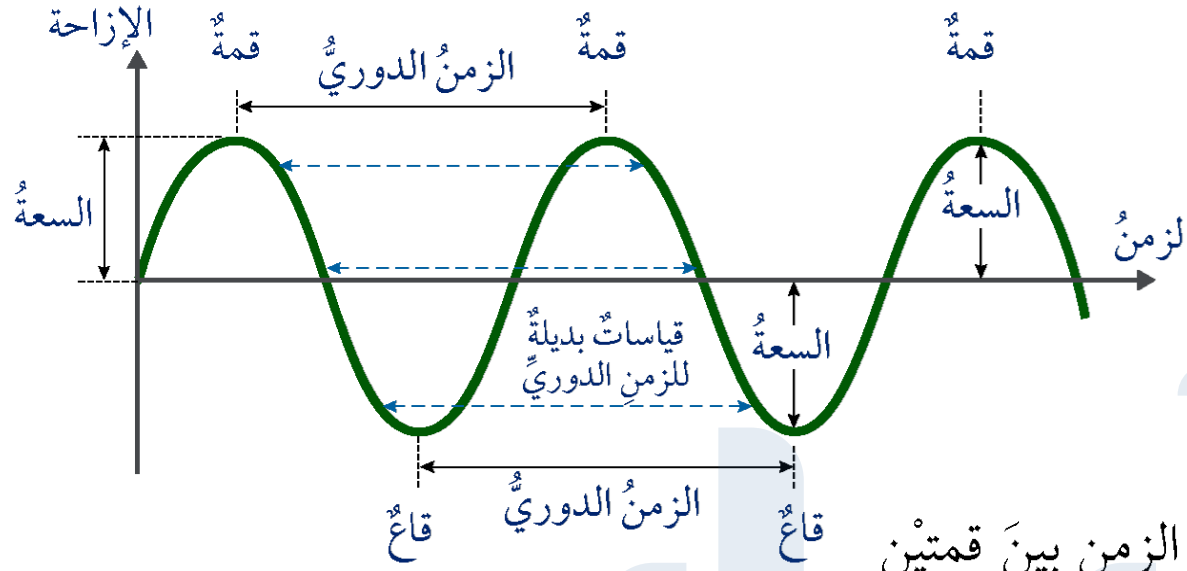


منصة أساس التعليمية

الموجات وصفاتها

تمثيل الموجات بيانياً

منحنى الإزاحة - الزمن



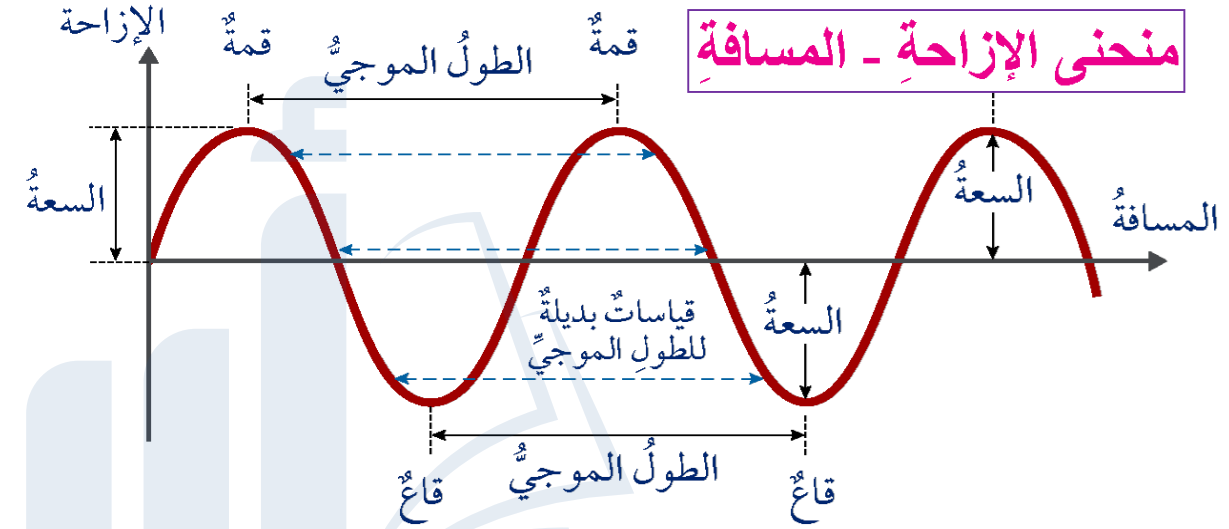
يفيد المنحنى في معرفة كل من:

- الزمن الدوري للحركة الموجية: وهو الفرق في الزمن بين قمتين متتاليتين، أو قاعين متتاليتين.
- السعة: وهي أكبر إزاحة رأسية تحدثها قطعة الفلين بالنسبة إلى مستوى اتزانها على سطح الماء.
- عدد القمم والقيعان التي تحدث لقطعة الفلين خلال مدة زمنية محددة.

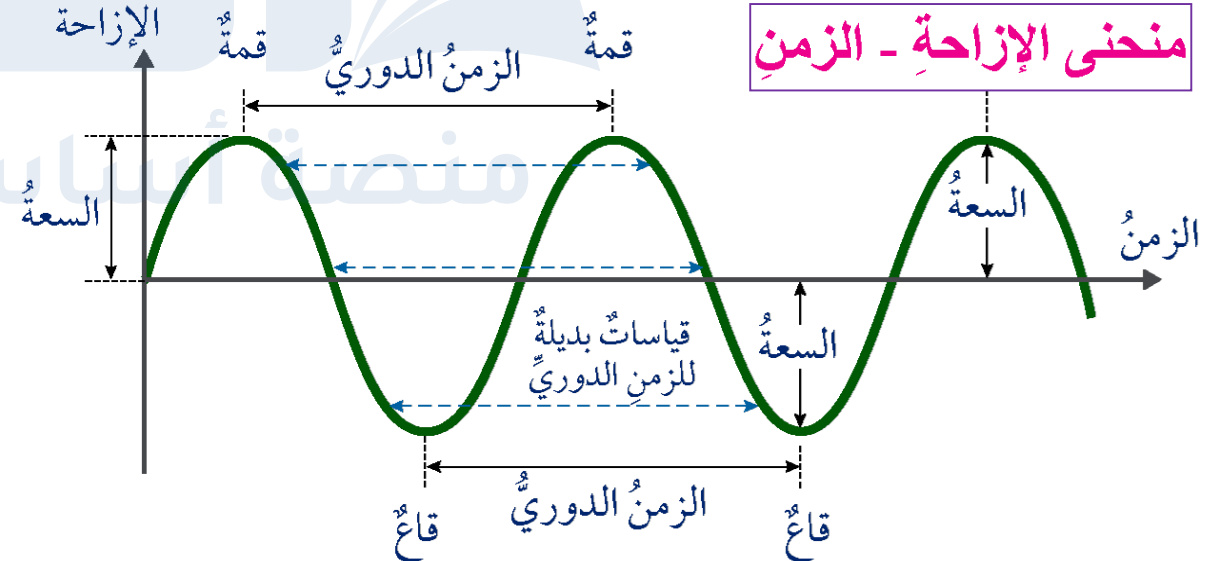
الموجات وصفاتها

تمثيل الموجات بيانياً

منحنى الإزاحة - المسافة

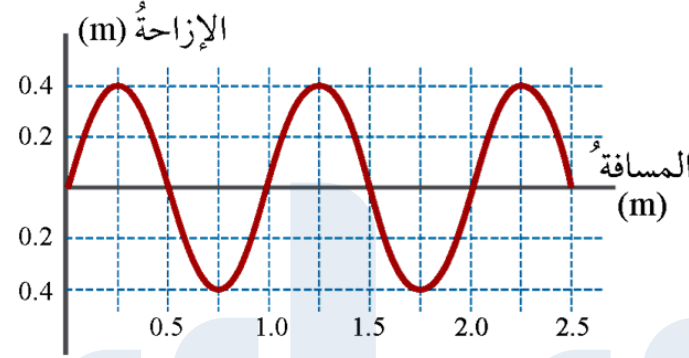


منحنى الإزاحة - الزمن



ملاحظة

نلاحظ من الشكلين السابقين (5،6) تماثلاً في تعريف الطول الموجي والزمن الدوري وفي تمثيلهما على المنحنى. الطول الموجي هو مسافة بين نقطتين منفصلتين، تُقاس في لحظة زمنية محددة، كما في الشكل (5). الزمن الدوري هو مدة زمنية بين لحظتين منفصلتين، تُقاس في نقطة محددة، كما في الشكل (6).

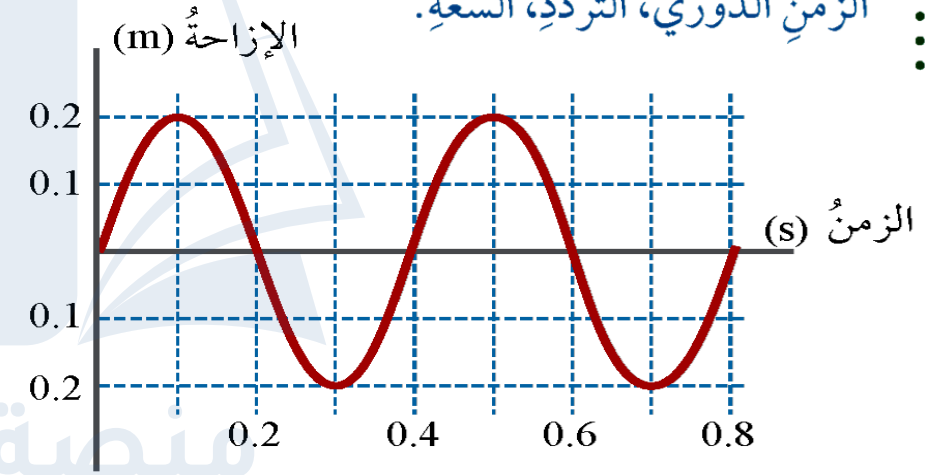


الشكل (7): العلاقة بين إزاحة أجزاء الحبل والبعد عن المصدر.

تنتشر موجات مستعرضة في حبل ممدود بشكل أفقي، وفي لحظة زمنية محددة رُسمت العلاقة بين إزاحة أجزاء الحبل وبُعد كل جزء عن مصدر الاهتزاز، فكانت كما في الشكل (7). معتمداً على الرسم، أجد كلاً من: الطول الموجي، السعة، عدد الموجات الكاملة.

المثال 4

تنتشر موجات مستعرضة على سطح الماء، وتحدث اهتزازاً في قطعة فلين على بُعد (x) من مصدر الموجات، مثلت العلاقة بين الإزاحة الرأسية لقطعة الفلين والزمن بيانياً، فكانت كما في الشكل (8). معتمداً على الرسم، أجد كلاً من: الزمن الدوري، التردد، السعة.



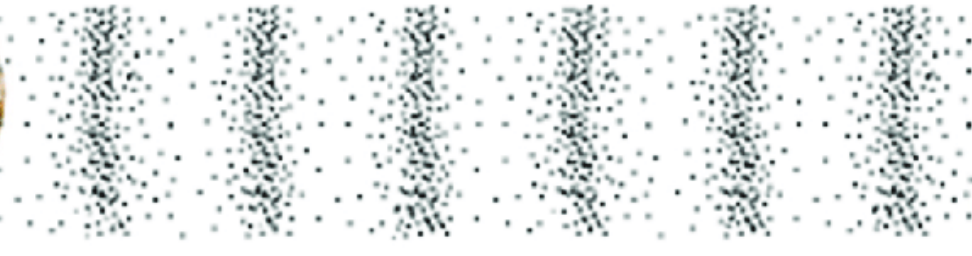
الشكل (8): العلاقة بين إزاحة قطعة الفلين والزمن.

موجات الصوت



ينتج الصوت عن اهتزاز مصدر الصوت، وينتقل الاهتزاز إلى دقائق الوسط المحيط، فينتشر في الاتجاهات جميعها على شكل موجات طولية.

عند اهتزاز وتر مشدود في الهواء، فإنه يتحرك باتجاهين متعاكسين فيؤثر في جزيئات الهواء المحيطة به محدثاً فيها مجموعة من التضامعات (ضغط الهواء المرتفع) والتخلخلات (ضغط الهواء المنخفض) المتتالية التي تنتشر في الهواء ناقلّة الصوت من الوتر إلى أذن السامع.



موجات الصوت

وتختلف الأصوات بعضها عن بعض في الطول الموجي والتردد والسعة، ونتيجة لذلك يمكننا تمييز الأصوات المختلفة.

جهازة الصوت

علو الصوت أو انخفاضه

هو مقياس لاستجابة الأذن للصوت.

يمكن التعبير عن هذه الصفة بمستوى شدة الصوت الذي يُقاس بوحدة ديسيبل (Decibel (dB

تعتمد جهازة الصوت على

سعة موجاته
شده
عند ثبوت التردد

للتذكر

سعة الموجة

أقصى إزاحة تحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها

شدة الموجة

نسبة الطاقة التي تنقلها الموجة إلى وحدة المساحة التي يتعامد معها اتجاه انتشار الموجة.

سعة الموجة تزداد بزيادة طاقة المصدر وتقل بزيادة البعد عنه
لذلك فإن سعة الموجة تتناسب طردياً مع شدتها.

موجات الصوت

جهاز الصوت

الجدول (2): مقارنة بين شدة الصوت ومستوى شدة الصوت لبعض الأصوات المألوفة.

مصدر الصوت	شدة الصوت (Watt/m^2)	مستوى شدة الصوت (dB)
عتبة السمع عند تردد (1000 Hz)	1×10^{-12}	0
حفيف أوراق الشجر	1×10^{-11}	10
المحادثات العادية	1×10^{-6}	60
شاحنة كبيرة	1	120
طائرة نفاثة	1×10^2	140

بعض الآلات كالمنشار أو الطائرة يكون مستوى شدة صوتها عالياً؛ لأن موجاته تحمل الكثير من الطاقة، وتكون سعتها كبيرة

في حين يكون لحفيف أوراق الشجر أو الهمس في الحديث مستوى شدة صوت منخفض، لأن موجاته تحمل القليل من الطاقة، وسعتها صغيرة

الموجات وصفاتها

موجات الصوت

جهاز الصوت

يعود الاختلاف في مستوى الشدة إلى طاقة المصدر

الجدول (2): مقارنة بين شدة الصوت ومستوى شدة الصوت لبعض الأصوات المألوفة.

مستوى شدة الصوت (dB)	شدة الصوت (Watt/m ²)	مصدر الصوت
0	1×10^{-12}	عتبة السمع عند تردد (1000 Hz)
10	1×10^{-11}	حفيف أوراق الشجر
60	1×10^{-6}	المحادثة العادية
120	1	شاحنة كبيرة
140	1×10^2	طائرة نفاثة

وتعد الأصوات التي يزيد مستوى شدتها على (120 dB) ضارة بالأذن

يقع مستوى شدة الصوت المسموع لدى الإنسان ضمن المجال (0 – 180 dB)، ويمثل المستوى (0 dB) عتبة السمع Threshold of hearing لدى الإنسان، وهي أدنى مستوى شدة للصوت يمكن للإنسان سماعه.

الموجات وصفاتها

✓ **أتحقق:** أوضح المقصود بعتبة السمع لدى الإنسان السليم.

(0 dB)

أدنى مستوى شدة للصوت يمكن للإنسان سماعه



منصة أساس التعليمية

الموجات وصفاتها

موجات الصوت

درجة الصوت

إحساسنا بتردد الصوت

فنحن نميز بين الأصوات الحادة والأصوات الغليظة



البوق

كبيرة الحجم

موجات صوتية طويلة

ومنخفضة التردد



الناي

صغيرة الحجم

موجات صوتية قصيرة

وعالية التردد

فيكون صوتها حادًا (درجة عالية) فيكون صوتها غليظًا (درجة منخفضة)

الموجات وصفاتها

موجات الصوت

درجة الصوت

إحساسنا بتردد الصوت

يمكننا سماع مجال واسع من الترددات الصوتية عن طريق حاسة السمع لدينا، فالترددات التي تحسُّ بها أذن الإنسان سليم السمع تقع في المتوسط ضمن المجال (20 Hz - 20 kHz). ومع تقدم العمر يفقد الإنسان قدرته على سماع الترددات العالية التي تزيد على (14 kHz).

منصة أساس التعليمية

موجات الصوت

سرعة الصوت

يُعدّ هذا دليلاً ملموساً على سرعة الصوت، وهي تساوي في الهواء (340 m/s) تقريباً، وتقلُّ كثيراً عن سرعة الضوء، ومقدارها $(3 \times 10^8 \text{ m/s})$.

تتأثر سرعة موجات الصوت بطبيعة الوسط الناقل، فهي كبيرة في الوسط غير القابل للانضغاط، وتقلُّ في الأوساط القابلة للانضغاط.

علل: سرعة الصوت في الصخور والماء أكبر منها في الهواء

وذلك لأنّ الصخور والماء وسّطان غير قابلين للانضغاط بينما يمكن بسهولة ضغط الهواء.



موجات الصوت

سرعة الصوت

تتأثر سرعة الصوت بكثافة الوسط الذي ينتقل فيه.
عند انتشار الصوت في الهواء، فإن سرعته تزداد كلما قلت كثافة الهواء
كثافة الهواء تقل بارتفاع درجة الحرارة
وينتقل الصوت في الغازات قليلة الكثافة
مثل غاز الهيليوم بسرعة أكبر من سرعته في الهواء.



المثال 5

تنتقل موجات الصوت في الهواء بسرعة 340 m/s ، إذا علمت أن ترددها يساوي 425 Hz ؛ فما طولها الموجي؟

الربط مع الحياة:

معظمنا يكون سعيداً بسماع صوته الذي يألفه، لكن عندما يستمع أحدنا لتسجيل صوته عبر أجهزة التسجيل المختلفة، ربّما يشعر بالحرَج. إذ إنَّ كلاً منّا اعتاد على سماع صوته عندما تنتقل موجاته الصوتية خلال عظام الجمجمة إلى الأذنين (وليس خلال الهواء كما هو الحال عند سماع صوته المسجل)؛ حيثُ تصبح سرعته أكبر منها في الهواء، ويختلف الطول الموجي نتيجةً لذلك.

كيفَ يسمع الآخرون صوتي؟
أيسمعونه كما أسمعُه أنا عندما أتحدث؟ أم كما أسمعُه من جهاز التسجيل؟

الموجات وصفاتها

أفكر: يمكن للإنسان العادي أن يتحدث بصوت يقع تردده بين (85 Hz - 3 kHz)، فما أهميته سماعه لترددات أخرى تزيد على التردد الذي يتحدث به؟

أفكر: تُنفخ بعض البالونات بغاز الهيليوم كي ترتفع في الهواء. عندما يستنشق شخص غاز الهيليوم من البالون ثم يتحدث، نلاحظ أن صوته يصبح مختلفاً إلى درجة كبيرة. ما الذي يحدثه غاز الهيليوم في صوت الشخص؟

منصة أساس التعليمية

موجات الصوت

سرعة الصوت



الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

يوجدُ تقسيمٌ آخرٌ للموجاتٍ من حيثُ طبيعةِ الأوساطِ التي تنتشرُ فيها، وتأثيرُها في هذه الأوساطِ؛ فهي تُقسَّمُ إلى نوعينِ:

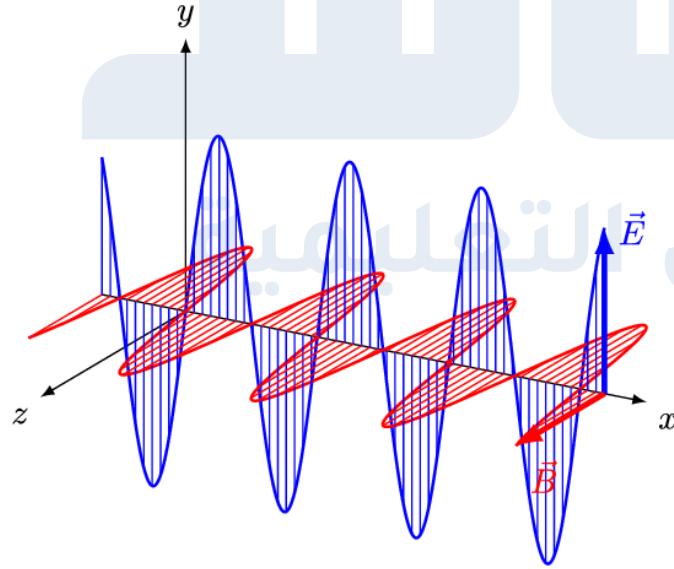
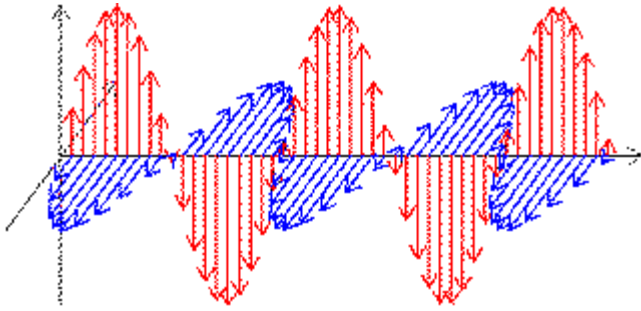
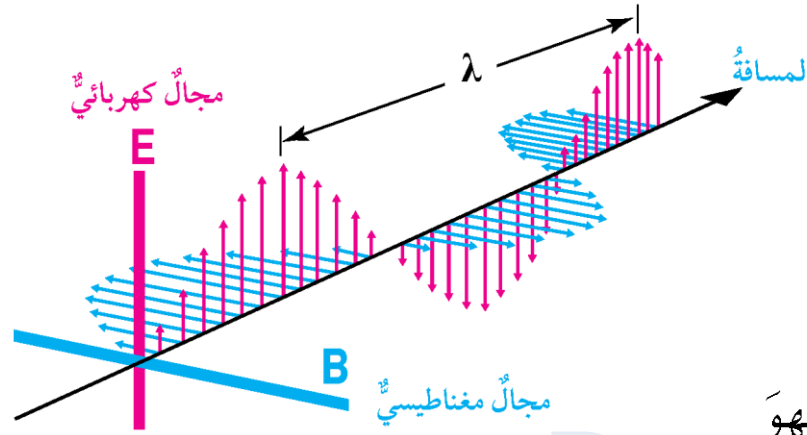
الموجات الميكانيكية

تحتاجُ كلُّ من موجاتِ الماءِ والصوتِ والنابضِ وبعضِ الموجاتِ الأخرى إلى وسطٍ تنتشرُ خلاله؛ إذ إنَّها تسببُ اهتزازًا ميكانيكيًا في جزيئاتِ هذا الوسطِ، فهي تنقلُ الطاقةَ الميكانيكيةَ خلالَ الوسطِ. لذلكُ فهي تُسمَّى موجاتٍ ميكانيكيةً. ونلاحظُ أنَّ هذه الموجاتِ يمكنُ أن تكونَ مستعرضةً أو طوليةً.

الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية

للإشعاع الكهرومغناطيسي طبيعتان: جسيمية و موجية؛ فهو ينتقل على شكل موجات مستعرضة تُسمى موجات كهرومغناطيسية. Electromagnetic waves لا تحتاج وسطاً مادياً لتحدث اهتزازاً في جزيئاته؛ لأنها تتكون، كما يبين الشكل (10) من مجالين متعامدين: أحدهما كهربائي (E)، والآخر مغناطيسي (B)، يتذبذب كل منهما بشكل عمودي على الآخر، وكلاهما عمودي على اتجاه انتشار الموجة الكهرومغناطيسية. وبذلك فإن الطاقة التي تنقلها الموجات الكهرومغناطيسية طاقة كهربائية و طاقة مغناطيسية.



الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية

تُحصل موجات الإشعاع الكهرومغناطيسي على طاقتها من مصدرها الذي يتكون من جسيمات مشحونة (مثل الإلكترونات) تهتز بتردد محدد (f) حول مركز اتزانها

يكون لكل موجة كهرومغناطيسية تردد (f) مساو لتردد مصدرها وطول موجي (λ) خاص بها

تنتقل موجات الإشعاع الكهرومغناطيسي جميعها في الفراغ بسرعة ثابتة هي سرعة الضوء

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

لا تختلف سرعتها في الهواء عنها في الفراغ

الموجات الميكانيكية والموجات الكهرمغناطيسية

الموجات الكهرمغناطيسية

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

هذه السرعة تقل كثيراً عند انتقال الموجات الكهرمغناطيسية المختلفة في الأوساط المادية الأخرى مثل الزجاج أو الماء.

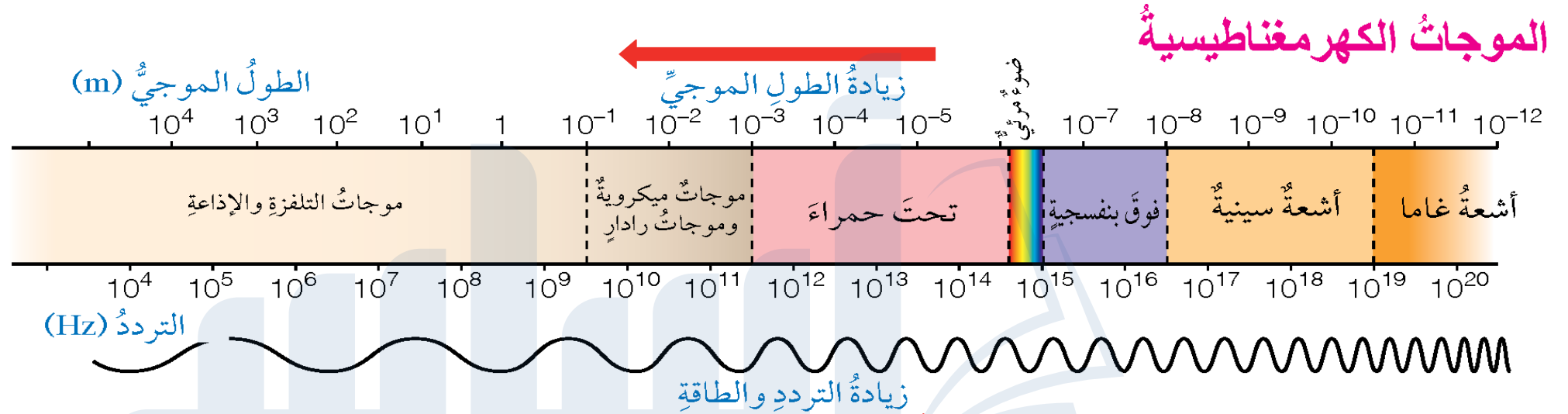
ويرتبط الطول الموجي للإشعاع الكهرمغناطيسي مع تردده وفق العلاقة

$$c = f\lambda$$

منصة أساس التعليم

الموجات وصفاتها

الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية



تشكل موجات الإشعاع الكهرومغناطيسي ما يُعرف بالطيف الكهرومغناطيسي

✓ **أتحقّق:** أيّ الموجات الآتية تحمل طاقة أكبر من غيرها؟

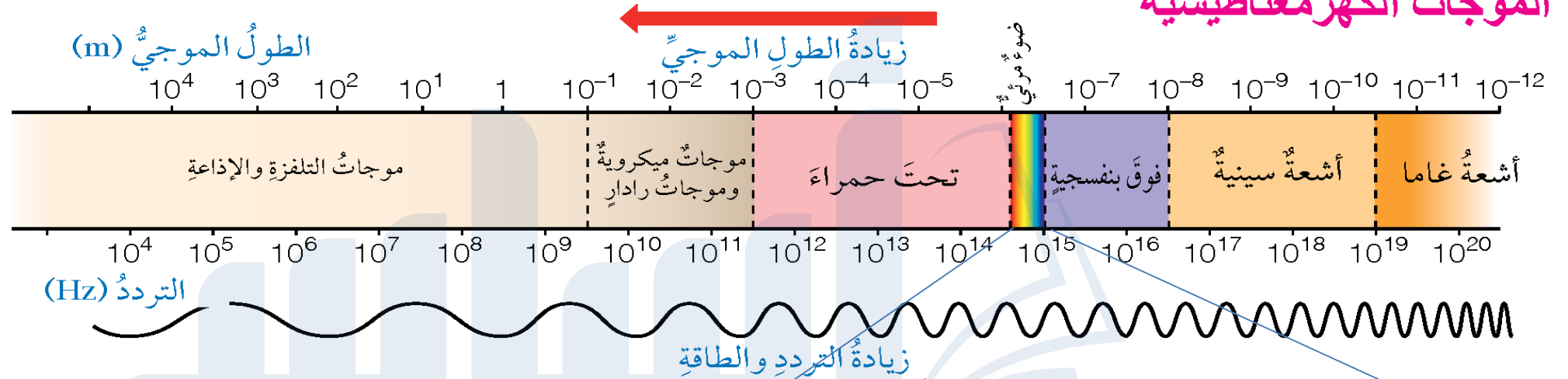
أيّها أكبرها ترددًا؟ أيّها أكبرها طولًا موجيًا؟

(موجات الأشعة تحت الحمراء، موجات الرادار، موجات الأشعة فوق البنفسجية).

الموجات وصفاتها

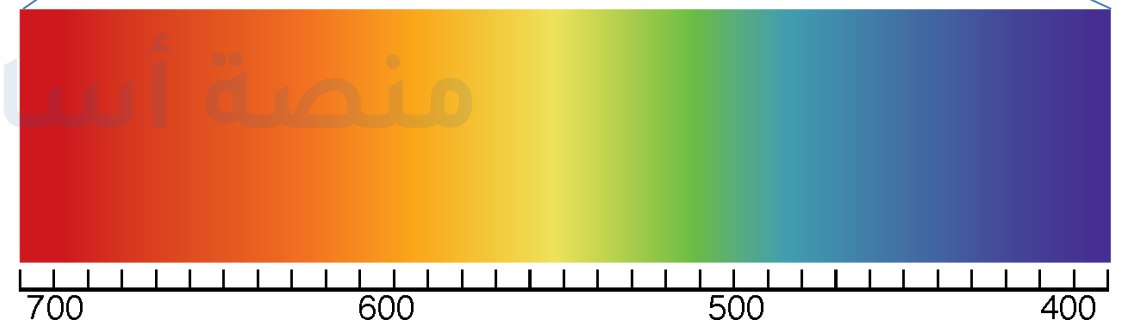
الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية



يشكل الضوء المرئي جزءاً صغيراً من الطيف الكهرومغناطيسي وهذا الجزء هو ما تراه عين الإنسان

تنحصر الأطوال الموجية للضوء المرئي بين (400 nm - 700 nm) يمكن تمييز سبعة ألوان منها

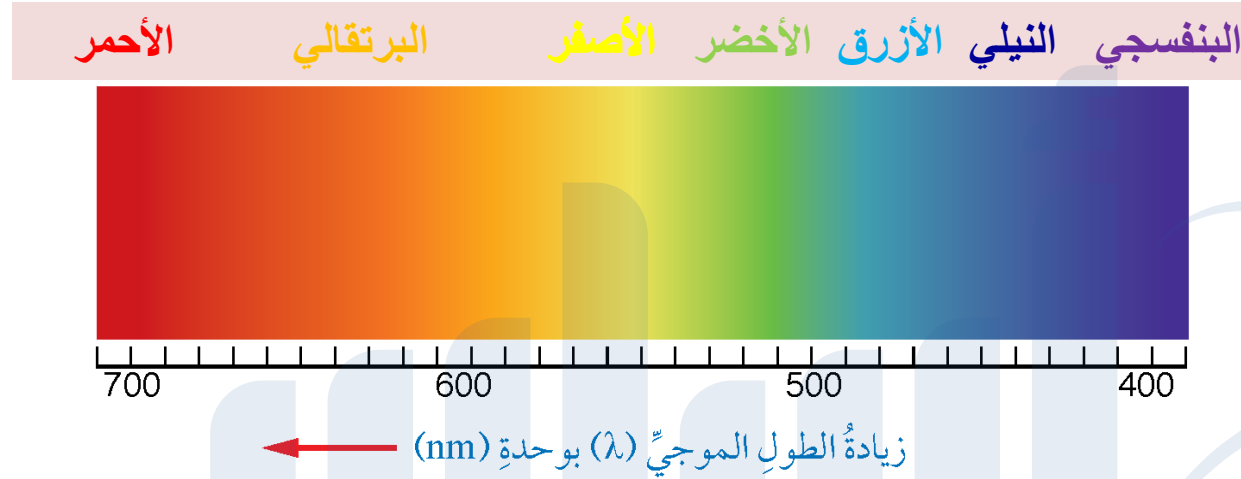


زيادة الطول الموجي (λ) بوحدة (nm)

الموجات وصفاتها

الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

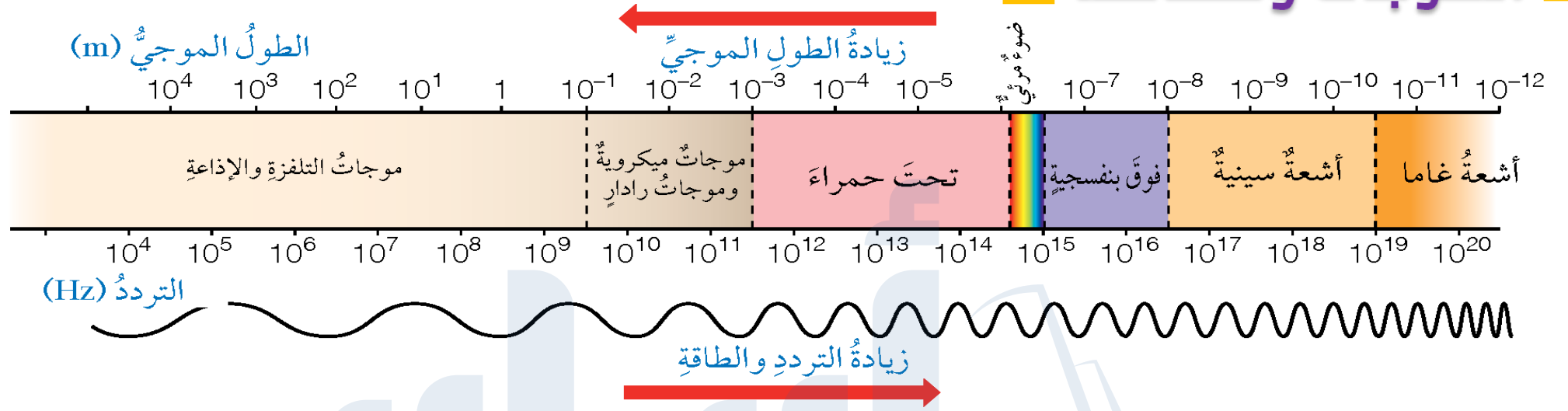
الموجات الكهرومغناطيسية



يُعدُّ الضوء البنفسجي أكبرها ترددًا وطاقةً وأصغرُها طولًا موجيًا، في حين أنَّ الضوء الأحمر أكبرها طولًا موجيًا وأصغرُها ترددًا وطاقةً.

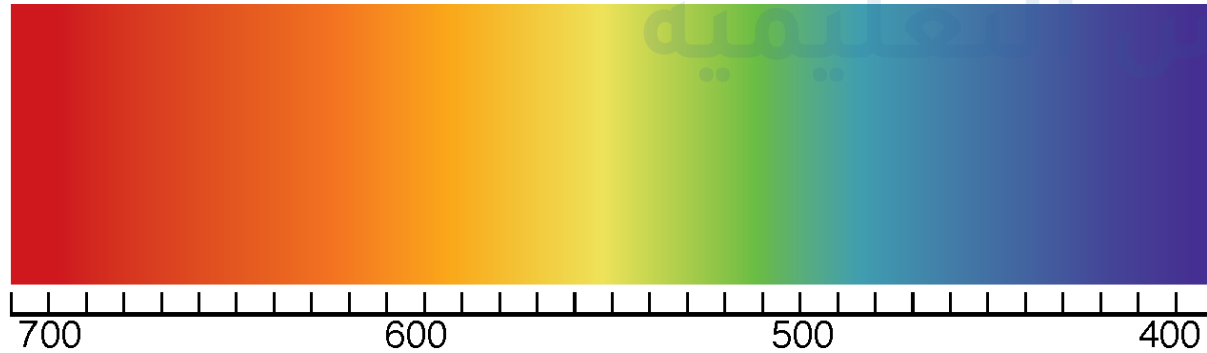
ألاحظ من الشكل أنَّ أصغر طول موجيِّ تراه عينُ الإنسان: حوالي (400 nm) للضوء البنفسجي، وأكبر طول موجيِّ تراه: حوالي (700 nm) للضوء الأحمر. وباستخدام البادئات الملحقة في وحدات النظام الدولي، فإنَّ: $(700 \text{ nm} = 700 \times 10^{-9} \text{ m} = 7 \times 10^{-7} \text{ m})$.

الموجات وصفاتها



✓ **أتحقق:** أستخرج من الشكّلين السابقين:

- اسم الموجات التي لها تردد مقداره $(1 \times 10^{13} \text{ Hz})$.
- اسم الموجات التي لها طول موجي مقداره $(1 \times 10^{-9} \text{ m})$.
- لون الضوء المرئي الذي له طول موجي مقداره (560 nm) .



زيادة الطول الموجي (λ) بوحدة (nm)

المثال 6

يسير الضوء المرئي بجميع مركباته في الفراغ بسرعة $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ مع أن لكل لون من ألوان الضوء تردداً مختلفاً، إذا علمت أن تردد الضوء الأصفر 530 THz فما طول موجة الضوء الأصفر في الهواء؟



منصة أساس التعليم

الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية

الرقم	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
١	تحتاج إلى وسط مادي لانتقالها .	لا تحتاج إلى وسط مادي لانتقالها .
٢	قد تكون طولية (أمواج صوت) أو مستعرضة (الحبل) .	مستعرضة دائماً مثل الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء، والأشعة السينية، وإشعاعات جاما .
٣	سرعة انتشارها أقل .	سرعة انتشارها كبيرة جداً تساوي 3×10^8 م/ث في الهواء.

تختلف استخدامات الموجات الكهرمغناطيسية في التطبيقات
التكنولوجية والحياتية باختلاف خصائص كلٍّ منها، من مثل: التردد
والطول الموجي والطاقة التي تحملها كل موجة، وقدرتها على
الاختراق، وخصائص الوسط الذي تسير فيه، ومن بين هذه الاستخدامات
استخدام الأشعة السينية في مجالات مختلفة، من مثل: الطب والصناعة
والمجالات العسكرية والأمنية.

الموجات وصفاتها

تطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية



تُستخدمُ الأشعةُ السينيةُ في تصويرِ العظامِ والأعضاءِ الداخليةِ للجسم؛ فهي تحملُ طاقةً كبيرةً تساعدُها على اختراقِ طبقاتِ الجسمِ.

تُستخدمُ الأشعةُ السينيةُ أيضًا في مجالاتٍ صناعيةٍ للكشفِ عن عيوبِ الصناعاتِ ونقاطِ الضعفِ في الهياكلِ الفلزية.

وفي المجالاتِ الأمنية، مثل فحصِ حقائبِ المسافرين في المطاراتِ، أو على شكلِ بواباتٍ يدخلُ خلالها المسافرون للكشفِ عن الأجسامِ والموادِّ التي قد يُخفيها بعضهم.



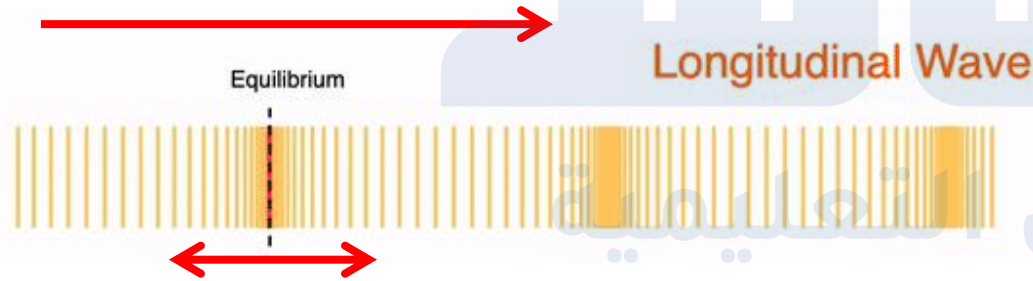
منصة أساس الت

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أصفُ كلاً من نوعي الموجات: المستعرضة والطولية، وأذكرُ مثلاً على كل نوع.

الموجات الطولية

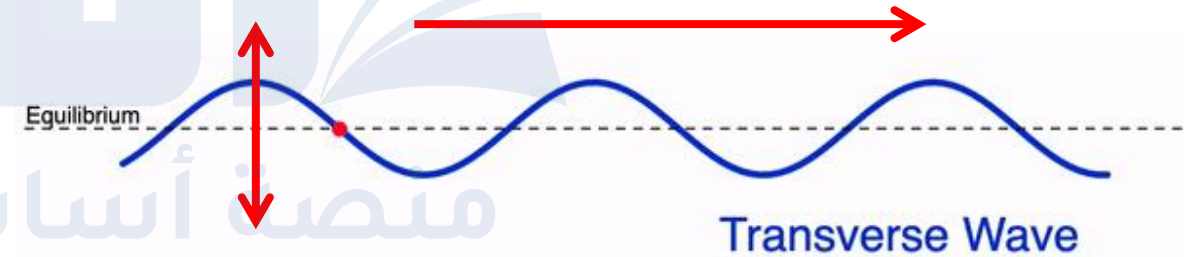
الموجة التي يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها باتجاه انتشار الموجة نفسها موجةً طوليةً



موجات الصوت

الموجات المستعرضة

الموجة التي يكون اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها متعامداً مع اتجاه انتشارها موجةً مستعرضةً



موجات الماء

مراجعة الدرس

2. أوضِّح المقصود بكلٍّ من:

الطول الموجي المسافة بين أيّ نقطتين متناظرتين ومتتاليتين على الموجة

السعة أقصى إزاحة تحدثها الموجة لدقائق الوسط الناقل بالنسبة إلى موقع اتزانها

التردد هو عدد الموجات الكاملة (n) التي تعبر نقطة ثابتة في الوسط خلال ثانية واحدة

الزمن الدوري المدة الزمنية اللازمة لعبور موجة كاملة واحدة نقطة ثابتة في الوسط

مراجعة الدرس

3. **أقارن** بين الموجات: الميكانيكية والكهرومغناطيسية من حيث: طبيعة الوسط الناقل، ونوع الطاقة المنقولة، وطريقة الاهتزاز.

طبيعة الوسط الناقل	نوع الطاقة المنقولة	طريقة الاهتزاز
الموجات الميكانيكية		
الموجات الكهرومغناطيسية		

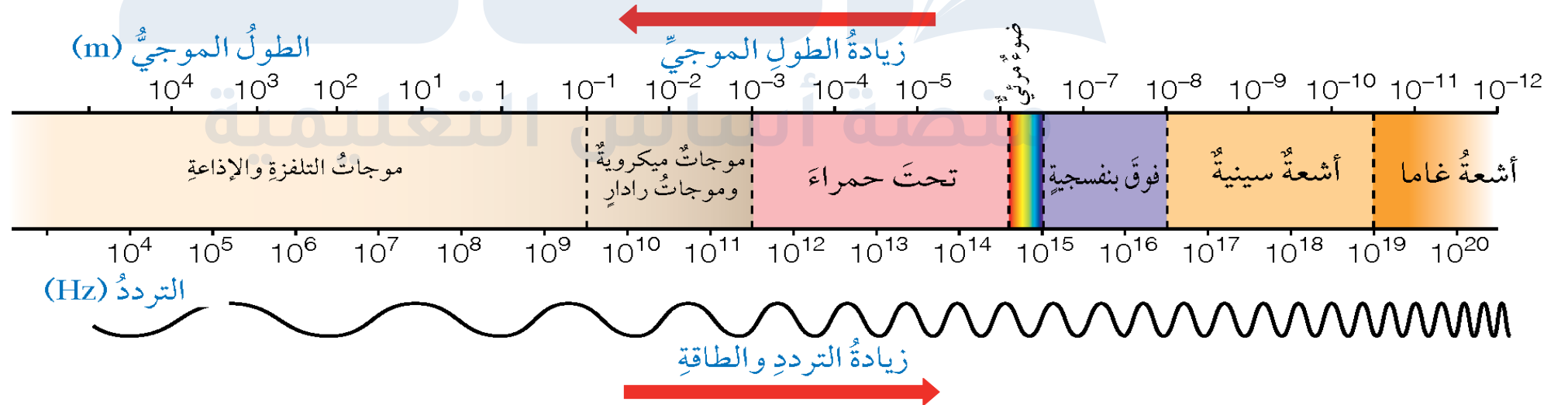
مراجعة الدرس

4. تتابع سارة برنامجًا تلفزيونيًا للهواة على قناة فضائية، وتستمعُ إلى صديقِها سالي وهي تعزفُ قيثارتها في بثٍّ مباشرٍ. أحددُ نوعَ الموجاتِ إنْ كانتْ مستعرضةً أو طوليةً في الفقراتِ الآتية:
- أ. اهتزازُ أوتارِ قيثارةِ سالي.
 - ب. موجاتُ الصوتِ المنبعثةُ منَ القيثارةِ إلى جهازِ الميكروفونِ.
 - ج. موجاتُ الراديو للقناةِ التلفزيونيةِ المنبعثةُ منَ القمرِ الصناعيِّ.
 - د. موجاتُ الصوتِ المنبعثةُ خلالَ الهواءِ منَ سماعةِ التلفازِ إلى أذني سارة.
 - هـ. موجاتُ الصوتِ التي تنتقلُ خلالَ جدارِ غرفةِ سارةِ إلى الغرفةِ المجاورةِ.

مراجعة الدرس

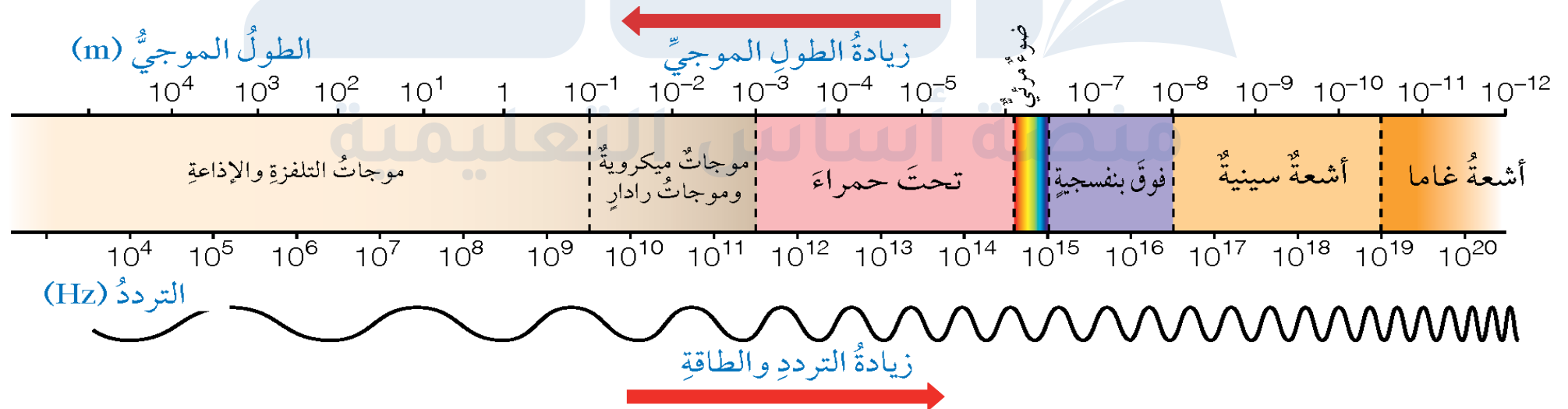
5. **أقارن:** بين الموجات الكهرمغناطيسية المبينة في الجدول الآتي:

الموجات	الطول الموجي	التردد	السرعة في الفراغ	مرئية/ غير مرئية
الميكروية				
الضوء الأزرق				
فوق البنفسجية				

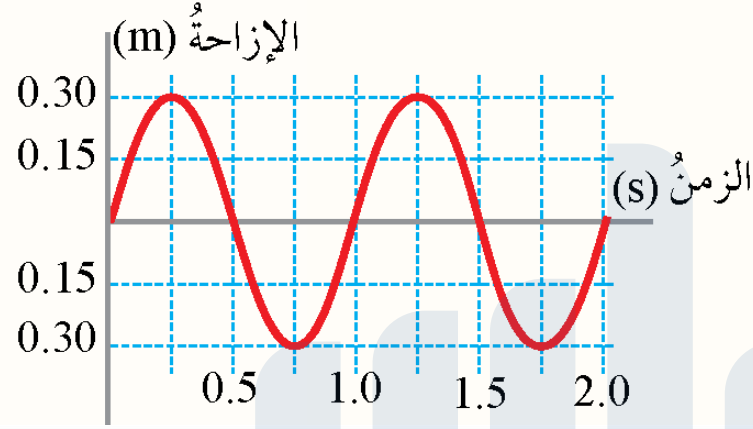


مراجعة الدرس

6. **أحسب:** موجتان كهرمغناطيسيتان؛ الطول الموجي للأولى ($\lambda_1 = 3.0 \times 10^{-5} \text{ m}$)، والطول الموجي للثانية ($\lambda_2 = 1.5 \times 10^{-9} \text{ m}$)، تنتقلان معاً في الهواء. أجد ما يأتي:
- سرعة انتقال كل موجة في الهواء.
 - تردد كل موجة.
 - أحد موقع كل منهما في الطيف الكهرمغناطيسي.



مراجعة الدرس



7. **أحلل:** الشكل التالي يمثل إزاحة جزيئات الوسط بالنسبة إلى الزمن عند انتقال موجة طولية فيه. أستخرج من الشكل كلاً من: الزمن الدوري، والسعة، ثم أحسب التردد.

لا تعطيني سهكة
بل علمني
كيف أستاذ

منصة أساس التعليم

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحركة
الموجية

خصائص
الحركة
الموجية

منصة أساس التعليم

خصائص الحركة الموجية

انعكاسُ الموجاتِ وانكسارُها

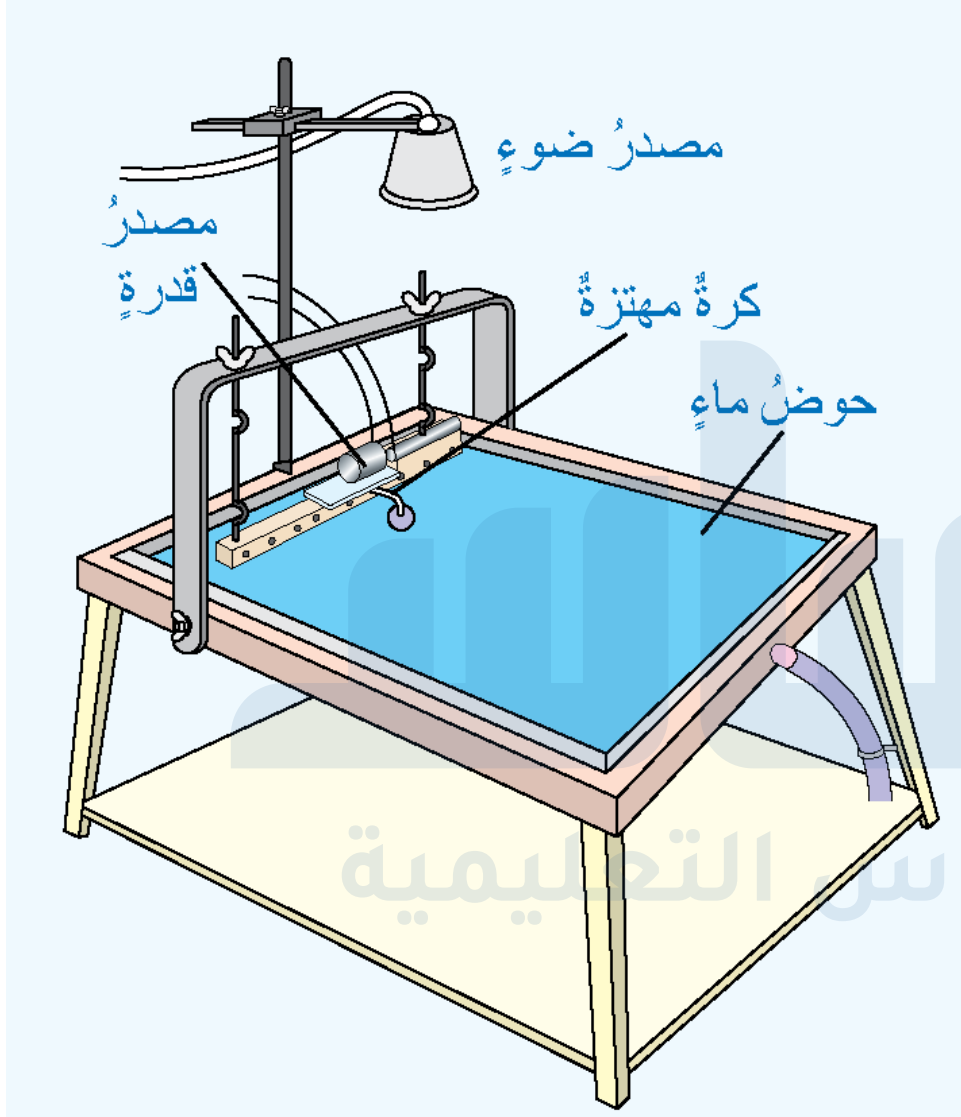


✓ **أَتَحَقَّقُ:** أَوْضِّحْ عمليةَ انعكاسِ موجاتِ الصوتِ
وموجاتِ الضوءِ بذكرِ مثالٍ على كُلِّ حالةٍ.



خصائص الحركة الموجية

انعكاس الموجات وانكسارها



سوف نتوصلُ باستخدام حوض الموجات في التجربة الآتية إلى خاصيتي انعكاس موجات الماء وانكسارها، وإلى شروط حدوث كلٍّ منهما. وحوض الموجات جهازٌ يتكوّن في أبسط أشكاله من حوض زجاجيٍّ أو بلاستيكيٍّ شفافٍ، توضع فيه كميةٌ من الماء بارتفاع مناسبٍ، ويُثبت مصدرٌ ضوئيٌّ تحت الحوض، فيظهرُ خيالٌ مكبّرٌ للحركة الموجية المتكونة في الحوض على السقف، ويمكنُ استخدامُ مرآةٍ تساعدُ في تكوينِ الخيالِ على شاشةٍ مثبتةٍ بشكلٍ رأسيٍّ. ويُزوّدُ الحوضُ بملحقاتٍ متعددةٍ لتوليدِ أشكالٍ مختلفةٍ من الموجات؛ بهدفِ دراسةِ خصائصِ موجاتِ سطحِ الماءِ.

خصائص الحركة الموجية

انعكاسُ الموجاتِ وانكسارُها

حوض الموجات



خصائص الحركة الموجية

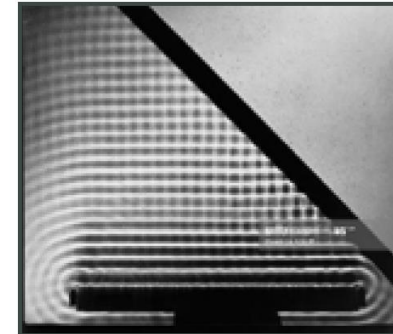
انعكاسُ الموجاتِ

عمليةُ سقوطِ الموجةِ على جسمٍ أو حاجزٍ ثمَّ ارتدادِها عنهُ باتجاهٍ مختلفٍ.

الموجاتِ المنتشرةُ على سطحِ الماءِ تغيرَ اتجاهِها عندَ مواجهتها حاجزًا في طريقِ انتشارِها

تنعكسُ موجاتُ سطحِ الماءِ الدائريةُ عنِ الحاجزِ على شكلِ أقواسٍ دائريةٍ يقعُ مركزُها الوهميُّ خلفَ الحاجزِ

الموجةُ المنعكسةُ حافظتُ على صفاتها عندما لم تتغيرِ خصائصُ الوسطِ الذي تنتقلُ خلاله.

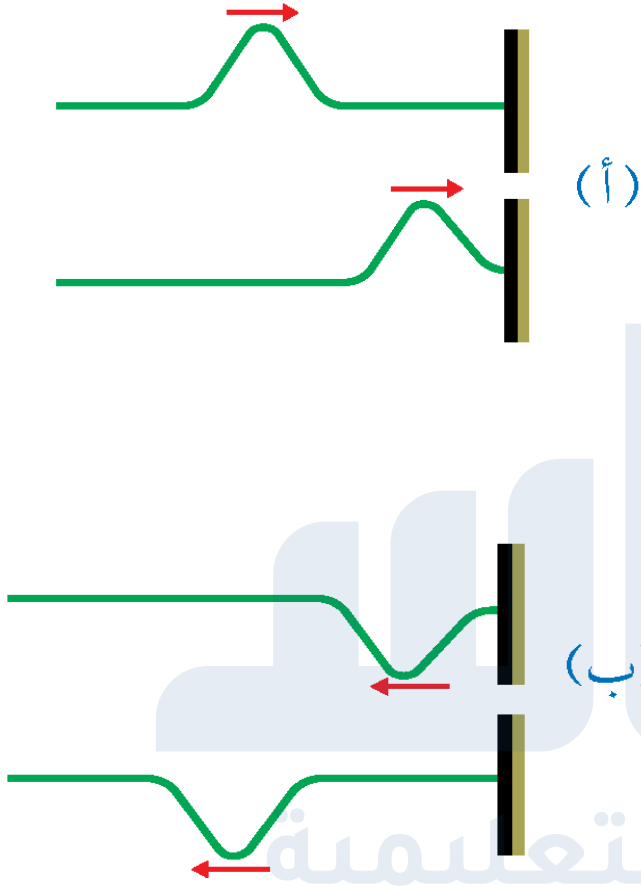


انعكاس الموجات

عملية سقوط الموجة على جسم أو حاجز ثم ارتدادها عنه باتجاه مختلف.

وكما هي الموجات في الماء، فإن أنواع الموجات الأخرى مثل: موجات النابض والحبل أو الموجات الصوتية، أو الضوئية جميعها تنعكس بطريقة مشابهة.

تنتقل النبضة باتجاه اليمين كما في المرحلة (أ)، وعند اقترابها من نقطة التثبيت على الجدار، فإن الحبل يؤثر في الجدار بقوة نحو الأعلى، وحسب القانون الثالث في الحركة لنيوتن، فإن الجدار يؤثر في الحبل بقوة رد فعل نحو الأسفل، ويحدث فيه نبضة جديدة مقلوبة تنتقل عائدة (راجعة) نحو اليسار، كما في المرحلة (ب)؛ أي أنها تنعكس.



انعكاسُ الموجاتِ

عمليةُ سقوطِ الموجةِ على جسمٍ أو حاجزٍ ثمَّ ارتدادِها عنهُ باتجاهٍ مختلفٍ.

وكما هي الموجاتُ في الماءِ، فإنَّ أنواعَ الموجاتِ الأخرى مثلَ: موجاتِ النابضِ والحبلِ أو الموجاتِ الصوتيةِ، أو الضوئيةِ جميعها تنعكسُ بطريقةٍ مشابهةٍ.



خصائص الحركة الموجية

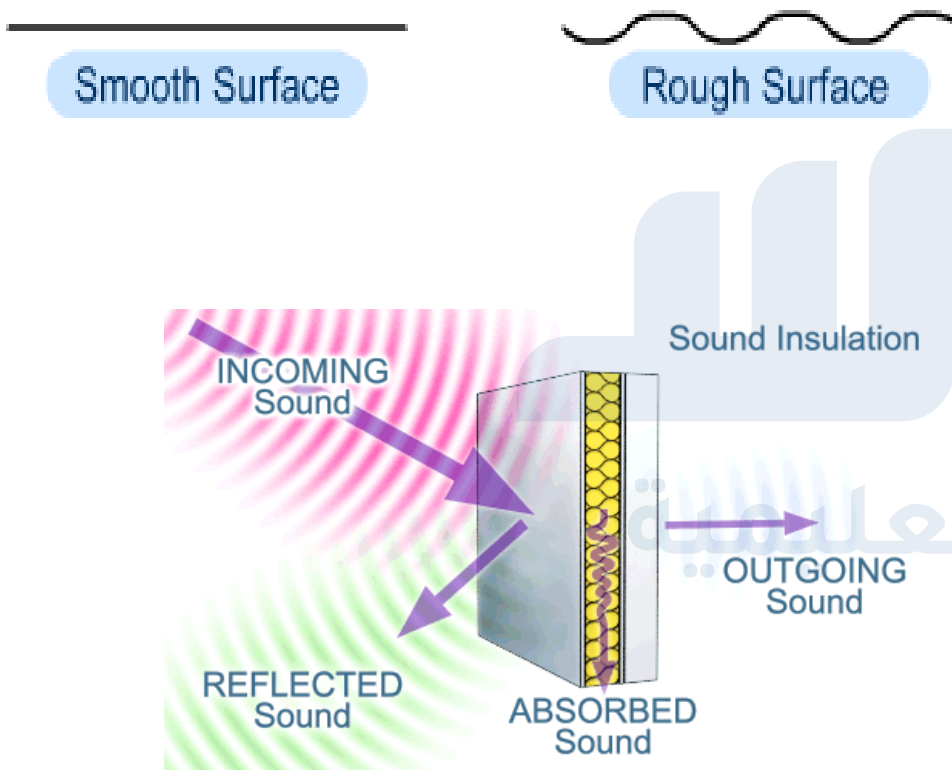
انعكاس الموجات

عملية سقوط الموجة على جسم أو حاجز ثم ارتدادها عنه باتجاه مختلف.

وكما هي الموجات في الماء، فإن أنواع الموجات الأخرى مثل: موجات النابض والحبل أو الموجات الصوتية، أو الضوئية جميعها تنعكس بطريقة مشابهة.

جميع الموجات المستعرضة الأخرى تنعكس بالطريقة نفسها، ومثال ذلك موجات الضوء وباقي الموجات الكهرومغناطيسية.

ويحدث الشيء نفسه بالنسبة إلى الموجات الطولية ومثال ذلك انعكاس موجات الصوت عند الحواجز المختلفة كالمباني والجبال.



انكسار الموجات

انحراف اتجاه انتشار الموجات عند اجتيازها الحدّ الفاصل بين وسطين مختلفين في خصائصهما.

أدى وجود لوح زجاج شفاف داخل الحوض إلى اختلاف سمك الماء، وتكوّن نتيجة ذلك وسطان مختلفان نتج عنهما انكسار موجات الماء

وينتج الانكسار عن اختلاف الطول الموجي مع بقاء التردد ثابتاً عند الحدّ الفاصل بين وسطين مختلفين في الخصائص.

انكسار الموجات

انحراف اتجاه انتشار الموجات عند اجتيازها الحدّ الفاصل بين وسطين مختلفين في خصائصهما.

أدى وجود لوح زجاج شفاف داخل الحوض إلى اختلاف سمك الماء، وتكوّن نتيجة ذلك وسطان مختلفان نتج عنهما انكسار موجات الماء

وينتج الانكسار عن اختلاف الطول الموجي مع بقاء التردد ثابتاً عند الحدّ الفاصل بين وسطين مختلفين في الخصائص.

خصائص الحركة الموجية

انكسار الموجات



انحراف اتجاه انتشار الموجات عند اجتيازها الحد الفاصل بين وسطين مختلفين في خصائصهما.

وباستخدام العلاقة: $v = f \lambda$

فإن سرعة انتشار الموجات تتغير من وسط إلى آخر نتيجة لاختلاف **الطول الموجي**.

هو المسافة بين كل خطين مضيئين، أو بين كل خطين مظلمين ويبيّن الشكل نقصان الطول الموجي الذي أدى إلى الانكسار

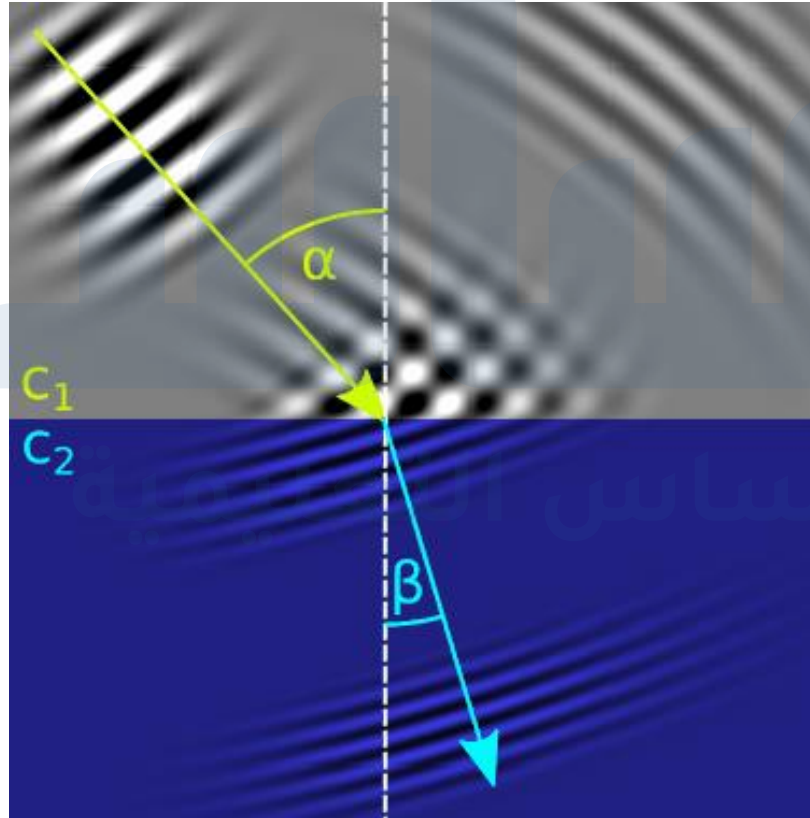
منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

انكسار الموجات

✓ **أتحقق:** ما سبب حدوث انكسار لموجات الماء عند مرورها فوق

لوح زجاجي موضوع في قاع الحوض؟



أدى وجود لوح زجاج شفاف داخل الحوض إلى اختلاف سمك الماء، وتكون نتيجة ذلك وسطان مختلفان نتج عنهما انكسار موجات الماء

منصة أساس

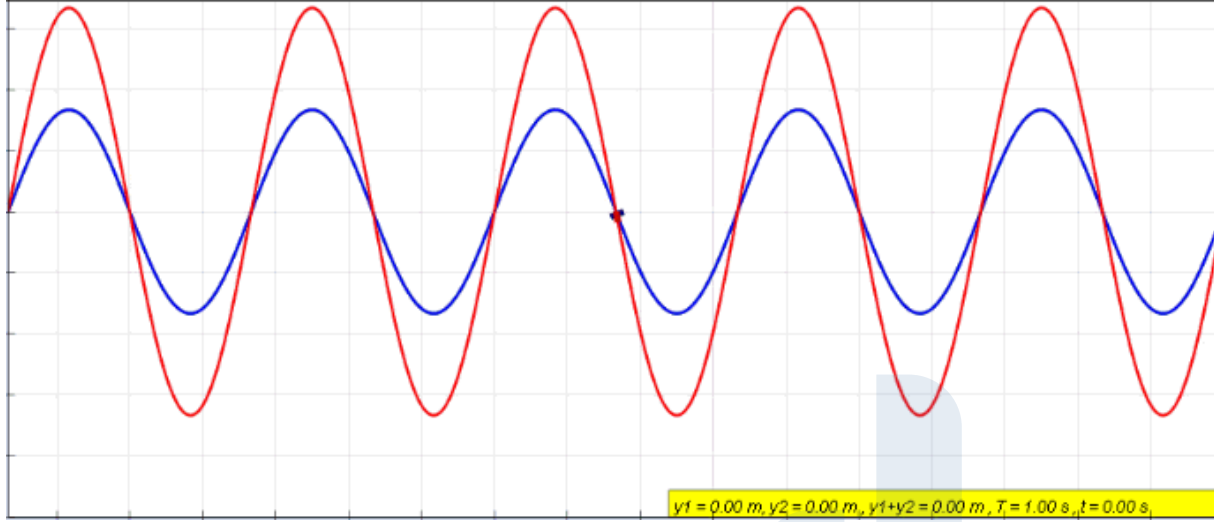
بالرجوع إلى الشكل (17). إذا كان التردد (8 Hz) ، وكانت المسافة بين كل خطين مضيئين في الوسط الأول (5 cm) ، وفي الوسط الثاني (3 cm) . فأحسب سرعة الموجات في كل من الوسطين.



خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل



التقاء مسارين من الحركة الموجية بحيث ينتج عن التقاء القمم والقيعان نمطاً محدداً.

تحدث ظاهرة تداخل الموجات عندما تلتقي موجتان أو أكثر في لحظة واحدة عند نقطة محددة، فتحدث هذه الموجات -مجتمعة- إزاحة محصلة لجزيئات الوسط الذي تنتقل خلاله.

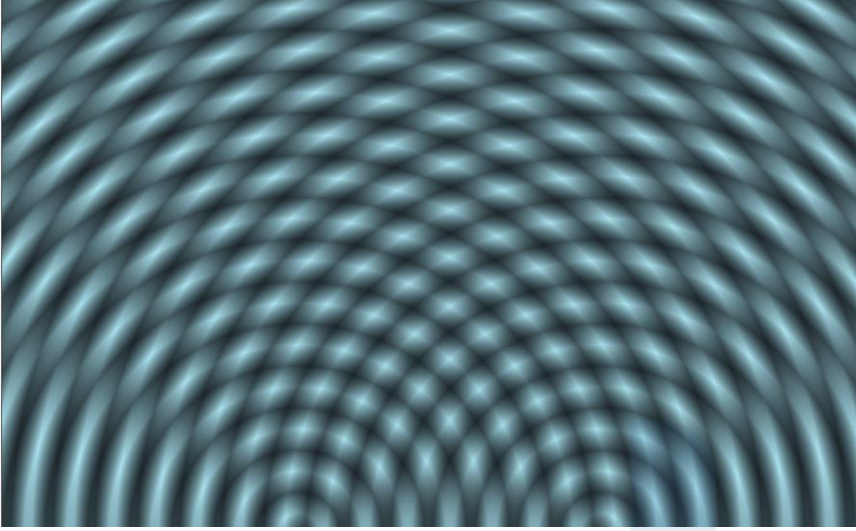
وعندما تلتقي موجتان متماثلتان (لهما التردد نفسه والطول الموجي نفسه) ومن النوع نفسه، فإن عملية التداخل تكون منتظمة.

مكتبة أساتذة التعليم

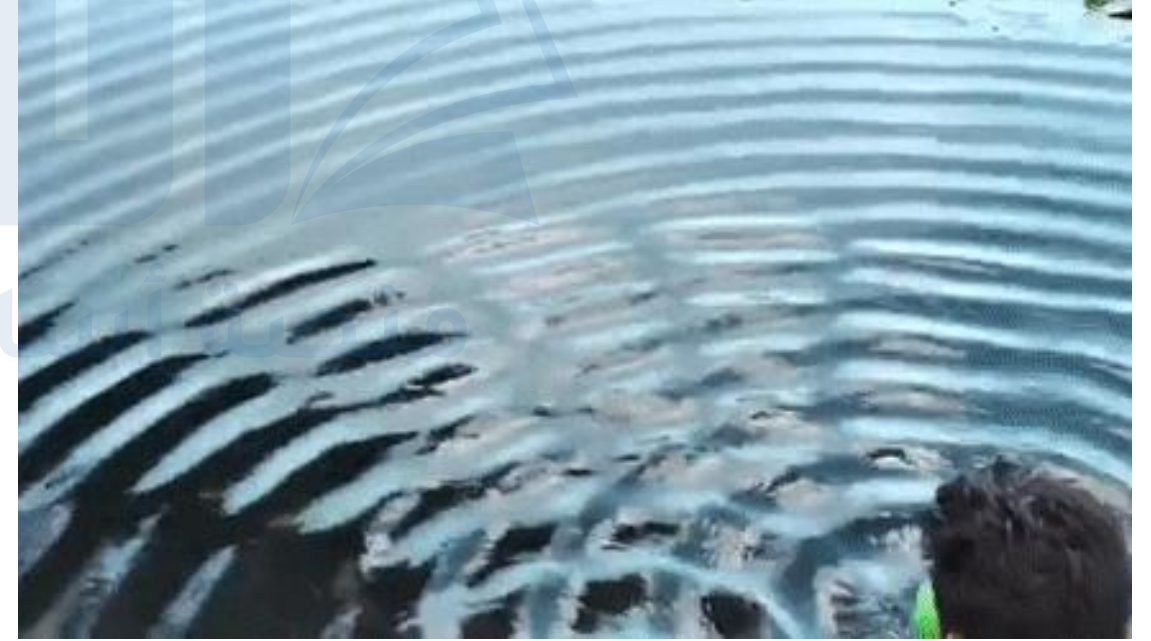
خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل



ويبين الشكل نمط تداخل منتظم يتكوّن عند التقاء موجات ناتجة عن مصدرين متجاورين ومتماثلين على سطح الماء.



أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل

تراكب موجات دائرية على سطح الماء في حوض



تعود ظاهرة التداخل إلى إحدى الخصائص الموجية التي تُعرف بمبدأ تراكب الموجات

وهو أنَّ الإزاحة الكلية التي تحدث لجزيئات الوسط تساوي ناتج الجمع المتجهي للإزاحات الناتجة عن التقاء الموجات عند النقطة نفسها.

كيف يحدث التراكب؟

يحدث التراكب بين موجتين في حال انتقالهما باتجاهين متعاكسين، أو بالاتجاه نفسه عندما تلحق إحداهما بالأخرى، كما يحدث أيضًا بين موجتين أو أكثر عند التقائها مهما كان اتجاه كلٍّ منها

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

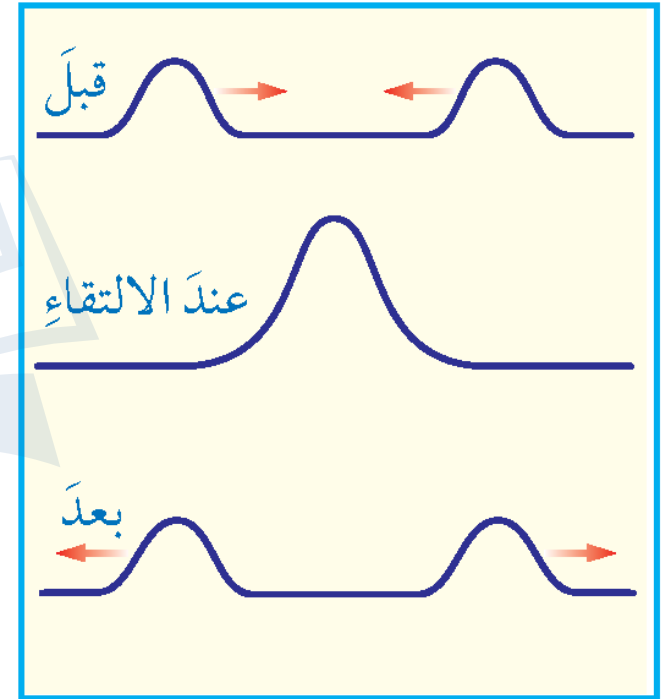
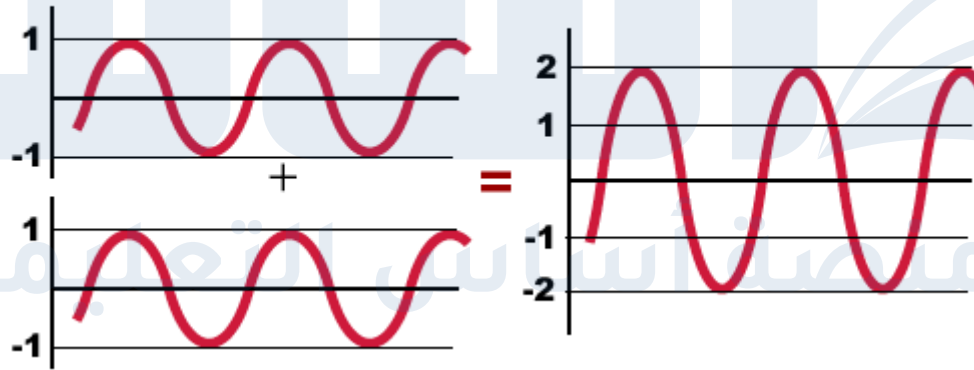
التداخل

أنواع التداخل

تداخل هدام

تداخل بناء

Constructive Interference



لاحظ أنه ينتج عن الأثر المشترك للقيمتين لحظة تراكبهما قمة مضاعفة،
وينتج عن هذا التراكب تداخل بناء

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

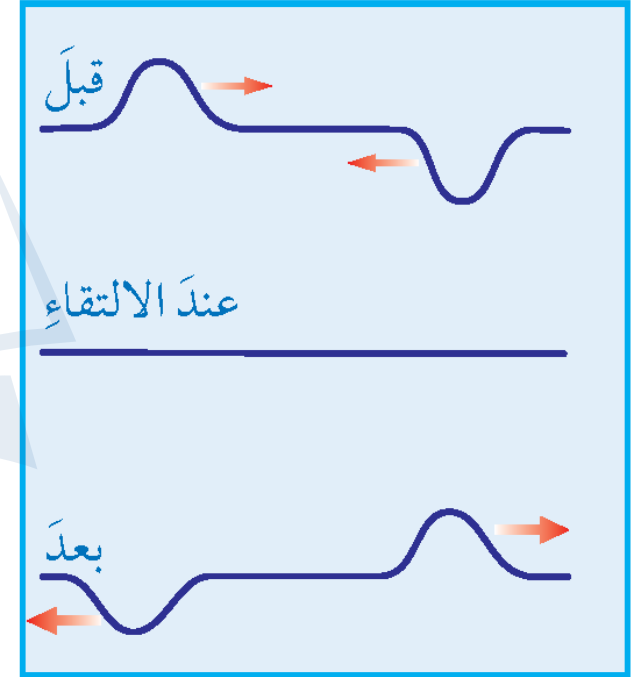
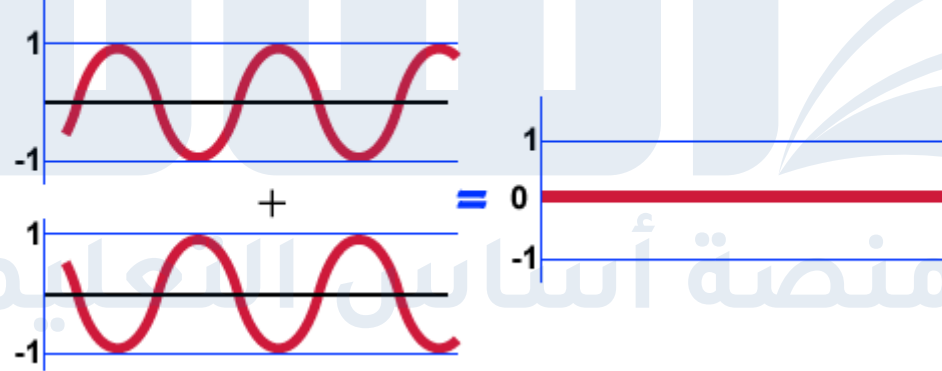
التداخل

أنواع التداخل

تداخل هدام

تداخل بناء

Destructive Interference



تراكِبَ قِمةٍ مَعَ قَاعٍ يَنْتُجُ عَنْهُ انْعِدَامٌ لِلْإِزَاحَةِ، وَتَخْتَفِي الْمَوْجَتَانِ فِي لَحْظَةٍ تَرَكَبُهُمَا وَيُسَمَّى هَذَا التَّرَاكِبُ تَدَاخُلًا هَدَامًا

خصائص الحركة الموجية

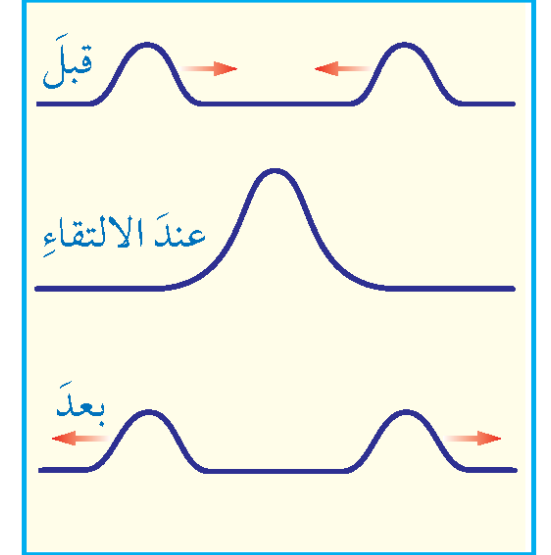
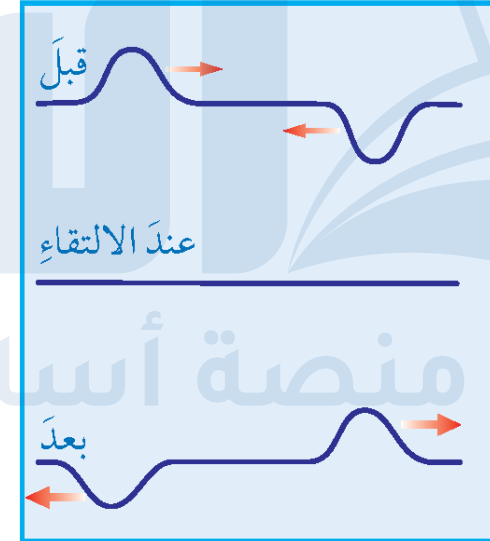
التداخل والحيود

التداخل

أنواع التداخل

تداخل هدام

تداخل بناء



نلاحظُ من الشكل السابق أنَّ كلاً من الموجتين المتراكبتين بعد التراكب تعودُ إلى شكلها السابق الذي كانت عليه قبل التراكب. ويُشترطُ لحدوث تراكب الموجات أن تكون الموجتان من النوع نفسه، فلا يمكنُ أن يحدث تراكب بين موجتين إحداهما طولية والأخرى مستعرضة، فلا يحدث بين موجة صوتية وأخرى كهرومغناطيسية.

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

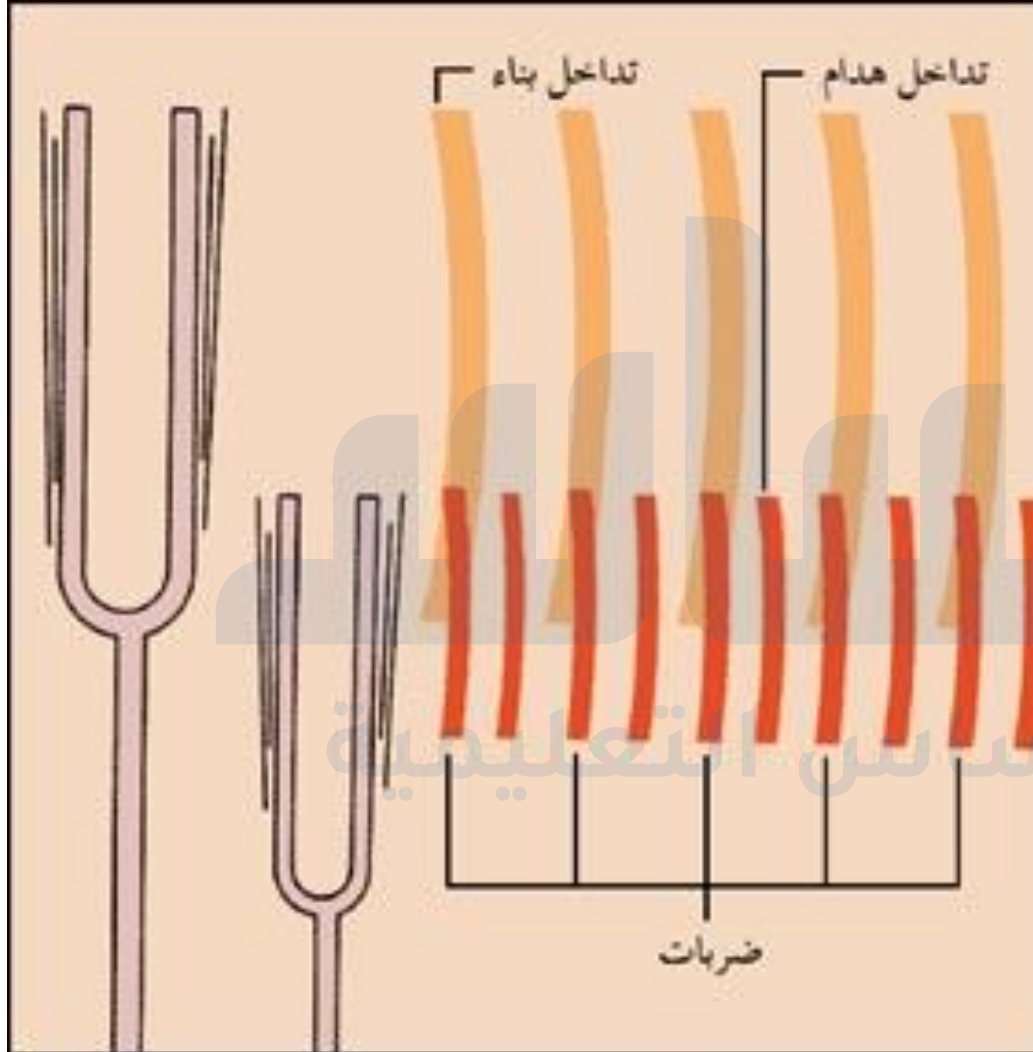
التداخل والحيود

التداخل

أنواع التداخل

تداخل هدام

تداخل بناء

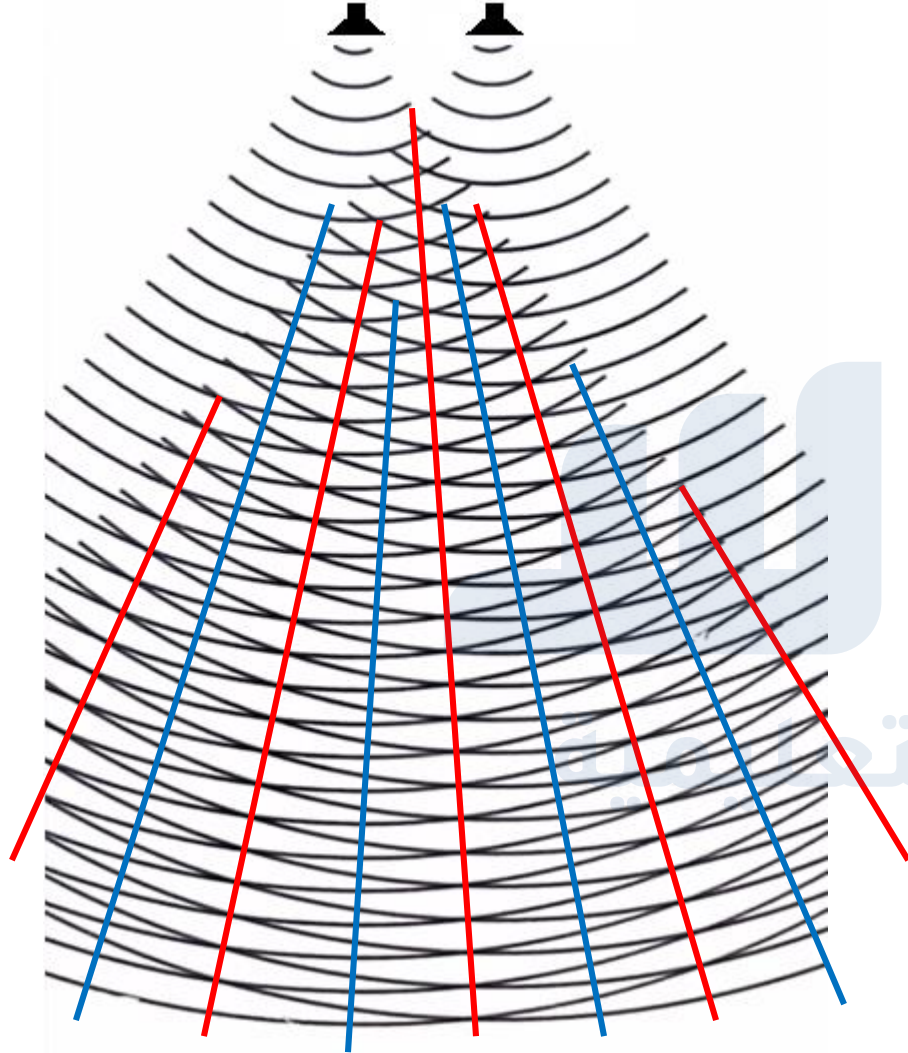


منصة أساتذات التعليم

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل

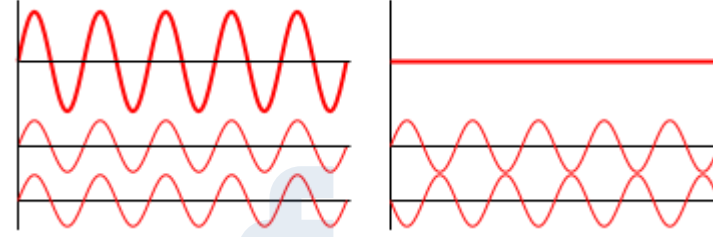


تحدث ظاهرة التداخل في جميع أنواع الموجات، فموجات الصوت تتداخل وتنشأ عن تداخلها أنماط تتألف من مناطق تزداد فيها شدة الصوت، ومناطق أخرى ينخفض فيها الصوت.

منصة أساسيات التعلم

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود



التداخل

تحدث ظاهرة التداخل في جميع أنواع الموجات، فموجات الصوت تتداخل وتنشأ عن تداخلها أنماط تتألف من مناطق تزداد فيها شدة الصوت، ومناطق أخرى ينخفض فيها الصوت.



منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل

أمثلة

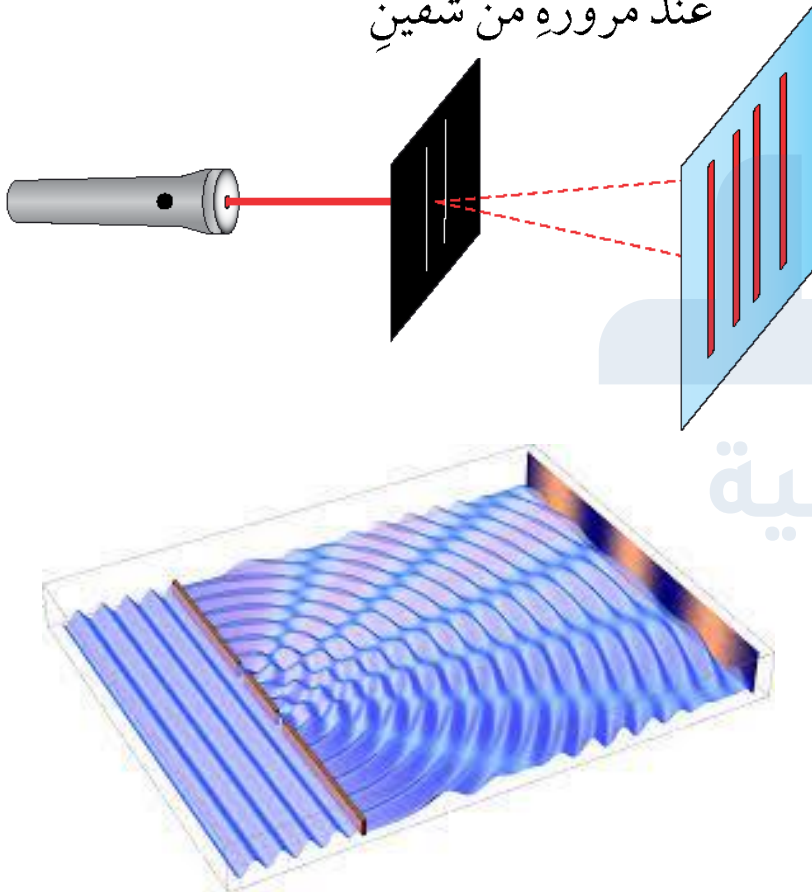
رؤية بعض الأنماط الناتجة عن تداخل موجات الضوء على غشاء فقاعة صابون



تداخل موجات ضوء الشمس بعد عبوره من شقين صغيرين متجاورين



التداخل الناتج عن ضوء ليزر أحمر عند مروره من شقين

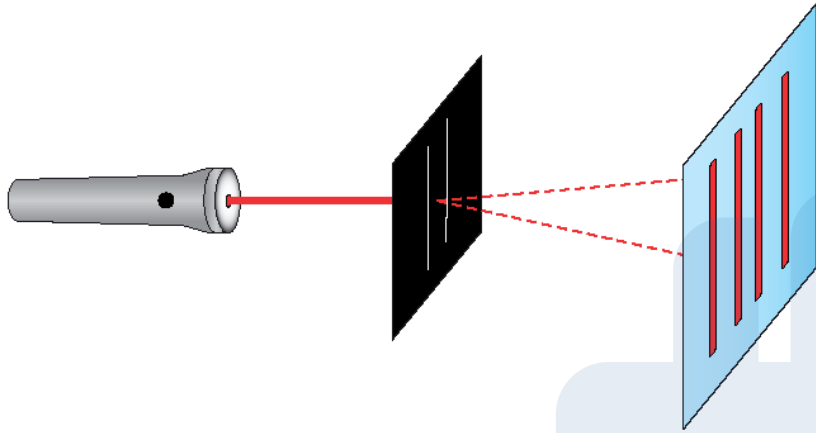


منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل

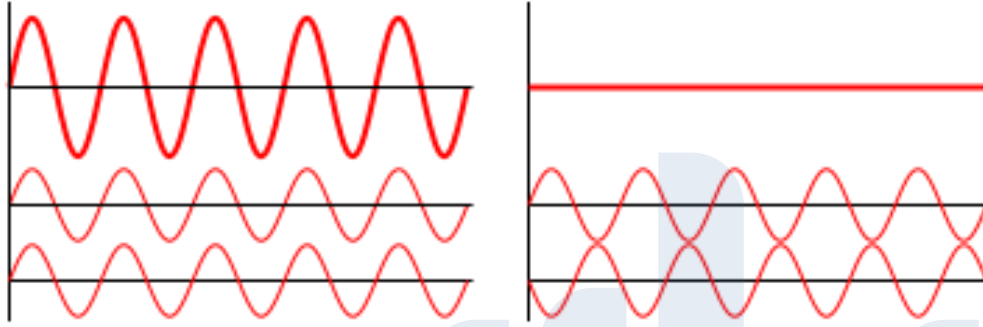


منصة أساس التعليم

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

التداخل

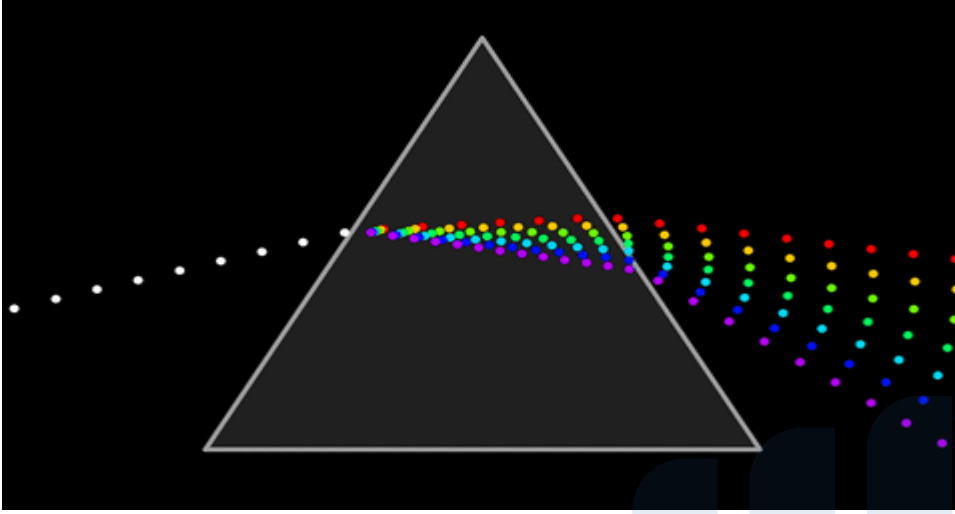


يكون نمط التداخل منتظمًا بحيث يكرر نفسه عندما تكون الموجات المتداخلة متساوية في الطول الموجي

يحدث التداخل أيضًا بين الموجات التي لا تتساوى في التردد والطول الموجي، أو أنها صادرة عن مصدرين غير متماثلين، لكن النمط الناتج عن ذلك لا يكون منتظمًا.

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية



أفكر: عند النظر إلى المنشور الزجاجي وعند النظر إلى فقاعة الصابون، في الحالتين نلاحظ مركبات الطيف المرئي الملونة، أو جزءاً منها. ما الاختلاف بين الحالتين؟

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية



أُتَحَقَّقُ:

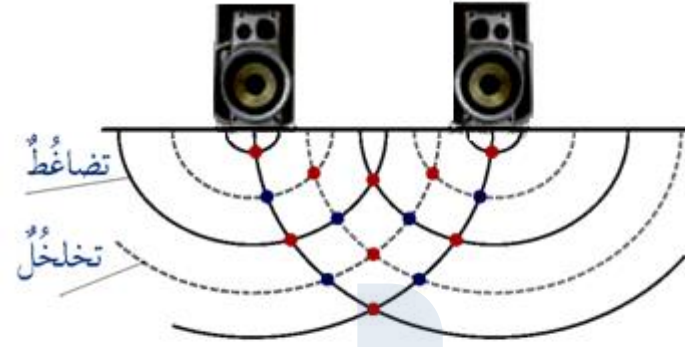
• متى يكونُ التداخلُ بناءً؟ ومتى يكونُ هدامًا؟

• ما الشرطُ اللازمُ توافره حتى يحدثَ تراكبٌ لموجتينِ تنتقلانِ في وسطٍ واحدٍ؟

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

المثال 7



الشكل (21): التداخل المنتظم بين موجات الصوت المتماثلة.

وُضِعَت سماعتان متصلتان مع المصدر نفسه، بحيث تفصلهما مسافة (1 m) تقريباً، فحدث تداخل بين الموجات الصادرة عن السماعتين معاً، كما يبين الشكل (21). أحدد نقاط التداخل البناء والهدام، وأبين ما يحدث للصوت عند كل منها.

الخطوط المتصلة على الشكل تمثل مناطق تضاغط، والخطوط المتقطعة تمثل مناطق تخلخل. تبين النقاط الحمراء التداخل البناء، فبعضها ناتجة عن تقاطع خطين متصلين (تضاغط مع تضاغط)؛ فهي تمثل تضاغطاً مضاعفاً. وبعض النقاط الحمراء الأخرى ناتجة عن تقاطع خطين متقطعين (تخلخل مع تخلخل)؛ فهي تمثل تخلخلاً مضاعفاً. وتكون شدة الصوت عند النقاط الحمراء جميعها أكبر ما يمكن. النقاط الزرقاء جميعها تبين التداخل الهدام، فهي ناتجة عن تقاطع خط متصل مع خط متقطع (تضاغط مع تخلخل)؛ فهي تمثل انعداماً للموجات، أي اختفاء الصوت.

خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

الحيود

هو ظاهرة انحراف الموجات عن اتجاهها عند نفاذها خلال الفتحات الضيقة، أو بالقرب من حواف الحواجز

تحدث لمختلف أنواع الموجات، مثل: موجات الماء والصوت والضوء

يكون الحيود واضحاً عندما يكون اتساع الفتحة التي تمر من خلالها الموجات مقارباً لمقدار طولها الموجي.

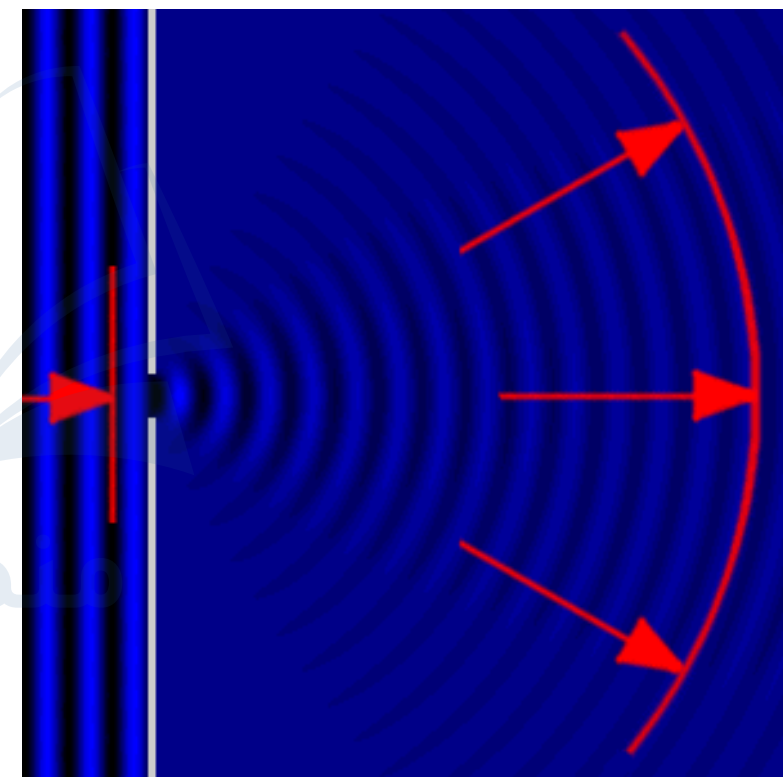
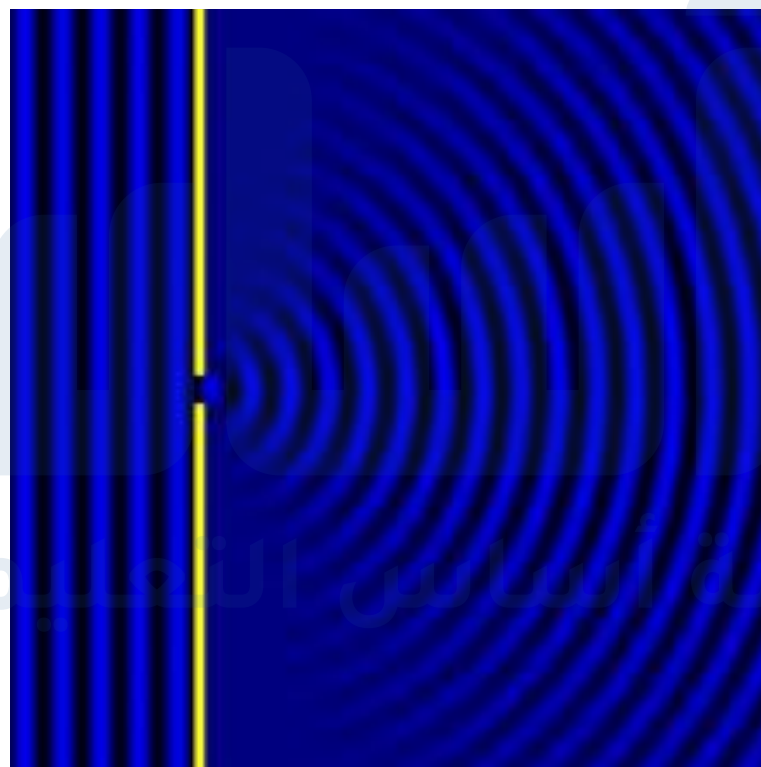
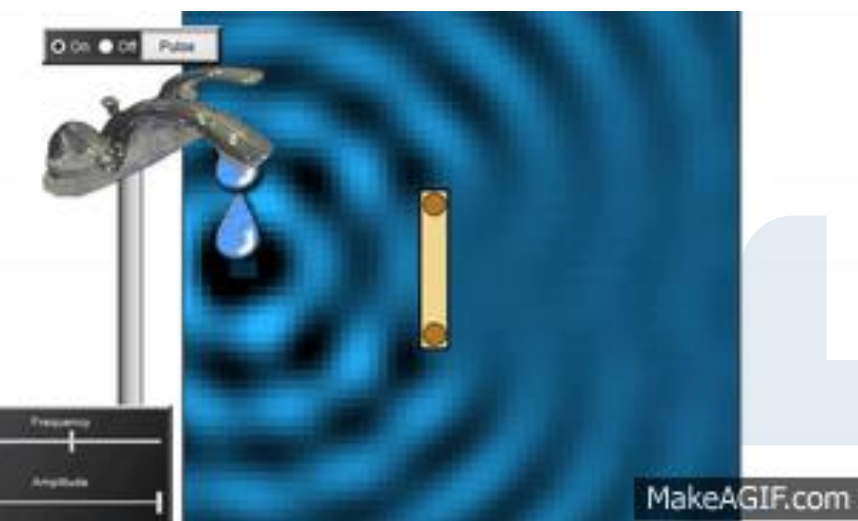
الاختلاف في نمطي الحيود ناتج عن الاختلاف في اتساع الفتحة التي عبرت خلالها الموجات.



خصائص الحركة الموجية

التداخل والحيود

الحيود



التداخل والحيود

الحيود

نلاحظ أحياناً تكون أهداب تداخلٍ مضيئةٍ وأخرى مظلمةٍ عندما ننظرُ إلى حاجزٍ يسقطُ عليه ضوءٌ صادرٌ عن فتحةٍ ضيقةٍ، وتكونُ هذه الأهدابُ ناتجةً عن حيودِ موجاتِ الضوءِ عندَ نفاذِها خلالَ هذه الفتحةِ أو بالقربِ منَ الحوافِّ الحادةِ للأجسامِ الصغيرةِ



الشكل (23): حيود موجاتِ الضوءِ الأحمرِ عندَ مرورِها من ثقبِ إبرِ خياطةٍ.

التداخل والحيود

الحيود



خصائص الحركة الموجية

أفكر: عندما يُناديني زميلي من خلف سور مرتفع، فإنني أسمع صوته، لكنني لا أراه. لماذا؟

لأن موجات الصوت يمكن أن تنتقل عبر جزيئات السور من طرف لآخر على العكس من موجات الضوء

لأن الطول الموجي لموجات الصوت كبير مما أمكنها من الحيود عند حافة السور والانتقال إلى الطرف الآخر على العكس من موجات الضوء

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

الاستقطاب

كثيرٌ من مصادر الضوء، مثل بعض مصابيح الليزر والشاشات الرقمية (LED) يكون الضوء الصادر عنها مستقطبًا، في حين يكون ضوء المصباح العاديّ وضوء الشمس غير مستقطبٍ، وأيضًا تُستخدم بعض النظارات الشمسية التي تعمل على استقطاب الضوء لتخفيف شدة الأضواء المنعكسة عن الطرق والمسطحات المائية.

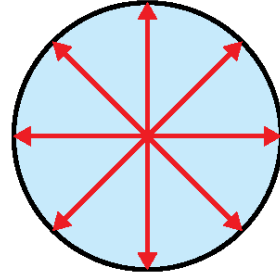
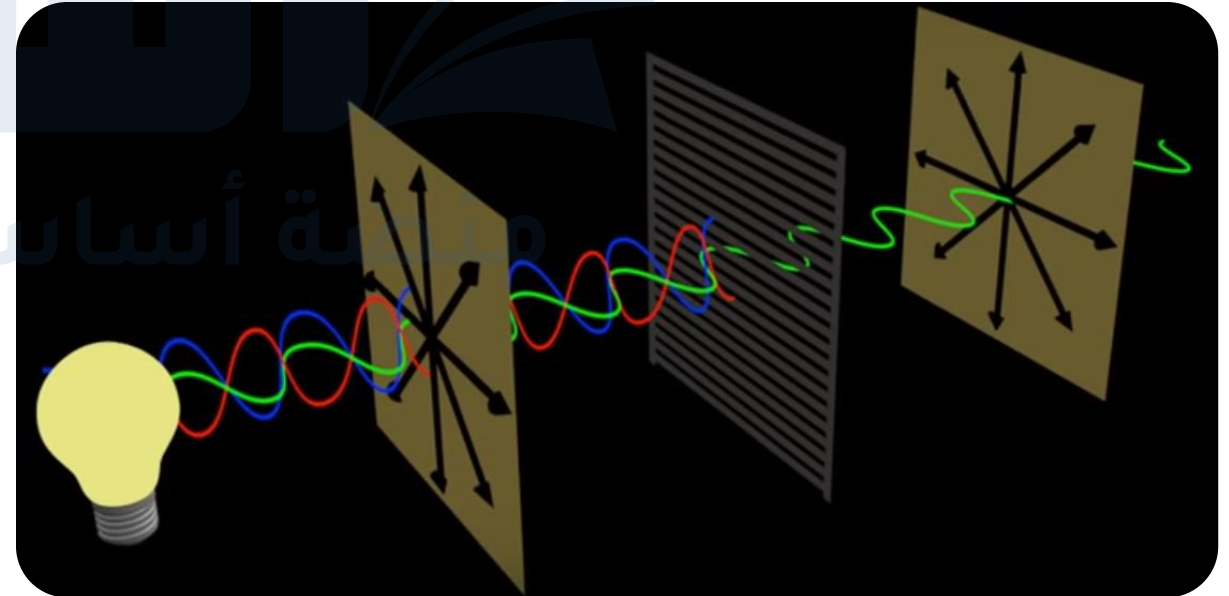


التعليمية

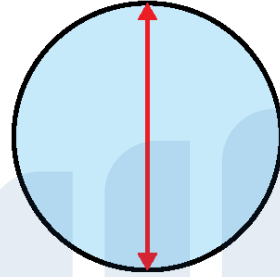
خصائص الحركة الموجية

الاستقطاب

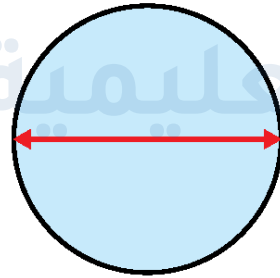
لذلك يُعرَّف الاستقطاب Polarization بأنه عملية انتقاء موجة مستعرضة تحدث اهتزازاً في جزيئات الوسط في بُعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدّة، جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.



الشكل (أ/24): موجات غير مستقطبة.



الشكل (ب/24): استقطاب رأسي.



الشكل (ج/24): استقطاب أفقي.

اتجاه انتشار الموجات
عمودي على سطح الورقة
داخلاً فيها أو خارجاً منها

الاستقطاب

ترتبط خاصية الاستقطاب بالموجات المستعرضة فقط لماذا؟

تتعلق باتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عندما يكون متعامداً مع اتجاه انتشار الموجة. فالموجات المستعرضة بجميع أنواعها يمكن استقطابها، في حين لا يمكن استقطاب الموجات الطولية

ويعد الاستقطاب الذي نلاحظه لموجات الضوء المرئي دليلاً على أن الموجات الكهرومغناطيسية جميعها مستعرضة

خصائص الحركة الموجية

الاستقطاب

سؤال: ما الفرق بين الموجات المستقطبة وغير المستقطبة؟



في الموجات المستقطبة يكون اهتزاز جزيئات الوسط في بُعد واحد يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة

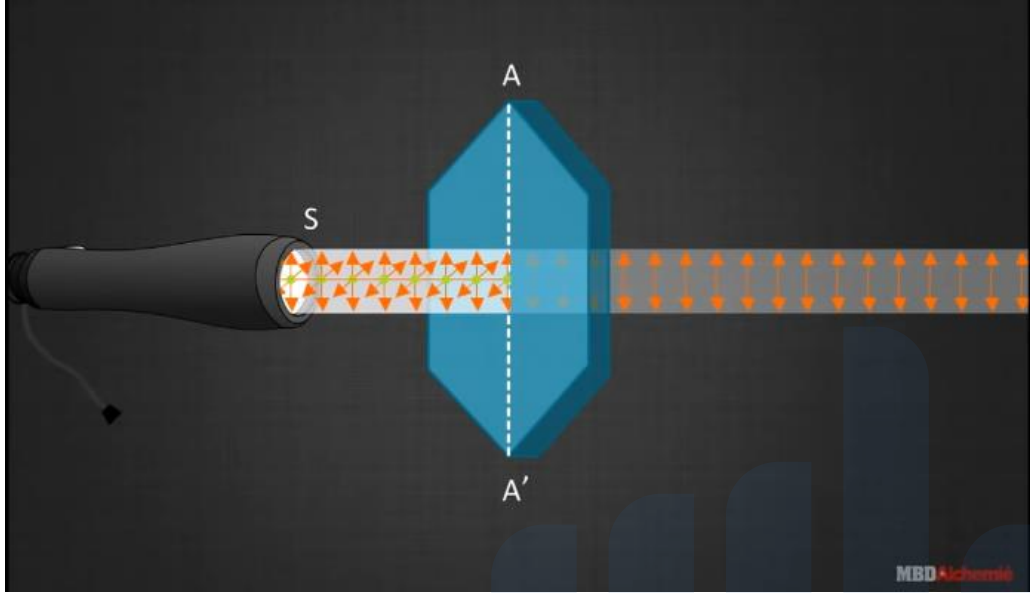
بينما في الموجات غير المستقطبة تهتز هذه الجزيئات في أبعاد عدّة جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجة.



منصة أسس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

الاستقطاب



نعلم أنَّ الموجة الكهرمغناطيسية تتكون من مركبتين متعامدتين إحداهما ناتجة عن اهتزاز في المجال الكهربائي، والأخرى عن اهتزاز في المجال المغناطيسي، ويتم تحديد مستوى الاستقطاب في الموجات الكهرمغناطيسية على أنه المستوى الذي يهتز فيه المجال الكهربائي فقط.

الشكل (25): تحديد مستوى استقطاب الموجات الكهرمغناطيسية.

(ب) موجات مستقطبة رأسيًا.

(أ) موجات مستقطبة أفقيًا.

خصائص الحركة الموجية

✓ **أتحقق:** ما المقصود بعملية استقطاب الموجات؟ ولماذا تُستقطب موجات الضوء، ولا تُستقطب موجات الصوت؟

لذلك يُعرّف الاستقطاب Polarization بأنه عملية انتقاء موجة مستعرضة تحدث اهتزازًا في جزيئات الوسط في بُعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدّة، جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.

تتعلّق باتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عندما يكون متعامدًا مع اتجاه انتشار الموجة. فالموجات المستعرضة بجميع أنواعها يمكن استقطابها، في حين لا يمكن استقطاب الموجات الطولية

الفيزياء والتكنولوجيا

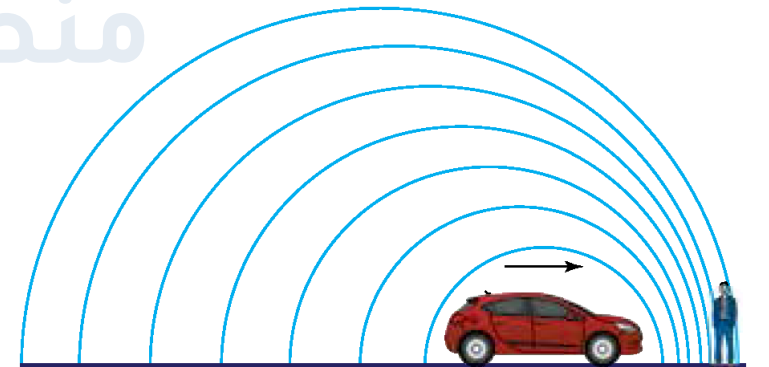
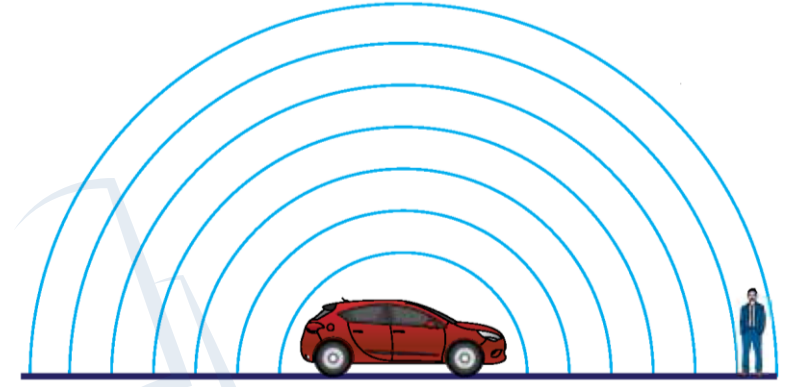
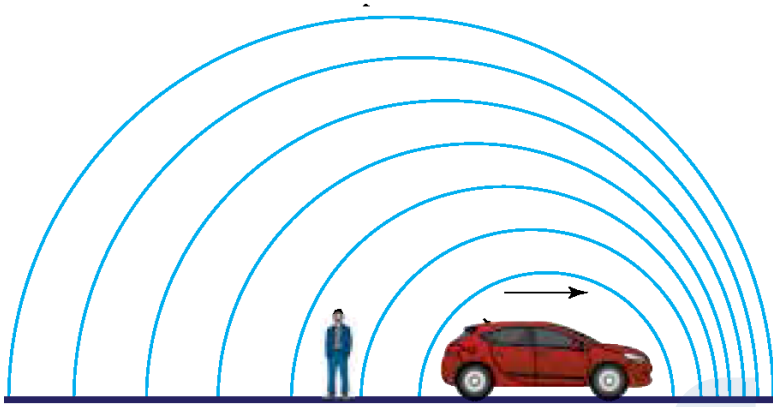
عند سقوط ضوء الشمس غير المستقطب على سطح الماء أو الزجاج أو الطريق بزاوية معينة، فإنه ينعكس مستقطبًا باتجاه واحد يوازي السطح العاكس، كما في الشكل (25/أ).

عند استخدام نظارة شمسية ذات محور استقطاب رأسي، فإنّها تمتص نسبة كبيرة من الضوء المستقطب استقطابًا أفقيًا وهو المنعكس عن الأرض، لكنّها تسمح للضوء غير المستقطب بالوصول إلى العين؛ مما يقلل من وهج الانعكاسات المزعجة.

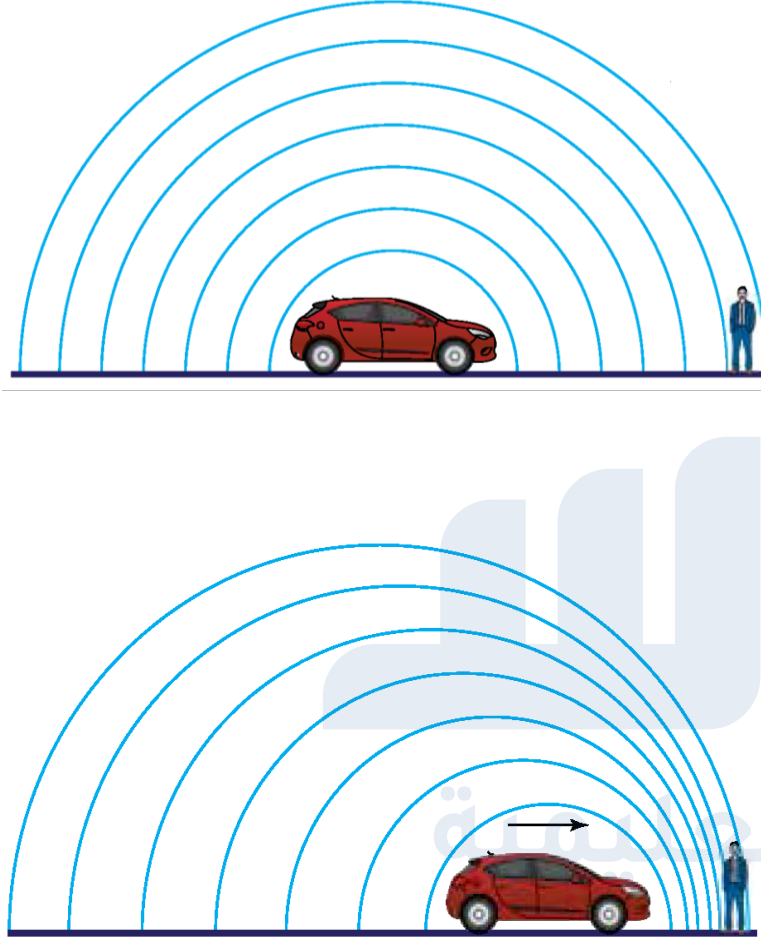


خصائص الحركة الموجية

تأثير دوبلر Doppler Effect



منصة أساس التعليمية

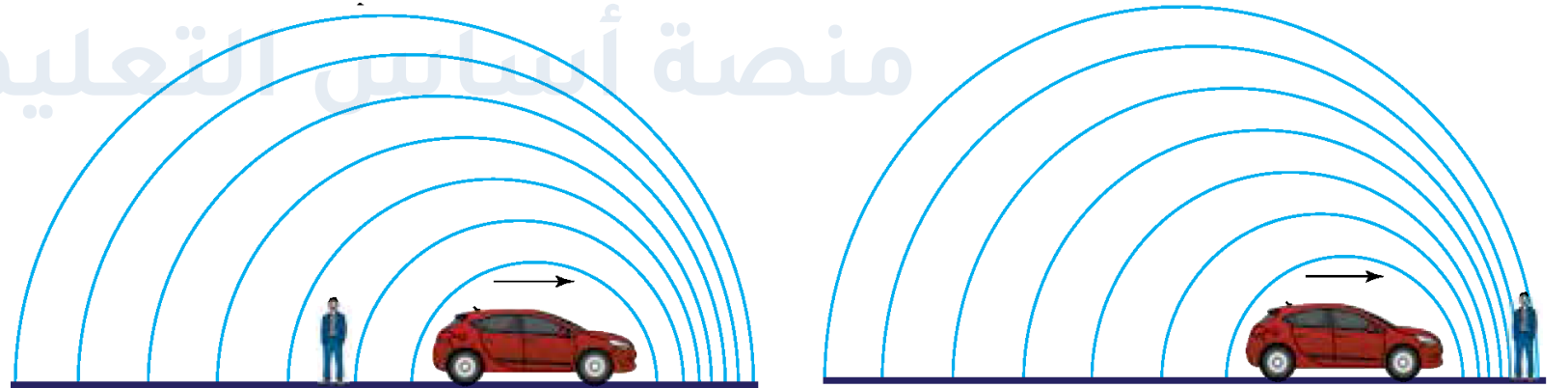


لنتساءل: ما الذي سيحدث لو كانت السيارة تُصدر صوت المنبه وهي متحركة بسرعة نحو السامع؟ إنَّ منبه السيارة لم يتغير وسيبقى يُصدر الصوت بالتردد نفسه والطول الموجي نفسه، وكذلك سرعة الصوت في الهواء لن تتغير؛ لأنَّها تعتمد على خصائص الهواء. لكنَّ بسبب حركة السيارة فإنَّ موجات الصوت في الجهة الأمامية سوف تتقارب من بعضها، أي أنَّ الطول الموجي للموجات التي بين السيارة والسامع سوف يقصر، كما في الشكل (27/أ). وستصل مزيد من الموجات إلى أذن السامع في الثانية الواحدة، وهذا يدركه السامع على صورة زيادة في درجة الصوت، أي أنَّ التردد الذي يصل إلى أذن السامع يكون أكبر من تردد مصدر الصوت (المنبه).

خصائص الحركة الموجية

تأثير دوبلر Doppler Effect

ويحدث عكس ذلك عندما تُصدر سيارة صوت منبه وهي تتحرك مبتعدة عن السامع، كما في الشكل (27/ب)، حيث ستصل التضاضعات إلى أذن السامع متباعدة عن بعضها، أي ستحدث زيادة في الطول الموجي، فيصبح التردد المسموع أقل من تردد المصدر، وهذا سوف يدركه السامع على صورة نقصان في درجة صوت المنبه.

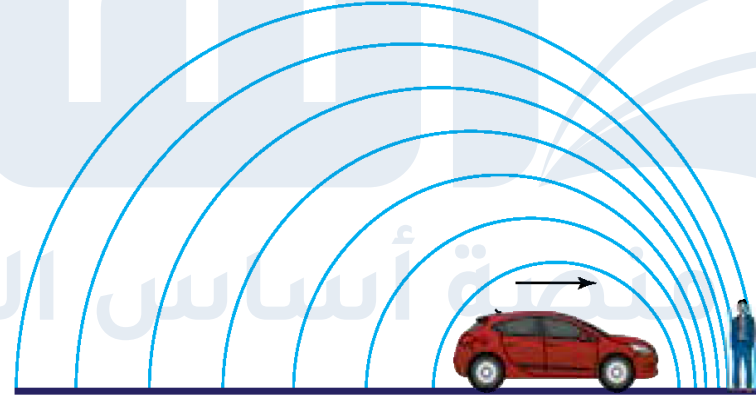


خصائص الحركة الموجية

تأثير دوبلر Doppler Effect

هو التغير الظاهري في تردد الموجة نتيجة وجود حركة نسبية بين مصدر الصوت والسامع.

يحدث في الموجات الأخرى؛ الميكانيكية والكهرمغناطيسية.

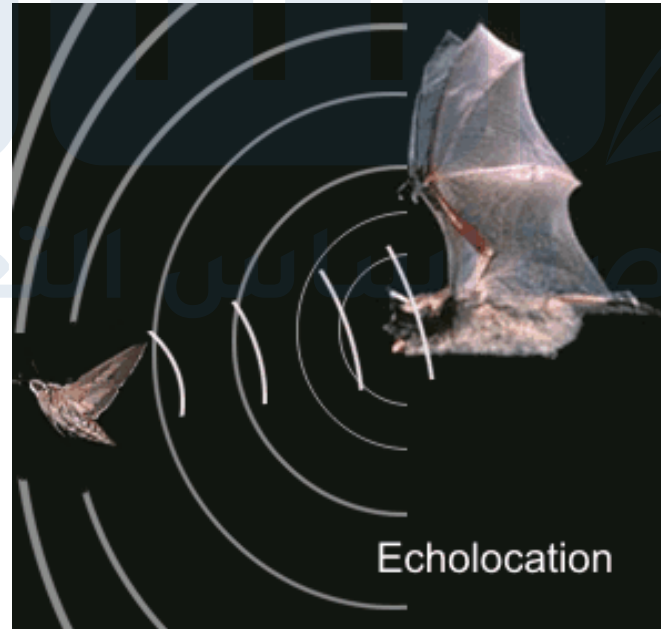


أفكر: في تأثير دوبلر يحدث تغير ظاهري في تردد الموجة عند وصولها إلى المراقب نتيجة حركة المصدر أو المراقب. كيف لهذا أن يحدث دون أن يتغير تردد المصدر؟

خصائص الحركة الموجية

تطبيقات على تأثير دوبلر

- الخفاش: يعتمد الخفاش على الموجات فوق الصوتية في إيجاد طريقه أو تعقب فريسته؛ فهو يرسل موجات فوق صوتية تصل إلى جسم الفريسة ثم ترتد عنها، فيحدد الخفاش موقع الفريسة، ثم يحدد سرعتها من فرق التردد بين الموجتين المرسل والمرسلة والمنعكسة



خصائص الحركة الموجية

تطبيقات على تأثير دوبلر

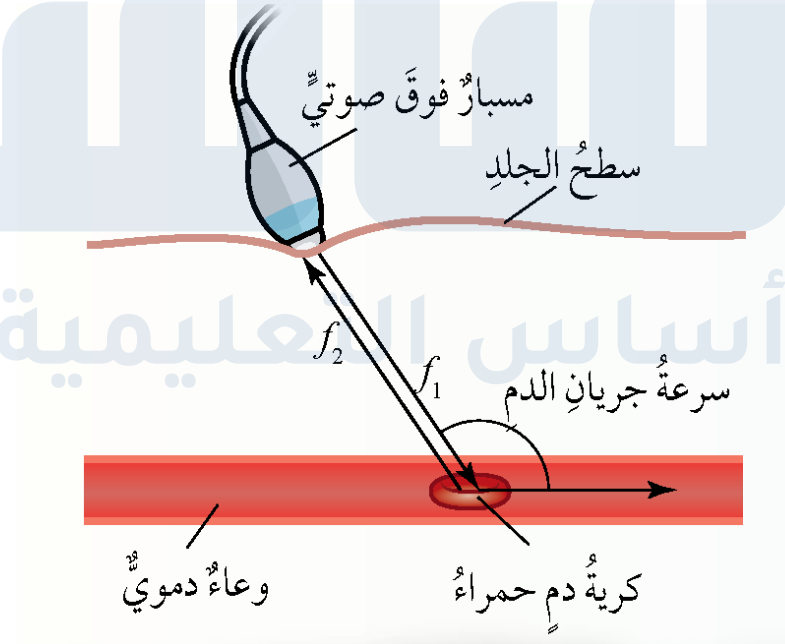
- الرادار: على غرار الطريقة التي وهبها الله تعالى للخفاش، ابتكر الإنسان تقنية الرادار، الذي يرسل موجات كهرومغناطيسية قصيرة (ميكروية) ثم تنعكس عن جسم الهدف الذي قد يكون طائرة في الجو أو سيارة على الطريق، وبمعرفة الفرق بين تردد الموجات المرسلة، وتردد الموجات المرتدة عن الهدف يجري حساب سرعة الهدف المتحرك.

منصة أساس التعليمية

خصائص الحركة الموجية

تطبيقات على تأثير دوبلر

- التصوير فوق الصوتي: حيث تُستخدم موجات فوق صوتية في تصوير أماكن يصعب الوصول إليها مثل قيعان البحار، وكذلك في الطب لقياس سرعة الدم في الأوعية الدموية داخل جسم الإنسان.



خصائص الحركة الموجية

تطبيقات على تأثير دوبلر

- دراسة تطور الكون: لاحظ علماء الفلك أن كثيرًا من المجرات يميل طيفها الضوئي القادم إلى الأرض نحو اللون الأحمر؛ ما يعني أن تردد الضوء الذي يصل منها إلى الأرض أقل من التردد الذي ترسله، ولن يحدث هذا إلا عندما يكون مصدر الضوء متحركًا بسرعة كبيرة مبتعدًا عن الأرض، حسب تأثير دوبلر. وبذلك؛ افترض العلماء أن مجرات الكون ما زالت تتحرك مبتعدة عن بعضها منذ بدء الكون، وتُعرف هذه الفرضية بتمدد الكون.

منصة أساس التعليمية

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أذكر خصائص الموجات التي ترتبط بكثير من الظواهر الطبيعية.

انعكاس الموجات

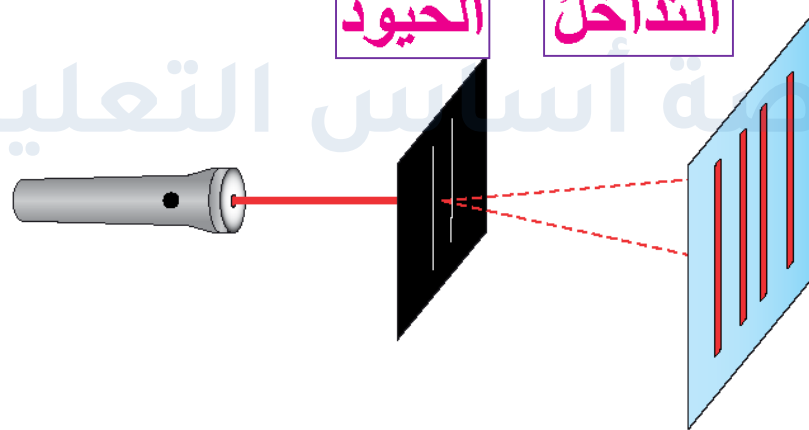


انكسار الموجات



التداخل

الحيود



الاستقطاب



مراجعة الدرس

2. أوضح المقصود بكلٍّ من: تراكب الموجات واستقطابها.

• مبدأ تراكب الموجات (Principle of Superposition of Waves): الإزاحة الكلية التي تحدث لجزيئات الوسط تساوي ناتج الجمع المتجهي للإزاحات الناتجة عن التقاء الموجات عند النقطة نفسها.

• استقطاب (Polarization): عملية انتقاء موجة مستعرضة تحدث اهتزازاً في جزيئات الوسط في بُعد واحد فقط من بين حزمة موجات يكون الاهتزاز فيها باتجاهات عدّة، جميعها متعامدة مع اتجاه انتشار الموجات.

3. أقرن: بين عمليتي انعكاس الموجات المستعرضة التي تنتشر على سطح الماء، وانكسارها.

في عملية الانكسار
يتغير كلٌّ من (اتجاه انتشار الموجات، الطول الموجي، السرعة)
مع بقاء التردد ثابتاً

في عملية الانعكاس
يتغير اتجاه انتشار الموجات مع المحافظة على صفاتها
(التردد، الطول الموجي، السرعة)

مراجعة الدرس

4. أيُّ من العمليات الآتية تحدث في الموجات المستعرضة ولا تحدث في الموجات الطولية: التداخل، الحيود، الاستقطاب؟

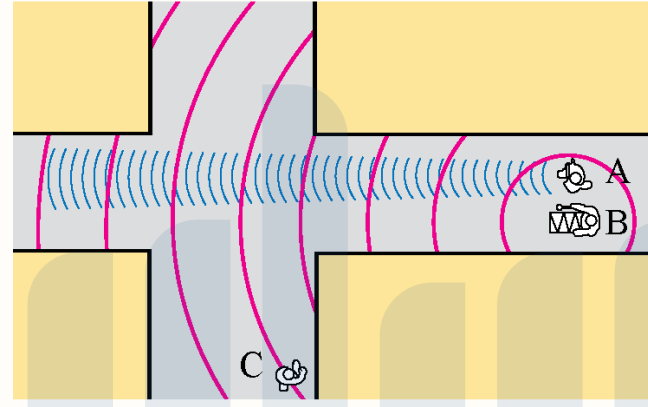
لماذا؟

الاستقطاب

تتعلق باتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عندما يكون متعامداً مع اتجاه انتشار الموجة. فالموجات المستعرضة بجميع أنواعها يمكن استقطابها، في حين لا يمكن استقطاب الموجات الطولية

منصة أساس التعليم

مراجعة الدرس



5. **أفسر:** بينما كنتُ أقفُ في الموقع (C) بالقرب من تقاطع شارعين، كما في الشكل المجاور، سمعتُ صوتَ فرقةٍ موسيقيةٍ، العازفُ (A) يعزفُ القربةَ التي تُصدرُ صوتًا حادًا طوله الموجي قصيرٌ (اللونُ الأزرقُ)، والعازفُ (B) يقرعُ الطبلَ الذي يُصدرُ صوتًا غليظًا طوله الموجي كبيرٌ (اللونُ الأحمرُ). أيّ الصوتين أسمعُ؟ ولماذا؟

الطول الموجي الكبير لصوت الطبل يسمح له بالحيود عند نفاذه بالقرب من حافة الحاجز. والعكس صحيح فيما يتعلق بصوت القربة.

مراجعة الدرس

6. أبين أهمية استخدام السائق للنظارات الشمسية التي تعمل على استقطاب الضوء بشكل رأسي؛ خاصة عندما يقود سيارته في النهار، ويتعرض إلى وهج كبير ناتج عن انعكاس ضوء الشمس عن السطوح الأفقية.

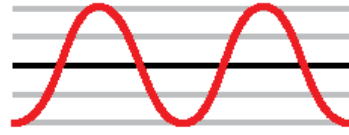
تمتص الضوء المستقطب أفقياً بنسبة كبيرة وهو المنعكس عن الأرض، مما يقلل من وهج الانعكاسات المزجة

7. **تفكير ناقد:** وضع العلماء نظريات عدة تصف تطور الكون، منها نظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن المجرات ما زالت تتحرك متباعدة عن بعضها بسرعة كبيرة. معتمداً على معرفتي بمكونات الطيف المرئي وتردداتها، ومعرفتي بتأثير دوبلر في الحركة الموجية. أصف ما يحدث للضوء القادم إلى الأرض من مجرة تتحرك مبتعدة عن الأرض.

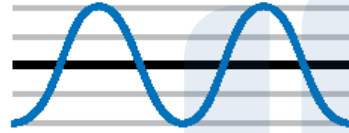
يقل تردده ظاهرياً بسبب زيادة طوله الموجي فيصبح مائلاً نحو اللون الأحمر.

مراجعة الدرس

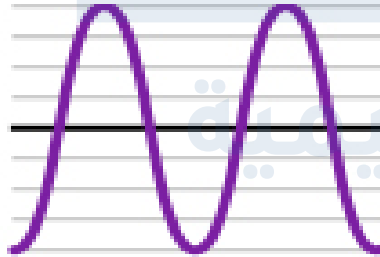
8. أكمل الشكل المجاور برسم الموجة الناتجة عن تراكب الموجتين (1,2) في كلٍّ من الحالتين (أ، ب)، ثمّ أكتب تحت كلِّ حالةٍ إن كان التراكب بناءً أو هدامًا.



الموجة (1)

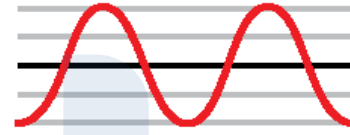


الموجة (2)

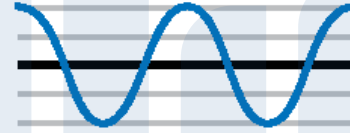


تداخل بناء

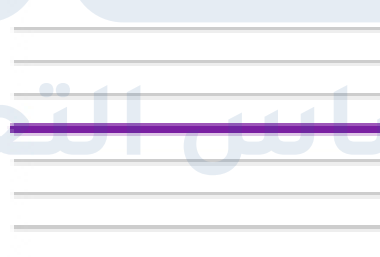
الحالة (ب)



الموجة (1)




الموجة (2)




تداخل هدام

الحالة (أ)



الإنسان الناجح
هو الذي يخلق فهمه
قبل أن يخلق الناس آذانهم
ويفتح أذنيه
قبل أن يفتح الناس أفواههم



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحركة
الموجية

أسئلة
الوحدة

منصة أساس التعليم

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. المقصود بالتخلخل في الحركة الموجية، هو منطقة:

- أ . منخفضة الضغط تنشأ في الوسط عند مرور موجات مستعرضة خلاله.
- ب . مرتفعة الضغط تنشأ في الوسط عند مرور موجات مستعرضة خلاله.
- ج . منخفضة الضغط تنشأ في الوسط عند مرور موجات طولية خلاله.
- د . مرتفعة الضغط تنشأ في الوسط عند مرور موجات طولية خلاله.

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:
2. حركة جزيء الهواء عند مرور الصوت خلاله حركة:
 - أ . اهتزازية باتجاه يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة.
 - ب . دائرية في مستوى اتجاه انتشار الموجة.
 - ج . انتقالية ينتقل فيها باتجاه انتشار الموجة.
 - د . اهتزازية باتجاه يوازي اتجاه انتشار الموجة.

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

3. متى تزداد سرعة الصوت في الهواء؟

أ . بزيادة سعة الموجة الصوتية.

ب . بزيادة طاقة مصدر الصوت.

ج . بانخفاض درجة حرارة الهواء.

د . بارتفاع درجة حرارة الهواء.



منصة أساس التعليمية

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

4. تنتقل موجتان مستعرضتان في حبل وتلتقيان عند نقطة في لحظة ما، فإن الظاهرة التي تحدث هي:

أ. تراكب الموجتين معًا، وحصول إزاحة واحدة.

ب. تلاش للموجتين، وانعدام الإزاحة.

ج. انعكاس الموجة الأكبر سعة عن الموجة الأصغر سعة.

د. انعكاس الموجة الأصغر سعة عن الموجة الأكبر سعة.

منصة أساس التعليمية

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

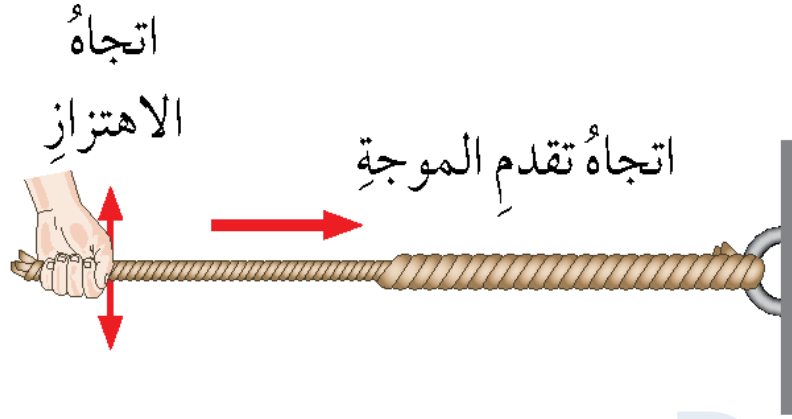
1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

5. التردد الظاهري لصوت منبه سيارة إسعاف متحركة بسرعة إلى الأمام، يكون كما يأتي:

- أ. أمامها أصغر من تردد المصدر، وخلفها أكبر من تردد المصدر.
- ب. أمامها أكبر من تردد المصدر، وخلفها أصغر من تردد المصدر.
- ج. مساوياً لتردد المصدر أمام السيارة وخلفها.
- د. أكبر من تردد المصدر أمام السيارة وخلفها.

منصة أساس التعليمية

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية



2. **تفكير ناقذ:** عند توصيل حبلين مختلفين في مساحة المقطع والمتانة، كما يبين الشكل المجاور، ثم إرسال نبضة في الحبل الرفيع. أبيض ما يحدث لها عندما تصل إلى نقطة التقاء الحبلين، مفسراً إجابتي.

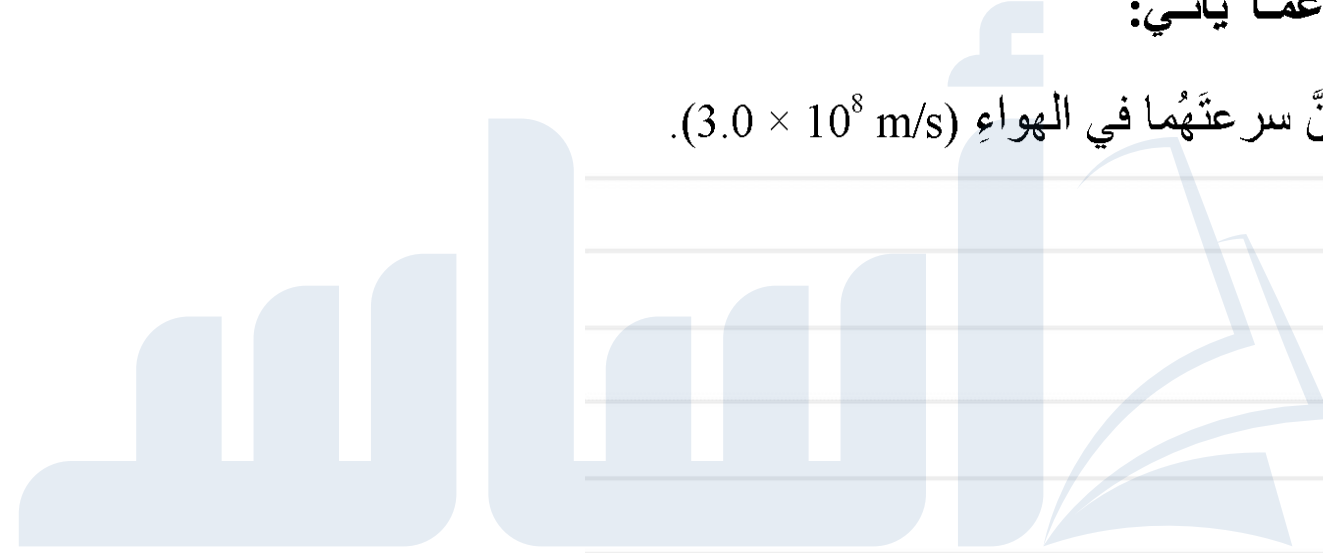
بسبب اختلاف خصائص الوسطين، يتغير الطول الموجي، وبذلك تتغير سرعة النبضة

منصة أساس التعليمية

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

3. **أحسب:** موجتان كهرومغناطيسيتان تنتقلان معاً في الهواء؛ الطول الموجي الأولي $(\lambda_1 = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m})$ والطول الموجي الثانية $(\lambda_2 = 2.4 \times 10^{-2} \text{ m})$. أجب عما يأتي:

أ. أحسب تردد كل موجة، علماً أن سرعتهما في الهواء $(3.0 \times 10^8 \text{ m/s})$.



منصة أساس التعليم

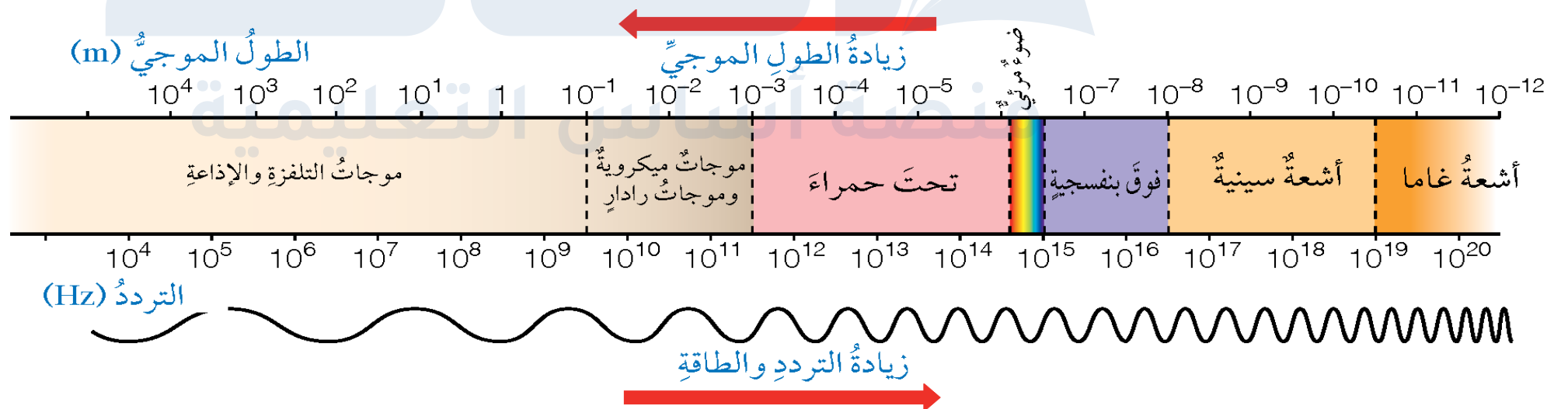
أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

3. **أحسب:** موجتان كهرمغناطيسيتان تنتقلان معاً في الهواء؛ الطول الموجي الأولي $(\lambda_1 = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m})$ ، والطول الموجي للثانية $(\lambda_2 = 2.4 \times 10^{-2} \text{ m})$. أجب عما يأتي:

ب. ما الذي يحدث لكل من: الطول الموجي والتردد عند انتقال الموجتين في الماء؟ علماً أن سرعة الموجات الكهرمغناطيسية في الماء أقل منها في الهواء.

التردد يبقى ثابتاً، أما الطول الموجي فيقل

ج. أحدد موقع كل منهما في الطيف الكهرمغناطيسي.



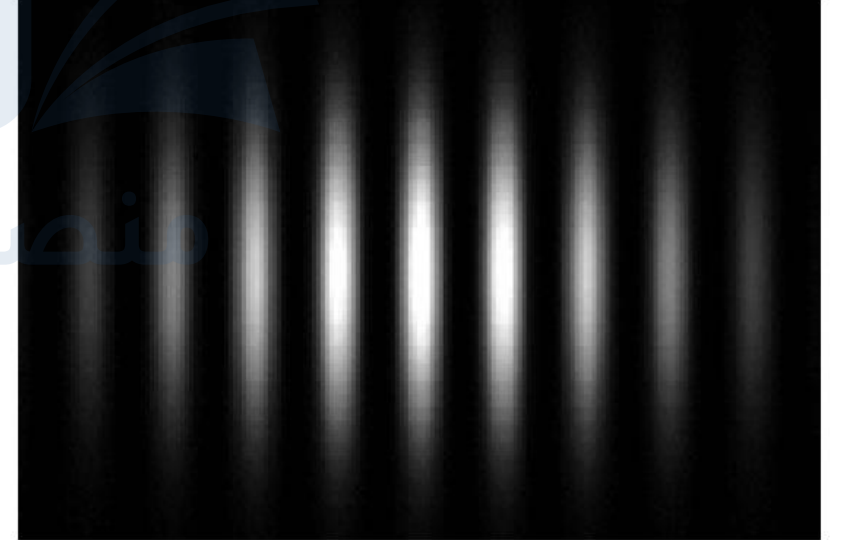
أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

4. وُضِعَ حاجزٌ معتمٌ فيه شقّانِ رُفيعانِ أمامَ مصدرٍ ضوئِيٍّ، ثمَّ وُضِعَتْ شاشةٌ بعدَ الحاجزِ، فظهرتْ على الشاشةِ خطوطٌ مضيئةٌ، كما في الشكل. أجبْ عما يأتي:

أ . ما اسمُ هذه الظاهرة؟

ب . ما الذي تمثله الخطوطُ المضيئةُ؟

ج . ما الذي تمثله الخطوطُ المظلمةُ؟



منصة أساس التعليمية

أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

5. تتحرك سيارة إسعاف بسرعة نحو اليمين وهي تصدر صوت منبه، متجهة نحو فتاة تقف في الموقع (A)، وتتجاوز عن شاب يسير في الموقع (B)، كما في الشكل.

أصف درجة الصوت الذي يسمعه كل من الفتاة والشاب وسائق سيارة الإسعاف. أفسر إجابتي، ذكراً الخصيصة الموجية التي اعتمدت عليها في إجابتي.

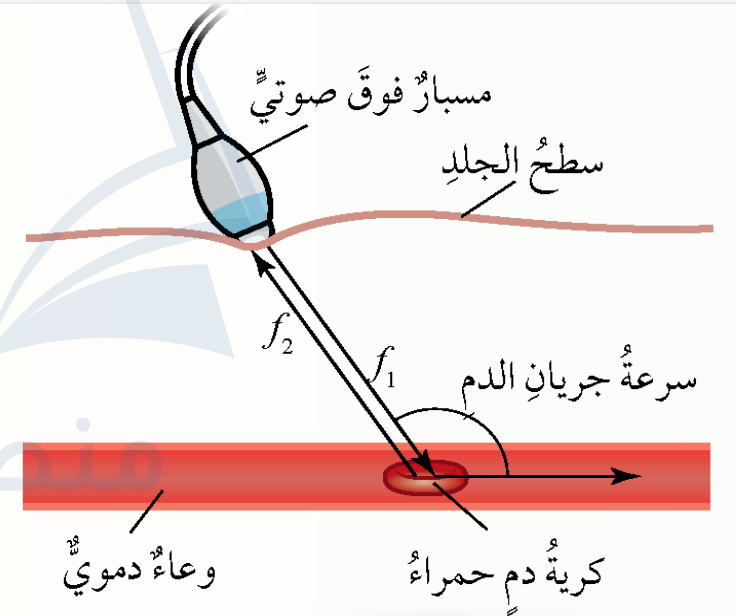
درجة الصوت تعتمد على التردد ، حيث تغيّر ظاهرياً بسبب حركة السيارة بالنسبة إلى الشخصين



أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

6. أذكر استخدامًا تكنولوجيًا واحدًا يعتمد على تأثير دوبلر لكل من:
الموجات فوق الصوتية والموجات الكهرومغناطيسية.

قياس سرعة الدم

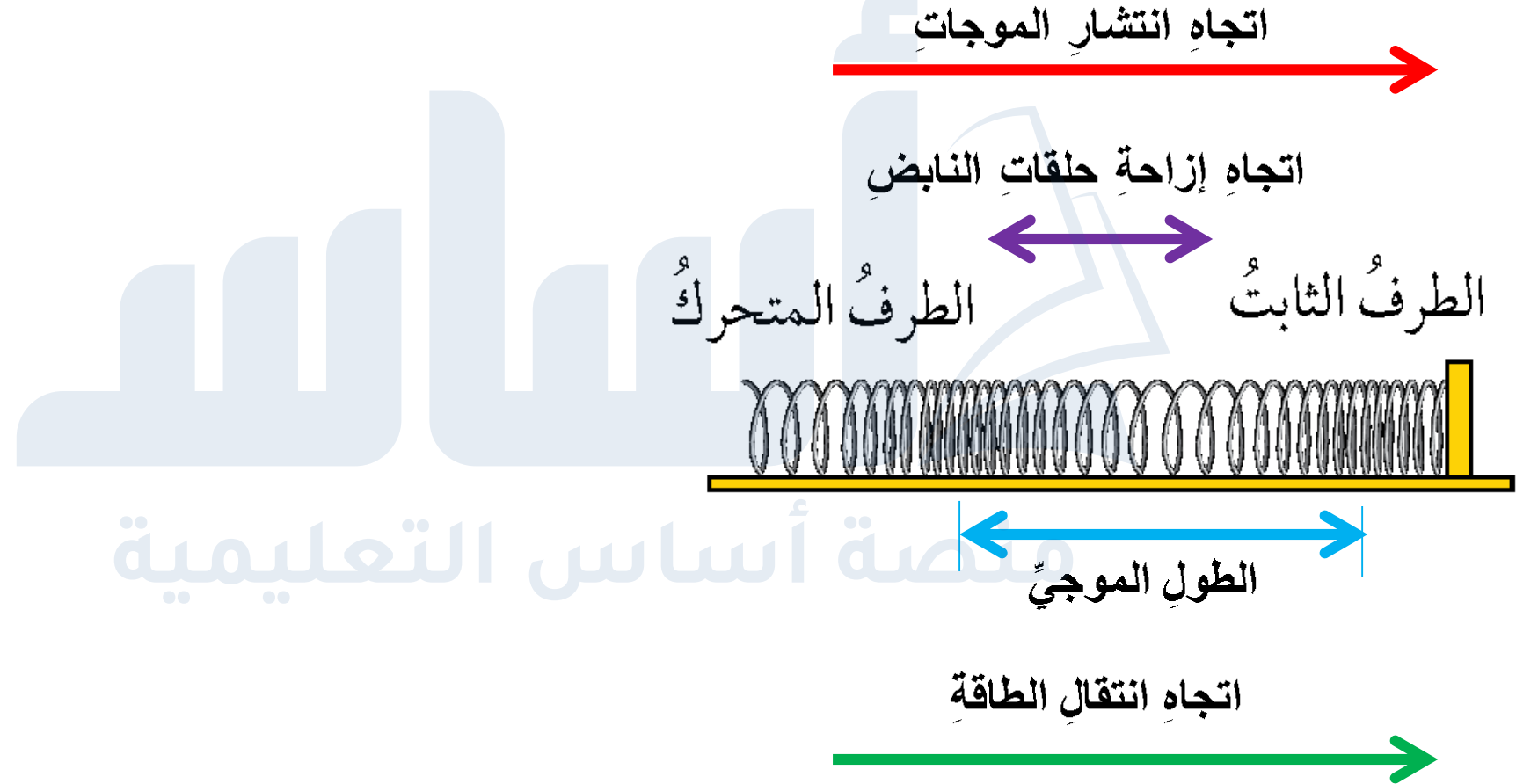


الرادار



أسئلة الوحدة – الحركة الموجية

7. **أحلّ:** الشكل المجاور يمثل موجاتٍ طويلةً تنتقل في نابض. أبين على الرسم كلاً من:





من ركب الحق غلب الخلق

منصة أساس التعليمية