

الوحدة الثانية
الموجات الميكانيكية
والصوت
Mechanical Waves
and Sound

تأتي أهمية دراسة حركة الموجات الميكانيكية كونها ظاهرة تدخل في العديد من أمور حياتنا، كما أن معرفتنا بخصائصها والسلوك الموجي لها تزودنا بالقدرة على استخدام هذه المعرفة لفهم ظواهر أكثر تعقيداً، مثل الطبيعة الموجية للضوء التي سندرسها في الفصل الدراسي الثاني من هذا الكتاب. ونشير إلى أنه في حالة الموجات الميكانيكية فإن الطبيعة المادية للوسط الذي تتحرك فيه تتيح لنا دراسة العديد من خصائصها والظواهر الناتجة عنها.

ونظراً لأهمية الموجات الميكانيكية في حياتنا اليومية فسوف يدرسها الطالب في هذه الوحدة التي تنقسم إلى فصلين هما :

● الموجات الميكانيكية.

● الصوت.

حيث سيدرس الطالب في الفصل الثالث طبيعة الموجات الميكانيكية وأنواعها وخصائصها وقدرتها على نقل الطاقة، وما يرتبط بها من سلوك موجي .

وفي الفصل الرابع سيدرس الطالب الصوت، إذ يعتبر أحد أنواع الموجات الميكانيكية، حيث سنناقش كيف ينشأ الصوت وخصائصه كموجات ميكانيكية وكذلك بعض الظواهر المرتبطة به مثل ظاهرة دوبلر.

كما تشتمل هذه الوحدة على العديد من التطبيقات والأمثلة والاستكشافات والتجارب العملية التي تعزز من فهم الطالب للمحتوى.

إجابات أسئلة مقدمة الوحدة

١. لأن الموجة هي التي تنتقل حاملاً معها الطاقة أما جزيئات الماء فتتحرك حركة عمودية على حركة الموجة.

٢. بسبب تراكم الموجات وعبورها فوق بعضها بعضاً.

٣. لأن تردد الجرس الصغير أكبر أو (يُحْدِثُ عددًا كبيرًا من الذبذبات في الثانية الواحدة).

٤. بسبب الذبذبات التي تحدثها عند ضربها للهواء بأجنحتها.

الفصل الثالث :الموجات الميكانيكية

Mechanical Waves

افتتاح الفصل

لقد تعرف الطالب الموجات الميكانيكية من دراسته السابقة لوحدة الموجات وتطبيقاتها في الصف الثامن الأساسي، وتكونت لديه معرفة بالعديد من المصطلحات الفيزيائية المرتبطة بها كأنواع الموجات، وخصائصها، وبعض من الأنشطة التي تعززها. وفي هذا الفصل سيتم تأكيد ما درسه الطالب من مفاهيم للموجات الميكانيكية بما يتناسب مع مستواه العمري، كما سيتعرف مفاهيم جديدة ترتبط بها كالموجات الموقوفة وظاهرة الحيود وما يتعلق بها من تطبيقات وصيغ رياضية، ومصطلحات علمية ودراستها وصفيًا ورياضيًا، كما سيقوم بربط ما درسه سابقًا بقدرة الموجات الميكانيكية على نقل الطاقة.

٣-١ حركة الموجات *Movement of Waves*

مخرجات التعلم:

١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.

أ. وصف الموجات الميكانيكية باعتبارها جسيمات وسط تتحرك حركة توافقية بسيطة.

التقديم والتنظيم :

- قم بعصف ذهني للطلاب وذلك بطرح سؤال مثل:

● اعط أمثلة من حياتك اليومية على موجات ميكانيكية، ثم ناقشهم في إجاباتهم.

- اعرض عليهم شفافية تمثل الشكل (٣-١) في كتاب الطالب، وذلك لتوضيح بعض خصائص الحركة الموجية.

- اشرح للطلاب كيف أن الحركة الموجية تنشأ من اهتزاز الأجسام، ويمكنك إثبات ذلك من خلال نشاط بسيط، كربط طرف خيط مثبت في حائط بشوكة رنانة وملاحظة تكون الموجات عند الطرق على الشوكة الرنانة.

— وضح للطلاب أن هناك خطأ شائعاً عند العديد من الناس وهو: عند حركة موجة في وسط ما فإن أجزاء الوسط تنتقل مع حركة الموجة، والحقيقة أن الموجة هي التي تتحرك داخل الوسط ، وليس هناك أي انتقال للمادة.

— أشر إليهم أنه إذا مرت موجة على ورقة عائمة في بركة ما فإن الورقة ستتحرك صعوداً ونزولاً مع الماء ولكنها لن تتحرك من مكانها مع حركة الموجة.

— لإثبات أن الحركة الموجية ناتجة من حركة جسيمات الوسط حركة توافقية بسيطة، قم بتذكيرهم بما درسوه في الصف الحادي عشر عن الموجات المتولدة بسبب حركة النابض مثلاً.

الاستكشاف (١) : انتشار الموجات الميكانيكية.

الإعداد المسبق: في حالة عدم توفر حوض الموجات المائية بالمدرسة يمكنك استخدام أي حوض زجاجي آخر لتوضيح طريقة انتشار الموجات الميكانيكية.

الزمن المطلوب : ١٥ دقيقة.

حجم المجموعة : ٦ طلاب.

الإجراءات :

١. نبه الطلاب إلى عدم ضرورة ملء الحوض الزجاجي بالماء إلى حافته، وذلك تجنباً لانسكاب الماء خارج الحوض.

٢. أنقل قطعة الفلين داخل الحوض من نقطة إلى أخرى ولاحظ حركتها.

٣. وضح للطلاب أنه يمكنهم إحداث العديد من الموجات المتتالية داخل الحوض وذلك بضرب سطح الماء بطرف مدبب (قلم مثلاً) بشكل متتابع وملاحظة حركة انتشار هذه الموجات وحركة قطعة الفلين.

التحليل والتفسير:

١. أفقيًا في جميع الاتجاهات على شكل دوائر.

٢. عموديًا إلى أعلى و إلى أسفل.

إجابة اختبار فهمك (١):

١. في الموجات الميكانيكية إذا اهتز أحد جزيئات وسط ما فإن هذا الاضطراب ينتقل بين الجزيئات واحداً تلو الآخر ناقلاً معه الطاقة من طرف داخل الوسط إلى الطرف الآخر دون انتقال فعلي لهذه الجزيئات، وتعتبر حركة الذرات المفردة والجزيئات حركة توافقية بسيطة إذ تتحرك الجزيئات بانتظام على جانبي موضع استقرارها حركةً تتناسب فيه الإزاحة عكسياً مع قوة الإرجاع.

٣ - ٢ أنواع الموجات الميكانيكية *Types of mechanical waves*

مخرجات التعلم:

١٢- ٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.

ج. تعريف الموجات الطولية والموجات المستعرضة من حيث اتجاه حركة جسيمات الوسط وعلاقتها باتجاه انتشار الموجة.

التقديم والتنظيم:

- ناقش الطلاب في مفهوم الموجات تمهيداً لدراسة الموجات الطولية والمستعرضة بشكل أعمق.
- اسمح للطلاب باستخدام عدد من النواض والحبال حتى يمكنهم إنتاج موجات ميكانيكية، وكذلك تفسير وبرهنة الفرق بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية، ولتحقق من ذلك ا طرح عليهم بعض الأسئلة من مثل: كيف يختلف اتجاه انتشار جزيئات الوسط في الموجات المستعرضة عنه في الموجات الطولية؟

- وضح للطلاب الفرق بين الموجات الطولية والموجات المستعرضة من خلال الأمثلة العديدة على كل منها، وتوضيح ذلك بالرسوم أو الأشكال المبينة في الكتاب.

- تأكيدا لما درسه الطلاب اشرح لهم باستخدام الرسوم التوضيحية كيف أن كل نقطة من جزيئات الوسط تتحرك حركة توافقية بسيطة.

مخرجات التعلم:

١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.

د. تعريف المصطلحات: طول الموجة، سرعة الموجة، الزمن الدوري، التردد، السعة، عند استخدامها لوصف الموجات الميكانيكية.

هـ. وصف كيف تعتمد سرعة الموجة على خصائص الوسط.

و. التنبؤ رياضياً بتأثير تغير أحد المتغيرات في المعادلة العامة للموجة ($v = f\lambda$) ، والتحقق من صحتها.

٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

(و) تحديد سرعة الموجات الميكانيكية، أمثلة: الموجات المائية والموجات الصوتية.

(ز) ربط التغيرات الظاهرة في طول الموجة وترددتها بسرعة المصدر من حيث علاقته بالمشاهد.

التقديم والتنظيم :

- يمكن أن تستعرض مع الطلاب خصائص الموجات الميكانيكية من خلال عرض شفافية كما في الشكل (٣ - ٤) أو رسم موجة ميكانيكية على السبورة وعرض هذه الخصائص.
- استخدم جهاز الحاسوب ما أمكن ذلك من خلال برامج المحاكاة أو شبكة المعلومات لعرض هذه الخصائص بوضوح.
- اطلب إليهم رسم شكل الموجات الطولية والمستعرضة كما تمت دراستها في البند السابق وتوضيح خصائص هذه الموجات على الرسم.
- اشتق معهم العلاقة الرياضية بين سرعة الموجات الميكانيكية وكل من التردد والطول الموجي .
- درّبهم على حل أمثلة رياضية من خلال العلاقة ($v = \lambda f$) .
- فسّر لهم كيف أن تردد المصدر المتذبذب هو نفس تردد الموجة التي ينتجها.
- وجّه الطلاب إلى استخدام بعض من مواقع الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) مثل:

<http://www.deyaa.org/wav01.html>

تعريفات مرتبطة بالحركة الموجية:

الموجات المائية: هي ذلك الاضطراب الذي ينتشر على سطح الماء ويقوم بنقل الطاقة من مكان لآخر. تتولد موجات مياه البحر التي نشاهدها يوميًا بسبب الرياح عادة، وتختلف خصائص هذه الموجات بين فترة وأخرى حسب سرعة الرياح، كما تتأثر خصائص هذه الأمواج بالظواهر الطبيعية التي يمكن أن تحدث في الماء، كالأعاصير والأنشطة البركانية والزلازل، وفي جميع هذه الأحوال تقوم بنقل الطاقة. ارتفاع الموجة: المسافة العمودية بين قاع وقمة الموجة.

إجابة اختبار فهمك (٢):

١.

(أ) 3 مرات كل ثانية يعني زمن الذبذبة $\frac{1}{3}s$

$$T = \frac{1}{3}s \quad \text{أي أن}$$

$$f = 3 \text{ Hz} \quad (\text{ ب })$$

٢. الطول الموجي : يقل بمقدار النصف.

سرعة الموجة : تبقى ثابتة.

٣.

أ. من الشكل نجد

$$2A = 18 \text{ cm}$$

$$\therefore A = \frac{18}{2} = 9 \text{ cm}$$

ب. من الشكل نجد

$$\frac{1}{2}\lambda = 10 \text{ cm}$$

$$\therefore \lambda = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

ج. الزمن الدوري

$$\therefore f = 25 \text{ Hz}$$

$$\therefore T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25} = 0.04 \text{ s}$$

د. السرعة

$$v = \lambda f$$

$$\therefore v = 20 \times 25 = 500 \text{ cm/s}$$

٣ - ٤ الموجات الميكانيكية ونقل الطاقة *Mechanical Waves and the Transfer of Energy*

مخرجات التعلم:

١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.
ب. وصف انتقال الطاقة بالموجات الميكانيكية .

التقديم والتنظيم

- يمكن أن تبدأ هذا الموضوع بتذكير الطلاب بما درسوه في الصف العاشر عن طرق انتقال الطاقة عبر المحيطات من مكان إلى آخر وهي :
الإشعاع ، واللمس ، والتيارات الحمل وقارنها بكيفية قدرة المياه على نقل الطاقة عبر المياه بواسطة الموجات .

- اشرح لهم ما يحدث في الطبيعة من نقل للطاقة بواسطة الموجات الميكانيكية عبر الأوساط المختلفة مثل: انتقال الطاقة الصوتية من خلال الموجات الميكانيكية عبر الهواء ، انتقال طاقة الزلازل في

المحيطات عبر موجات الماء، الهزة التي تحدثها يدك تنتقل كموجة ميكانيكية عبر الحبل أو الزنبرك أو أي وسط آخر.

- وضح لهم كيفية ارتباط مقدار الطاقة التي تنقلها الموجة الميكانيكية بسعة هذه الموجات من خلال أمثلة بسيطة فمثلاً: قد ترصد أجهزة رصد الزلازل في عمان وصول هزة أرضية ومع ذلك لا يشعر الناس بهذه الهزة؛ والسبب في ذلك وصول هذه الهزة دون طاقة تذكر؛ إذ إن سعة هذه الموجة تتضاءل عبر المسافة الطويلة التي تقطعها.

- يمكنك ربط العلاقة بين الطاقة والسعة رياضياً بما درسه سابقاً كقانون هوك مثلاً .

- اعرض عليهم أحد الوسائط المتعددة مثل: قرص مدمج (CD) أو شريط فيديو يبين انتقال الطاقة عبر الموجات الميكانيكية والآثار المترتبة على ذلك، كما حدث من نقل لطاقة زلزال تسونامي عبر موجات الماء، وغير ذلك العديد من الأمثلة.

- وجه الطلاب إلى استخدام بعض من مواقع الشبكة العالمية للاتصالات الدولية (الإنترنت) للتعرف على كيفية نقل الطاقة عبر الموجات الميكانيكية، مثال:

<http://ar.wikipedia.org/wiki>

إجابة اختبار فهمك (٣):

١. د

مخرجات التعلم :

- ١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح كيفية التي تنقل بها الطاقة.
ز. شرح وصفي للظواهر التي تحدث للموجات الميكانيكية كالانعكاس، والانكسار، والحيود.
م٢-١٢-٢ تنظيم البيانات في أشكال وجداول تتناسب مع النص أو التجربة
(ب) رسم رسومات توضيحية تبين جبهة الموجة وشعاعها.

التقديم والتنظيم:

- يمكن أن تبدأ الموضوع بطرح أسئلة عامة عن الانعكاس مثل: تعرفت سابقاً على الموجات المسافرة وهي تلك الموجات التي تسير دون عائق، ماذا يحدث عند اصطدام الموجات المسافرة بحائل؟
- ناقشهم في الأشكال الواردة في الموضوع.
- وضح لهم أن الانعكاس ينتج بسبب عدم قدرة الحائل على امتصاص الموجة.
- قدم لهم قانوني الانعكاس من خلال أمثلة عامة، مثلاً : كرة البلياردو عند اصطدامها بجوانب الطاولة فإنها ترتد بزاوية، وكذلك الكرة التي تصطدم بالأرض أو الحائط ترتد بزاوية، وزاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.
- اشرح لهم كيف يكون شكل الموجة الميكانيكية المنعكسة عن حائل ما، إذا كانت الموجة المرسلية مستوية أو دائرية.
- وضح للطلاب كيفية إمكان تطبيق قانونا الانعكاس في صنع آلات تفيدنا في حياتنا اليومية.
- اطلب إليهم ذكر أمثلة على هذه الآلات من غرفة الصف أو البيئة المحلية، ثم ناقشهم في فوائدها.

الاستكشاف (٢) : انعكاس الموجات المائية.

الزمن المطلوب : ٢٠ دقيقة

حجم المجموعة : ٧ طلاب

الإجراءات :

١. هيئ الطلاب للعمل على شكل مجموعات، وفي حالة عدم وجود عدد كافٍ من أحواض الموجات المائية يمكن تنفيذ هذا الاستكشاف على شكل عرض عملي، على أن يتم إشراك جميع المجموعات في النقاش أثناء تنفيذ الإجراءات.
٢. في حالة وجود حوض زجاجي واحد أو بلاستيكي كبديل لحوض الموجات المائية يمكنك تنفيذ هذا الاستكشاف بوضع الحوض على جهاز العرض العلوي واستخراج الناتج على السبورة بإشراك أكبر عدد من الطلاب.
٣. من الطرق المستخدمة لجعل الحاجز يصنع زاوية مع اتجاه انتشار الموجات وضعه على إحدى زوايا الحوض.
٤. قد يجد العديد من الطلاب صعوبة في استخدام المسطرة لرسم خط يمثل مسار الموجة الساقطة و المنعكسة، ولذا عليك التأكد من قدرتهم على ذلك ومساعدتهم عند اللزوم.
٥. ساعدهم في تحديد البيانات المختلفة على الورقة البيضاء.
٦. درّبهم على كيفية قياس زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.

التحليل والتفسير :

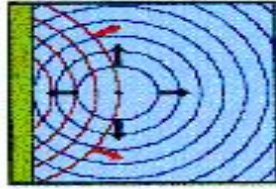
١. دائرية في جميع الاتجاهات.
٢. تترد كموجات مستقيمة وبشكل عمودي في الاتجاه المعاكس.
٣. تترد كموجات مستقيمة بزاوية انعكاس تكون مساوية لزاوية سقوطها في الجانب المقابل من العمود المقام.
٤. الزاوية (ABO) = الزاوية (GBO).

١.

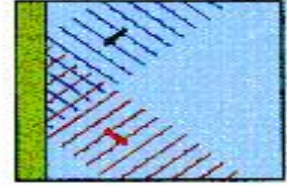
- يمكن تطبيق قانوني الانعكاس في حالة السطح العاكس المقعر مثله مثل السطح المستوي، إلا أن شكل الموجات المنعكسة لا يشترط أن يكون مماثلاً للموجات الساقطة.
- يمكن تطبيق قانوني الانعكاس في حالة السطح العاكس غير المنتظم مثله مثل السطح المنتظم، وفي هذه الحالة سيكون لكل نقطة في مقدمة الموجة زاوية سقوط خاصة بها تساوي زاوية الانعكاس لتلك النقطة حسب موقع سقوطها.

- ٢- الانعكاس هو ارتداد الموجات نتيجة اصطدامها بحاجز مادي، وينطبق على جميع أنواع الموجات.
- الصدى عبارة عن مجموعة من الانعكاسات المتتالية للموجات، وينطبق على الصوت فقط ولذلك يعرف الصدى بأنه تكرار الصوت الأصلي نتيجة الانعكاس.

٣.



(ب)



(أ)

٣-٦ انكسار الموجات Refraction Of Waves

مخرجات التعلم :

- ١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.
- ز. شرح وصفي للظواهر التي تحدث للموجات الميكانيكية كالانعكاس، والانكسار، والحيود.
- ٢م-١٢-٢ تنظيم البيانات في أشكال وجداول تتناسب مع النص أو التجربة
- (ب) رسم رسومات توضيحية تبين جبهة الموجة وشعاعها.

التقديم والتنظيم:

- ابدأ الموضوع من خلال ربطه بالانعكاس، كطرح سؤال مثل:
درسنا سابقاً أن الانعكاس ينتج بسبب عدم قدرة الحائل على امتصاص الموجة لكن ماذا يحدث إذا استطاعت الموجة اختراق هذا الحائل وأصبح وسطاً ثانياً تتحرك خلاله؟
- عند مناقشة الانكسار باستخدام الرسم نقترح عليك الخطوات التالية :
أ (ارسم خطاً يمثل الفاصل بين الوسطين.
ب) ارسم خطوطاً تمثل مقدمة الموجة قبل وبعد دخولها الوسط الثاني.
ج) ارسم العمودي على الوسطين (خط متقطع).
د) ارسم خطاً يمثل اتجاه الموجة في الوسط الأول والوسط الثاني.
- أكد لهم أن الانكسار يحدث نتيجة اختلاف سرعة الموجة عندما تخرق وسطاً ما.
- وضح للطلاب كيفية تطبيق ظاهرة الانكسار في صنع آلات تفيدنا في حياتنا اليومية.
- يمكنك توضيح قانوني الانكسار من خلال نشاط إضافي مثل:
نشاط إضافي(١): انكسار الموجات المائية.
- سؤال علمي: ماذا يحدث لحركة الموجة عند عبورها لوسطين مختلفين في الكثافة ؟
- المواد والأدوات: حوض الموجات المائية، لوح زجاجي، ورقة بيضاء، دبوس، مسطرة (عدد ٢).
- الإجراءات :
- ١. هيئ حوض الموجات المائية للعمل، ثم ضع اللوح الزجاجي عند أحد جانبي حوض الموجات المائية على زاوية منه؛ بهذا تكون أوجدت وسطين مختلفين في العمق وتكون سرعة الموجات المائية في الماء العميق أكبر من الماء الضحل.
- ٢. ولّد موجات مستقيمة عند أحد جانبي الحوض بحيث تتحرك إلى الجانب الآخر وتصنع زاوية مع الحد الفاصل بين الوسطين.
- ٣. راقب ما يحدث لهذه الموجات عندما تنتقل من الوسط الأول إلى الوسط الثاني.
- ٤. يمكنك أخذ القياسات كما في الاستكشاف(٢) وذلك من خلال الورقة البيضاء التي توضع تحت الحوض أو باستخدام جهاز العرض العلوي.

مخرجات التعلم :

٣-١٢ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح كيفية التي تنقل بها الطاقة.

ح. شرح وصفي لحالات التداخل البناء والهدام للموجات وتكون الموجات الموقوفة.

م١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على

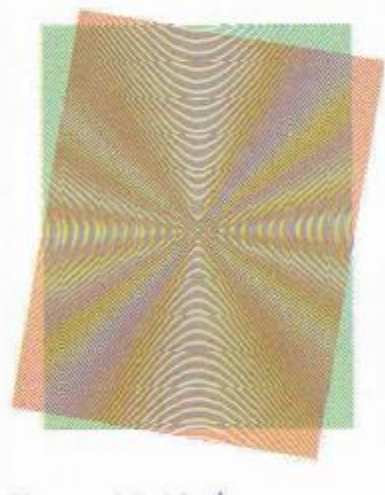
معلومات سابقة

(ب) التنبؤ بالظروف المطلوب توفرها لتحقيق التداخل البناء والهدام.

م٢-١٢-٢ تنظيم البيانات في أشكال وجداول تتناسب مع النص أو التجربة

(ج) رسم لنمط تداخل موجات من مصدرين متمثلين.

التقديم والتنظيم:



- اشرح التداخل برسم أشكال مختلفة منه على السبورة.

- قم بتنفيذ الاستكشاف (٣)، لتوضيح تداخل الموجات المائية.

- اصنع زوجاً من الشفافيات من دوائر متحدة المركز، ثم اعرضها

عليهم بواسطة جهاز العرض العلوي حيث تظهر بوضوح أنماط

التدخل عند إزاحة هذه الدوائر فوق بعضها بعضاً. وبيّن الشكل

المقابل أحد الأمثلة على ذلك.

الاستكشاف (٣) : تداخل الموجات المائية.

الإعداد المسبق: حاول توفير ٤ أحواض زجاجية أو بلاستيكية شفافة قبل تنفيذ الاستكشاف

بوقت كافٍ لتعويض النقص في حوض الموجات المائية

الزمن المطلوب: ٢٠ دقيقة

حجم المجموعة: ٧ طلاب

الإجراءات :

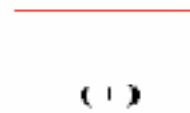
١. هيئ الطلاب للعمل على شكل مجموعات، وفي حالة عدم وجود عدد كافٍ من أحواض الموجات أو الأحواض البديلة يمكنك تنفيذ هذا الاستكشاف على شكل عرض عملي على أن يتم إشراك جميع المجموعات في النقاش أثناء تنفيذ الإجراءات.
٢. عند استخدام حوض زجاجي بديل يمكن استخدام شوكتين رنانتين متماثلتي التردد كبديل للمصدرين المهترزين المرتبطين. بمحرك في حوض الموجات.
٣. يمكن ملاحظة ظاهرة تداخل الموجات المائية من خلال شكل الظلال المتكونة على الورقة أسفل الحوض (الشكل ٣ - ١٨)، أو بوضع الحوض الزجاجي على جهاز العرض العلوي وملاحظة الشكل الناتج من تداخل الموجات.
٤. في حالة استخدام جهاز العرض العلوي يجب مراعاة انخفاض مستوى الماء في الحوض حتى لا ينسكب على الجهاز.

التحليل والتفسير :

١. لها نفس التردد والطول الموجي والسعة.
٢. تتولد موجات بحيث تزداد شدتها في مناطق معينة لتصل سعتها إلى أقصى ما يمكن وتتناقص في مناطق أخرى بحيث تقل سعتها حتى تساوي صفراً.

إجابة اختبار فهمك (٥):

١.



٢. y_3

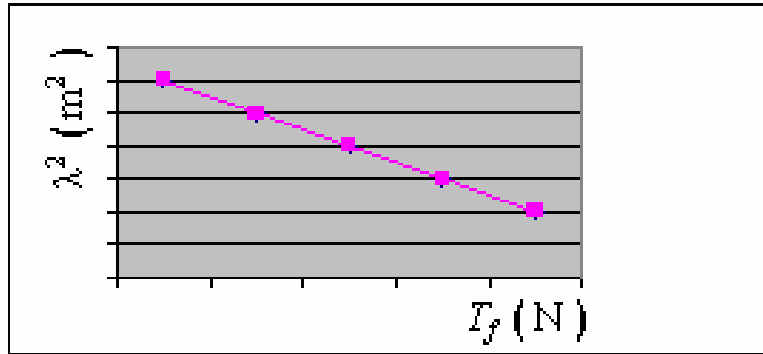
مخرجات التعلم المعرفية:

- ١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.
- ح. شرح وصفي لحالات التداخل البناء والهدام للموجات وتكون الموجات الموقوفة.
- م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.
- (أ) اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم:

- أكد للطلاب أن الموجة الموقوفة تتكون نتيجة للتداخل.
- اطلب إليهم استخدام حبلٍ رفيعٍ أو خيطٍ لبرهنة عملية تكون الموجات الموقوفة.
- عند تنفيذ النقطة السابقة كنشاط مقترح دع الطلاب يحددون مواقع العقد وأشرف على عملهم.
- أثناء الهز على الحبل اطلب إليهم تحريك أيديهم بسرعة مختلفة وذلك لأجل إنتاج موجات موقوفة عند ترددات مختلفة.
- يمكن استخدام الشوكة الرنانة لإنتاج الموجات الموقوفة.
- لإثبات الموجات الموقوفة بشكلٍ واضحٍ قد الطلاب إلى تنفيذ التجربة رقم (٣) في الكراس العملي عملياً باستخدام جهاز ميلد.
- عند إجراء تجربة ميلد للأمواج الموقوفة حاول مراعاة الآتي:
- وضح للطلاب أن الهدف من التجربة هو: إيجاد العلاقة بين قوة الشد في السلك والطول الموجي للموجات المتكونة فيه.
- في المواد و الأدوات اللازمة لهذه التجربة في حالة عدم توفر الجهاز المتذبذب الخاص بتجربة ميلد يمكن استخدام أي جهاز متذبذب آخر كالنابض مثلاً أو الشوكة الرنانة.

- عند رسم العلاقة بين قوة الشد في السلك T_f (N) على المحور الأفقي و مربع طول الموجة (m^2) λ^2 على المحور الرأسي بيانيا حسب النتائج المسجلة في الجدول نحصل على الشكل التالي:



- اطلب إلى الطلاب إيجاد الميل من المنحني ومقارنته بالعلاقة $v = \sqrt{\frac{T_f}{\mu}}$

في التحليل والتفسير:

١. علاقة بيانية عكسية

٢. يتناسب الطول الموجي للموجة الموقوفة تناسباً عكسياً مع مربع قوة الشد على الخيط

٣. من العلاقة $v = \sqrt{\frac{T_f}{\mu}}$ نجد أن الزيادة في نصف القطر تؤدي إلى نقصان الطول الموجي بسبب

$$\text{زيادة الكتلة حيث } \mu = \frac{m}{l}, \text{ كما نلاحظ أن الميل } \frac{\lambda^2}{T_f} = \frac{l}{m} \cdot \frac{1}{f^2} \text{ يقل.}$$

- وضح لهم أنه من خلال الإجراءات السابقة وتجربة ميلد يمكن إنشاء موجات موقوفة عند ترددات مختلفة.

— في أثناء إجراء تجربة ميلد لإيجاد العلاقة بين قوة الشد في السلك (T_f) ومربع طول الموجة (λ^2) عملياً ناقشهم في خصائص الحركة الموجية وذلك لتأكيد ترسخ هذه المفاهيم لدى الطلاب، وكذلك الصيغة الرياضية المرتبطة بها.

— درّب الطلاب على كيفية تمثيل نتائج التجربة بيانياً.

إجابة اختبار فهمك (٦):

١. ب
٢. الأطوال الموجية التي يمكن أن تتكون عندها موجات موقوفة في حبل طوله (3.5 m) هي (أ) 1.75 m (ب) 3.5 m (د) 7.0 m
٣. نعم، ففي الموجات الموقوفة مثلاً تكون سعة الموجة عند العقد تساوي صفراً بسبب التدخل الهدام.

٣-٩ الحيود Diffraction

مخرجات التعلم المعرفية:

- ١٢-٣ وصف خصائص الموجات الميكانيكية وشرح الكيفية التي تنقل بها الطاقة.
- ز. شرح وصفي للظواهر التي تحدث للموجات الميكانيكية كالانعكاس، والانكسار، والحيود.

التقديم والتنظيم:

- ابدأ تدريس هذا الموضوع بطرح أسئلة مثل:
لماذا نسمع الصوت من خلف الحواجز والأبواب بالرغم من أننا لا نرى ذلك الشخص المتكلم؟
ثم ناقشهم في إجاباتهم للتوصل إلى مفهوم حيود الموجات الميكانيكية.
- يمكنك الآن توضيح مفهوم حيود الموجات الميكانيكية عملياً من خلال تنفيذ الاستكشاف (٤)،
كما ورد في كتاب الطالب، ودعهم يشاهدون ذلك بوضوح عند وضع الحوض فوق جهاز العرض العلوي..
- استرع انتباههم إلى أنه على الرغم من أنك تستخدم المياه لإظهار سلوك الموجات، إلا أن هذه الخصائص تنطبق أيضاً على الموجات الصوتية، والموجات الضوئية، وجميع الأنواع الأخرى من الموجات.

الاستكشاف (٤) : حيود الموجات.

الإعداد المسبق: تأكد من توافر عدد كافٍ من الأحواض الزجاجية أو البلاستيكية الشفافة قبل تنفيذ الاستكشاف.

الزمن المطلوب : ٢٥ دقيقة.

حجم المجموعة : ٧ طلاب.

الإجراءات :

١. قسم الطلاب للعمل في مجموعات، وفي حالة عدم وجود عدد كافٍ من حوض الموجات أو الأحواض البديلة يمكنك تنفيذ هذا الاستكشاف على شكل عرض عملي على أن يتم إشراك جميع المجموعات في النقاش أثناء تنفيذ الإجراءات.

٢. أثناء إجراء التجربة قم بالمرور على المجموعات الطلابية للتأكد من قدرتهم على توليد موجات مستقيمة في الحوض المائي وذلك باستخدام المتذبذب أو المسطرة كما هو مبين في الشكل (٣ - ٢٩) في كتاب الطالب.

٣. يمكنك تنفيذ هذا الاستكشاف بشكل جيد بوضع الحوض فوق جهاز العرض العلوي.

٤. غير عرض الفتحة بين الحاجزين لتبين أن مقدار الانحناء عكسيٌّ مع عرض الشق كما هو مبين في الشكل (٣ - ٣٠) في كتاب الطالب.

التحليل والتفسير:

١. تنتشر خلف الحاجز على شكل موجات منحنية .

٢. تكون الموجات منحنية .

٣. يزداد الانحناء كلما صغرت الفتحة بين الحاجزين.

الحيود لا يقتصر على الشقوق أو الفتحات الضيقة، فالانحراف يحدث حول حواف الأسطح، ويمكن أن يرى الجميع حيود موجات الماء عند حواف الحواجز المختلفة كما في حوض الموجات المائية أو في الطبيعة.

إن مقدار الحيود يعتمد على الطول الموجي للموجة، فالموجات الطويلة هي الأكثر حيودًا، وكمثال على ذلك موجات الراديو، فالطول الموجي لموجات الإذاعة بطريقة الـ (AM) يتراوح بين 180 و 550 مترًا، وهذه الموجات هي أطول من معظم الأشياء التي في طريقها. أي أنها بسهولة تنحني حول المباني وغيرها من الأشياء.

بينما موجات الإذاعة (FM) يتراوح طولها الموجي بين 2.8 و 3.4 مترًا، وبالتالي لا تنعطف جيدًا حول المباني. هذا هو أحد الأسباب التي غالبًا ما تجعل استقبال موجات (FM) ضعيفًا في بعض الأماكن في حين يأتي البث بموجات (AM) بصوت عال وواضح.

حل أسئلة الفصل

إجابة السؤال الأول

١. ج
٢. أ
٣. ب
٤. ب
٥. ب
٦. ج
٧. ج
٨. ب
٩. د
١٠. أ

إجابة السؤال الثاني

١. تشترك الموجات في السلوك الموجي وقدرتها على نقل الطاقة.
٢.
 - أ. إلى أعلى وإلى أسفل حركة توافقية بسيطة.
 - ب. موجة مستعرضة.

٣.

من معادلات الحركة نجد أن: $v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$ فإذا ما تحركت الموجة مسافة تساوي طولها الموجي λ في زمن دوري مقداره T ، فإن سرعة الموجة يمكن التعبير عنها بالعلاقة:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

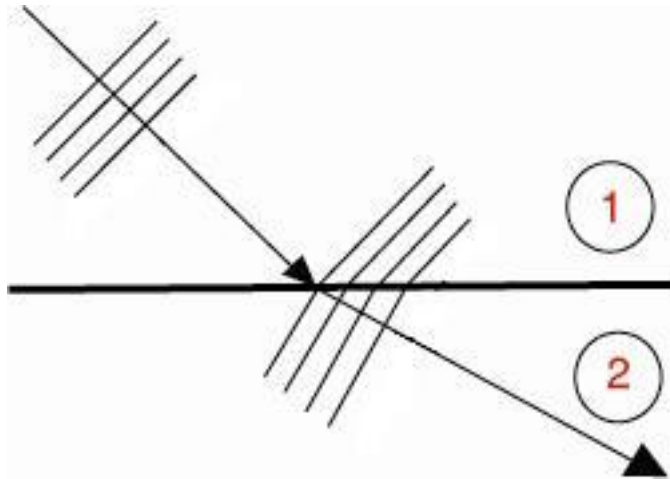
وكما درست سابقا فإن: $f = \frac{1}{T}$

أي أن:

$$v = \lambda f$$

٤. نعم. من خلال الموجات المائية التي تعمل على نقل الطاقة من مركز هذه الزلازل إلى الشواطئ البعيدة.

٥.



١.

أ. (السعة: هي المسافة من نقطة الأصل إلى القمة التي هي نصف المسافة العمودية من قمة إلى قمة.)

$$A = 16 \text{ cm}$$

ب. (الطول الموجي هو المسافة من قمة إلى قمة، وهو ضعف المسافة الأفقية من قمة إلى أقرب قاع.)

$$\lambda = 96 \text{ cm}$$

ج. (الزمن الدوري يساوي مقلوب التردد. $T = 1 / f$)

$$T = 0.42 \text{ s}$$

د. (سرعة الموجة تحسب من العلاقة $v = \lambda f$)

$$v = 230 \text{ cm/s}$$

٢.

أ. التردد : هو عدد الذبذبات في الثانية الواحدة

$$\therefore f = 70 \text{ Hz}$$

ب.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{70}$$

$$\lambda = 5.0 \text{ m}$$

٣. سرعة الموجات الناتجة من الشوكتين متساوية حيث إن سرعة الموجة الميكانيكية ثابتة في الوسط الواحد، إذ إن أي زيادة في التردد يرافقها نقصان في الطول الموجي والعكس صحيح.

٤. حيث إن الحبل مثبت من طرفه الآخر، فإن الموجات المرسلّة تنعكس بزاوية مقدارها 180° ، وبالتالي فإن السعة المحصلة تساوي صفراً

٥.

أ) سعة الموجة C يساوي 1.125 m

ب) من الرسم نلاحظ تكون 4 ذبذبات A خلال زمن قدره 2 s .

وبالتالي زمن الذبذبة الواحدة (الزمن الدوري) $s = \frac{1}{2}$

ج)

$$v = \lambda f$$

$$v = 12 \left(\frac{1}{2} \right) = 6 \text{ m / s}$$

الفصل الرابع : الصوت

The Sound

افتتاح الفصل

درس الطالب في الفصل الثالث من هذا الكتاب موضوع الموجات الميكانيكية الذي تناول حركة الموجات وأنواعها وخصائصها ونقل الطاقة وسلوك الموجات كالانعكاس والانكسار والتداخل و الحيود. وتعرف طول الموجات والترددات، واستطاع حساب سرعة الموجات، وتعرف الموجات الموقوفة والموجات المسافرة، كما تعرض لمبدأ تراكم الموجات بشكل مبسط.

وفي هذا الفصل سوف يدرس الطالب الصوت كتطبيق على الموجات الميكانيكية حيث يعالج هذا الفصل كيفية نشوء الصوت وتردد وسعة الموجات الصوتية. كما يتعرف الطالب بعض الظواهر المرتبطة بالصوت مثل الرنين في الأعمدة الهوائية المفتوحة من طرف واحد، وظاهرة دوبلر التي يعايشها كل يوم في حياته. ويختتم الفصل بدراسة بعض التطبيقات العملية التي استخدمت خصائص الصوت كمبدأ لعملها مثل جهاز الموجات فوق الصوتية و الرادار والسونار.

٤-١ طبيعة الصوت *Nature of Sound*

مخرجات التعلم :

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

أ. وصف الصوت من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية..

ب. شرح الكيفية التي تتكون بها الموجات الصوتية من خلال انضغاط وتخلخل جزيئات الوسط.

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم

- اسأل الطلاب عن الموجات الميكانيكية التي درسوها في الفصل السابق وقم بالربط بين الموجات الصوتية كمثال على الموجات الميكانيكية.

- ابدأ بتقريب مفهوم الصوت لدى الطلاب وذلك عن طريق طرح الأسئلة التالية:

١- ما الصوت؟ وما العضو الذي نسمع به؟

٢- هل تختلف الأصوات؟

٣- هل تشاهد الصوت الصادر من أي مصدر صوتي؟

- قم بتنفيذ الاستكشاف (١) ليتعرف الطلاب كيفية نشوء الصوت.

الاستكشاف (١): كيف ينشأ الصوت؟

الزمن المطلوب : ٢٠ دقيقة

حجم المجموعة : 5-6 طلاب

الإجراءات:

- نبّه الطلاب إلى عدم لمس الشوكة الرنانة من طرفيها المهترئين بعد طرقها حتى لا يؤثر ذلك على اهتزازاتها.

- عند تقريب الشوكة الرنانة من سطح الماء يجب عدم ملامسة الكأس و إنما فقط لمس سطح الماء.

- تأكد من توفر الهدوء في الفصل لكي يمكن سماع الصوت الصادر عند وضع مقبض الشوكة الرنانة فوق سطح الطاولة.

التحليل والتفسير:

- ١- اهتزاز سطح الماء واضطرابه.
- ٢- انتقال الاهتزازات من الشوكة الرنانة إلى سطح الماء.
- ٣- سماع صوت .
- ٤- بسبب الاهتزازات التي انتقلت من الشوكة الرنانة إلى سطح الطاولة وهو ما جعل جزيئات الطاولة تهتز.

*انتقال الموجات الصوتية

- يمكن طرح أسئلة على الطلاب مثل:
- هل تنتقل الموجات في الفراغ؟
- لماذا لا نستطيع سماع الأصوات من خارج الاستوديوهات الصوتية؟
- اعرض شفافية تبين شكل الكتاب (٢-٤) الذي يبين حركة جزيئات واتجاه انتشار الموجات الطولية.

- قم بتنفيذ الاستكشاف (٢) وذلك لتوضيح كيفية انتقال الصوت عبر الأوساط المختلفة.

الاستكشاف (٢): انتقال الصوت

- الزمن المطلوب : ٢٠ دقيقة
- حجم المجموعة : 5-6 طلاب

الإجراءات:

- اترك الطلاب يتفحصون جهاز المفرغة الهوائية.

- تأكد من أن الهواء لا يتسرب من داخل المفرغة أو خارجها.
- وجه التلاميذ إلى التعامل الآمن والسليم مع جهاز المفرغة الهوائية.

التحليل والتفسير:

- ١- سماع الصوت واهتزاز الناقوس.
- ٢- لا . لأن الصوت ينشأ من اهتزاز جزيئات الجسم مصدر الصوت.
- ٣- قلت شدة الصوت قليلاً ؛ بسبب وجود حاجز بين المصدر والمستمع وهو الناقوس.
- ٤- انعدام سماع الصوت؛ بسبب عدم وجود وسط ينتقل فيه الصوت.

إجابة اختبار فهمك (١):

- ١- بسبب عدم وجود وسط تنتقل من خلاله موجات الصوت وبالتالي يلجأ رجال الفضاء إلى استخدام وسائل اتصال للحديث فيما بينهم.
- ٢- لأن الصوت عبارة عن موجات طولية تنتقل عن طريق التصادمات المتلاحقة بين جزيئات الوسط، وبالتالي فلا بد من وجود وسط لتنتقل خلاله بعكس موجات الضوء التي هي عبارة عن فوتونات ذات طاقة وتنطلق على شكل موجات كهرومغناطيسية لا تحتاج إلى وسط ناقل.

٢-٤ سرعة الصوت *Speed of Sound*

- ١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.
- أ. وصف الصوت من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية..
- د. إجراء مقارنة بين سرعة الصوت وطبيعة الوسط الذي ينتقل فيه.

م ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ح. حساب كل من : سرعة الصوت - الرنين - التردد الظاهري والتردد الحقيقي للصوت - شدة ومستوى شدة الموجات الصوتية.

و. تحديد سرعة الموجات الميكانيكية، أمثلة: الموجات المائية والموجات الصوتية.

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ- اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم :

- اطلب إلى الطلاب القيام ببعض الأنشطة البسيطة لتعرف اختلاف سرعة الصوت حسب اختلاف الوسط، كأن يضعوا أذانهم في الطاولة ويطرقوا طرْقاً خفيفاً عليها ثم يبعدوا أذانهم ويطرقوا نفس الطرق . هل هناك فرق بين الصوتين؟ ثم اطرح عليهم بعض الأسئلة مثل :

- هل هناك فرق بين الصوتين؟

- ما السبب في ذلك؟

- اعرض الجداول في هذا الدرس على شفافية.

- اطلب من الطلاب البحث عن سرعة بعض المواد الأخرى غير المذكورة في الكتاب .

خلفية علمية : سرعة الصوت

سرعة الصوت هي الإزاحة التي يقطعها الصوت في الثانية الواحدة عند انتقاله في وسط معين. نرى وميضَ البرقِ قبل سماع الرعد مع أنهما يحدثان في وقت واحد. كذلك نسمع صوت المدفع بعد رؤيتنا اللهب يخرج من فوهته. وعند اقتراب القطار من محطةٍ ما يُمكننا أن نسمع لاهتزاز قضبان سكة

القطار (سكة الحديد) قبل أن تتمكن من مشاهدة القطار أو سماع صوته عبر الهواء أثناء قدومه . هذا يدل على انتشار الصوت في الأجسام الصلبة وعلى أن سرعة انتقال الصوت في الأجسام الصلبة أكبر من سرعته في الهواء (الغازات) .

العوامل المؤثرة في سرعة الصوت :

تنتقل الموجات الصوتية فقط في الأوساط المادية سواء الصلبة أو السائلة أو الغازية . وتعتمد سرعة انتقال الصوت على طبيعة الوسط المادي وليس على مصدر الصوت ، و هناك عدة عوامل تؤثر على سرعة انتقال الصوت في الوسط المادي ومن أهمها :

أ) درجة الحرارة : تزداد سرعة الصوت في المادة ذاتها كلما ارتفعت درجة حرارتها وتنخفض بانخفاضها .

مثلاً : سرعة الصوت في الهواء 340m/s عند الدرجة 20°C . بينما سرعة الصوت في الهواء 330m/s عند الدرجة 0°C .

ب) كثافة الوسط المادي الذي يتحرك فيه الصوت: ونعني بالكثافة هنا مدى تقارب جزيئات المادة التي ينتقل فيها الصوت ، فكلما كانت الجزيئات قريبة من بعضها بعضاً زادت سرعة الصوت . لذلك يكون الصوت أسرع ما يمكن في المواد الصلبة ثم في المواد السائلة وأخيراً في الغازات . يتحرك الصوت بشكل جيد خلال الوسط المادي ذي الكثافة العالية مثل الحديد حيث الجزيئات قريبة من بعضها البعض.

ج) مرونة المادة: المقصود بمرونة المادة عودة جزيئاتها إلى وضعها الأصلي بعد اضطرابها، فكلما عادت جزيئات المادة بسرعة كانت مرونة المادة عالية، وكلما كانت عودة الجزيئات بطيئة كانت المادة قليلة المرونة، وعلى هذا فإن الحديد أكثر مرونة بكثير من الهواء.

بعض المعادن مثل الحديد والنيكل تُعد مواد مرنة جداً، وبالتالي فإنها تنقل الصوت بشكل جيد. وتُعد معظم السوائل غير مرنة بشكل كافٍ، وبالتالي فإنها لا تنقل الصوت بشكل جيد، وتعتبر الغازات الأسوأ من حيث المرونة وبالتالي فهي وسط ضعيف لنقل الصوت.

إجابة اختبار فهمك (٢):

$$\therefore d = v \times t \quad -١$$

$$\therefore d = 340 \times \left[\frac{5.4}{2} \right] = 918m$$

٢- كثافة الهواء تؤثر على سرعة انتقال الصوت، فعند مستوى سطح البحر، تكون كثافة الهواء — سبب الضغط الجوي — أعلى / أكبر منها في المناطق الجبلية وهكذا تجد أن الصوت ينتقل في الهواء بسرعة أقل كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر.

٣-٤ درجة الصوت وشدته *Sound level and Intensity*

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

أ. وصف الصوت من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية..

ج. التعرف على علاقة التردد بحددة الصوت من جهة وسعة الموجة بشدة الصوت من جهة أخرى.

م ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ح. حساب كل من: سرعة الصوت - الرنين - التردد الظاهري والتردد الحقيقي للصوت - شدة ومستوى شدة الموجات الصوتية.

م ٢-١٢-٤ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم:

اطرح أسئلة على الطلاب مثل:

- كيف تميز بين الأصوات؟
- لماذا نصف صوت المرأة بالناعم وصوت الرجل بالخشن؟
- هل يمكن أن تتحكم في صوتك من حيث الخشونة و النعومة؟ جرب ذلك.
- بماذا تحس إذا وضعت يدك أسفل حنجرتك؟
- قبل عرض الاستكشاف اطلب من الطلاب مناقشة مفهومي التردد والشدة وإعطاء بعض الأمثلة عليها من واقع الحياة اليومية.
- اطلب من الطلاب إجراء الاستكشاف (٣) الموجود في الكتاب .

الاستكشاف (٣): تردد الصوت وشدته

- الزمن المطلوب : ١٥ دقيقة
- حجم المجموعة : 5-6 طلاب

الإجراءات:

- اترك الطلاب يتعرفون الجهاز و يقرؤون ترددات الشوك الرنانة التي سوف يستخدمونها.
- يمكن أن يعمل الطلاب تصميمًا خاصًا بهم لجهاز صندوق الرنين إذا لم يتوافر في المدرسة.
- يفضل أن تقوم كل مجموعة بالعمل ولا يكتفى بالعرض الجماعي.

التحليل والتفسير:

١-تختلف حدة الصوت

٢-الذي له أعلى تردد

٣-باستخدام المكبر

- اعرض في شفافية الجدول (٤-٢) الذي يبين الشدة ومستوى الشدة لبعض الأصوات.

إجابة اختبار فهمك (٣):

١- حسب العلاقة $V = \lambda f$ فإن هناك علاقة بين السرعة والتردد الذي يمثل نوع الصوت هل هو

حاد أم غير ذلك؟ أما بالنسبة لشدة الصوت فلا توجد علاقة بينها وبين السرعة فالصوت القوي

يسير بنفس السرعة التي يسير بها الصوت الضعيف ما لم يتغير الوسط.

$$B(dB) = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad -٢$$

$$B(in - dB) = 10 \log \frac{1 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-12}} = 10 \log 1 \times 10^{10} = 100 dB$$

خلفية علمية: مقارنة بين شدة الصوت ودرجة الصوت

شدة الصوت	درجة الصوت
هي الخاصية التي تستطيع الأذن من خلالها التمييز بين الأصوات القوية و الضعيفة، وتتأثر بعاملين هما:	هي الخاصية التي تستطيع الأذن من خلالها التمييز بين الصوت الحاد والصوت الغليظ.
١- حجم مصدر الصوت .	مثال: التمييز بين صوت الرجل الغليظ وصوت المرأة الحاد.
٢- بعد مصدر الصوت عن السامع .	
مثال: التمييز بين صوت السيارة وصوت الطائرة .	

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

هـ. المقارنة بين الموجات المستوية و الموجات الكروية وصفياً و رياضياً.

م ٢-١٢-٢ تنظيم البيانات في أشكال وجداول تتناسب مع النص أو التجربة.

د. رسم رسومات توضيحية تبين صدر الموجة (الكروية - المستوية) وشعاعها.

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم :

- اطرح على الطلاب مجموعة من الأسئلة مثل:

- ما شكل الموجات التي تتكون نتيجة سقوط حجر في بركة ماء؟

- ما شكل موجات شاطئ البحر؟

يمكنك تذكير الطلاب بأشكال الموجات التي شاهدوها في الفصل السابق من خلال طرح الأسئلة

التالية :

- ما شكل الموجات التي شاهدتها عند دراسة ظاهرة الانعكاس؟

- ما شكل الموجات التي شاهدتها عند دراسة ظاهرة التداخل؟

- ما سبب اختلاف أشكال هذه الموجات؟

- اطلب من الطلاب رسم شكل الموجات الكروية والموجات المستوية التي شاهدوها في حوض

الموجات المائية في الفصل السابق موضحين كلاً من صدر (جبهة) الموجة وشعاعها واتجاهها.

- اعرض عليهم أشكال الموجات كما وردت في الكتاب من خلال شفافية.

- قم بتوضيح العلاقات بين كلٍّ من شدة الصوت ونصف القطر من خلال العلاقة $\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$

في حالة الموجات الكروية.

- اطرح عليهم بعض الحقائق مثل ما سبب عدم سماعنا للصوت الصادر من مصدر يبعد عنا مسافة بعيدة؟ وناقشهم في الأسباب.

٤-٥ ظاهرة دوبلر Doppler Effect

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

و. التعرف على ظاهرة دوبلر وتحديد قيمة التردد عندما تكون هنالك حركة نسبية بين المصدر والمشاهد.

م ١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء ، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على معلومات سابقة.

ج. التنبؤ بالظروف المطلوب توفرها لتحقيق ظاهرة (دوبلر - الرنين في الأعمدة الهوائية).

م ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ز. ربط التغيرات الظاهرة في طول الموجة وترددها بسرعة المصدر من حيث علاقته بالمشاهد.

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم :

قم بطرح أسئلة على الطلاب كمدخل للدرس مثل:

١- لماذا يزداد صوت صفارة سيارة إطفاء الحريق عندما تقترب منك؟ ولماذا يقل حتى يتلاشى عندما تبتعد عنك؟

- اعرض في شفافية الأشكال الموجودة في كتاب الطالب والتي توضح شكل الموجات في كل الحالات التي تدرسها في هذا البند.

الحالة الأولى: عندما يكون المشاهد متحركاً والمصدر الصوتي ثابتاً

اطلب من أحد الطلاب أن يقترب من جهاز تسجيل ثابت في غرفة الصف، ثم دعه يتحدث عن الصوت الذي كان يسمعه وهو يتحرك هل يتغير كلما اقترب من المصدر؟
ابدأ بطرح أسئلة على الطلاب كالتالي:

- ١- جرب أن تجري و اترك زميلك ينادي عليك. كيف يبدو صوته إذا كنت:
- تجري مقترباً منه.
- تجري مبتعداً عنه.

٢- ماذا يحدث لسرعة الموجات عندما تقترب من مصدر الصوت؟

الحالة الثانية: عندما يكون المشاهد ثابتاً والمصدر الصوتي متحركاً

- اترك طالبين يقومان بالنشاط التالي:

أحدهما يحمل جهاز تسجيل ويتحرك ناحية زميله والآخر لا يحمل شيئاً ويقف ثابتاً في مكانه. ثم
اسأل الطالب الثابت عن الصوت الذي يسمعه عند اقتراب زميله أو عند ابتعاده.

ابدأ بطرح أسئلة على الطلاب كالتالي:

١- قارن بين الصوت الذي تسمعه عند مرور طائرة حربية على ارتفاع قريب منك ومرور شاحنة بسرعة بطيئة بالقرب منك.

الحالة الثالثة: عندما يكون المشاهد ومصدر الصوت في حالة حركة.

اجعل طالبين يتحركان باتجاه بعضهما بعضاً، واطلب من أحدهما أن يتكلم والثاني أن يستمع ثم اجعلهما يبتعدان عن بعضهما بعضاً وأحدهما يتكلم والآخر يستمع.

خلفية علمية : ظاهرة دوبلر

تنتشر الموجات من مصدر الصوت على شكل كرات متحدة المركز، وتبقى بنفس الشكل ما دام المصدر ساكناً. أما إذا ما تحرك المصدر فإن الموجات سوف تعاني من تغير في شكل الانتشار تبعاً



لسرعة المصدر، ووفقاً لهذه الحركة فالجزء من الدائرة الذي ينتشر بنفس اتجاه حركة المصدر سوف تنضغط موجاته على بعضها بعضاً لتحافظ على سرعة الصوت ثابتة، فيزداد تردده ويقل طول موجته (أي يصبح أكثر حدة). عكس ذلك تماماً يحدث للموجة المنتشرة بعكس اتجاه حركة ، فهي تتخلخل ويقل ترددها ، وهو ما يزيد في طول

موجتها (فتصبح أكثر غلظة)، أما الموجات المنتشرة بالاتجاه العمودي على حركة المصدر فتبقى بشكلها الطبيعي.

إجابة اختبار فهمك (٤):

١- لا يحدث أي تأثير لأن السرعة متساوية، وبالتالي لا تعاني الموجات أي انضغاط، ويظل الصوت على حاله من الحدة أو الغلظة، وهي نفس الحالة إذا تحرك مصدر الصوت باتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجات.

٢- نعم لأن الموجات سوف تزيد سرعتها ومن العلاقة $V = \lambda f$ فعند زيادة السرعة يزيد التردد ويبقى الطول الموجي ثابتاً.

حاجز الصوت Sound Barrier

- ناقش الطلاب في بعض المشاهدات مثل: لماذا نسمع صوت فرقعة للطائرات الحربية بعد مرورها من نقطة معينة؟

- اعرض عليهم الشكل (٤-١٨) الموجود في الكتاب المدرسي واطلب إليهم ملاحظة تغير الطول الموجي للموجات الصوتية، كذلك اطلب منهم ربط هذه الظاهرة بظاهرة دوبلر.

خلفية علمية : السوط والفرقة

لم تكن الطائرة الكونكورد أول شيء يخترعه الإنسان ليكسر به حاجز الصوت ، بل إن أول اختراع لكسر حاجز الصوت ظهر في بلاد الصين قبل أكثر من سبعة آلاف عام و كان اختراعا بسيطا للغاية وهو " السوط "، و لكن الصينيين الذين اخترعوه لم يكونوا يعلمون أن له تلك الخاصية ، و لم يعلم أحد بذلك إلا في عام ١٩٢٧م عندما أظهرت آلة تصوير متطورة ذات سرعة عالية أن صوت فرقعة

السياط الذي نسمعه جميعا ليس صوت سقوط جلد السوط على جسم ما ، وإنما في الحقيقة صوت اختراقه المحدود لحاجز الصوت.

وقد توصل العلم إلى تفسير علمي مقبول لتلك الظاهرة. جاء ذلك على يد الدكتور " الآن جوريلي " الأستاذ بجامعة أريزونا الذي قال إن صوت الفرقة الناتج عن السوط إنما ينتج عن مجال يتولد عندما يحركه الشخص في الهواء ، و هذا المجال يكون بطول السوط، ولأن هذا الحبل يكون مصنوعا من مادة خفيفة فإن هذا المجال يتحرك بسرعة، و يمكن أن تتضاعف سرعته عشرات المرات، وتسمع فرقة السوط عندما يكسر هذا المجال سرعة الصوت.

و قد لا يكون السوط اختراعا بشريا خالصا ، فقد عرض ناثان ميرفولد الباحث في شركة ميكروسوفت والمهتم بالديناميكيات برنامجا للمحاكاة أظهر أن الذيل الطويل لأحد أنواع الديناميكيات كان يعمل بطريقة مماثلة للسوط.

٤-٦ الرنين في الأعمدة الهوائية Resonance :

مخرجات التعلم:

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

ح. وصف ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية.

م ١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء ، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على معلومات سابقة.

ج. التنبؤ بالظروف المطلوب توفرها لتحقيق ظاهرة (دوبلر - الرنين في الأعمدة الهوائية).

م ١٢-٢-١ تنفيذ خطوات تجربة وضبط متغيراتها.

ج. تنفيذ تجربة لتوضيح ظاهرة الرنين الصوتي.

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم :

- قم بطرح أسئلة على الطلاب ليتعرفوا ظاهرة الرنين مثل:
- ماذا يحدث عندما تقوم بالنفخ في قنينة مياه زجاجية؟
- لماذا نسمع صوت صفير يخرج من أعمدة الكهرباء الحديدية عند هبوب الرياح؟
- قم بعرض شفافية تبين خطوات إجراء الاستكشاف (٤).
- اطلب إلى الطلاب إجراء الاستكشاف في مجموعاتهم ثم دعهم يقوموا باستخراج النتائج ومقارنتها مع باقي المجموعات.

الاستكشاف (٤): الرنين

- الزمن المطلوب: ١٥ دقيقة
- حجم المجموعة: 5-6 طلاب

الإجراءات:

- اطلب إلى الطلاب قراءة خطوات الاستكشاف بدقة.
- أطلب إليهم عند تنفيذ الاستكشاف رفع الأنبوب ببطء.
- اجعلهم يستمعون للصوت الصادر من الأنبوب.
- اطلب منهم تغيير الشوكة الرنانة وملاحظة الأطوال التي يحدث عندها تضخيم للصوت.
- اطلب إليهم قياس الأطوال التي يحدث عندها الرنين مع تثبيت الشوكة الرنانة.

– اجعلهم يستنتجون العلاقة بين التردد والرنين.

التحليل والتفسير

١-ظاهرة الرنين.

٢-لأن من شروط حدوث هذه الظاهرة أن تتكون عند الطرف المغلق عقدة وعند الطرف المفتوح

بطن وهذا لا يتوافر إلا عند أطوال معينة تعتمد على تردد الشوكة الرنانة $L = \frac{\lambda}{4}$ وبالتالي

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

٣-تتغير الأطوال التي يحدث عندها الرنين.

٤-٧ تطبيقات على التقانات التي تستخدم مبادئ الصوت *Applications in Techniques that uses Sound Principles*

مخرجات التعلم:

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

ز. دراسة واستقصاء الظاهرة الصوتية في مجالات الطب والصناعة و التقنية كأجهزة (الموجات فوق

الصوتية، السونار،الرادار).

م ١٢-٤-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

- اطلب إلى الطلاب التحدث وشرح ظاهرة الصدى كمدخل لتدريس التطبيقات التي تستخدم مبادئ الصوت.
- نظم زيارة إلى أحد المراكز الصحية القريبة لمشاهدة جهاز السونار وكيف يعمل.
- قم بدعوة أحد رجال الشرطة ليشرح للطلاب كيف يعمل الرادار.
- اربط بين أهمية الرادار ومبادئ السلامة المرورية.

خلفية علمية: معلومات تاريخية عن الرادار

شارك مجموعة كبيرة من العلماء والمهندسين في اختراع وتطوير الرادار. إن أول رادار استخدم موجات الراديو للكشف عن الأجسام المعدنية وتحديد مواقعها كان في ١٩٠٤ م بواسطة العالم كريستيان هولسمير Christian Hulsmey (١٨٨١م-١٩٥٧م) الذي قام باستعراض كيف يمكن



العالم روبرت واتسون وات

رصد باخرة في البحر محتبئة في ضباب كثيف، وقد حصل على براءة اختراع في نوفمبر من عام ١٩٠٤م مقابل نجاحه في تطبيق هذه الفكرة. وقبل الحرب العالمية الثانية جرت تطويرات كثيرة على الرادار، وفي عام ١٩٣٥م حصل العالم روبرت واتسون وات

Robert Watson-Watt (١٨٩٢م-١٩٧٣م) على براءة

اختراع أيضا لاختراعه راداراً يستطيع أن يحدد المسافة. وقد ساهمت الحرب العالمية الثانية في أن يسعى العلماء لتطوير الرادار ليحصلوا على صور تفصيلية وحساب للمسافات أكثر دقة والعمل على تزويده بالمزيد من الإضافات التي تساعد على تثبيت الرادار على أنظمة الأسلحة الدفاعية. وبعد الحرب سعى

العلماء لاستخدام الرادار في تطبيقات سلمية مثل استخدامه في مراكز التحكم في الطائرات في المطارات وفي الأرصاد الجوية وفي الأبحاث الفضائية .

خلفية علمية : الصدى

بواسطة الصدى تمكن العلماء من قياس أعماق البحار والمحيطات خاصة بعد غرق الباخرة الضخمة (تيتانيك) عام ١٩١٢م بجميع ركابها نتيجة لاصطدامها المفاجئ بجبل جليدي عائم. حيث يوضع في القسم المغمور من السفينة، مصدر للذبذبات الصوتية وتنتقل الموجات الصوتية خلال طبقة الماء، حتى تصل إلى القاع، فتنعكس ثم تعود من حيث أتت ويسمى الصوت العائد بالصدى. ويستقبل التردد بواسطة جهاز حساس موضوع عند بطن السفينة توجد به ساعة تقيس الفترة الزمنية بين نشوء الصوت وحدوث الصدى . وبمعرفة سرعة الصوت في الماء، يسهل علينا حساب المسافة التي تفصلنا عن الحاجز الذي يعكس الصوت، أي تعيين عمق البحر أو المحيط .

اكتشف العالم الفيزيائي الفرنسي بول لانجيفين Langevin (١٨٧٢م-١٩٤٦م)



العالم الفيزيائي لانجيفين

في عام ١٩١٥م جهاز السونار وذلك لغرض اكتشاف الغواصات الألمانية.

وقد أحدث جهاز قياس الأعماق بواسطة الصدى (السونار) انقلاباً حقيقياً في عمليات قياس أعماق البحار. فقد كان استخدام الأجهزة القديمة لقياس الأعماق

مشروطاً بوقوف السفينة فقط علاوة على الفترة الزمنية الطويلة، التي كانت

تستغرقها العملية. حيث كان شريط القياس الملفوف على بكرة، يغطس في الماء بسرعة

بطيئة (150m/min) ويلف ثانية بنفس تلك السرعة تقريباً، وكانت عملية قياس عمق قدره 3km،

بهذه الطريقة، تتطلب 45 دقيقة ولكن بمساعدة الجهاز الحديث (السونار) يمكن القيام بعملية القياس

في عدة ثوانٍ والسفينة تتحرك، مع الحصول على نتائج أحسن وأدق بكثير.

وفي الأجهزة الحديثة من هذا النوع، لا تستخدم أصواتاً عادية، بل أصواتاً كثيفة منخفضة جداً، لا تستطيع أذن الإنسان سماعها، يقدر تردد لها بعدة ملايين من الذبذبات في الثانية الواحدة، ويمكن أحداث هذه الأصوات بتذبذب صفيحة من الكوارتز (البيزوكوارتز)، موضوعة في مجال كهربائي عالي التردد.

حل أسئلة الفصل

إجابة السؤال الأول:

السؤال	الإجابة
١	أ
٢	أ
٣	ب
٤	ج
٥	د
٦	أ
٧	أ
٨	ب
٩	ب

إجابة السؤال الثاني:

١-

أ— لأن تردد موجات الصوت الصادر عن المرأة أكبر من تردد الصوت الصادر عن الرجل.

ب — بسبب اهتزاز جزيئات الهواء داخل الأعمدة مكونة عقدة عند الطرف المغلق وبطناً عند الطرف المفتوح .

ج - يمكن الطبيب المعالج من الحصول على صورة مجسمة ثلاثية أو رباعية الأبعاد للعضو المراد فحصه الذي يؤهله للتشخيص الدقيق ، مع إمكانية متابعة الحركات الحية داخل الجسم البشري بأبعادها الثلاثية والرباعية، كما أن هذه الموجات غير ضارة حيث إنها تعتمد على ظاهرة الصدى. كما أن المجسات فوق الصوتية لها قدرة عالية على اختراق طبقات الجسم دون إحداث ضرر بالخلايا.

٢- إذا كانت السمكة تتحرك بعيداً عن الحوت فإن الصوت الذي يسمعه الحوت سوف تكون له طبقة أقل (غليظ) أو تردد صغير، أما إذا كانت السمكة تتحرك نحو الحوت فإن الصوت الصادر منها والذي يسمعه الحوت سوف يكون ذا طبقة أعلى (حاداً) و تردد أعلي من تردد الصوت الأصلي.

٣- تجربة عملية لتعيين تردد شوكة رنانة:

المواد والأدوات: شوكة رنانة - مخبار به ماء - أنبوب زجاجي مفتوح من الطرفين - حامل - مسطرة الإجراءات

- نضع الأنبوب الزجاجي داخل المخبار المدرج ونغمره في الماء.
- نطرق الشوكة الرنانة المجهولة التردد ونقربها من فوهة الأنبوب .
- نرفع الأنبوب إلى الأعلى حتى نحصل على الرنين الأول .
- نقيس طول الأنبوب من الفوهة إلى سطح الماء.
- باستخدام المعادلة $f = n \frac{v}{4L_n}$ نحصل على تردد الشوكة الرنانة.

-٤-

- التنقيب عن النفط
- الرسم المساحي لطبقات الأرض .
- قياس سرعة النجوم.

-٥-

أ- د من خلال الشكل تلاحظ سعة عالية للموجات وتردُّدًا عاليًا جدًّا.

ب- د

ج- ب

د- أ - ج

إجابة السؤال الثالث:

١- بما أن المسافة بين الرنينين تساوي نصف طول موجي بالتالي سيحدث الرنين الأول عند

20cm ويكون التردد :

$$f = n \frac{v}{4L_n}$$

$$f = \frac{340}{4 \times 2} = 425 \text{ Hz}$$

أو بطريقة أخرى:

$$\begin{aligned}\therefore L_1 &= \frac{\lambda}{4}, & L_2 &= \frac{3\lambda}{4} \\ \therefore L_2 - L_1 &= \frac{3\lambda}{4} - \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2} \\ \frac{\lambda}{2} &= 40 \text{ cm} \\ \lambda &= 40 \times 2 = 80 \text{ cm} \\ \therefore L_1 &= \frac{80}{4} = 20 \text{ cm}\end{aligned}$$

ثم نوجد قيمة التردد

$$f' = \left[\frac{1}{1 - \frac{v_s}{v}} \right] f \quad -٢$$

$$f' = \left[\frac{1}{1 - \frac{20}{340}} \right] 320 = 340 \text{ Hz}$$

٣- بما أنه حدث هبوط للصوت فهذا يدل على أن المصدر يبتعد عن المشاهد وبالتالي نستخدم

المعادلة:

$$f' = \left[\frac{1}{1 + \frac{v_s}{v}} \right] f$$

$$f = f' \left(\frac{v + v_s}{v} \right)$$

$$f = 320 \left(\frac{340 + 20}{340} \right) = 340 \text{ Hz}$$

-٤

أ- أثناء الاقتراب

$$f' = \left[\frac{1}{1 - \frac{v_s}{v}} \right] f$$

$$f' = \left[\frac{1}{1 - \frac{10}{340}} \right] 300 = 309 \text{ Hz}$$

ب- أثناء الابتعاد

$$f' = \left[\frac{1}{1 + \frac{v_s}{v}} \right] f$$

$$f' = \left[\frac{1}{1 + \frac{10}{340}} \right] 300 = 291 \text{ Hz}$$

-٥

$$v = (1482 + 0.60 \times 38) = 1504.8 \text{ m/s} \quad \text{أ-}$$

$$s = v \times t$$

$$s = 1504.8 \times 4 = 6019.2 \text{ m}$$

$$v = (4540 + 0.60 \times -10) = 4534 \text{ m/s} \quad \text{ب-}$$

$$s = v \times t$$