حل أسئلة الموجات

الوحدة السادسة كتاب النشاط

الفيزياء الصف الثاني عشر

اعداد

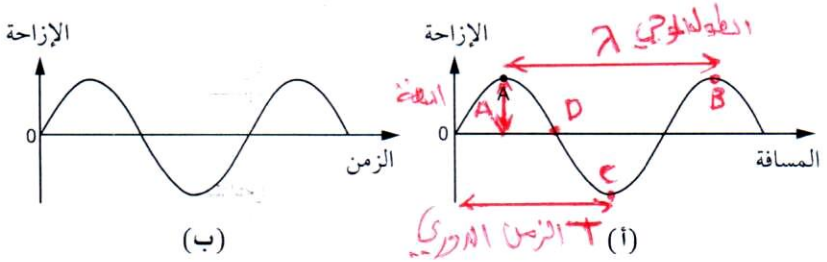
أ. هلال الشكيلي

الأنشطة

نشاط ٦-١ المصطلحات الأساسية والتمثيلات البيانية للموجات

في هذا النشاط سوف تستخدم المصطلحات المتعلقة بالموجات وتتدرب على إيجاد **فرق الطور** والرسوم التخطيطية للموجات.

١. يمثل الشكل ٦-١ رسمَين تخطيطيَّين **لموجة مستعرضة**، يوضح الرسم التخطيطي (أ) كيف تختلف الإزاحة باختلاف المسافة في لحظة معيّنة من الزمن؛ أما الرسم التخطيطي (ب) فيوضح كيف تتغير الإزاحة بمرور الزمن لنقطة ما على مسافة معيّنة من المصدر:



الشكل ٦-١: للسؤال ١. التمثيلات البيانية (أ) الإزاحة مقابل المسافة (ب) الإزاحة مقابل الزمن لموجة مستعرِضة.

أ. في الرسمَين التخطيطيَّين قُم بعنونة الكميّات: **السعة، طول الموجة، الزمن الدوري.**

استخدم الرسم التخطيطي (أ) (الإزاحة – المسافة) للإجابة عن الجزئيات من (ب) إلى (د):

ب. ضَع علامة على نقطة ما تكون في الطور نفسه مع A. قُم بتسمية هذه النقطة B.

ج. ضَع علامة على نقطة ما تختلف بفرق طور 180° مع A. ثم سمِّ هذه النقطة C.

د. حدّد نقطة يكون بينها وبين النقطة A فرق طور يساوي 90°، سمِّ هذه النقطة D.

مصطلحات علمية

الطور Phase: الحالة الاهتزازية لجسيم ما من حيث الإزاحة والمسافة.

فرق الطور Phase difference: قياس لمقدار التأخر أو التقدم بين جسيمين في موجة ما، ويقاس بالدرجات أو الراديان.

الموجة المستعرضة Transverse wave: الموجة التي تهتز فيها جسيمات الوسط عموديًا على الاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة.

السعة Amplitude: أقصى إزاحة للموجة من موضع الاتزان.

طول الموجة Wavelength: المسافة بين نقطتَين متجاورتَين في موجة مهتزة لكل منهما الإزاحة والاتجاه نفسهما (الطور نفسه).

الزمن الدوري Period: الزمن المستغرق لنقطة ما في موجة لإكمال اهتزازة كاملة.

٢. أ. أكمل هاتَين العبارتَين حول **الموجات المسافرة**:

في **الموجات الطولية** تكون الاهتزازات ...أفقية أو متوازية... مع اتجاه انتقال الطاقة.

في الموجات المستعرضة تكون الاهتزازات ...عمودية... مع اتجاه انتقال الطاقة.

ب. حدّد في الجدول ٦-١ ما إذا كانت هذه الموجات طولية أم مستعرضة:

نوع الموجة	طولية أم مستعرضة
موجات الراديو	مستعرضة
الموجات فوق الصوتية	طولية
الموجات الميكروية	مستعرضة
الموجات فوق البنفسجية	مستعرضة
موجات على حبل طويل	مستعرضة

الجدول ٦-١ للسؤال ٢ ب.

ج. صِف كيفية استخدام زنبرك طويل لتكوين موجة طولية تنتقل على طول الزنبرك.

عن طريق تحريك الملف الزنبرك الى الامام
والى الخلف ... فتكون ضغط وتمدد

د. صِف كيف يمكن استخدام الزنبرك نفسه لتكوين موجة مستعرضة.

عن طريق تحريك الزنبرك الى الاعلى
والاسفل عموديا

٣. يهتز زنبرك طوليًا، ليشكل موجة **بتردد** (2.0 Hz). في لحظة معيّنة، تكون المسافة بين مركزَي **التضاغط والتخلخل** المتجاورَين (16 cm). احسب سرعة الموجة.

$f = 2.0\ Hz$ ... $v = \lambda f$

$A = 16\ cm$ ... $= 32 \times 2.0$

$\lambda = 2 \times 16 = 32\ cm$ ... $= 64\ cm\ s^{-1}$

مصطلحات علمية

الموجة المسافرة Progressive wave: موجة تحمل طاقة من مكان إلى آخر.

الموجة الطولية Longitudinal wave: الموجة التي تهتز فيها جسيمات الوسط باتجاه موازٍ للاتجاه الذي تنتقل فيه الموجة.

التردد Frequency: عدد الاهتزازات لنقطة ما في موجة لكل ثانية.

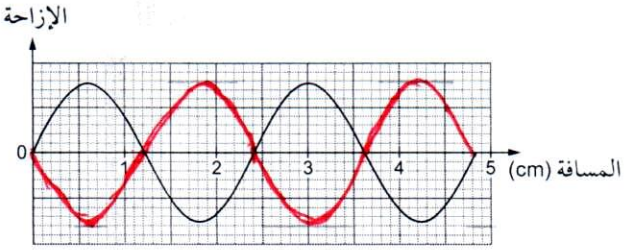
التضاغط Compression: منطقة ما في الموجة الصوتية التي يكون عندها ضغط الهواء أكبر من قيمته المتوسطة.

التخلخل Rarefaction: منطقة ما في الموجة الصوتية التي يكون عندها ضغط الهواء أصغر من قيمته المتوسطة.

مهمّ

تذكّر أن التضاغط هو المكان الذي تقترب فيه ملفات الزنبرك من بعضها، ويقع على بُعد يساوي نصف طول موجة من أقرب تخلخل، حيث تكون الملفات متباعدة.

٤. يوضح الشكل ٦-٢ رسمًا تخطيطيًا لموجة مستعرضة تنتقل إلى اليمين بسرعة $(6.0\ cm\ s^{-1})$:



الشكل ٦-٢: للسؤال ٤. تمثيل بياني يوضح موجة مستعرضة تنتقل إلى اليمين.

أ. جِد الطول الموجي (λ).

$\lambda = 2.4\ cm$

ب. استخدم المعادلة $v = f\lambda$ لحساب تردد الموجة.

$v = f\lambda \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{6.0}{2.4} = 2.5\ Hz$

ج. جِد الزمن الدوري للموجة.

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2.5} = 0.4\ s$

د. على المحاور نفسها، ارسم موضع الموجة بعد مرور (0.20 s).

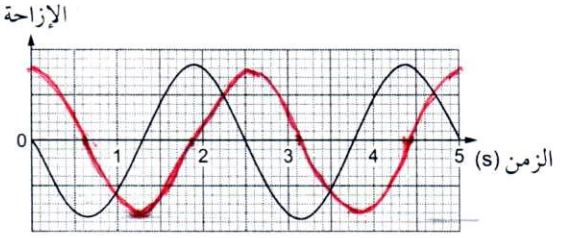
(عليك أن تجد المسافة التي قطعتها الموجة باستخدام المعادلة:

السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$)

$x = v.t$

$= 6.0 \times 0.20 = 1.2\ cm$

٥. يوضح الشكل ٦-٣ كيف تتغير إزاحة جسيم في موجة ما مع مرور الزمن:



الشكل ٦-٣: للسؤال ٥. رسم تخطيطي لإزاحة جسيم في موجة مع مرور الزمن.

أ. جِد الزمن الدوري للموجة.

$T = 2.5\ s$

ب. جِد تردد الموجة.

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,5} = 0,4\ Hz$

ج. إذا كانت سرعة الموجة ($16\ cm\ s^{-1}$) فاحسب الطول الموجي (λ).

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{16}{0,4} = 40\ cm$

مهم

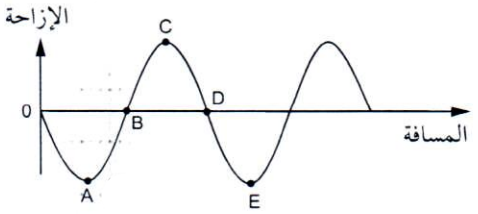
في الجزئية (د) تذكّر أن 360° عبارة عن دورة واحدة كاملة، يجب إزاحة التمثيل البياني الجديد بمقدار زمني $\frac{90}{360}$ من الزمن الدوري.

د. على المحاور نفسها، ارسم التمثيل البياني (الإزاحة - الزمن) لجسيم له فرق طور 90° مع الاهتزازة الموضحة.

نشاط ٦-٢ المزيد حول فرق الطور

يركّز هذا النشاط على فرق الطور وكيف يمكن توضيحه في التمثيلات البيانية للموجات.

١. يوضح الشكل ٦-٤ خمس نقاط على الموجة:



الشكل ٦-٤: للسؤال ١. تمثيل يوضح خمس نقاط على موجة ما.

أ. حدد النقطتَين اللتَين لهما فرق طور يساوي صفرًا.

E ، A

ب. حدد أيّ زوجَين من النقاط لهما فرق طور قدره (270°).

E ، B ، D ، A

ج. تتحرك الموجة إلى اليمين. في اللحظة الموضحة في التمثيل البياني:

١. اذكر الاتجاه الذي يتحرك فيه الجسيم عند النقطة A.

عمودياً إلى أعلى

٢. اذكر الاتجاه الذي يتحرك فيه الجسيم عند النقطة B.

عمودياً إلى أسفل

٢. نقطتان على موجة مسافرة تبعد إحداهما عن الأخرى بمقدار (25 cm) وتختلفان في الطور بمقدار (90°).

أو عن طريق العلاقة

$\phi = \frac{x}{\lambda} \cdot 360$

$\lambda = \frac{x \cdot 360}{\phi} = \frac{25}{90} \times 360 = 100\ cm$

أ. اشرح كيف توضح هذه المعلومات أن الطول الموجي (λ) هو (100 cm).

فرق الطور يمثل ربع موجة وساوى 25cm

∴ طول الموجة يساوي 4 أمثال فرق الطور

$25 \times 4 = 100\ cm$

ب. جد المسافة بين نقطتَين على الموجة فرق الطور بينهما (270°).

$x = \frac{\phi}{360} \lambda = \frac{270}{360} \times 100 = 75\ cm$

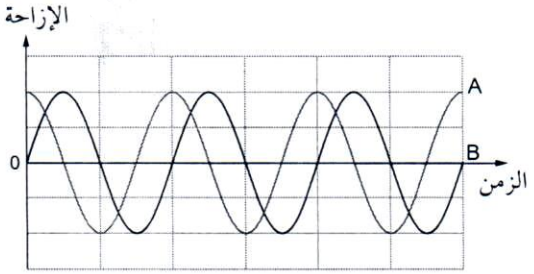
ج. نقطتان على الموجة تفصل بينهما مسافة (15 cm). احسب فرق الطور بين النقطتَين.

$\phi = \frac{x}{\lambda} 360 = \frac{15}{100} \times 360 = 54°$

٣. اشرح المقصود بفرق الطور.

مدى تقدم أو تأخر نقطة (الموجة) عن أخرى خلال الموجة الواحدة معبراً عنه بزاوية (بالدرجات أو الراديان)

٤. يوضح الشكل ٦-٥ تغير الإزاحة مع الزمن لنقطتَين A و B على الحبل نفسه:



الشكل ٦-٥: للسؤال ٤. تمثيل بياني يوضح تغير الإزاحة مع الزمن لنقطتَين A و B على الحبل نفسه.

أ. قارن سعة حركتَي A و B.

لهما السعة نفسها

ب. قارن تردد حركتَي A و B.

لهما التردد نفسه

ج. قارن طور حركتَي A و B.

بينهما فرق طور $\frac{\pi}{2}$ أو ٩٠°

A تسبق B

نشاط ٦-٣ شدة الموجة وقياس الزمن والطيف الكهرومغناطيسي

يتضمن هذا النشاط بعض الأفكار الأكثر تقدمًا حول الموجات، مثل **الشدة والطيف الكهرومغناطيسي** واستخدام مقياس الزمن لجهاز رسم إشارة الأشعة المهبطية (الكاثودية) (الأوسيلوسكوب CRO) لقياس الزمن. ولقد درست عن الموجات الكهرومغناطيسية في الصف العاشر.

مصطلحات علمية

الشدة Intensity: معدل الطاقة (القدرة) المنقولة عبر وحدة المساحة العمودية على اتجاه انتشار الموجة.

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic spectrum: مجموعة الموجات الكهرومغناطيسية التي تنتقل عبر الفراغ بسرعة ($3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$).

١. موجتان لهما التردد نفسه سعة إحداها (1.5 cm) والأخرى (3.0 cm).

احسب النسبة: $\frac{\text{شدة موجة ذات سعة 1.5 cm}}{\text{شدة موجة ذات سعة 3.0 cm}}$

تذكّر: الشدة $\propto$ مربع السعة.

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2} = \frac{(1.5)^2}{(3.0)^2} = \frac{2.25}{9} = \frac{1}{4} = 0.25$

٢. يوضح الجدول ٦–٢ موجة ابتدائية سعتها (A_0) وشدتها (I_0)، وموجات أخرى لها التردد نفسه ولكن مع شدة وسعة مختلفتَين. أكمل الجدول ٦–٢ محددًا السعة والشدة للموجات، بدلالة (A_0) و (I_0).

الموجة الابتدائية	السعة	الشدة
	A_0	I_0
الموجة A	$\frac{1}{2} A_0$	$\frac{1}{4} I_0$
الموجة B	$\frac{1}{\sqrt{2}} A_0$	$\frac{1}{2} I_0$
الموجة C	$3A_0$	$9 I_0$
الموجة D	$4 A_0$	$16 I_0$

الجدول ٦–٢ للسؤال ٢.

٣. موجة ضوئية شدتها ($2000\ W\ m^{-2}$).

أ. احسب الطاقة الساقطة في الثانية على مربع طول ضلعه (0.50 m) موضوع بزاوية قائمة مع اتجاه انتقال الموجة.

$P = I \cdot A$

$= 2000 \times (0.5 \times 0.5) = 500\ W$

ب. اشرح سبب انخفاض الطاقة الساقطة في الثانية في الجزئية (أ) عندما لا تصنع مساحة المربع زاوية قائمة مع اتجاه انتقال الموجة.

لأن المساحة التي تسقط عليها الموجة عمودياً تكون أصغر

ج. احسب مساحة السطح الذي يستقبل (J 6000) من الضوء خلال (30 s).

$P = \frac{E}{t} = \frac{6000}{30} = 200\ W$

$A = \frac{P}{I} = \frac{200}{2000} = 0.1\ m^2$

٤. يوضح الجدول ٦-٣ التردد وطول الموجة لبعض الموجات الكهرومغناطيسية. أكمل هذا الجدول (سرعة انتقال جميع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ $3.00 \times 10^8\ m\ s^{-1}$):

منطقة الطيف	طول الموجة (m)	التردد (Hz)
الموجات الميكروية	3.0×10^{-2}	1.0×10^{10}
الضوء المرئي	5.0×10^{-7}	6.0×10^{14}
الأشعة السينية	6.0×10^{-10}	5.0×10^{17}
موجات الراديو	6.0	5.0×10^{7}
أشعة جاما	5.0×10^{-15}	6.0×10^{22}
الأشعة تحت الحمراء	1.0×10^{-5}	3.0×10^{13}

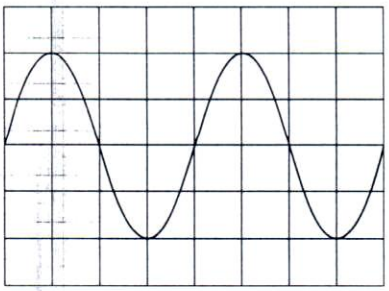
الجدول ٦-٣ للسؤال ٤

٥. يوضح التمثيل البياني في الشكل ٦-٦ موجة صوتية على شاشة جهاز رسم إشارة الأشعة المهبطية (الأوسيلوسكوب).

يمثل المربع الواحد على المحور (x) من شاشة العرض (0.5 ms):

مهم

يمثل المحور السيني الزمن، لذا ابحث عن عدد الأقسام أو المربعات لدورة واحدة ثم استخدم «معيار مقياس الزمن» البالغ (0.5 ms).



الشكل ٦-٦: للسؤال ٥. تمثيل بياني يوضح الموجة الصوتية على جهاز الأوسيلوسكوب.

أ. جِد الزمن الدوري لموجة الصوت.

$T = 4\ div \times 0.5 = 2\ ms$

ب. استخدم معادلة (الزمن الدوري = $\frac{1}{\text{التردد}}$) لإيجاد تردد الصوت.

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} = 500\ Hz$

ج. صوت آخر متصل بجهاز أوسيلوسكوب مختلف وظهر التمثيل البياني نفسه. جِد تردد الصوت إذا كان المربع الواحد على المحور السيني الخاص بجهاز الأوسيلوسكوب يمثل (2.0 ms).

$T = 4\ div \times 2.0 = 8\ ms$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8 \times 10^{-3}} = 125\ Hz$

نشاط ٦-٤ تأثير دوبلر

يختبر هذا التمرين فهمك لما يسببه **تأثير دوبلر** وبخاصة للصوت، وستتدرب أيضًا على استخدام معادلة تأثير دوبلر عندما يتحرك المصدر.

مصطلحات علمية

تأثير دوبلر Doppler effect: التغيّر في التردد أو طول الموجة الملاحظ لموجة عندما يتحرك مصدر الموجة باتجاه المراقب أو بعيدًا عنه (أو يتحرك المراقب بالنسبة إلى المصدر).

١. يلاحظ مراقب ثابت ازديادًا في التردد عندما يتحرك مصدر الصوت نحوه. يقترح ثلاثة طلبة أن الازدياد في التردد ناتج عن:

- كون السرعة المتجهة للصوت في الهواء أكبر لأن المصدر يتحرك.
- تكدّس الموجات معًا لأن المصدر يتحرك نحو المراقب.
- زيادة شدة الصوت كلما اقترب المصدر.

أ. اذكر أيَّ الاقتراحات هو الأفضل وصفًا.

تتكدس الموجات معاً لان المصدر يتحرك نحو المراقب

ب. اشرح سبب زيادة تردد الصوت مع اقتراب المصدر.

عند الاقتراب المصدر تقل المسافة بين الموجات وبذلك يزداد تردده

٢. صافرة قطار تصدر صوتًا بتردد (400 Hz) أثناء تحركه بسرعة ($40\ m\ s^{-1}$). الصوت الذي يسمعه مراقب يقف قريبًا جدًا من مسار القطار يكون له تردد أكبر من (400 Hz) عند اقتراب القطار، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ($340\ m\ s^{-1}$)، فاحسب:

أ. التردد الذي سمعه المراقب عند اقتراب القطار.

$f_o = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340-40}\right) \times 400 = 453 \approx 450\ Hz$

ب. التردد الذي سمعه المراقب أثناء تحرك القطار مبتعدًا عنه.

$f_o = \left(\frac{v}{v + v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340+40}\right) \times 400 = 358 \approx 360\ Hz$

٣. سيارة شرطة تتحرك بسرعة ($30\ m\ s^{-1}$) مُطلقةً صفارات الإنذار الخاصة بها بتردد (2500 Hz). احسب التردد المسموع عند اقتراب السيارة مباشرة من بعض المراقبين، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ($340\ m\ s^{-1}$).

$f_o = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340-30}\right) 2500 = 2742 \approx 2700\ Hz$

٤. مكبر صوت يصدر عنه نغمة بتردد (300 Hz) يدور في دائرة أفقية بسرعة ($20\ m\ s^{-1}$). احسب الحد الأقصى والحد الأدنى للترددات التي يسمعها مراقب ثابت، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ($340\ m\ s^{-1}$).

الأقصى $f_o = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340-20}\right) 300 = 319 \approx 320\ Hz$

الأدنى $f_o = \left(\frac{v}{v + v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340+20}\right) 300 = 283 \approx 280\ Hz$

٥. تحلّق طائرة مباشرة فوق رأس مراقب ثابت، وتردد صوت المحرك المسموع على الأرض قبل الإقلاع يساوي (250 Hz). عندما تقترب الطائرة من المراقب، فإن التردد الذي يسمعه هو (300 Hz)، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ($340\ m\ s^{-1}$)، فاحسب:

$\frac{f_o}{f_s} = \frac{v}{v - v_s}$

أ. سرعة الطائرة.

$f_o v - f_o v_s = f_s v$

$v_s = \frac{v f_s - f_o v}{f_o} = 340 \left(\frac{250 - 300}{300}\right) = 57\ ms^{-1}$

ب. التردد الذي يسمعه المراقب أثناء تحرك الطائرة بعيدًا عنه بالسرعة نفسها.

$f_o = \left(\frac{v}{v+v_s}\right) f_s = \left(\frac{340}{340+57}\right) 250 = 214$ Hz

٦. يتحرك قطار على طول مسار مستقيم بسرعة ثابتة، ويصدر بوق القطار صوتًا بتردد (600 Hz). يسمع مراقب ثابت بجوار المسار الصوت الصادر عن البوق بتردد (660 Hz) (سرعة الصوت في الهواء $340\ m\ s^{-1}$).

أ. احسب مقدار السرعة المتجهة للقطار وحدّد اتجاهها بالنسبة إلى المراقب.

$v_s = v\left(\frac{f_s - f_o}{-f_o}\right)$ تكون سالبة بما أن المراقب

لأن التردد يزداد

$= 340\left(\frac{600-660}{-660}\right) = 31$ m s^{-1}

ب. صِف كيف يكون التردد الذي يسمعه مراقب آخر يقف بعيدًا عن مسار القطار.

يسمع تردد أقل من المراقب السابق لكنه

لا يزال أكبر من 600 Hz