

الفصل السابع (الاهتزازات والموجات) :

الاهتزازات والموجات
Vibrations and Waves

الفصل
7

- الدرس الأولم (الحركة الدورية) :

١. ما مقدار استطالة نابض عند تعليق جسم وزنه 18 N في نهايته إذا كان ثابت النابض له يساوي 56 N/m ؟

الحل:

$$F = kx$$

$$x = \frac{F}{k} = \frac{18 \text{ N}}{56 \text{ N/m}} = 0.32 \text{ m}$$

٢. ما مقدار طاقة الوضع المرونية المخزنة في نابض عند ضغطه مسافة $16,5 \text{ cm}$ ، إذا كان ثابت النابض له يساوي 144 N/m ؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 PE_{sp} &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 &= \frac{1}{2} (144 \text{ N/m})(0.165 \text{ m})^2 = 1.96 \text{ J}
 \end{aligned}$$

٣. ما المسافة التي يستطيلها نابض حتى يخزن طاقة وضع مرونية مقدارها ٤٨ ج ، إذا كان ثابت النابض له يساوي ٢٥٦ N/m ؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 PE_{sp} &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 x &= \sqrt{\frac{2PE_{sp}}{k}} = \sqrt{\frac{(2)(48 \text{ J})}{256 \text{ N/m}}} = 0.61 \text{ m}
 \end{aligned}$$

حل المسائل التدريبية لدرس الحركة الدورية < الجزء الثاني > -
 الاهتزازات والموجات
 نبدأ على بركة الله ...

٤. ما طول بندول موجود على سطح القمر حيث $g = 1.6 \text{ m/s}^2$ حتى يكون الزمن الدوري له ٢,٠ s ؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\
 l &= g \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 = (1.6 \text{ m/s}^2) \left(\frac{2.0 \text{ s}}{2\pi} \right)^2 = 0.16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

٥. إذا كان الزمن الدوري لبندول طوله 0.75 m يساوي 1.8 s على سطح أحد الكواكب، فما مقدار g على هذا الكوكب؟

الحل:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$g = l\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = (0.75\text{ m})\left(\frac{2\pi}{1.8\text{ s}}\right)^2 = 9.1\text{ m/s}^2$$

٦. قانون هوك علقت أجسام مختلفة الوزن بنهاية شريط مطاطي مثبت بخطاف، ثم رسمت العلاقة البيانية بين وزن الأجسام المختلفة واستطالة الشريط المطاطي. كيف تستطيع الحكم – اعتمادا على الرسم البياني- ما إذا كان الشريط المطاطي يحقق قانون هوك أم لا؟

الحل:

إذا كانت العلاقة البيانية خطية ، فإن الشريط المطاطي يحقق قانون هوك ، أما إذا كانت العلاقة البيانية على شكل منحني فإنه لا يحقق قانون هوك .

٧. البندول ما مقدار التغير اللازم في طول بندول حتى يتضاعف زمنه الدوري إلى الضعفين؟ وما مقدار التغير اللازم في طوله حتى يقل زمنه الدوري إلى نصف زمنه الدوري الأصلي؟

الحل:

لمضاعفة الزمن الدوري للبندول ضاعف طوله أربع مرات ، ولتقليل زمنه الدوري إلى النصف أضرب طوله في $1/4$.

٨. طاقة النابض ما الفرق بين الطاقة المختزنة في نابض استطال 0.40 m والطاقة المختزنة في النابض نفسه عندما يستطيل 0.20 m ؟

الحل:

تكون الطاقة المخزنة أكبر أربع مرات عندما يستطيل النابض إلى 0.40 m

٩. الرنين إذا كانت عجلات سيارة غير متوازنة فسوف تهتز السيارة بقوة عند سرعة محددة، ولا يحدث ذلك عند سرعات أقل أو أكبر من هذه السرعة. فسر ذلك.

الحل:

عندما تلك السرعة يقترب تردد دوران الإطار من التردد الطبيعي للسيارة ، مما يؤدي إلى حدوث الرنين .

١٠. التفكير الناقد ما أوجه الشبه بين الحركة الدائرية المنتظمة والحركة التوافقية البسيطة؟ وما أوجه الاختلاف بينهما؟

الحل:

الحركتان دوريتان إلا في الحركة الدائرية المنتظمة لا تتناسب القوة التي تحدث التسارع مع الإزاحة . بالإضافة إلى أن الحركة التوافقية البسيطة تحدث في بعد واحد أما الحركة الدائرية المنتظمة فتحدث في بعدين .

الدرس الثاني (خصائص الموجات) :

١١. أطلق فادي صوتا عاليا في اتجاه جرف رأسي يبعد ٤٦٥m عنه، وسمع صدى بعد ٢,٧٥s، احسب مقدار:

a. سرعة صوت فادي في الهواء.

b. تردد موجة الصوت إذا كان طولها الموجي يساوي ٠,٧٥٠ m.

c. الزمن الدوري للموجة.

الحل:

a.

$$v = \frac{d}{t} = \frac{(2)(465 \text{ m})}{2.75 \text{ s}} = 338 \text{ m/s}$$

b.

$$v = \lambda f \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{338 \text{ m/s}}{0.750 \text{ m}} = 451 \text{ Hz}$$

c.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{451 \text{ Hz}} = 2.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

١٢. إذا أردت زيادة الطول الموجي لموجات في حبل فهل تهز الحبل بتردد كبير أم بتردد صغير؟

الحل:

في تردد أقل، لأن طول الموجة يتغير عكسيا مع التردد

١٣. ولد مصدر في حبل اضطرابا تردده 6.00 Hz ، فإذا كانت سرعة الموجة المستعرضة في الحبل 15.0 m/s ، فما طولها الموجي؟

الحل:

$$v = \lambda f, \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{15.0 \text{ m/s}}{6.00 \text{ Hz}} = 2.50 \text{ m}$$

١٤. تتولد خمس نبضات في خزان ماء كل 0.100 s ، فإذا كان الطول الموجي للموجات السطحية 1.20 cm ، فما مقدار سرعة انتشار الموجة؟

الحل:

$$\frac{0.100\text{ s}}{5\text{ p}} = 0.0200\text{ s/p}$$

$$T = 0.0200\text{ s}$$

$$\lambda = vT$$

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

$$= \frac{1.20\text{ cm}}{0.0200\text{ s}}$$

$$= 60.0\text{ cm/s} = 0.600\text{ m/s}$$

١٥. السرعة في أوساط مختلفة إذا سحبت أحد طرفي نابض، فهل تصل النبضة الطرف الآخر للنابض في اللحظة نفسها؟ ماذا يحدث لو سحبت حبلاً؟ ماذا يحدث عند ضرب طرف قضيب حديد؟ قارن بين سرعة انتقال النبضات في المواد الثلاث.

الحل:

تحتاج النبضة إلى فترة زمنية حتى تصل إلى الطرف الآخر في كل حالة ويكون انتقالها في الحبل أسرع منه في النابض، والنبضة الأسرع تكون في قضيب الحديد.

١٦. خصائص الموجة إذا ولدت موجة مستعرضة في حبل عن طريق هز يدك وتحريكها من جانب إلى آخر، ثم بدأت تهز الحبل أسرع وأسرع

ولكن دون تغيير المسافة التي تتحركها يدك، فماذا يحدث لكل من: السعة، والطول الموجي، والتردد، والزمن الدوري، وسرعة الموجة؟

الحل:

لا تتغير كل من السعة والسرعة ، إلا أن التردد يزداد ، في حين يقل كل من الزمن الدوري والطول الموجي .

١٧. **الموجات تنقل الطاقة** افترض أنه طلب إليك أنت وزميلك في المختبر توضيح أن الموجة المستعرضة تنقل الطاقة دون انتقال مادة الوسط، فكيف توضح ذلك؟

الحل:

اربط قطعة من الصوف في مكان ما بالقرب من منتصف حبل ، ثم اطلب إلى زميلك أن يثبت أحد طرفي الحبل ، ثم حرك الحبل إلى أعلى وإلى أسفل لتوليد موجة مستعرضة . لاحظ أنه عندما تتحرك الموجة خلال الحبل إلى أسفل وإلى أعلى ، ولكنها تبقى في المكان نفسه على الحبل .

١٨. **الموجات الطولية صف الموجات الطولية.** وما أنواع الأوساط التي تنقل الموجات الطولية؟

الحل:

في الموجات الطولية تهتز دقائق الوسط في اتجاه مواز لاتجاه حركة الموجة . وتسمح الأوساط جميعها تقريبا للموجات الطولية بالانتقال خلالها سواء أكانت أوساطا صلبة أو سائلة أو غازية .

١٩. **التفكير الناقد** إذا سقطت قطرة مطر في بركة فستولد موجات ذات ساعات صغيرة. أما إذا قفز سباح في البركة فسيولد موجات ذات ساعات كبيرة. فلماذا لا تولد الأمطار الغزيرة في أثناء العواصف الرعدية موجات ذات ساعات كبيرة؟

الحل:

تنتقل طاقة السباح إلى الموجة عبر مساحة صغيرة وخلال فترة زمنية قصيرة ، في حين تنتشر طاقة حبات المطر على مساحة أوسع خلال فترة زمنية أكبر .

الدرس الثالث (سلوك الموجات)

٢٠. **الموجات عند الحدود الفاصلة أي خصائص الموجة الآتية لا تتغير عندما تمر الموجة خلال حد فاصل بين وسطين مختلفين: التردد، السعة، الطول الموجي، السرعة، الاتجاه؟**

الحل:

لا يغير التردد بينما يتغير كل من السعة والطول الموجي والسرعة عندما تعبر الموجة وسطا جديدا . أما الاتجاه فيمكن أن يتغير أو لا يتغير وذلك اعتمادا على الاتجاه الأصلي للموجة .

٢١. **انكسار الموجات لاحظ الشكل a ١٧-٧، وبين كيف يتغير اتجاه الموجة عندما تمر من وسط إلى آخر. وهل يمكن أن تعبر موجة بعدين حدا فاصلا بين وسطين دون أن يتغير اتجاهها؟ وضح ذلك.**

الحل:

تنكسر ويتغير اتجاهها وفقا لمعامل انكسار الوسطين . نعم ، إذا سقطت الموجة عموديا على الحد الفاصل ، أو إذا كان لها السرعة نفسها في الوسطين .

٢٢. **الموجات الموقوفة ما العلاقة بين عدد العقد وعدد البطون في موجة موقوفة في نابض مثبت الطرفين؟**

الحل:

يزيد عدد العقد دائما واحدة على عدد البطون .

٢٣. التفكير الناقد هناك طريقة أخرى لفهم انعكاس الموجات، وهي أن تغطي الطرف الأيمن لكل رسم في الشكل a ٧-١٣ بقطعة ورق، على أن يكون طرف الورقة موجودا عند النقطة N (العقدة). ثم تركز على الموجة الناتجة التي تظهر باللون الأزرق الغامق، وتلاحظ أنها تبدو مثل موجة منعكسة عن حد فاصل. فهل هذا الحد الفاصل حائط صلب أم ذو نهاية مفتوحة؟ كرر هذا التمرين مع الشكل b ٧-١٣.

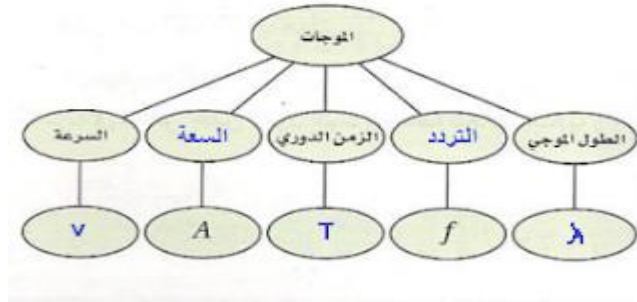
الحل:

الشكل a ٧-١٤ يسلك سلوك جدار صلب لأن الموجة المنعكسة منقلبة. أما الشكل b ٧-١٤ فيسلك سلوك النهاية المفتوحة لأن الحد الفاصل بطن، والموجة المنعكسة غير منقلبة.

٢٤. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات والرموز التالية: السعة، التردد، λ ، ν .



الحل:



٢٥. ما الحركة الدورية؟ أعط ثلاثة أمثلة عليها.

الحل:

الحركة الدورية حركة تعيد نفسها بشكل دوري منتظم . ومن الأمثلة عليها : اهتزاز نابض معلق في نهايته كتلة وتأرجح بندول بسيط والحركة الدائرية المنتظمة .

٢٦. ما الفرق بين الزمن الدوري والتردد؟ وكيف يرتبطان؟

الحل:

التردد هو عدد الدورات أو التكرارات في الثانية ، والزمن الدوري هو الزمن الذي يتطلبه إكمال دورة واحدة . والتردد يساوي مقلوب الزمن الدوري .

٢٧. إذا حقق نابض هوك؛ فكيف يكون سلوكه؟

الحل:

ينضغط النابض أو يستطيل مسافة تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة فيه .

٢٨. كيف يمكن أن نستخلص من رسم بياني للقوة والإزاحة لنابض ما قيمة ثابت النابض؟

الحل:

ثابت النابض يساوي ميل المنحنى البياني لتغير F مع x .

٢٩. كيف يمكن أن نستخلص من رسم بياني للقوة والإزاحة طاقة الوضع في نابض ما ؟

الحل:

طاقة الوضع تساوي المساحة تحت المنحنى البياني لتغير F مع x .

٣٠. هل يعتمد الزمن الدوري لبندول على كتلة ثقله؟ وهل يعتمد على طول خيطه؟ وعلام يعتمد الزمن الدوري للبندول أيضا؟

الحل:

لا . نعم . يعتمد على تسارع الجاذبية الأرضية .

٣١. ما الطرائق العامة لانتقال الطاقة؟ أعط مثالين على كل منها.

الحل:

طريقتان . تنقل الطاقة بانتقال الجسيمات والموجات . هناك أكثر من مثال على كل منهما : البيسبول والرصاصة لانتقال الجسيمات ، وموجات الصوت والضوء لانتقال الموجات .

٣٢. ما الفرق الرئيس بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية؟

الحل:

الاختلاف الرئيس هو أن الموجات الميكانيكية تحتاج إلى وسط ناقل لتنتقل خلاله ، أما الموجات الكهرومغناطيسية فلا تحتاج إلى وسط ناقل .

٣٣. ما الفرق بين الموجة المستعرضة، والموجة الطولية والموجة السطحية؟

الحل:

تسبب الموجات المستعرضة اهتزاز جسيمات الوسط الناقل في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة . أما الموجات الطولية فتسبب اهتزاز جسيمات الوسط في اتجاه مواز لاتجاه انتشار الموجة . أما الموجات السطحية فلها صفات الموجتين الطولية والمستعرضة .

٣٤. ما الفرق بين النبضة الموجية والموجة الدورية؟

الحل:

النبضة الموجية عبارة عن اضطراب مفرد في الوسط ، أما الموجة الدورية فتتكون من عدة اضطرابات متجاورة .

٣٥. انتقلت موجات خلال نابض طوله ثابت. اجب عن السؤالين التاليين:

a. هل تتغير سرعة الموجات في النابض؟ وضح ذلك.

b. هل يتغير تردد الموجة في النابض؟ وضح ذلك.

الحل:

a. لا تتغير سرعة الموجات ، لأنها تعتمد فقط على الوسط للناقل .

b. يمكن تغيير التردد عن طريق تغيير تردد مولد الموجات .

٣٦. افترض أنك ولدت نبضة خلال حبل، فكيف تقارن موضع نقطة على الحبل قبل وصول النبضة مقارنة بموضع النقطة بعد مرور النبضة؟

الحل:

بمجرد مرور النبضة فإن هذه النقطة تعود تماما كما كانت قبل وصول النبضة .

٣٧. افترض أنك ولدت موجة مستعرضة بهز أحد طرفي نابض جانبيًا، فكيف يكون تردد يدك مقارنة بتردد الموجة؟

الحل:

يكونان متساويين .

٣٨. متى تكون النقاط في موجة في نفس الطور؟ ومتى تكون في حالة اختلاف في الطور؟ أعط مثالًا على كل حالة.

الحل:

تكون النقاط في الطور نفسه إذا كان لها نفس الإزاحة والسرعة المتجهة .
وخلاف ذلك تكون النقاط في حالة اختلاف في الطور . فمثلا تكون قمتان
في الموجة في الطور نفسه أحدهما بالنسبة إلى الأخرى . أما القمة والقاع
فلا يكونان في الطور نفسه أحدهما بالنسبة إلى الآخر .

٣٩. صف العلاقة بين سعة موجة والطاقة التي تحملها.

الحل:

تتناسب الطاقة التي تحملها الموجة طرديا مع مربع سعتها .

٤٠. عندما تمر موجة خلال حد فاصل بين حبل رفيع وآخر سميك كما
في الشكل ١٨-٧ ستتغير سرعتها وطولها الموجي، ولن يتغير ترددها.
فسر لماذا يبقى التردد ثابتا.



الحل:

يعتمد التردد فقط على معدل اهتزاز الحبل الرفيع ، والذي بدوره يؤدي إلى
اهتزاز الحبل السميك بالتردد نفسه .

٤١. ثبتت شريحة فلزية رقيقة من مركزها، ونثر عليها سكر. فإذا نقر على قوس بالقرب منها فإن أحد طرفيها يبدأ في الاهتزاز، ويبدأ السكر في التجمع في مساحات محددة، ويتحرك مبتعدا عن مساحات أخرى. صف هذه المناطق بدلالة الموجات الموقوفة.

الحل:

المساحات الخالية هي مناطق البطون ، حيث يكون فيها أكبر اهتزاز . أما المساحات التي يتجمع فيها السكر فهي مناطق العقد والتي لا يكون عندها اهتزاز .

٤٢. إذا اهتز حبل مشكلا أربعة أجزاء أو أقسام فإنك تستطيع أن تلمس عددا من النقاط عليه دون أن تحدث اضطرابا في حركته. بين عدد هذه النقاط.

الحل:

تتكون موجة موقوفة ، ويتكون خمس نقاط .

٤٣. مرت مقدمات موجات بزاوية من وسط إلى آخر، وتحركت فيه بسرعة مختلفة. صف تغيرين في مقدمات الموجات، وما الذي لم يتغير؟

الحل:

يتغير كل من الطول الموجي واتجاه مقدمات الموجة . أما التردد فلا يتغير .

٤٤. تهتز كرة أعلى وإلى أسفل عند طرف نابض مثبت رأسيا. صف تغيرات الطاقة التي تحدث خلال دورة كاملة. وهل تغيرت الطاقة الميكانيكية الكلية؟

الحل:

تكون طاقة الوضع المرونية عند أسفل الحركة عند قيمتها العظمى ، وطاقة وضع الجاذبية عند قيمتها الصغرى ، والطاقة الحركية صفرا . أما

عند وضع الاتزان فتكون الطاقة الحركية (KE) عند قيمتها العظمى ،
وطاقة الوضع المرونية صفرا . و عند أعلى نقطة في مسار الحركة –
لحظة الارتداد إلى أسفل – تكون الطاقة الحركية (KE) صفرا ، وطاقة
الوضع الجاذبية عند قيمتها العظمى ، وطاقة الوضع المرونية عند قيمتها
العظمى . وتكون الطاقة الميكانيكية الكلية محفوظة .

٤٥ . هل يمكن استخدام ساعة بندول في محطة فضائية دولية تتحرك في
مدارها؟ وضح ذلك.

الحل:

لا ، تكون المحطة الفضائية في حالة سقوط حر ، ولذلك تكون القيمة
الظاهرية لثابت الجاذبية g صفرا ، ولا يتأرجح البندول .

٤٦ . افترض أنك أمسكت قضيبا فلزيا طوله 1 m ، وضربت أحد طرفيه
بمطرقة، في اتجاه مواز لطوله ثانيا. صف الموجات المتولدة في الحالتين.

الحل:

تتولد في الحالة الأولى موجات طولية ، أما في الحالة الثانية فتتولد موجات
مستعرضة .

٤٧ . افترض أنك غمست إصبعك بشكل متكرر في حوض مملوء بالماء
لتوليد موجات دائرية، فماذا يحدث لطول الموجة إذا حركت إصبعك
بسرعة؟

الحل:

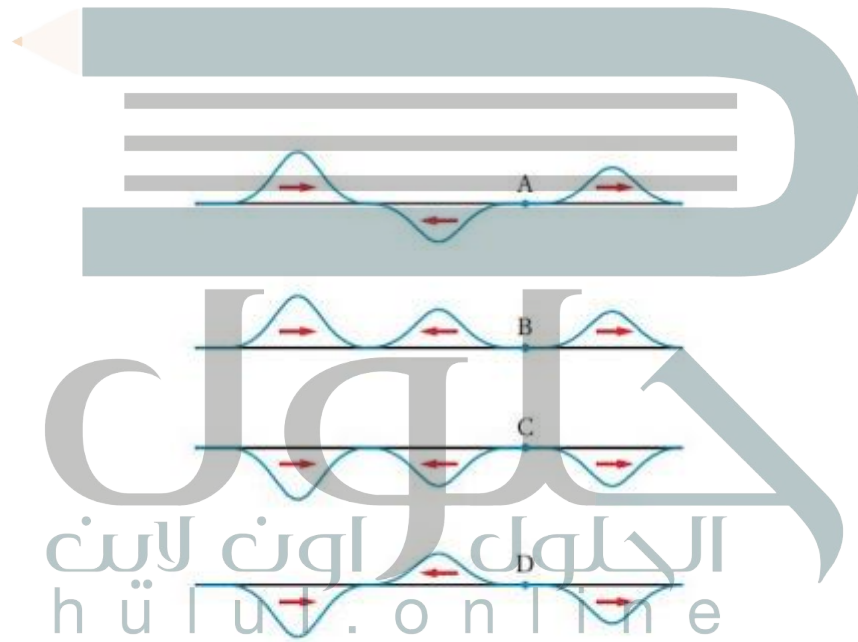
يزداد تردد الموجات ، وتبقى السرعة نفسها ، ويقل الطول الموجي .

٤٨. افترض أنك أحدثت نبضة واحدة في نابض مشدود، فما الطاقة التي يتطلبها إحداث نبضة لها ضعف السعة؟

الحل:

تقريبا أربعة أضعاف الطاقة .

٤٩. تكون النبضة اليسرى في كل واحدة من الموجات الموضحة في الشكل ٧-١٩ أدناه هي النبضة الأصلية، وتتحرك إلى اليمين، وتكون النبضة التي في المركز هي النبضة المنعكسة، بينما تكون النبضة اليمنى هي النبضة النافذة. صف صلابة الحد الفاصل عند النقاط A, B, C, D .



الشكل 7-19

الحل:

يكون الحد الفاصل A أكثر صلابة ، أما الحد الفاصل B فيكون أقل صلابة ، ويكون الحد الفاصل C أقل صلابة ، ويكون الحد الفاصل D أكثر صلابة

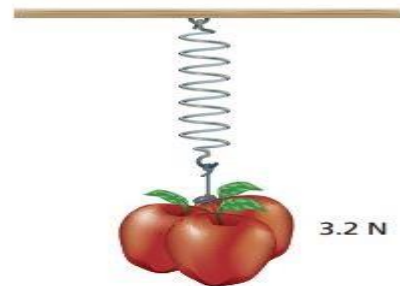
٥٠. ماصات الصدمات إذا كان ثابت كل نابض من نوابض سيارة وزنها ١٢٠٠ N يساوي ٢٥٠٠٠ N/m. فكم ينضغط كل نابض إذا حملت السيارة برقع وزنها؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 F &= kx, \\
 x &= \frac{F}{k} \\
 &= \frac{\left(\frac{1}{4}\right)(12,000 \text{ N})}{25,000 \text{ N/m}} \\
 &= 0.12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

الحل اون لاين
 hulul.online

٥١. إذا استطال نابض مسافة ٠,١٢ m عندما علق في أسفله عدد من التفاحات وزنها ٣,٢ N كما في الشكل ٢٠-٧. فما مقدار ثابت النابض؟



الشكل ٢٠-٧

الحل:

$$F = kx,$$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{3.2 \text{ N}}{0.12 \text{ m}} = 27 \text{ N/m}$$

٥٢. قاذفة الصواريخ تحتوي لعبة قاذفة الصواريخ على نابض ثابتته يساوي ٣٥ N/m. ما المسافة التي يجب أن ينضغطها النابض حتى يخزن طاقة مقدارها ١,٥ ج؟

الحل:

$$PE_{sp} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$x = \sqrt{\frac{2PE_{sp}}{k}} = \sqrt{\frac{(2)(1.5 \text{ J})}{35 \text{ N/m}}} = 0.29 \text{ m}$$

٥٣. ما مقدار طاقة الوضع المخزنة في نابض عندما يستطيل مسافة ١٦ cm علما بأن مقدار ثابتته يساوي ٢٧ m/s؟

الحل:

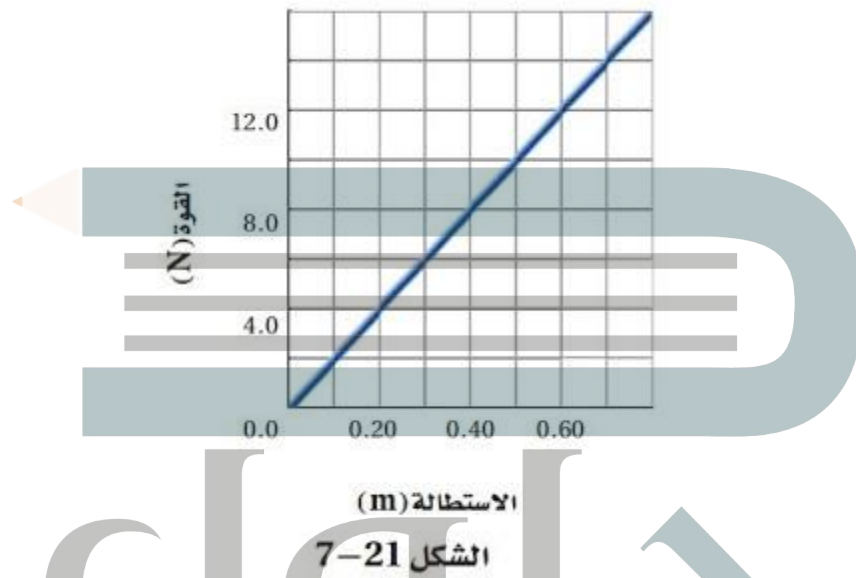
$$PE_{sp} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(27 \text{ N/m})(0.16 \text{ m})^2 = 0.35 \text{ J}$$

٥٤. يبين الشكل ٧-٢١ العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار استطالته. احسب مقدار:

a. ثابت النابض.

b. الطاقة المخزنة في النابض عندما يستطيل ويصبح طوله ٠,٥ m.



الحل:

a.

$$\begin{aligned}
 k &= \text{الميل} \\
 &= \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{12.0 \text{ N} - 4.0 \text{ N}}{0.6 \text{ m} - 0.2 \text{ m}} \\
 &= 20 \text{ N/m}
 \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned}
 PE_{\text{sp}} &= \frac{1}{2} kx \\
 &= \left(\frac{1}{2} \right) (0.500 \text{ m}) (10.0 \text{ N}) = 2.50 \text{ J}
 \end{aligned}$$

٥٥. موجات المحيط إذا كان طول موجة محيطية 12.0 m ، وتمر بموقع ثابت كل 3.0 s ، فما سرعة الموجة؟

الحل:

$$v = \lambda f = \lambda \left(\frac{1}{T} \right) = (12.0 \text{ m}) \left(\frac{1}{3.0 \text{ s}} \right)$$

$$= 4.0 \text{ m/s}$$

٥٦. تنتقل موجة ماء في بركة مسافة 3.4 m في 1.8 s . فإذا كان الزمن الدوري للاهتزازة الواحد يساوي 1.1 s ، فاحسب مقدار:

b. الطول الموجي لهذه الموجات.

الحل:

a.

$$v = \frac{d}{t} = \frac{3.4 \text{ m}}{1.8 \text{ s}} = 1.9 \text{ m/s}$$

b.

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

$$= (1.9 \text{ m/s})(1.1 \text{ s})$$

$$= 2.1 \text{ m}$$

٥٧. السونار يرسل سونار (جهاز يكشف المواقع تحت سطح الماء عن طريق الصدى) في الماء إشارة ترددها $1.00 \times 10^6 \text{ Hz}$ وطولها الموجي يساوي 1.50 mm . احسب مقدار:

- سرعة الإشارة في الماء.
- الزمن الدوري للإشارة في الماء.
- الزمن الدوري للإشارة في الهواء.

الحل:

a.

$$\begin{aligned}
 v &= \lambda f \\
 &= (1.50 \times 10^{-3} \text{ m})(1.00 \times 10^6 \text{ Hz}) \\
 &= 1.50 \times 10^3 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{f} = \frac{1}{1.00 \times 10^6 \text{ Hz}} \\
 &= 1.00 \times 10^{-6} \text{ s}
 \end{aligned}$$

c.

$$1.00 \times 10^{-6} \text{ s}$$

الزمن الدوري و التردد لا يتغيران

٥٨. جلس عمر وطارق بعد السباحة على شاطئ بركة، وقدرا المسافة الفاصلة بين قاع الموجة السطحية وقمتها بمقدار 3.0m ، فإذا عدا ١٢ قمة مرت بالشاطئ خلال ٢٠,٠s ، فاحسب سرعة انتشار الموجات.

الحل:

$$\lambda = (2)(3.0 \text{ m}) = 6.0 \text{ m}$$

$$f = \frac{12 \text{ waves}}{20.0 \text{ s}} = 0.60 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda f$$

$$= (6.0 \text{ m})(0.60 \text{ Hz})$$

$$= 3.6 \text{ m/s}$$

٥٩. الزلزال إذا كانت سرعة الموجات المستعرضة الناتجة عن زلزال ٨,٩k/m وسرعة الموجات الطولية ٥,١ km/s ، وسجل جهاز السيزموجراف زمن وصول الموجات المستعرضة قبل وصول الموجات الطولية ب ٦٨s ، فكم يبعد مركز الزلزال؟

الحل:

$$t = \frac{v_L \Delta t}{v_T - v_L}$$

$$t = \frac{(5.1 \text{ km/s})(68 \text{ s})}{8.9 \text{ km/s} - 5.1 \text{ km/s}} = 91 \text{ s}$$

بعد المركز الزلزال :

$$\begin{aligned}
 d_T &= v_T t = (8.9 \text{ km/s})(91 \text{ s}) \\
 &= 8.1 \times 10^2 \text{ km}
 \end{aligned}$$

٦٠. إذا كانت سرعة الموجة في وتر طوله ٦٣ cm تساوي ٢٦٥ m/s ، وقد حركته من مركزه بسحبه إلى أعلى ثم تركته، فتحركت نبضة في الاتجاهين، ثم انعكست النبضتان عند نهايتي الوتر:

a. فما الزمن الذي تحتاج إليه النبضة حتى تصل طرف الوتر ثم تعود إلى مركزه؟

b. هل يكون الوتر أعلى موضع سكونه أم أسفله عندما تعود النبضتان؟

c. إذا حركت الوتر من نقطة تبعد ١٥ cm عن أحد طرفيه فأين تلنقي النبضتان؟

الحل:

a.

$$d = \frac{(2)(63 \text{ cm})}{2} = 63 \text{ cm}$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{0.63 \text{ m}}{265 \text{ m/s}} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

تنقلب النبضات عندما تنعكس عن وسط أكثر صلابة ، لذلك يكون b. اتجاه النبضة المنعكسة إلى أسفل .

c. من الطرف الآخر . 15 cm

٦١. ما الزمن الدوري لبندول طوله 1.4 m ؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\
 &= 2\pi \sqrt{\frac{1.4 \text{ m}}{9.80 \text{ m/s}^2}} = 2.4 \text{ s}
 \end{aligned}$$

٦٢. موجات الراديو تبث إشارات راديو -Am بترددات بين 550 kHz و 1600 kHz وتنتقل بسرعة $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، أجب عما يلي:

- ما مدى الطول الموجي لهذه الإشارات؟
- إذا كان مدى ترددات FM بين 88 MHz (ميغا Hz) و 108 MHz وتنتقل بالسرعة نفسها، فما مدى الطول الموجي لموجات FM؟

الحل:

a.

$$v = \lambda f$$

$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.5 \times 10^5 \text{ Hz}}$$

$$= 550 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.6 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$= 190 \text{ m}$$

المدى من 190 m إلى 550 m.

b.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.8 \times 10^7 \text{ Hz}}$$

$$= 3.4 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.08 \times 10^8 \text{ Hz}}$$

$$= 2.8 \text{ m}$$

المدى من 2,8 m إلى 3,4 m.

المدى من 2,8 m إلى 3,4 m.

٦٣. **القفز بالحبل المطاطي** قفز لاعب من منطاد على ارتفاع عال بواسطة حبل نجاة قابل للاستطالة طوله ٥٤٠ m، وعند اكتمال القفزة كان اللاعب معلقا بالحبل الذي أصبح طوله ١٧١٠ m. ما مقدار ثابت النابض لحبل النجاة إذا كانت كتلة اللاعب 68kg ؟

$$k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{(68 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{1710 \text{ m} - 540 \text{ m}}$$

$$= 0.57 \text{ N/m}$$

٦٤. **تأرجح جسر** يتأرجح طارق وحسن على جسر بالحبال فوق أحد الأنهار، حيث يربطان حبالهما عند إحدى نهايتي الجسر، ويتأرجحان عدة دورات جيئة وذهاباً، ثم يسقطان في النهر. أجب عن الأسئلة التالية:

a. إذا استخدم طارق حبالاً طوله 10.0 m ، فما الزمن الذي يحتاج إليه حتى يصل قمة الدورة في الجانب الآخر من الجسر؟

b. إذا كانت كتلة حسن تزيد 20 kg على كتلة طارق، فكم تتوقع أن يختلف الزمن الدوري لحسن عما هو لطارق؟

c. أي نقطة في تكون عندها KE أكبر ما يمكن؟

d. أي نقطة في تكون عندها PE أكبر ما يمكن؟

e. أي نقطة في تكون عندها KE أقل ما يمكن؟

f. أي نقطة في تكون عندها PE أقل ما يمكن؟

$$\text{swing to peak} = \frac{1}{2} T$$

$$= \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \pi \sqrt{\frac{10.0 \text{ m}}{9.80 \text{ m/s}^2}} = 3.17 \text{ s}$$

b. لن يكون هناك اختلاف .

c. عند أسفل التآرجح

d. عند قمة التآرجح

e. عند قمة التآرجح

f. عند أسفل التآرجح

٦٥. نوابض السيارات إذا أضيفت حمولة مقدارها ٤٥ kg إلى صندوق سيارة صغيرة جديدة، ينضغط النابضان الخلفيان مسافة إضافية مقدارها ١٠ cm ، احسب المقدار:

a. ثابت النابض لكل من النابضين الخلفيين.

b. طاقة الوضع الإضافية المختزنة في كل من النابضين الخلفيين بعد تحميل صندوق السيارة.

الحل:

a.

$$F = mg = (45 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 440 \text{ N}$$

$$\text{قوة النابض} = 220 \text{ N}$$

$$F = kx, k = \frac{F}{x}$$

$$k = \frac{220 \text{ N}}{0.010 \text{ m}} = 22,000 \text{ N/m}$$

b.

$$\begin{aligned}
 PE &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 &= \left(\frac{1}{2}\right)(22,000 \text{ N/m})(0.010 \text{ m})^2 \\
 &= 1.1 \text{ J}
 \end{aligned}$$

٦٦. **حلل واستنتج** إذا لزمتم قوة مقدارها 20 N لأحداث استطالة في نابض مقدارها 0.5 m ، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار ثابت النابض؟

b. ما مقدار الطاقة المخزنة في النابض؟

c. لماذا لا يكون الشغل المبذول لإطالة النابض مساوياً لحاصل ضرب القوة في المسافة، أو 10 J ؟

الحل:

a.

$$F = kx$$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{20 \text{ N}}{0.5 \text{ m}} = 40 \text{ N/m}$$

b.

$$\begin{aligned}
 PE_{\text{sp}} &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 &= \left(\frac{1}{2}\right)(40 \text{ N/m})(0.5 \text{ m})^2 = 5 \text{ J}
 \end{aligned}$$

c. القوة غير ثابتة في أثناء انضغاط النابض . ويعطي حاصل ضرب متوسط القوة $N \cdot 10$ في المسافة الشغل الصحيح .

٦٧. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها علقت عدة كتل في نهاية نابض، وقيست الزيادة في طول النابض. ويبين الجدول ١-٧ المعلومات التي تم الحصول عليها.

الجدول ١-٧	
الأوزان المعلقة في النابض	
الاستطالة x (m)	القوة F (N)
0.12	2.5
0.26	5.0
0.35	7.5
0.50	10.0
0.60	12.5
0.71	15.0

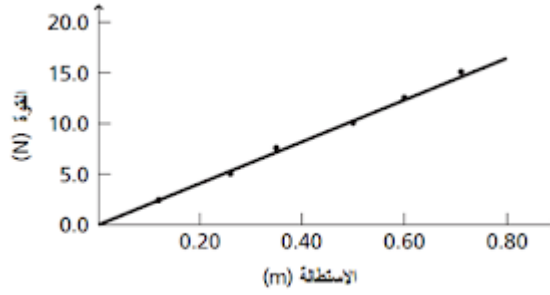
a. مثل بيانيا القوة المؤثرة في النابض مقابل الاستطالة في النابض، على أن ترسم القوة على المحور y .

b. احسب ثابت النابض من الرسم البياني.

c. استخدم الرسم البياني في إيجاد طاقة الوضع المرونية المختزنة في النابض عندما يستطيل مسافة ٠,٥٠ .

الحل:

a.



b.

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{15.0 \text{ N} - 2.5 \text{ N}}{0.71 \text{ m} - 0.12 \text{ m}} = 21 \text{ N/m}$$

c.

$$PE_{sp} = \text{المساحة} = \frac{1}{2}bh$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(0.50 \text{ m})(10.0 \text{ N})$$

$$= 2.5 \text{ J}$$

٦٨. **تطبيق المفاهيم** تتكون تموجات ترابية في الغالب على الطرق الترابية، ويكون بعضها متباعد عن بعض بصورة منتظمة، كما تكون هذه التموجات عمودية على الطريق كما في الشكل ٢٢-٧. وينتج هذا التموج بسبب حركة معظم السيارات بالسرعة نفسها واهتزاز النوابض المتصلة بعجلات السيارة بالتردد نفسه. فإذا كان بعد التموجات بعضها عن بعض ١,٥ m، وتتحرك السيارات على هذا الطريق بسرعة ٥ m/s فما تردد اهتزاز نوابض السيارة ؟



الشكل 22-7

الحل:

$$v = \lambda f$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5 \text{ m/s}}{1.5 \text{ m}} = 3 \text{ Hz}$$

٦٩. بحث درس العالم كريستيان هويجنز الموجات، وحدث خلاف بينه وبين نيوتن حول طبيعة الضوء. قارن بين تفسير كل منهما لظواهر الانعكاس والانكسار. أي النموذجين تؤيد؟ ولماذا؟

الحل:

وضع هويجنز النظرية الموجية للضوء. أما نيوتن فقد وضع النظرية الجسيمية للضوء. ويمكن تفسير قانون الانعكاس باستخدام النظريتين، أما في تفسير قانون الانكسار فهما متناقضتان.

٧٠. تقطع سيارة سباق كتلتها 1400 kg مسافة 402 m خلال 9.8 s . فإذا كانت سرعتها النهائية 112 m/s ، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار الطاقة الحركية النهائية للسيارة؟

b. ما أقل مقدار من الشغل بذله محرك السيارة؟

c. ما مقدار التسارع المتوسط للسيارة؟

الحل:

a.

$$\begin{aligned} KE &= \frac{1}{2}mv^2 \\ &= \left(\frac{1}{2}\right)(1400 \text{ kg})(112 \text{ m/s})^2 \\ &= 8.8 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

b. أقل مقدار من الشغل يجب أن يساوي الطاقة الحركية (KE) ،
أي $8.8 \times 10^6 \text{ J}$

c.

$$\begin{aligned} \bar{a} &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ &= \frac{112 \text{ m/s}}{9.8 \text{ s}} \\ &= 11 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. ما قيمة ثابت نابض يخزن طاقة وضع مقدارها ٨,٦٧ عندما يستطيل مسافة ٢٤٧ mm ؟

A. ٧٠,٢ N/m

B. ٧١,١ N/m

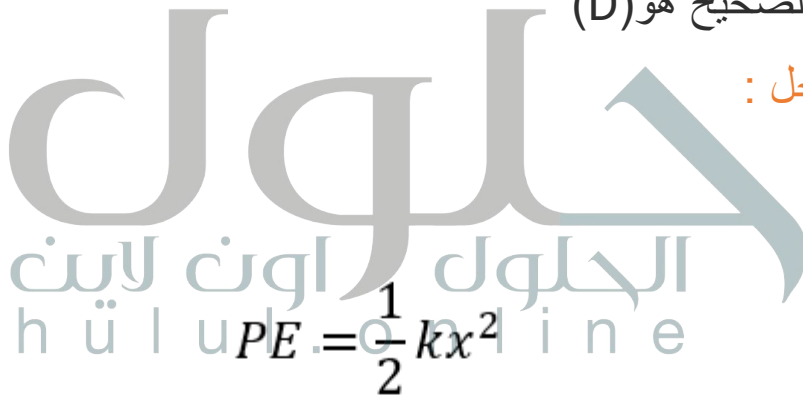
C. ١٤٢ N/m

D. ٢٨٤ N/m

الحل:

الاختيار الصحيح هو (D)

طريقة الحل :

 **حلول**
الجلول اون لاين
hulul.online

$$PE = \frac{1}{2} kx^2$$

$$k = \frac{2PE}{x^2}$$

$$k = \frac{2(8.67)}{(0.247)^2}$$

$$k = 284 \text{ N/m}$$

٢. ما مقدار القوة المؤثرة في نابض له ثابت مقداره 275 N/m ويستطيل مسافة $14,3 \text{ cm}$.

A. $2,81 \text{ N}$

B. $19,2 \text{ N}$

C. $39,3 \text{ N}$

D. $3,39 \times 10^3 \text{ N}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو (C)

طريقة الحل:

$$F = kx$$

$$F = (275 \times 0.143)$$

$$F = 39.3 \text{ N}$$

الجلول اون لاين
hulul.online

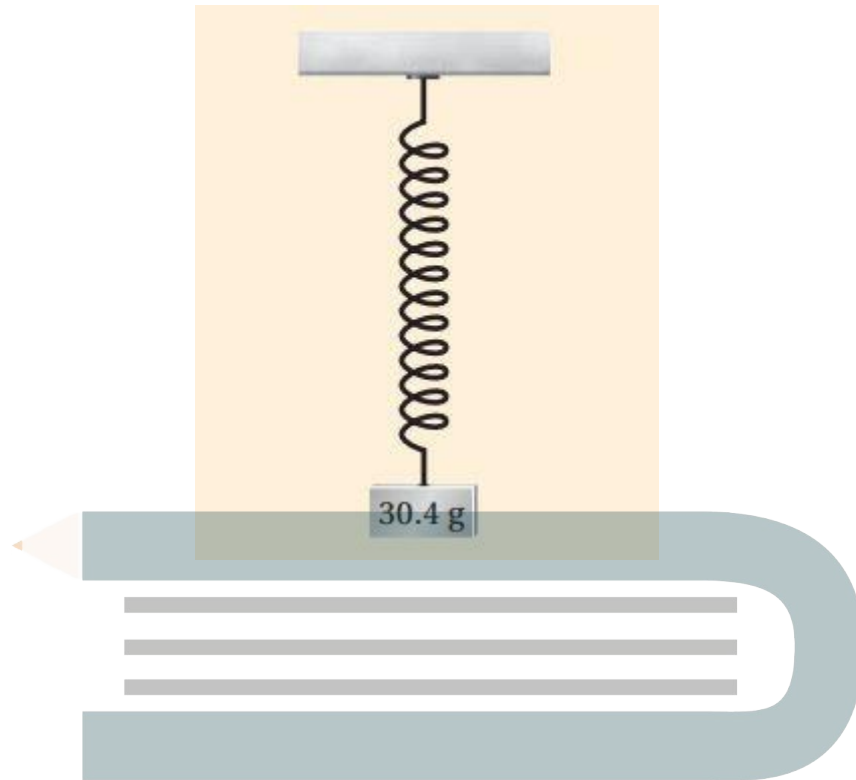
٣. إذا علقت كتلة في نهاية نابض فاستطال $0,85 \text{ m}$ كما في الشكل أدناه، فما مقدار ثابت النابض؟

A. $0,25 \text{ N/m}$

B. $0,35 \text{ N/m}$

C. 26 N

D. $3,5 \times 10^2 \text{ N/m}$



الحل:

الاختيار الصحيح هو (B)

طريقة الحل:

حلول
الجلول اون لاين
hulul.online

$$F = kx$$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{(30.4/1000) \times 9.80}{0.85} \\ = 0.35 \text{ N/m}$$

٤. يسحب نابض بابا لكي يغلقه. ما مقدار الشغل المبذول عندما يسحب النابض الباب بسرعة ثابتة بحيث تتغير استطالة النابض من ٨٥,٠ cm إلى ٥,٠ cm، علما بأن ثابت النابض ٣٥٠ N/m؟

A. ١١٢ N.m

B. ١٣٠ J

C. ٢٢٤ N.m

D. ١,١٢ × ١٠^٣ N/m

الحل:

الاختيار الصحيح هو (A)

طريقة الحل :

$$KE = \frac{1}{2} kx^2$$

$$KE = \frac{1}{2} 350(0.85 - 0.05)^2$$

$$W = KE = 112 \text{ N.m}$$

٥. ما الترتيب الصحيح لمعادلة الزمن الدوري لبندول بسيط لحساب طوله؟

$$l = \frac{4\pi^2 g}{T^2} \cdot A$$

$$l = \frac{gT}{4\pi^2} \cdot B$$

$$l = \frac{T^2 g}{(2\pi)^2} \cdot C$$

$$l = \frac{Tg}{2\pi} \cdot D$$

الحل:

الاختيار الصحيح هو (C)

٦. ما تردد موجة زمنها الدوري ٣s؟

$$0.3 \text{ Hz} \cdot A$$

$$30 \text{ Hz} \cdot B$$

$$\frac{\pi}{3} \text{ Hz} \cdot C$$

$$3 \text{ Hz} \cdot D$$

الحل:

الاختيار الصحيح هو (A)

طريقة الحل :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3} = 0.3 \text{ Hz}$$

٧. أي الخيارات التالية يصف الموجة الموقوفة؟

الموجات	الاتجاه	الوسط
متطابقة	نفسه	نفسه
غير متطابقة	متعاكس	مختلف
متطابقة	متعاكس	نفسه
غير متطابقة	نفسه	مختلف

A

B

C

D

الحل:
 الاختيار الصحيح هو (C)

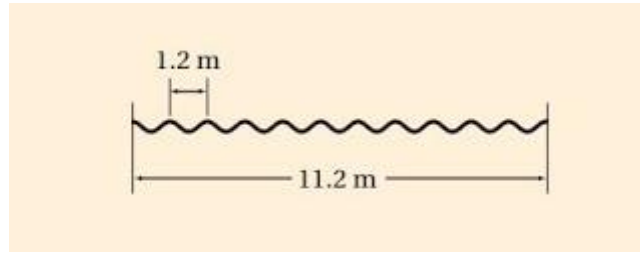
٨. تحركت موجة طولها ١,٢m مسافة ١١,٢m في اتجاه جدار، ثم ارتدت عنه وعادت ثانية خلال ٤s ما تردد الموجة؟

A. ٠,٢ Hz

B. ٢ Hz

C. ٥ Hz

D. ٩ Hz



الحل:

الاختيار الصحيح هو (C)

طريقة الحل :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{11.2}{2} = 5.6 \text{ m/s}$$

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

$$f = \frac{5.6}{1.2} = 4.66 = 5 \text{ Hz}$$

٩. ما طول بندول بسيط زمنه الدوري ٤,٨٩ s ؟

A. ٥,٩٤ m

B. ١١,٩ m

C. ٢٤,٠ m

D. 37,3 m

الحل:

الاختيار الصحيح هو (A)

طريقة الحل :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi \frac{l^2}{g^2}$$

$$T g^2 = 2\pi l^2$$

$$l^2 = \frac{T g^2}{2\pi}$$

$$l = \frac{T^2 g}{(2\pi)^2}$$

$$l = \frac{4.98^2 \times 9.80}{(2\pi)^2}$$

$$l = 5.94 \text{ m}$$

الحل
 الحل اون لاين
 hulul.online

١٠. استخدم تحليل الوحدات للمعادلة $kx = mg$ لاشتقاق وحدة k .

الحل:

$$k = \frac{mg}{x}$$
$$k = \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{m}$$

ولأن $1 N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$ فإنه يمكنك تعويض $1N$ في بسط المعادلة السابقة
للتوصل إلى $k = \frac{N}{m}$.

