

مسائل تدريبية

1-7 الحركة الدورية (صفحة 14-9)

صفحة 12

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

$$F = kx$$

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

2. ما مقدار طاقة الوضع المرونية المخزنة في نابض عند ضغطه مسافة 16.5 cm، إذا كان ثابت النابض له يساوي 144 N/m؟

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

$$= \frac{1}{2} (144 \text{ N/m})(0.165 \text{ m})^2 = 1.96 \text{ J}$$

3. ما المسافة التي يستطيلها نابض حتى يخزن طاقة وضع مرونية مقدارها 48 J، إذا كان ثابت النابض له يساوي 256 N/m؟

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

$$x = \sqrt{\frac{2PE_{sp}}{k}} = \sqrt{\frac{(2)(48 \text{ J})}{256 \text{ N/m}}} = 0.61 \text{ m}$$

صفحة 13

4. ما طول بندول موجود على سطح القمر، حيث $g = 1.6 \text{ m/s}^2$ حتى يكون الزمن الدوري له 2.0 s؟

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

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

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

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

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

مراجعة القسم

1-7 الحركة الدورية (صفحة 14-9)

صفحة 14

6. 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 - اعتماداً على الرسم البياني - ما إذا كان الشريط المطاطي يحقق قانون هوك أم لا؟

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

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

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

لذا فإن

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}$$

لتضاعفة الزمن الدوري

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = 2$$

لذا فإن

$$\frac{l_2}{l_1} = 4$$

يجب مضاعفة طول البندول أربع مرات.

ولتقليل الزمن الدوري للبندول إلى النصف

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{1}{2}$$

لذا فإن

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{1}{4}$$

يجب تقليل طول البندول ليساوي ربع طوله الأصلي.

تابع الفصل 7

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

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

$$\frac{PE_1}{PE_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$$

$$= \frac{(0.40 \text{ m})^2}{(0.20 \text{ m})^2} = 4.0$$

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

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

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

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

الحركتان دوريتان إلا أنه 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.

مسائل تدريبية

7-2 خصائص الموجات (صفحة 20-15)

صفحة 20

11. أطلق فادي صوتاً عاليًا في اتجاه جرف رأسي يبعد 465 m عنه، وسمع الصدى بعد 2.75 s. احسب مقدار:

a. سرعة صوت فادي في الهواء.

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

b. تردد موجة الصوت إذا كان طولها الموجي يساوي 0.750 m.

$$v = \lambda f$$

لذا فإن

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

c. الزمن الدوري للموجة.

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

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

تهز الحبل بتردد صغير؛ وذلك لأن الطول الموجي يتناسب عكسيًا مع التردد.

13. ولّد مصدرٌ في حبل اضطرابًا تردّده 6.00 Hz، فإذا كانت سرعة الموجة المستعرضة في الحبل 15.0 m/s، فما طولها الموجي؟

$$v = \lambda f$$

لذا فإن

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

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

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

لذا فإن

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

$$\lambda = vT$$

لذا فإن

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

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

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

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

مراجعة القسم

7-2 خصائص الموجات (صفحة 20-15)

صفحة 20

15. السرعة في أوساط مختلفة إذا سحب أحد طرفي نابض، هل تصل النبضة إلى طرفه الآخر في اللحظة نفسها؟ ماذا يحدث لو سحب حبلًا؟ ماذا يحدث عند ضرب طرف قضيب حديدي؟ قارن بين سرعة انتقال النبضات في المواد الثلاث.

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.

16. خصائص الموجة إذا ولدت موجة مستعرضة في حبل عن طريق هز يدك وتحريكها من جانب إلى آخر، ثم بدأت تهز الحبل أسرع من دون تغيير المسافة التي تتحركها يدك، فماذا يحدث لكل من: السعة، والطول الموجي، والتردد، والزمن الدوري، وسرعة الموجة؟

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

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

اربط قطعة من الصوف في مكان ما بالقرب من منتصف الحبل، 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 فإن قطعة الصوف تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل، ولكنها تبقى في المكان نفسه على الحبل.

18. الموجات الطولية صف الموجات الطولية. وما أنواع الأوساط التي تنقل الموجات الطولية؟

تهتز دقائق الوسط، في الموجات الطولية، في اتجاه مواز لاتجاه حركة الموجة. وتسمح الأوساط جميعها تقريبًا للموجات الطولية بالانتقال خلالها سواء أكانت أوساطًا صلبة أم سائلة أم غازية.

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

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.

مراجعة القسم

7-3 سلوك الموجات (صفحة 25-21)

صفحة 25

20. 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؟ لا يتغير التردد، في حين يتغير كل من السعة والطول الموجي والسرعة عندما تعبر الموجة وسطًا جديدًا. أما الاتجاه فقد يتغير أو لا يتغير، وذلك اعتمادًا على الاتجاه الأصلي للموجة.

21. انكسار الموجات لاحظ الشكل a 17-7، وبين كيف يتغير اتجاه الموجة عندما تمر من وسط إلى آخر. وهل يمكن أن تعبر موجة في بعدين حدًا فاصلًا بين وسطين دون أن يتغير اتجاهها؟ وضح ذلك.

نعم، إذا سقطت الموجة عمودياً على الحد الفاصل، أو إذا كان لها السرعة نفسها في الوسطين.

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

يزيد عدد العقد دائمًا واحدة على عدد البطون.

23. التفكير الناقد هناك طريقة أخرى لفهم انعكاس الموجات، وهي أن تغطي الطرف الأيمن لكل رسم في الشكل 13a-7 بقطعة ورق، على أن يكون طرف الورقة موجودًا 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 13b-7.

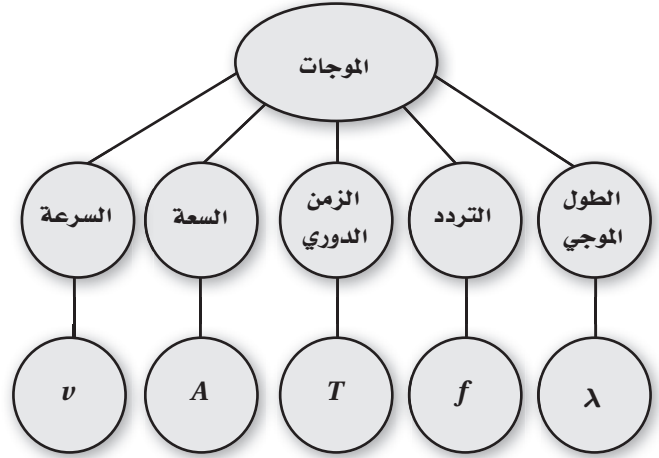
الشكل 13a-7 يسلك سلوك جدار صلب؛ لأن الموجة المنعكسة منقلبة. أما الشكل 13b-7 فيسلك سلوك النهاية المفتوحة؛ لأن الحد الفاصل بطن، والموجة المنعكسة غير منقلبة.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 30

24. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات والرموز التالية: السعة، التردد، v , λ , T .



إتقان المفاهيم

صفحة 30-31

25. ما الحركة الدورية؟ أعط ثلاثة أمثلة عليها. (7-1)

الحركة الدورية حركة تعيد نفسها في دورة منتظمة. ومن الأمثلة عليها: اهتزاز نابض، وتأرجح بندول بسيط، والحركة الدائرية المنتظمة.

26. ما الفرق بين الزمن الدوري والتردد؟ وكيف يرتبطان؟ (7-1)

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

27. إذا حقق نابض قانون هوك؛ فكيف يكون سلوكه؟ (7-1)

ينضغط النابض مسافة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة فيه.

28. كيف يمكن أن نستخلص من رسم بياني للقوة والإزاحة لنابض ما قيمة ثابت النابض؟ (7-1)

ثابت النابض يساوي ميل العلاقة البيانية بين F و x .

29. كيف يمكن أن نستخلص من الرسم البياني للقوة والإزاحة طاقة الوضع في نابض ما؟ (7-1)

طاقة الوضع تساوي المساحة تحت منحنى العلاقة بين F و x .

30. هل يعتمد الزمن الدوري لبندول على كتلة ثقله؟ وهل يعتمد على طول خيطه؟ وعلامة يعتمد الزمن الدوري للبندول أيضاً؟ (7-1)

لا يعتمد على كتلة ثقله، ويعتمد على طول خيطه، وتسارع الجاذبية الأرضية g .

31. ما الطرائق العامة لانتقال الطاقة؟ أعط مثالين على كل منها. (7-2)

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

32. ما الفرق الرئيس بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية؟ (7-2)

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

33. ما الفرق بين كلٍّ من: الموجة المستعرضة، والموجة الطولية والموجة السطحية؟ (7-2)

تسبب الموجات المستعرضة اهتزاز جسيمات الوسط 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.

34. ما الفرق بين النبضة الموجية والموجة الدورية؟ (7-2)

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

35. انتقلت موجات خلال نابض طوله ثابت. أجب عن السؤالين التاليين: (7-2)

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

لا تتغير سرعة الموجات؛ لأنها تعتمد فقط على الوسط الناقل.

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

يمكن تغيير التردد عن طريق تغيير تردد توليد الموجات.

36. افترض أنك ولدت نبضة خلال حبل، فكيف تقارن موضع نقطة على الحبل قبل وصول النبضة بموضعها بعد مرور النبضة؟ (7-2)

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

تابع الفصل 7

43. مرّت مقدمات موجات بزاوية من وسط إلى آخر، وتحركت فيه بسرعة مختلفة. صف تغيرين في هذه المقدمات، وما الذي لم يتغير؟ (7-3)

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

تطبيق المفاهيم

صفحة 31

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

تكون طاقة الوضع المرونية عند أسفل الحركة عند قيمتها العظمى، وطاقة الوضع الجاذبية عند قيمتها الصغرى، والطاقة الحركية صفراً. أما عند وضع الاتزان فتكون الطاقة الحركية (KE) عند قيمتها العظمى، وطاقة الوضع المرونية صفراً. أما عند أعلى نقطة في مسار الحركة — لحظة الارتداد إلى أسفل — فتكون الطاقة الحركية (KE) صفراً، وتكون كل من طاقة الوضع الجاذبية وطاقة الوضع المرونية عند قيمتها العظمى، وتكون الطاقة الميكانيكية الكلية محفوظة.

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

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

46. افترض أنك أمسكت قضيباً فلزياً طوله 1 m، وضربت أحد طرفيه بمطرقة، في اتجاه مواز لطوله أولاً، ثم في اتجاه يصنع زاوية قائمة مع طوله ثانياً. صف الموجات المتولدة في الحاليتين.

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

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

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

48. افترض أنك أحدثت نبضة واحدة في نابض مشدود، فما الطاقة التي يتطلبها إحداث نبضة لها ضعف السعة؟ أربعة أضعاف الطاقة تقريباً.

37. افترض أنك ولدت موجة مستعرضة بهزّ أحد طرفي نابض جانبيّاً، فكيف يكون تردد يدك مقارنة بتردد الموجة؟ (7-2) يكونان متساويين.

38. متى تكون النقاط في موجة في الطور نفسه؟ ومتى تكون في حالة اختلاف في الطور؟ أعط مثلاً على كل حالة. (7-2)

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

39. صف العلاقة بين سعة موجة والطاقة التي تحملها. (7-2) تتناسب الطاقة التي تحملها الموجة طردياً مع مربع سعتها.

40. عندما تمر موجة خلال حد فاصل بين حبل رفيع وآخر سميك، كما في الشكل 18-7، ستتغير سرعتها وطولها الموجي، ولن يتغير ترددها. فسر لماذا يبقى التردد ثابتاً. (7-3)



الشكل 18-7

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

41. تُثبت شريحة فلزية رقيقة من مركزها، وتُثر عليها سكر. فإذا نقر على قوس بالقرب منها فإن أحد طرفيها يبدأ في الاهتزاز، ويبدأ السكر في التجمع في مساحات محدّدة، ويتحرك مبتعداً عن مساحات أخرى. صف هذه المناطق بدلالة الموجات الموقوفة. (7-3)

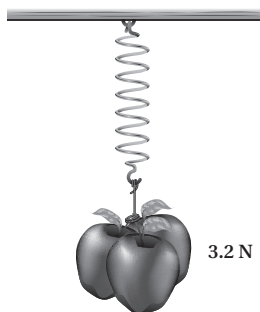
المساحات الخالية هي مناطق البطن؛ حيث يكون فيها أكبر اهتزاز. أما المساحات التي يتجمع فيها السكر فهي مناطق العقد التي لا يكون عندها اهتزاز.

42. إذا اهتز حبل مشكلاً أربعة أجزاء أو أقسام فإنك تستطيع أن تلمس عدداً من النقاط عليه دون أن تحدث اضطراباً في حركته. بين عدد هذه النقاط. (7-3)

تتكوّن موجة موقوفة، ويمكن أن تلمس الحبل عند أي نقطة من العقد الخمس.

تابع الفصل 7

51. إذا استطال نابض مسافة 0.12 m عندما علّق في أسفله عدد من التفاحات وزنها 3.2 N كما في الشكل 7-20، فما مقدار ثابت النابض؟



الشكل 7-20 ■

$$F = kx$$

لذا فإن

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

52. قاذفة الصواريخ تحتوي لعبة قاذفة الصواريخ على نابض ثابتة يساوي 35 N/m. ما المسافة التي يجب أن ينضغطها النابض حتى يخزن طاقة مقدارها 1.5 J؟

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

لذا فإن

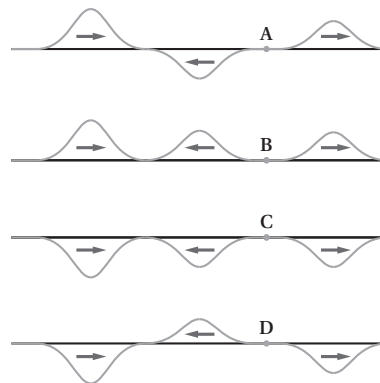
$$x = \sqrt{\frac{2PE_{sp}}{k}} = \sqrt{\frac{(2)(1.5 \text{ J})}{35 \text{ N/m}}} = 0.29 \text{ m}$$

53. ما مقدار طاقة الوضع المختزنة في نابض عندما يستطيل مسافة 16 cm علماً بأن مقدار ثابتته يساوي 27 N/m؟

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

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

49. تكون النبضة اليسرى في كل واحدة من الموجات الموضحة في الشكل 7-19 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 ■

يكون كل من الحدين الفاصلين A و D أكثر صلابة؛ أما الحدين الفاصلان، B و C فيكونان أقل صلابة.

إتقان حل المسائل

صفحة 31-32

7-1 الحركة الدورية

صفحة 31-32

50. ماصّات الصدمات إذا كان ثابت كل نابض من نوابض سيارة وزنها 1200 N يساوي 25000 N/m. فكم ينضغط كل نابض إذا حُمّلت السيارة برّبع وزنها؟

$$F = kx$$

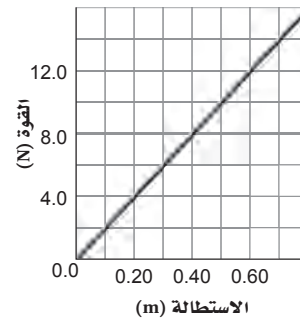
لذا فإن

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

$$x = \frac{\left(\frac{1}{4}\right)(1200 \text{ N})}{25000 \text{ N/m}} = 0.012 \text{ m}$$

تابع الفصل 7

54. يبين الشكل 7-21 العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار استطالته. احسب مقدار:



■ الشكل 7-21

a. ثابت النابض.

الميل k

$$= \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{12.0 \text{ N} - 4.0 \text{ N}}{0.6 \text{ m} - 0.2 \text{ m}} = 20 \text{ N/m}$$

b. الطاقة المخزنة في النابض عندما يستطيل ويصبح طوله 0.50 m.

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

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(0.50 \text{ m})(10.0 \text{ N}) = 2.50 \text{ J}$$

7-2 خصائص الموجات

صفحة 32

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

$$v = \lambda f = \lambda \left(\frac{1}{T}\right) = (12.0 \text{ m}) \left(\frac{1}{3.0 \text{ s}}\right) = 4.0 \text{ m/s}$$

56. تنتقل موجة ماء في بركة مسافة 3.4 m في 1.8 s. فإذا كان الزمن الدوري للاهتزاز الواحدة يساوي 1.1 s، فاحسب مقدار:

a. سرعة موجات الماء.

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

b. الطول الموجي لهذه الموجات.

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

$$= (1.9 \text{ m/s})(1.1 \text{ s}) = 2.1 \text{ m}$$

57. 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:

a. سرعة الإشارة في الماء.

$$v = \lambda f$$

$$= (1.50 \times 10^{-3} \text{ m})(1.00 \times 10^6 \text{ Hz})$$

$$= 1.50 \times 10^3 \text{ m/s}$$

b. الزمن الدوري للإشارة في الماء.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1.00 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

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

c. الزمن الدوري للإشارة في الهواء.

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

الزمن الدوري والتردد لا يتغيرا.

58. جلس عمر وطارق بعد السباحة على شاطئ بركة، وقَدَّرا المسافة الفاصلة بين قاع الموجة السطحية وقمتها بمقدار 3.0 m، فإذا عدَّا 12 قمة مرت بالشاطئ خلال 20.0 s، فاحسب سرعة انتشار الموجات.

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

$$f = \frac{(12 \text{ موجة})}{20.0 \text{ s}} = 0.60 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda f$$

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

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

59. الزلازل إذا كانت سرعة الموجات المستعرضة الناتجة عن زلزال 8.9 km/s وسرعة الموجات الطولية 5.1 km/s، وسجّل جهاز السيزموجراف زمن وصول الموجات المستعرضة قبل وصول الموجات الطولية بـ 68 s، فكم يبعد مركز الزلزال؟

نبدأ بالمعادلة: $d = vt$ ، ونحن لا نعلم مقدار الزمن t ، ولكننا نعلم مقدار الفرق في الزمن Δt فقط. المسافة التي قطعتها الموجات المستعرضة $d_T = v_T t$ تساوي المسافة التي قطعتها الموجات الطولية: $d_L = v_L(t + \Delta t)$. استخدم المعادلة الآتية وحلها بالنسبة إلى t :

$$v_T t = v_L(t + \Delta t)$$

تابع الفصل 7

62. موجات الراديو تبث إشارات راديو Am بترددات بين 550 kHz و 1600 kHz وتنتقل بسرعة 3.00×10^8 m/s. أجب عما يلي:

a. ما مدى الطول الموجي لهذه الإشارات؟

$$v = \lambda f$$

$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.5 \times 10^5 \text{ Hz}}$$

$$= 550 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.6 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$= 190 \text{ m}$$

المدى من 190 m إلى 550 m.

b. إذا كان مدى ترددات FM بين 88 MHz (ميغا هرتز) و 108 MHz وتنتقل بالسرعة نفسها، فما مدى الطول الموجي لموجات FM؟

$$v = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.8 \times 10^7 \text{ Hz}}$$

$$= 3.4 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.08 \times 10^8 \text{ Hz}}$$

$$= 2.78 \text{ m}$$

المدى من 2.78 m إلى 3.4 m.

63. القفز بالجبل المطاطي قفز لاعب من منطاد على ارتفاع عالٍ بواسطة جبل نجاة قابل للاستطالة طوله 540 m، وعند اكتمال القفزة كان اللاعب معلقاً بالجبل الذي أصبح طوله 1710 m. ما مقدار ثابت النابض لجبل النجاة إذا كانت كتلة اللاعب 68 kg؟

$$k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{(68 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{1710 \text{ m} - 540 \text{ m}} = 0.57 \text{ N/m}$$

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

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

ثم عوض قيمة t في المعادلة الآتية:

$$d_T = v_T t = (8.9 \text{ km/s})(91 \text{ s})$$

$$= 8.1 \times 10^2 \text{ km}$$

7-3 سلوك الموجات

صفحة 32

60. إذا كانت سرعة الموجة في وتر طوله 63 cm تساوي 265 m/s، وقد حركته من مركزه بسحبه إلى أعلى ثم تركته، فتحرّكت نبضة في الاتجاهين، ثم انعكست النبضتان عند نهايتي الوتر: a. فما الزمن الذي تحتاج إليه النبضة حتى تصل طرف الوتر ثم تعود إلى مركزه؟

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

لذا فإن

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

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

تنقلب النبضات عندما تنعكس عن وسط أكثر كثافة، لذا يكون اتجاه النبضة المنعكسة إلى أسفل.

c. إذا حرّكت الوتر من نقطة تبعد 15 cm عن أحد طرفيه فأين تلتقي النبضتان؟

15 cm من الطرف الآخر، حيث المسافات المقطوعة هي نفسها.

مراجعة عامة

صفحة 32-33

61. ما الزمن الدوري لبندول طوله 1.4 m؟

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

$$= 2\pi \sqrt{\frac{1.4 \text{ m}}{9.80 \text{ m/s}^2}}$$

$$= 2.4 \text{ s}$$

تابع الفصل 7

64. 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؟

$$T = \frac{1}{2} T = \text{التأرجح إلى قمة الدورة}$$

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

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

لن يكون هناك اختلاف، فالزمن الدوري T لا يتأثر بالكتلة.

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

عند أسفل التأرجح.

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

عند قمة التأرجح.

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

عند قمة التأرجح.

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

عند أسفل التأرجح.

65. نوابض السيارات إذا أُضيفت حمولة مقدارها 45 kg إلى صندوق سيارة صغيرة جديدة، ينضغط النابضان الخلفيان مسافة إضافية مقدارها 1.0 cm، احسب مقدار:

a. ثابت النابض لكل من النابضين الخلفيين.

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

لذا تساوي القوة المؤثرة في كل نابض 220 N.

$$F = kx$$

لذا فإن

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

$$k = \frac{220 \text{ N}}{0.010 \text{ m}} = 22000 \text{ N/m}$$

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

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

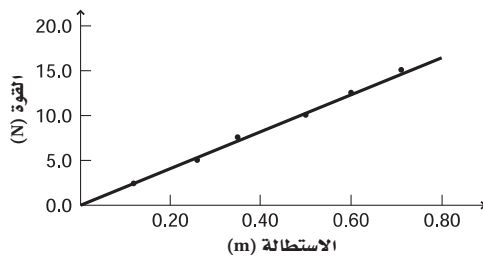
$$= \left(\frac{1}{2}\right) (22000 \text{ N/m})(0.010 \text{ m})^2 = 1.1 \text{ J}$$

تابع الفصل 7

التفكير الناقد

صفحة 33-34

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



b. احسب ثابت النابض من الرسم البياني.

ثابت النابض يساوي الميل.

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

c. استخدم الرسم البياني في إيجاد طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض عندما يستطيل مسافة 0.50 m

طاقة الوضع المرونية تساوي المساحة تحت المنحنى.

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

$$= \frac{1}{2} (0.50 \text{ m})(10.0 \text{ N}) = 2.5 \text{ J}$$

68. تطبيق المفاهيم تتكون موجات ترابية في الغالب على الطرق الترابية، ويكون بعضها متباعدًا عن بعض بصورة منتظمة، كما تكون هذه التموجات عمودية على الطريق كما في الشكل 7-22. وينتج هذا التموج بسبب حركة معظم السيارات بالسرعة نفسها واهتزاز النوابض المتصلة بعجلات السيارة بالتردد نفسه. فإذا كان بعد التموجات بعضها عن بعض 1.5 m، وتحرك السيارات على هذا الطريق بسرعة 5 m/s، فما تردد اهتزاز نوابض السيارة؟



الشكل 7-22 ■

$$v = \lambda f$$

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

66. حلل واستنتج إذا لزمتم قوة مقدارها 20 N لإحداث استطالة

في نابض مقدارها 0.5 m، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار ثابت النابض؟

$$F = kx$$

لذا فإن

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

b. ما مقدار الطاقة المخزنة في النابض؟

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

$$= \frac{1}{2} (40 \text{ N/m})(0.5 \text{ m})^2 = 5 \text{ J}$$

c. لماذا لا يكون الشغل المبذول لإطالة النابض مساوياً

لحاصل ضرب القوة في المسافة، أو 10 J؟

القوة غير ثابتة في أثناء انضغاط النابض. ويُعطي حاصل ضرب متوسط القوة 10 N في المسافة الشغل الصحيح.

67. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها علقت عدة كتل في نهاية نابض، وقيست الزيادة في طول النابض. ويبين الجدول 1-7 المعلومات التي تم الحصول عليها.

الجدول 1 - 7	
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

سيارة كتلتها $m(\text{kg})$ تستقر على قمة تل ارتفاعه $h(\text{m})$ قبل أن تهبط على طريق عديم الاحتكاك في اتجاه حاجز تصادم عند أسفل التل. فإذا احتوى حاجز التصادم على نابض مقدار ثابته يساوي $k(\text{N/m})$ مصمَّم على أن يوقف السيارة بأقل الأضرار.

1. بين أقصى مسافة x ينضغطها النابض عندما تصطدم به السيارة بدلالة m و h و k و g .

يشير مبدأ حفظ الطاقة إلى أن طاقة الوضع الجاذبية للسيارة عند أعلى التل تساوي طاقة الوضع المرونية في النابض عندما يتسبب النابض في توقف السيارة. وبمساواة معادلتين هاتين الطاقتين وحلها بالنسبة إلى المتغير x ينتج:

$$PE_g = PE_{\text{نابض}}$$

لذا فإن

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

$$x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

2. كم ينضغط النابض إذا هبطت السيارة من قمة تل ارتفاعه ضعف ارتفاع التل السابق؟

تضاعف الارتفاع، ولما كانت x تتناسب مع الجذر التربيعي للارتفاع، لذا؛ ستزداد قيمة x بمقدار $\sqrt{2}$.

3. ماذا يحدث بعد أن تتوقف السيارة؟

في حالة النابض المثالي، سيدفع النابض السيارة إلى أعلى التل.

69. بحث درس العالم كرسيتيان هيجنز في الموجات، وحدث خلاف بينه وبين نيوتن حول طبيعة الضوء. قارن بين تفسير كل منهما لظواهر الانعكاس والانكسار. أي النموذجين تؤيد؟ ولماذا؟

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

مراجعة تراكمية

صفحة 34

70. تقطع سيارة سباق كتلتها 1400 kg مسافة 402 m خلال 9.8 s . فإذا كانت سرعتها النهائية 112 m/s ، فأجب عما يلي: (الفصل 4)

a. ما مقدار الطاقة الحركية النهائية للسيارة؟

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

$$KE = \left(\frac{1}{2}\right)(1400 \text{ kg})(112 \text{ m/s})^2$$

$$= 8.8 \times 10^6 \text{ J}$$

b. ما أقل مقدار من الشغل بذله محرك السيارة؟ ولماذا لا يمكنك حساب مقدار الشغل الكلي المبذول؟

أقل مقدار من الشغل يجب أن يساوي الطاقة الحركية (KE)؛ أي $8.8 \times 10^6 \text{ J}$. ويبذل المحرك شغلا أكبر للتعويض عن الشغل الضائع ضد قوة الاحتكاك.

c. ما مقدار التسارع المتوسط للسيارة؟

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\bar{a} = \frac{112 \text{ m/s}}{9.8 \text{ s}} = 11 \text{ m/s}^2$$