حساب الحركة الموجية

أهداف الدرس

ستتمكَّن من:

- استخدام المعادلة $s = f\lambda$ لإيجاد أي مجهول
- تحديد الطول الموجي والسعة والزمن الدوري والتردُّد من التمثيلات البيانية للإزاحة مقابل المسافة ومقابل الزمن

تذكير: الموجات

الموجة هي اضطراب ينقُل الطاقة من نقطة إلى أخرى. تحتاج بعض الموجات إلى وسط تتحرَّك خلاله، مثل موجات الماء أو موجات الصوت، التي تُعَد اهتزازات لجسيمات الهواء. هناك أنواع من الموجات الأخرى، مثل الضوء، التي يمكنها الانتقال في الفراغ.

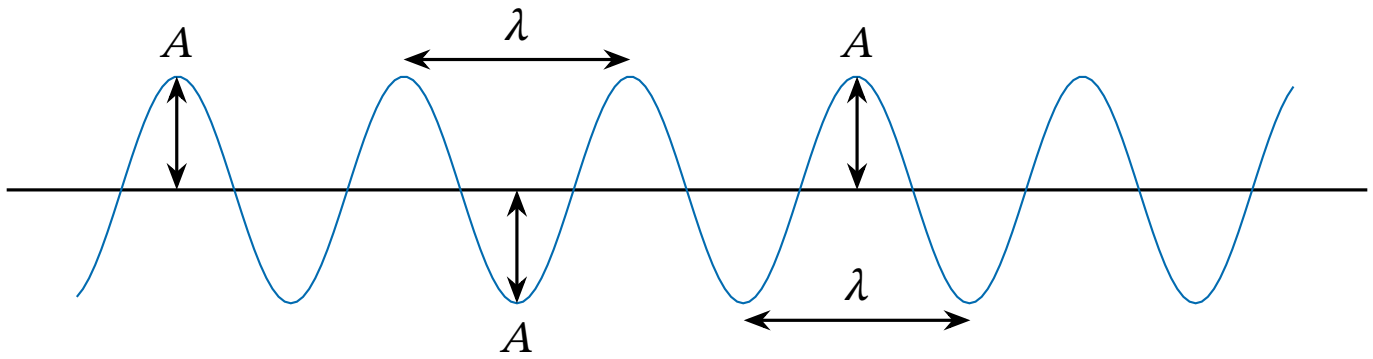
الحركة الموجية تُشير إلى انتقال الطاقة لمسافة ما، وليست حركة الوسط نفسه. على سبيل المثال، تتحرَّك جزيئات الماء المنفردة حركة طفيفة عندما تعبر موجة ما من خلالها.

تذكير: الطول الموجي (λ)

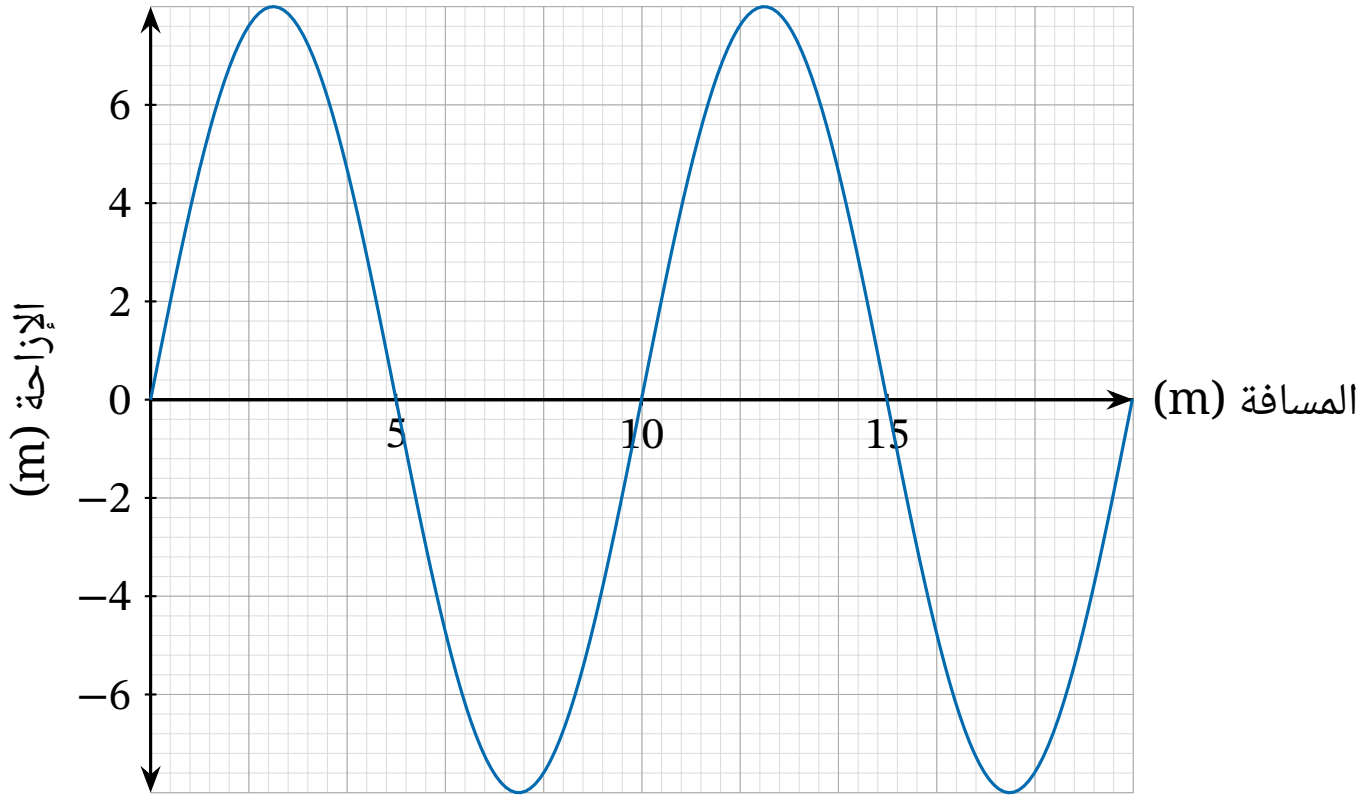
الطول الموجي للموجة هو المسافة التي تحتاج إليها الموجة لتُكمل دورة واحدة كاملة.

تذكير: السعة (A)

السعة هي المسافة من نقطة اتزان الموجة إلى أعلى قمة أو أقل قاع. وهي تمثِّل مقدار أقصى إزاحة لها.



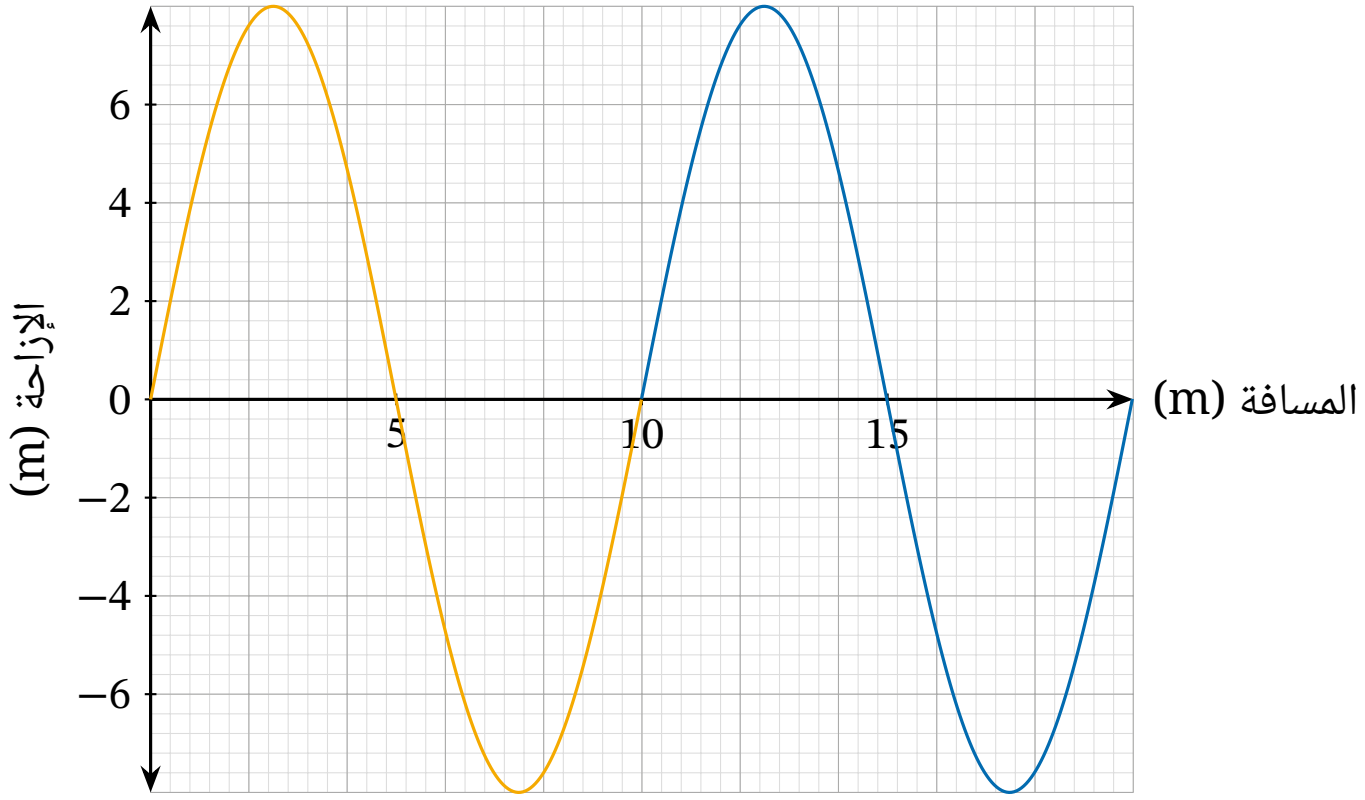
التمثيل البياني للإزاحة مقابل المسافة



يمكننا التعامل مع هذه التمثيلات باعتبارها تمثيلات لحالة زمنية منفردة؛ حيث نرى تغيُّر طور الموجة بتغيُّر المسافة.

السعة، التي هي مقدار أقصى إزاحة، تساوي: 8 m.

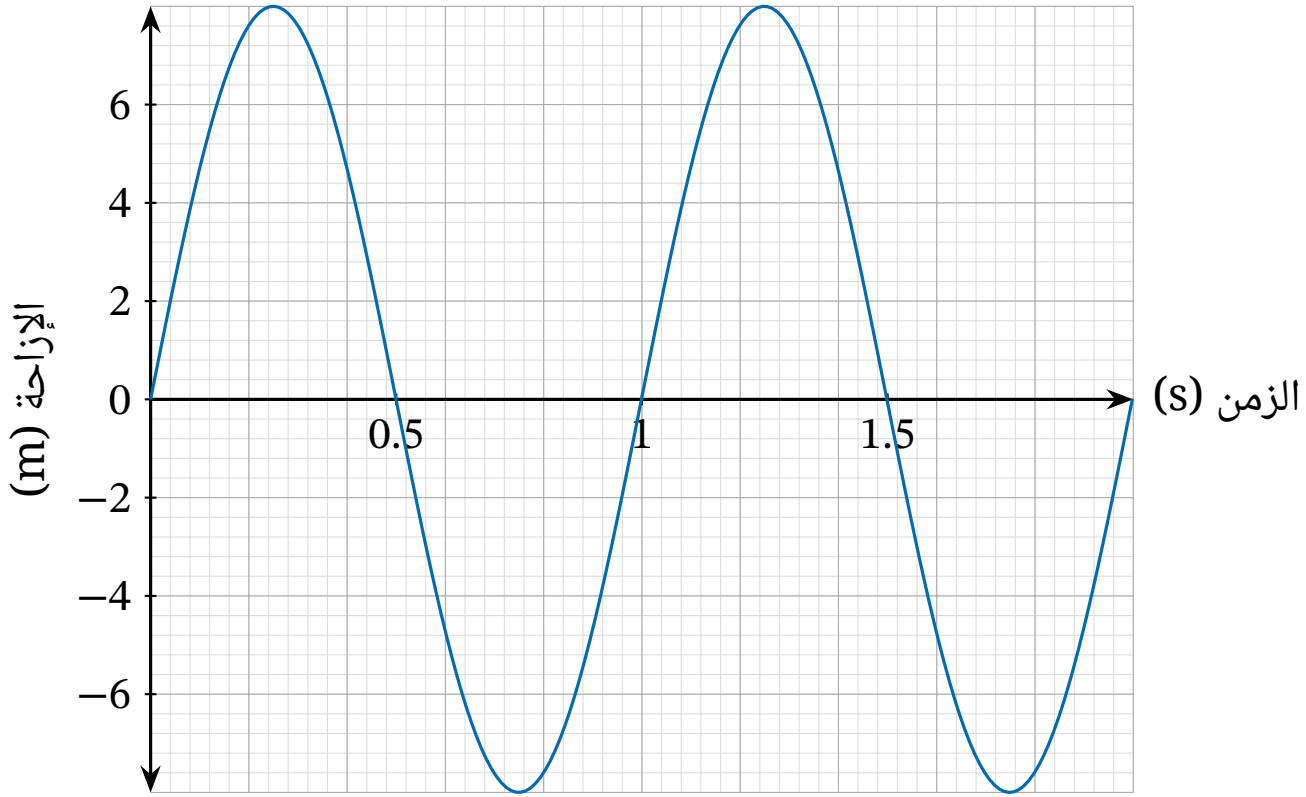
التمثيل البياني للإزاحة مقابل المسافة (متابعة)



تكتمل الدورة الواحدة التي تبدأ من مسافة 0 m بالارتفاع إلى أقصى إزاحة لها ثم الهبوط مرورًا بالصفر إلى أدنى قيمة، ثم الارتفاع مرة أخرى إلى الصفر.

تقطع الموجة في الشكل مسافة 10 m لإكمال دورة واحدة، وهذا يعني أن لها طولًا موجيًّا يساوي: 10 m.

تمثيل بياني للإزاحة مقابل الزمن



يمكننا التعامل مع هذه التمثيلات باعتبارها تمثيلات لنقطة ثابتة في الفراغ، وقياس التغيُّر في إزاحتها بمرور الزمن.

يُعرَّف الزمن الدوري بأنه الزمن الذي تستغرقه الموجة لتكمل دورة واحدة.

في هذا التمثيل البياني، نلاحظ أن الموجة تستغرق زمنًا مقداره 1 s لإكمال دورة واحدة. نقول إن هذه الموجة لها **زمن دوري** مقداره 1 s.

التردُّد

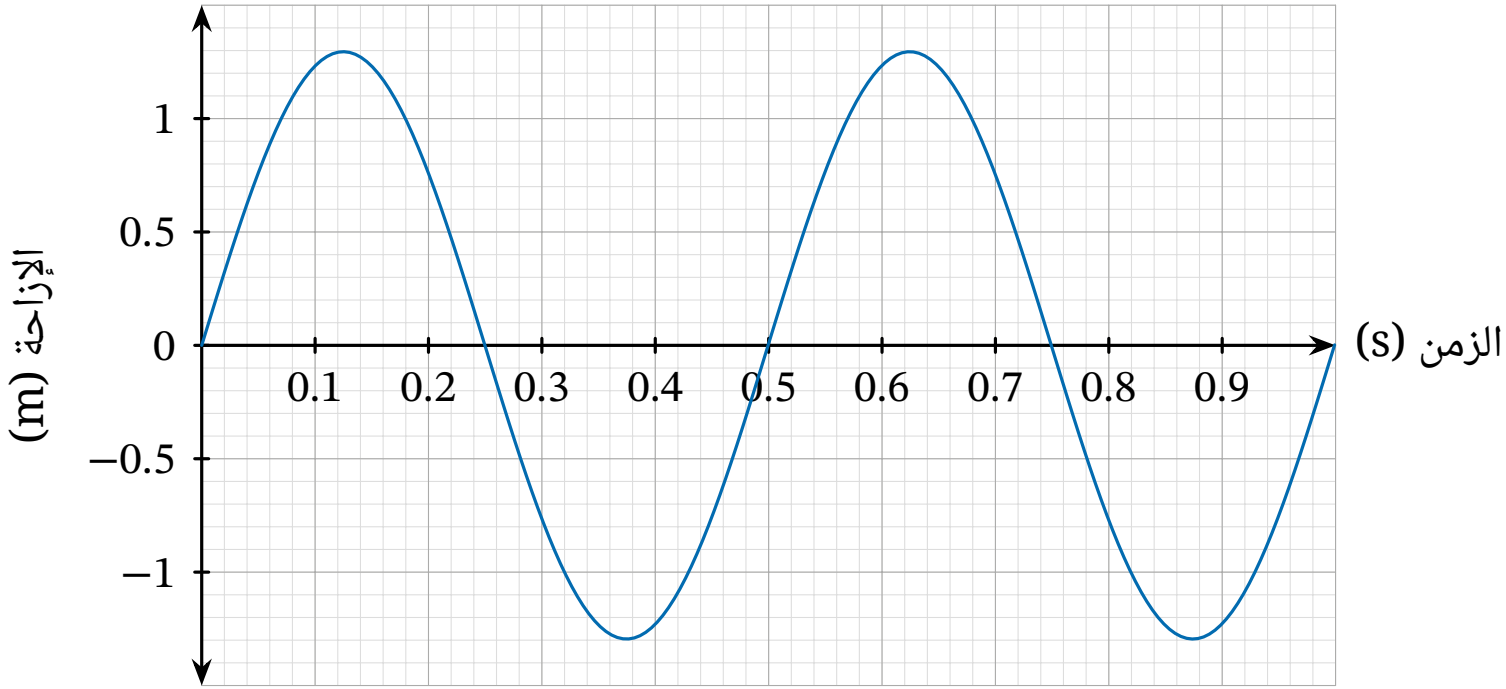
التردُّد هو عدد الدورات التي تكملها الموجة في ثانية واحدة.

إذا كان للموجة زمن دوري مقداره p، فسيكون التردُّد $f = \frac{1}{p}$.

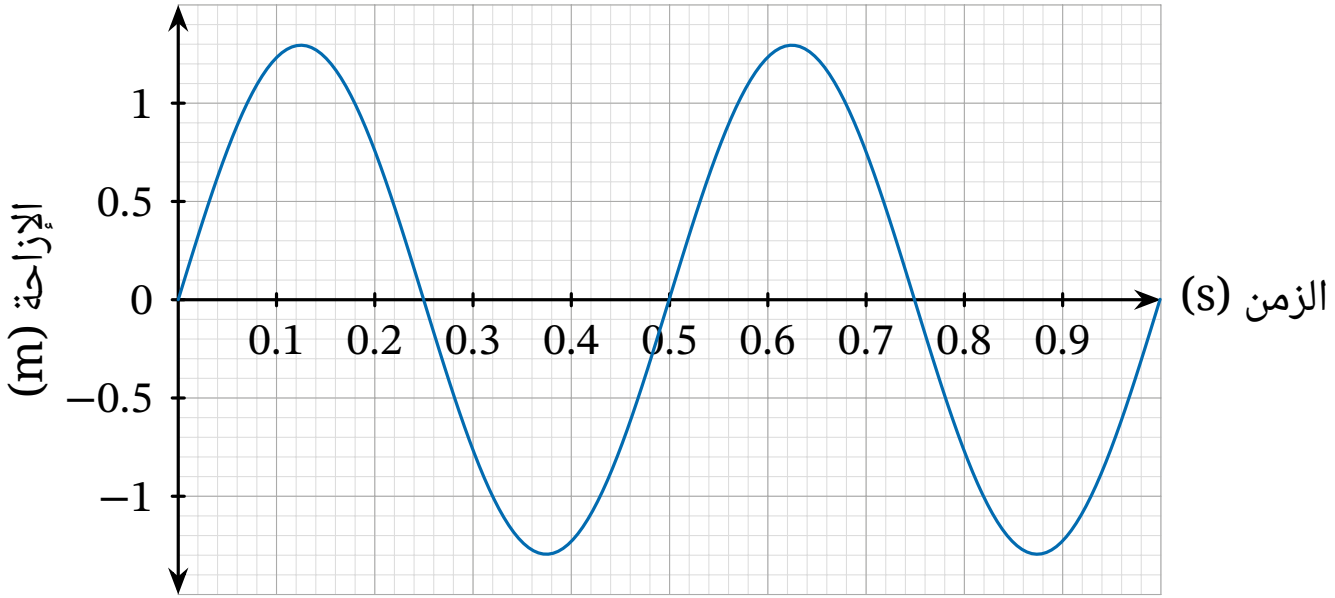
وحدة قياس التردُّد هي الهرتز، ويُرمَز لها اختصارًا بـ Hz؛ حيث $1\ \text{Hz}$ = دورة واحدة لكل ثانية.

مثال ١: فهم تردُّد الموجة

ما تردُّد الموجة الموضَّحة في التمثيل البياني؟



مثال ١ (متابعة)



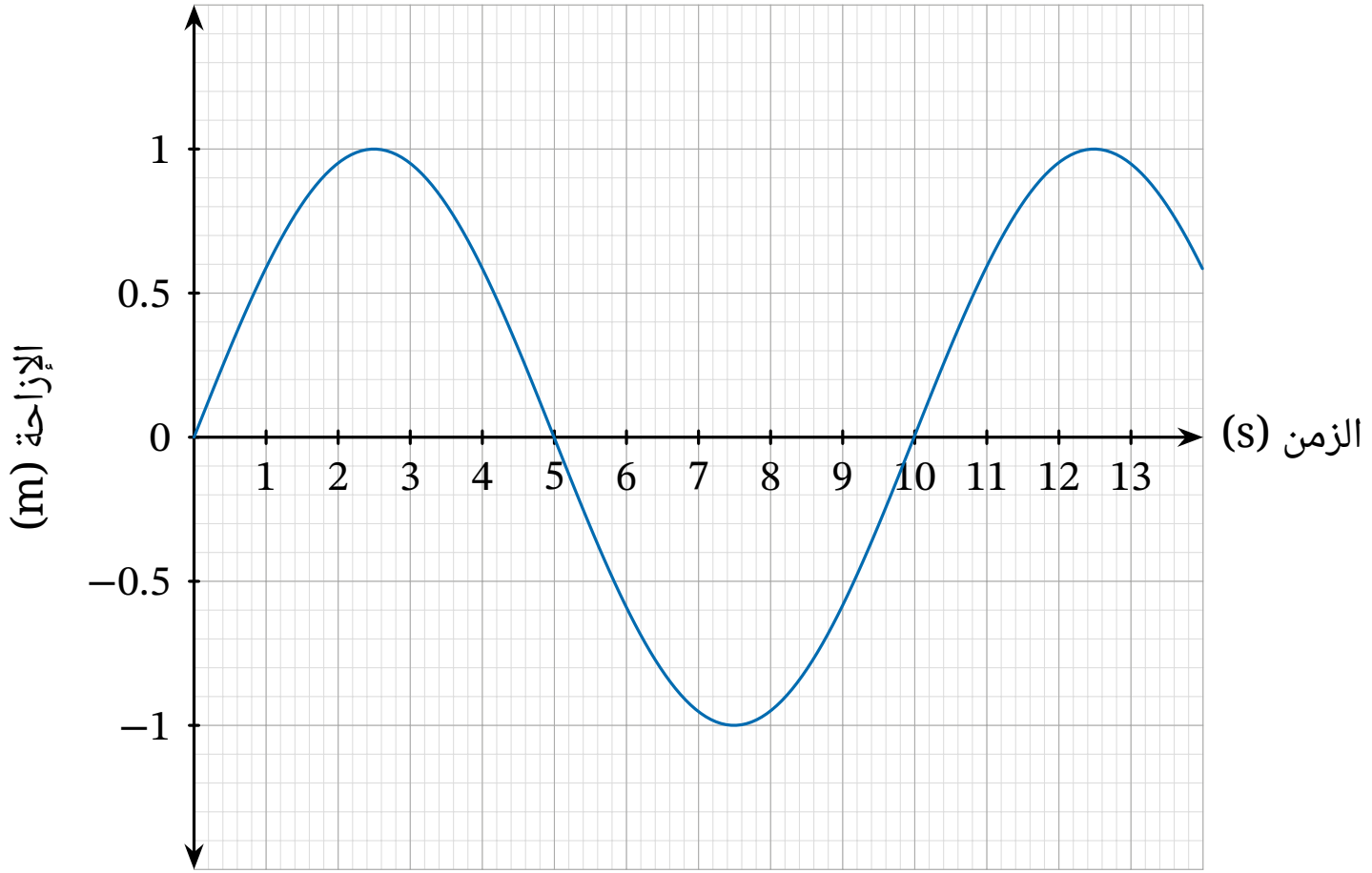
الحل

تردُّد الموجة هو عدد الدورات الكاملة خلال 1 s.
يوضِّح التمثيل البياني فترة زمنية تساوي 1 s؛ لذا، علينا إيجاد عدد الدورات الكاملة الموضَّحة عليه.

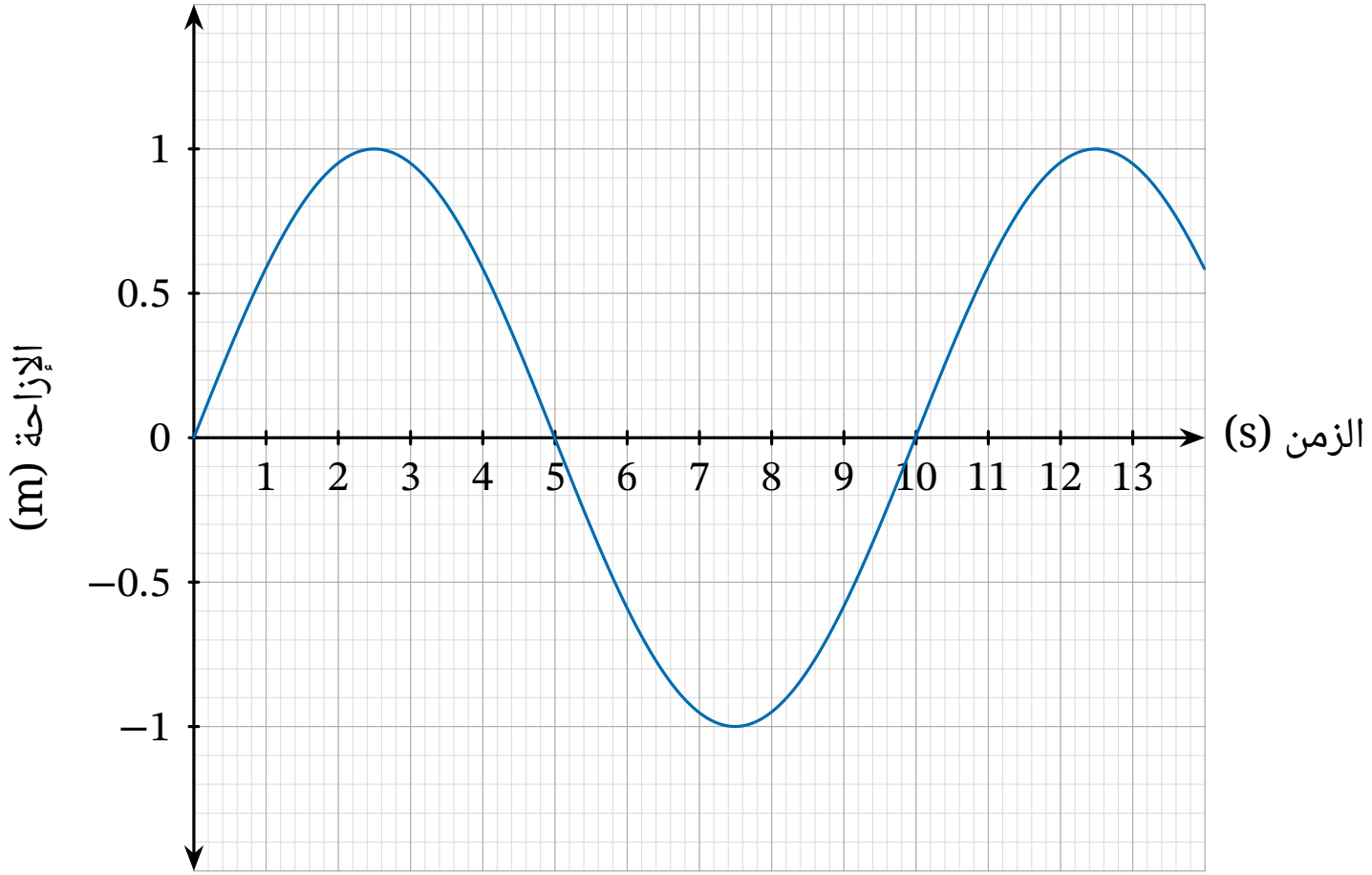
بعد الزمن الذي مقداره 1 s تكون الموجة قد أكملت دورتين كاملتين. ومن ثَمَّ، نستنتج أن تردُّد الموجة يساوي 2 Hz.

مثال ٢: فهم تردد الموجة

ما تردُّد الموجة الموضَّحة في التمثيل البياني؟



مثال ٢ (متابعة)



الحل

الزمن الدوري، p، لهذه الموجة يساوي 10 s؛ إذن، يمكننا إيجاد التردُّد، f، من خلال:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{p} \\ &= \frac{1}{10\,\text{s}} \\ &= 0.1\,\text{Hz}. \end{aligned}$$

سرعة الموجة

عندما نتحدث عن سرعة الموجة، فإننا نعني السرعة التي ينتقل أو ينتشر بها جزء معيَّن من الموجة. لاحظ هنا أن الطاقة، أو الاضطراب الناتج عن الموجة، هو الذي يتحرَّك، وليس المادة نفسها.

يمكننا حساب السرعة، s، للموجة بمعلومية التردُّد، f، والطول الموجي، λ، من خلال المعادلة:

$$s = f\lambda.$$

إذا نظرنا إلى وحدات القياس، نجد أن:

$$[s] = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن}} \times \frac{\text{المسافة}}{\text{عدد الدورات}} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}.$$

إذا كان لدينا طول موجي مقيس بوحدة المتر، وتردُّد مقيس بوحدة Hz، فستكون وحدة قياس السرعة: متر لكل ثانية (m/s).

مثال ٣: حساب سرعة الموجة

موجة صوتية في جسمٍ مُعيَّن تردُّدها: 260 Hz، وطولها الموجي: 2.5 m. بأيِّ سرعة تنتشر هذه الموجة الصوتية في ذلك الجسم، لأقرب متر لكل ثانية؟

الحل

ترتبط سرعة الموجة، s، بالتردُّد والطول الموجي من خلال المعادلة: $s = f\lambda$.

بالتعويض بالأعداد لدينا، نحصل على:

$$\begin{aligned} s &= f\lambda \\ &= 260\,\text{Hz} \times 2.5\,\text{m} \\ &= 650\,\text{m/s}. \end{aligned}$$

مثال ٤: حساب تردُّد الموجة

يمتد رصيف بحري من الشريط الساحلي إلى البحر مسافة: 180 m. تتحرَّك الأمواج مرورًا بالرصيف البحري عندما تتجه من البحر إلى الشاطئ. تبلغ المسافة بين قمم الأمواج 15 m، وتنتقل قمم الأمواج من نهاية الرصيف البحري إلى الشاطئ في غضون 24 ثانية. ما تردُّد الأمواج؟

مثال ٤ (متابعة)

الحل

علمنا أن الأمواج تقطع المسافة من طرف الرصيف البحري إلى الشاطئ، والتي تساوي: 180 m خلال زمن مقداره 24 s. بناءً على ذلك، يمكننا حساب سرعة الأمواج على الصورة:

$$\begin{aligned}\text{السرعة} &= \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \\ &= \frac{180\,\text{m}}{24\,\text{s}} \\ &= 7.5\,\text{m/s}.\end{aligned}$$

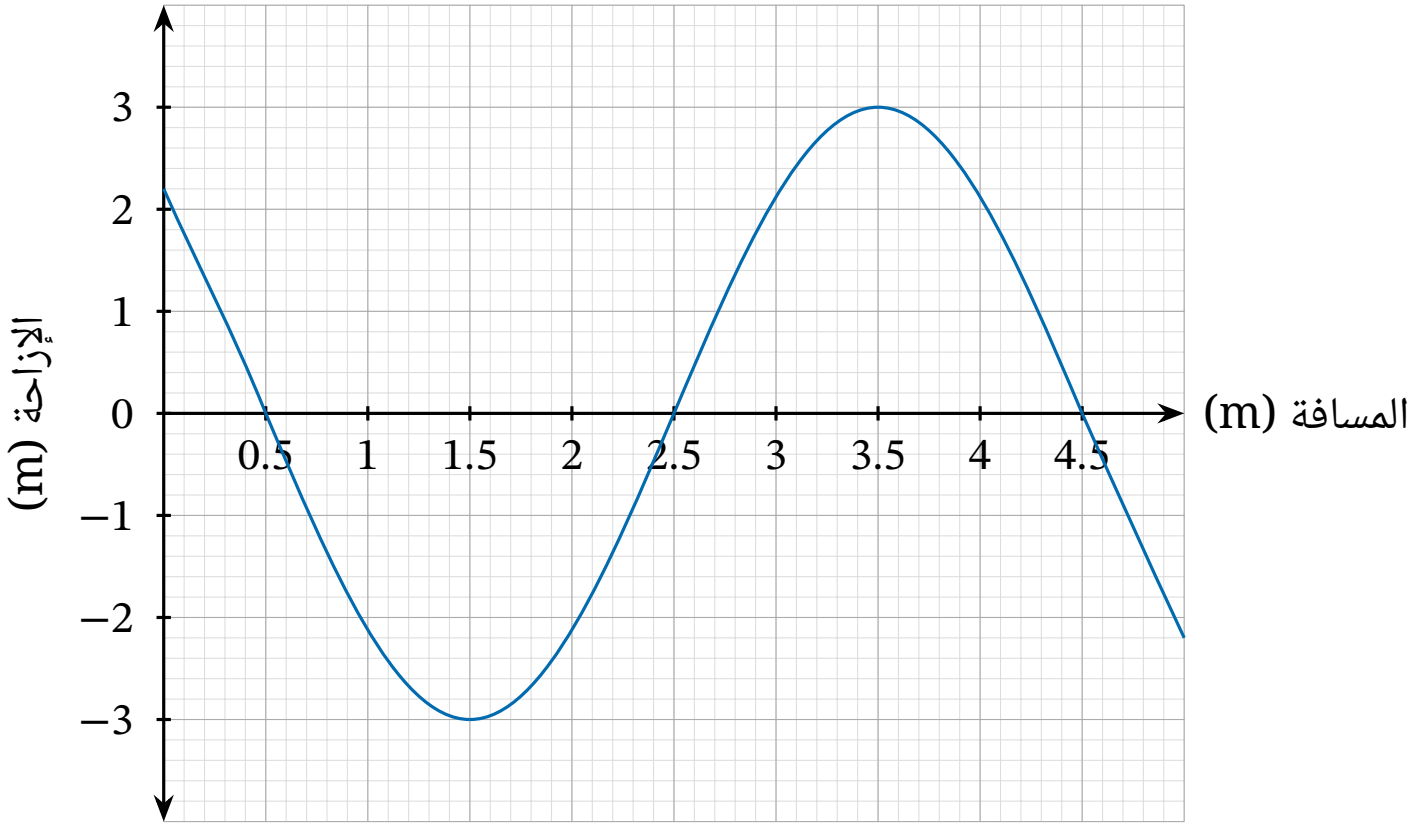
ترتبط السرعة والطول الموجي والتردُّد معًا من خلال المعادلة: $s = f\lambda$.

ومن ثَمَّ:

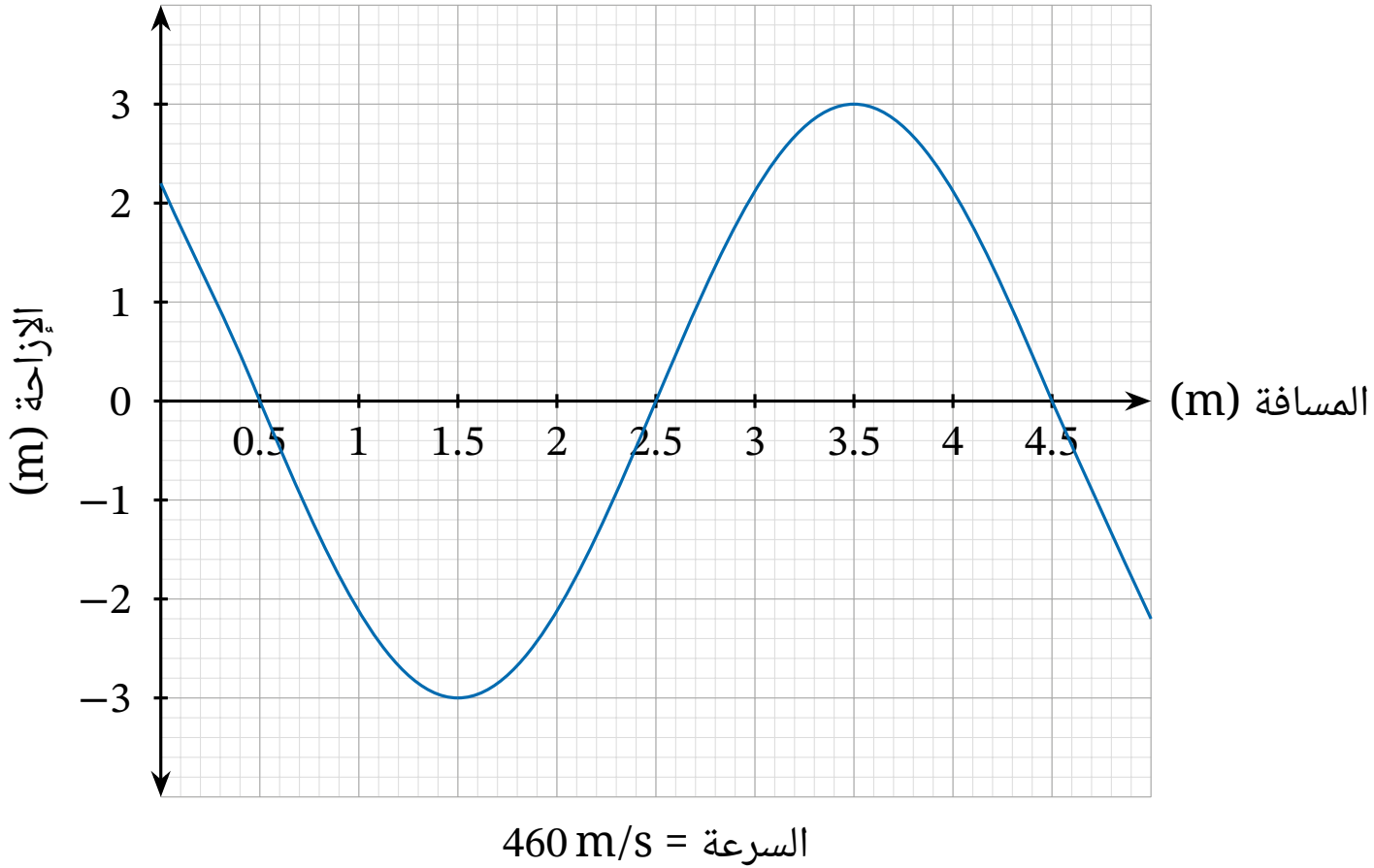
$$f = \frac{s}{\lambda} = \frac{7.5\,\text{m/s}}{15\,\text{m}} = 0.5\,\text{Hz}.$$

مثال ٥: فهم حركة الموجة

يوضِّح الشكل الآتي موجة سرعتها 460 m/s.



مثال ٥ (متابعة)



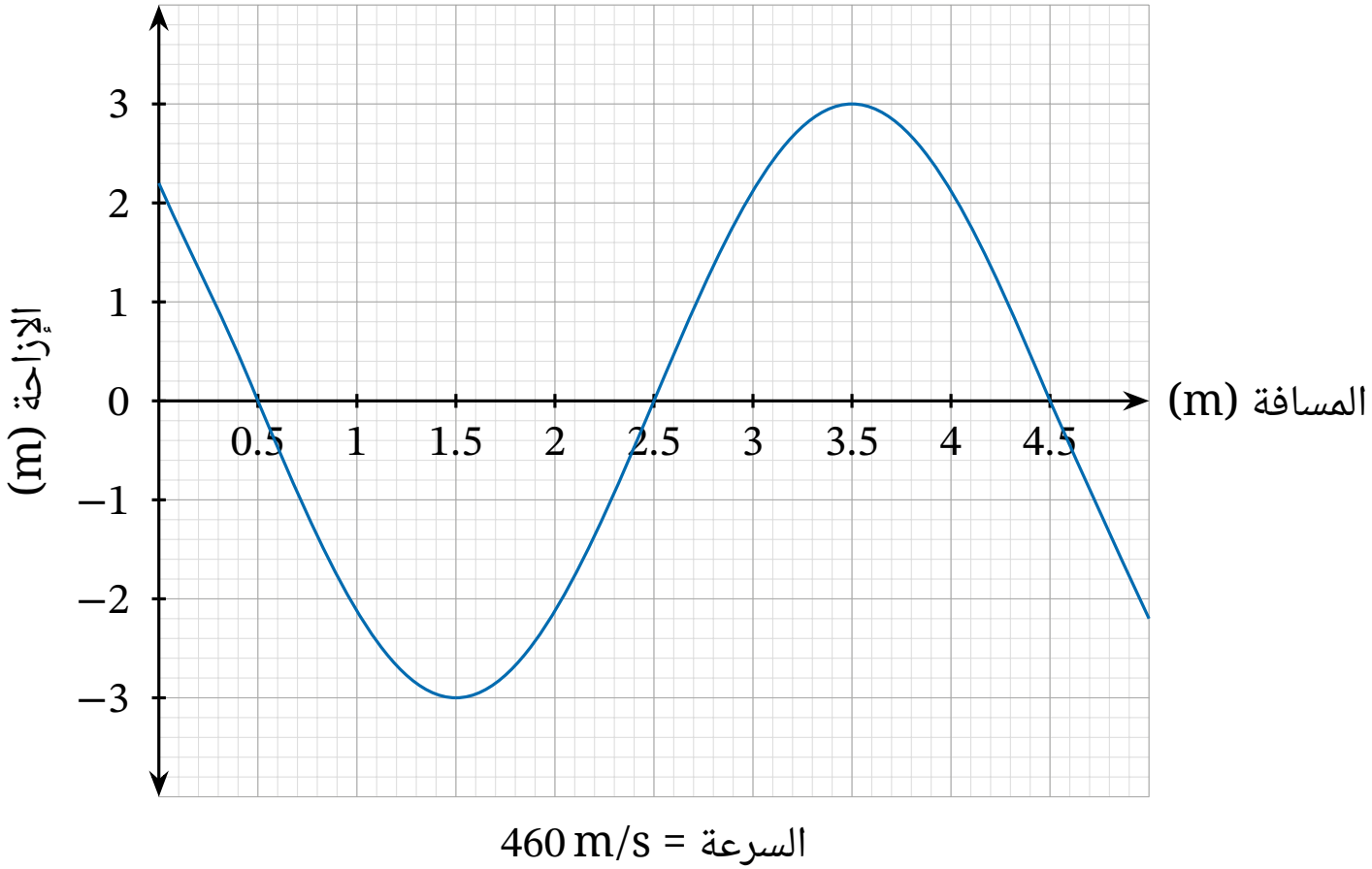
الجزء الأول

ما سعة هذه الموجة؟

الحل

سعة الموجة هي المسافة بين موضع اتزانها ومقدار أقصى إزاحة لها. في هذا المثال، الإزاحة من موضع الاتزان تساوي: 0 m والإزاحة من القمة تساوي: 3 m. إذن سعة الموجة تساوي: 3 m.

مثال ٥ (متابعة)



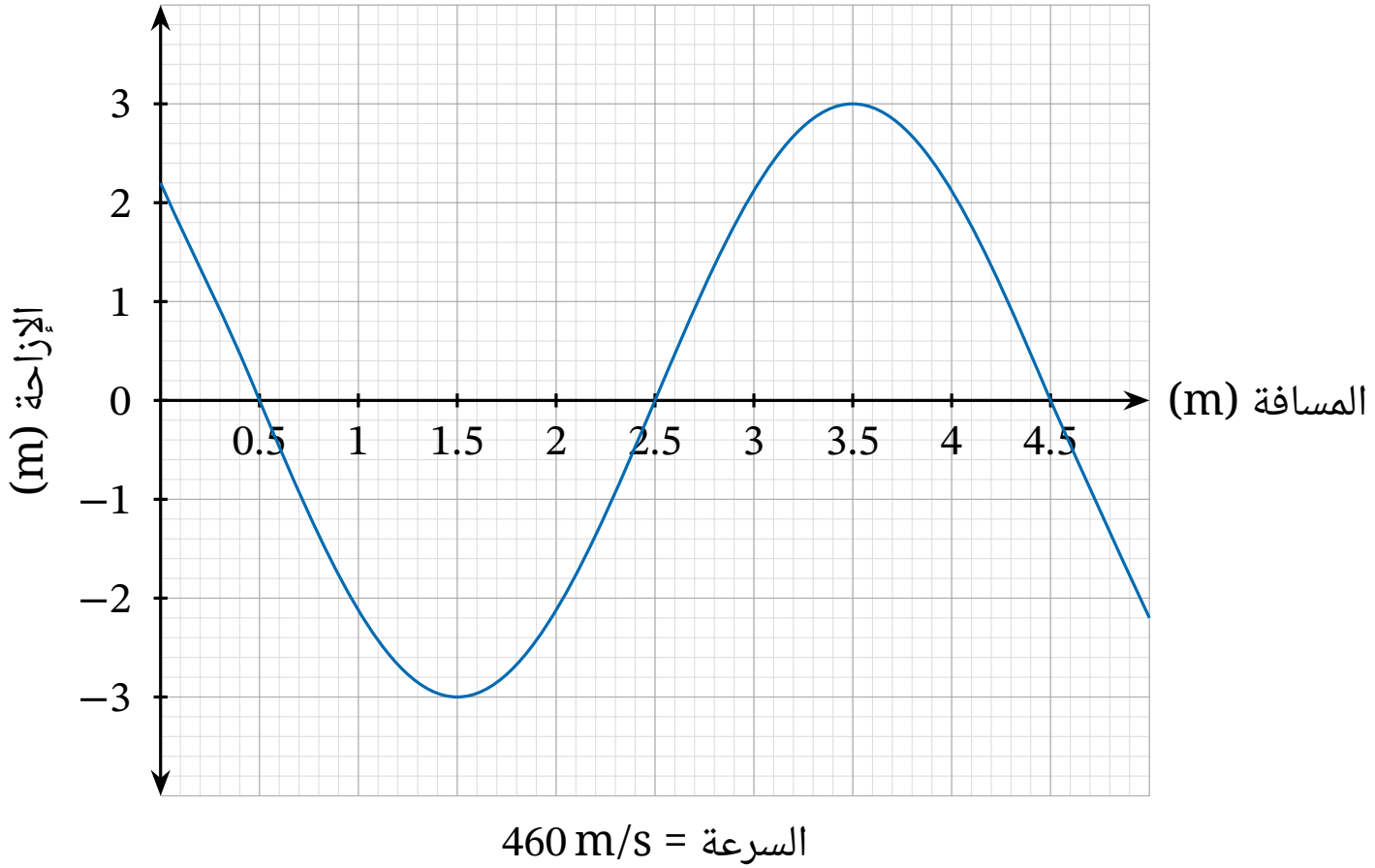
الجزء الثاني

ما الطول الموجي لهذه الموجة؟

الحل

يمكننا أن نبدأ من المرة الأولى عندما قطعت الموجة المحور الأفقي، عند مسافة: 0.5 m، وهي النقطة التي تتناقص عندها الإزاحة. في المرة التالية عندما قطعت الموجة المحور، عند 2.5 m، ازدادت الإزاحة، وهذا يعني أن الدورة لا تكتمل إلا عند المسافة 4.5 m. إذن الطول الموجي يساوي $4.5\,\text{m} - 0.5\,\text{m} = 4.0\,\text{m}$.

مثال ٥ (متابعة)



الجزء الثالث

ما تردُّد هذه الموجة؟

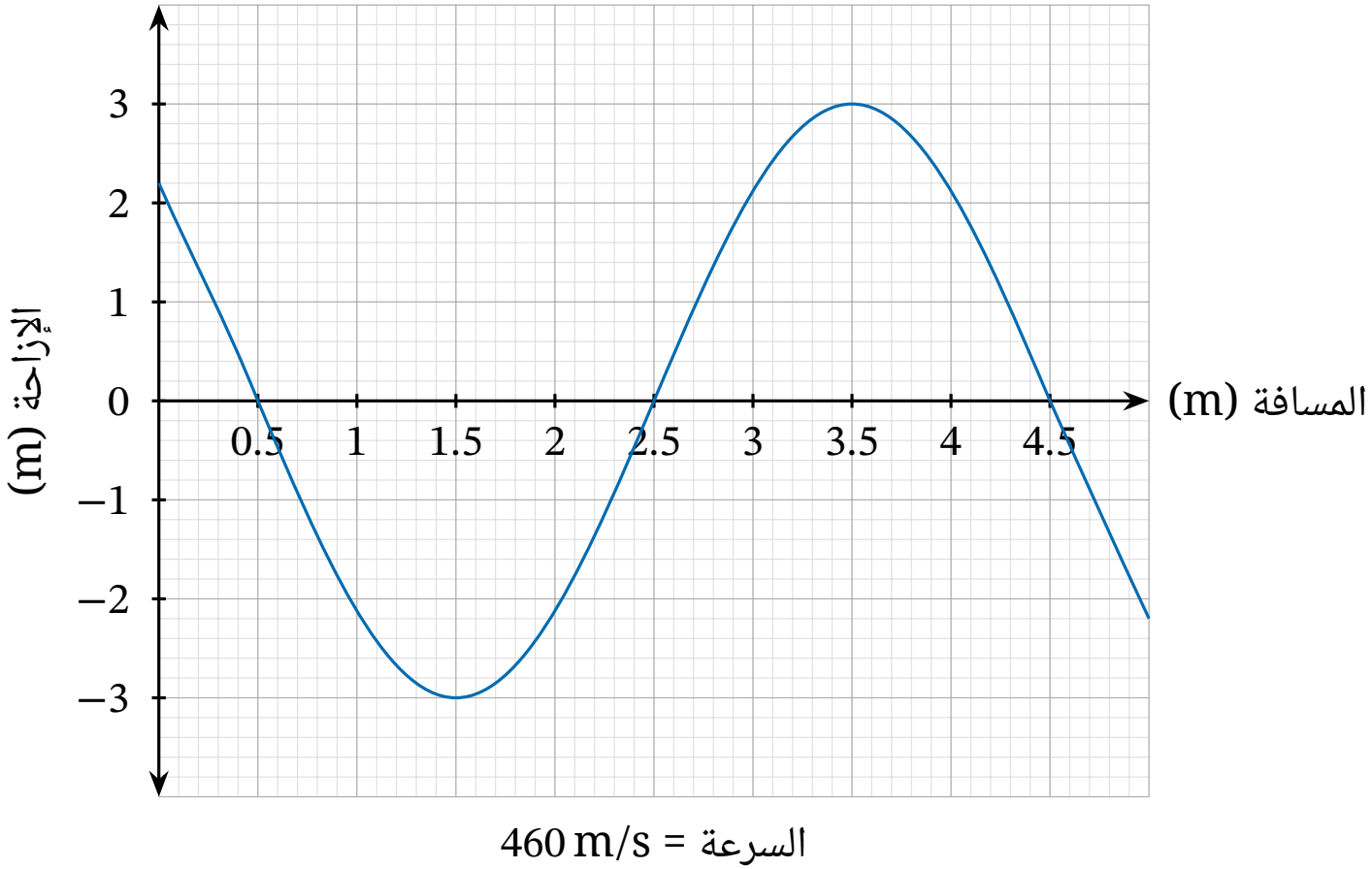
الحل

ترتبط السرعة والطول الموجي والتردُّد معًا من خلال المعادلة: $s = f\lambda$.

ومن ثَمَّ:

$$f = \frac{s}{\lambda} = \frac{460\,\text{m/s}}{4\,\text{m}} = 115\,\text{Hz}.$$

مثال ٥ (متابعة)



الجزء الرابع

عند أي قيمة للمسافة تكون الإزاحة الموجبة لهذه الموجة مساوية لسعتها؟

الحل

وأخيرًا، مطلوبٌ منا إيجاد قيمة المسافة التي تكون عندها الإزاحة الموجبة للموجة مساوية لسعتها. أوجدنا في السابق أن السعة تساوي 3 m، وعلينا إيجاد قيمة المسافة التي تساوي الإزاحة عندها 3 m. وهذا يحدث عند المسافة 3.5 m.

النقاط الرئيسية

- سعة الموجة هي مقدار أقصى إزاحة لها من موضع اتِّزانها.
- الطول الموجي هو المسافة اللازمة لتكمل الموجة دورة كاملة واحدة.
- الزمن الدوري للموجة هو الزمن المستغرق لإكمال دورة واحدة.
- تردد الموجة هو عدد الدورات الكاملة خلال ثانية واحدة.
- يرتبط التردد، f، بالزمن الدوري، p، من خلال المعادلة $f = \frac{1}{p}$.
- وحدة قياس التردد هي الهرتز، Hz حيث 1 Hz = دورة واحدة لكل ثانية.
- ترتبط سرعة انتشار الموجة، s، بالتردد، f، والطول الموجي، λ، من خلال المعادلة $s = f\lambda$.