

Lesson 1 : wave properties

What is a wave?

(X) matter

(✓) energy

transfer energy

mechanical wave

move through matter

Waves are disturbances that transfer energy from one place to another without moving matter.

الموجات : هي اضطرابات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر دون تحريك المادة.

All waves originate from an energy source, typically a vibration. **Vibration** is the back-and-forth or up-and-down motion of an object.

For example, raindrops hitting the water create water waves, while vibrating objects like drums or guitar strings generate sound waves.

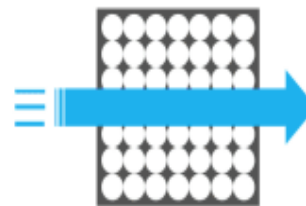


Waves continuously transfer energy away from their source.

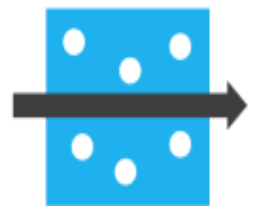
جميع الموجات تنشأ من مصدر للطاقة، عادةً ما يكون اهتزازًا. الاهتزاز هو الحركة ذهابًا وإيابًا أو للأعلى والأسفل للجسم. على سبيل المثال، عندما تضرب قطرات المطر الماء، فإنها تخلق موجات مائية، بينما الأجسام المهتزة مثل الطبول أو أوتار الجيتار تولد موجات صوتية. الموجات تنقل الطاقة بشكل مستمر بعيدًا عن مصدرها.

Mechanical Waves:

Mechanical waves transfer energy without moving matter. They travel through solids, liquids, and gases but not in a vacuum.



Fastest in solids



Slowest in gases

Examples include spring waves, sound waves, and ocean waves. The **medium** is the substance through which the wave moves.

Solid
Liquid
gas

تنقل الموجات الميكانيكية الطاقة دون تحريك المادة. تنتقل الموجات عبر المواد الصلبة والسائلة والغازية ولكن ليس في الفراغ. ومن الأمثلة على ذلك موجات الزئبق والموجات الصوتية وموجات المحيط. والوسط هو المادة التي تنتقل من خلالها الموجة.

Types of Mechanical Waves :

- Transverse Waves الموجات المستعرضة
- longitudinal waves. الموجات الطولية

Transverse Waves: A transverse wave is a wave in which the disturbance is perpendicular to the direction of the wave's travel.

Examples of transverse waves include a flag being blown in the wind.



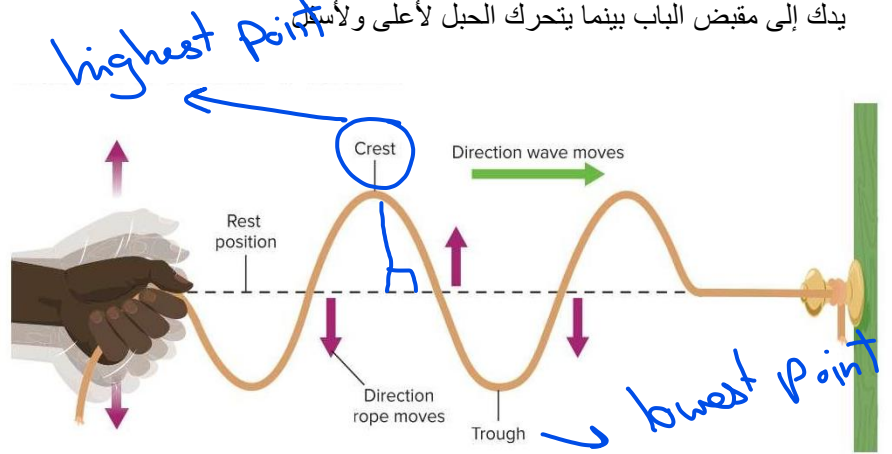
الموجات المستعرضة. الموجة المستعرضة هي موجة يكون فيها الاضطراب عموديًا على اتجاه انتقال الموجة. من أمثلة الموجات المستعرضة العلم الذي يتم نفخه في الريح.

Now, look at the figure below. Notice the repeating pattern of peaks and troughs as the rope moves up and down away from its resting position. The wave travels from your hand to a doorknob as the rope moves up and down.

الآن، انظر إلى الشكل أدناه. لاحظ النمط المتكرر للقمم والقيعان بينما يتحرك الحبل لأعلى ولأسفل بعيدًا عن موضعه الثابت. تنتقل الموجة من يدك إلى مقبض الباب بينما يتحرك الحبل لأعلى ولأسفل.

When you move the end of a coiled spring up and down, it creates a vibration that produces a transverse wave with one crest and one trough. Repeated movements transfer

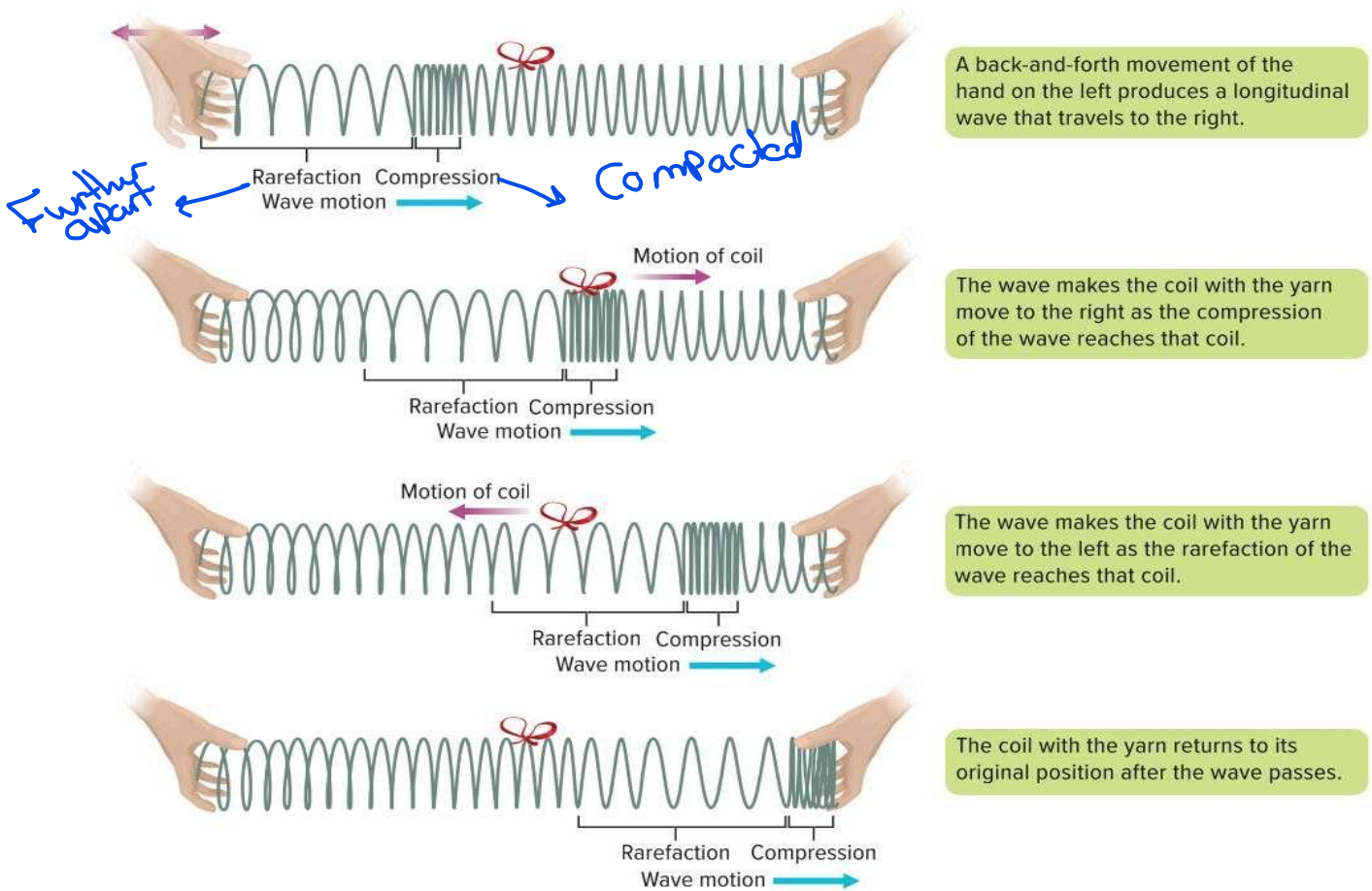
energy to the spring, creating multiple waves. When you stop moving your hand, no new waves are produced, but the existing waves continue to travel along the spring. This applies to any vibrating object—waves can move even after the object stops vibrating.



عندما تحرك طرف زنبرك ملفوف لأعلى ولأسفل، فإنه يخلق اهتزازًا ينتج موجة عرضية ذات قمة واحدة وقاع واحد. تنتقل الحركات المتكررة الطاقة إلى الزنبرك، مما يخلق موجات متعددة. عندما تتوقف عن تحريك يدك، لا يتم إنتاج موجات جديدة، لكن الموجات الموجودة تستمر في السفر على طول الزنبرك. ينطبق هذا على أي جسم مهتز - يمكن للموجات أن تتحرك حتى بعد توقف الجسم عن الاهتزاز.

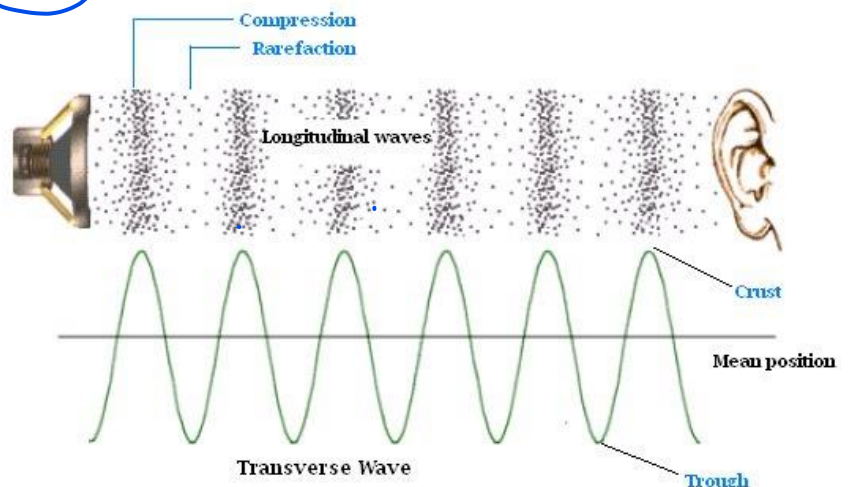
In **longitudinal waves**, particles move parallel to the wave's direction. These waves create areas where the coils of a spring are closer together (compressions) and areas where they are farther apart (rarefactions).

في الموجات الطولية، تتحرك الجسيمات بالتوازي مع اتجاه الموجة. تخلق هذه الموجات مناطق حيث تكون ملفات الزنبرك أقرب إلى بعضها البعض (الانضغاطات) ومناطق حيث تكون متباعدة (التخلخلات).



Sound Waves One type of longitudinal wave is a sound wave.

A wave is a longitudinal wave that travels only through matter. The sounds you may be hearing now travel through air—a mixture of solids and gases. While swimming, you may



have gone underwater and heard someone calling your name. The sound waves then traveled through a liquid.



الموجات الصوتية أحد أنواع الموجات الطولية.

الموجة هي موجة طولية تنتقل فقط عبر المادة. الأصوات التي قد تسمعها الآن تنتقل عبر الهواء - وهو مزيج من المواد الصلبة والغازات. أثناء السباحة، ربما تكون قد ذهبت تحت الماء وسمعت شخصاً ينادي باسمك. ثم انتقلت الموجات الصوتية عبر سائل.

Sound waves travel through a solid when you knock on a door. The sound is caused by vibration. When the door vibrates, the door bumps into nearby air molecules. The door transfers energy to those molecules. The air molecules bump into other air molecules, which carry energy outward from the source.



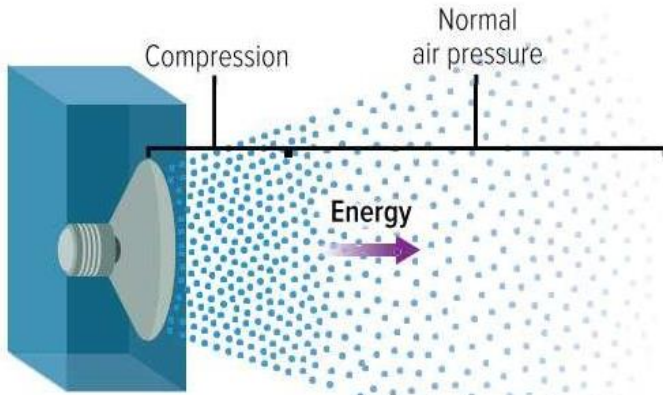
تنتقل الموجات الصوتية عبر مادة صلبة عندما تطرق على باب. وينشأ الصوت نتيجة للاهتزاز. وعندما يهتز الباب، يصطدم الباب بجزيئات الهواء القريبة. وينقل الباب الطاقة إلى تلك الجزيئات. وتصطدم جزيئات الهواء بجزيئات هواء أخرى، تحمل الطاقة إلى الخارج من المصدر.

Sound Wave Models

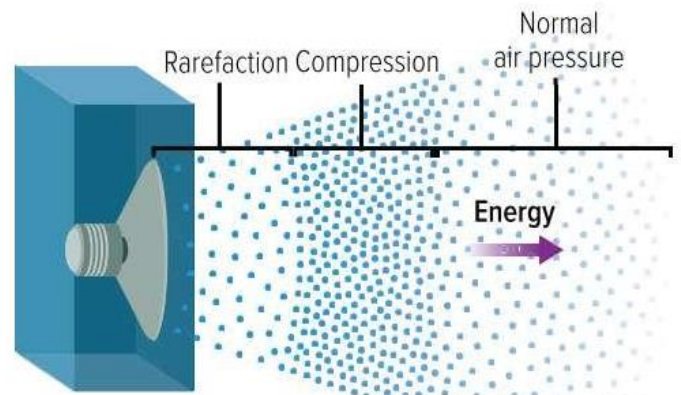
The coiled spring toy demonstrates the properties of longitudinal waves. Sound wave models show how air molecules move as the energy from the sound wave travels through the air. When the speaker cone moves forward, it pushes the air molecules in front of it.

نماذج الموجات الصوتية

توضح لعبة الزنبرك الملفوف خصائص الموجات الطولية. توضح نماذج الموجات الصوتية كيف تتحرك جزيئات الهواء مع انتقال الطاقة من الموجة الصوتية عبر الهواء. عندما يتحرك مخروط السماعة إلى الأمام، فإنه يدفع جزيئات الهواء أمامه.



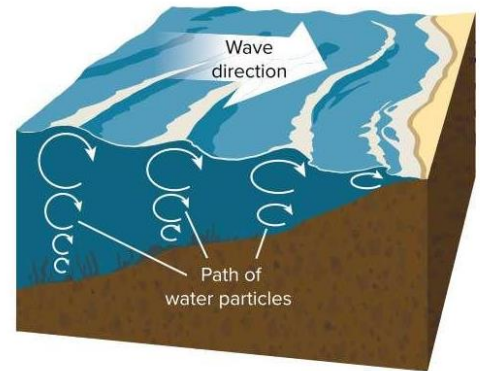
When the speaker cone moves out, it forces particles in the air closer together. This produces a high-pressure area, or compression.



When the speaker cone moves back, it leaves behind an area with fewer particles. This is a low-pressure area called a rarefaction.

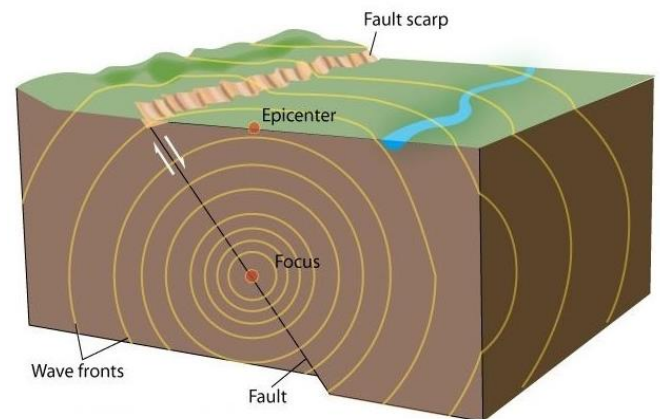
circles → both Longitudinal + Transverse

Water waves are formed when wind transfers energy to the water. They are mechanical waves that move through matter. Though they appear transverse, water waves combine both transverse and longitudinal motion, causing water molecules to move in circular paths that shrink near the ground.



تتشكل أمواج الماء عندما ينقل الرياح الطاقة إلى الماء. وهي موجات ميكانيكية تتحرك عبر المادة. وعلى الرغم من أنها تبدو كموجات مستعرضة، إلا أن أمواج الماء تجمع بين الحركة المستعرضة والطولية، مما يؤدي إلى تحرك جزيئات الماء في مسارات دائرية تنقلص كلما اقتربت الموجة من القاع.

An earthquake occurs when rocks rapidly shift along a fault, generating **seismic waves** that travel to the Earth's surface. Seismic waves are a type of mechanical wave, meaning they move through matter, and there are different kinds of seismic waves.



يحدث الزلزال عندما تتحرك الصخور بسرعة على طول صدع، مما يولد موجات زلزالية تنتقل إلى سطح الأرض. تعتبر الموجات الزلزالية نوعاً من الموجات الميكانيكية، مما يعني أنها تنتقل عبر المادة، وهناك أنواع مختلفة من الموجات الزلزالية.

How does energy affect a wave?

When you hear thunder, sometimes it's a low, soft rumble. Other times it's a loud, booming sound that rattles windows. What makes thunder sound different?

عندما تسمع الرعد، في بعض الأحيان يكون دويًا منخفضًا وناغمًا. في أوقات أخرى يكون صوتًا عاليًا ومدويًا يهز النوافذ. ما الذي يجعل الرعد يبدو مختلفًا؟



Amplitude and Energy

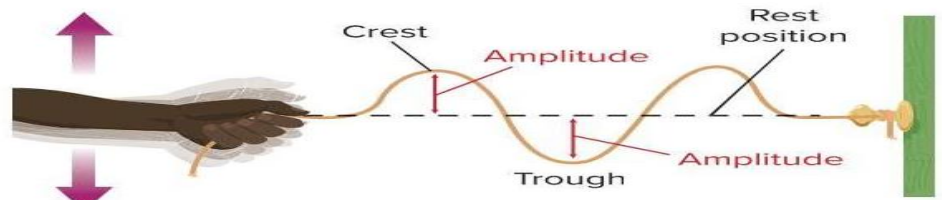
When a tuning fork is struck hard, it produces a loud sound. In water, a loudly vibrating tuning fork creates waves with higher crests and deeper valleys, indicating greater amplitude. **Amplitude** is the maximum distance a wave travels from its resting position, and louder vibrations cause waves with greater amplitude.



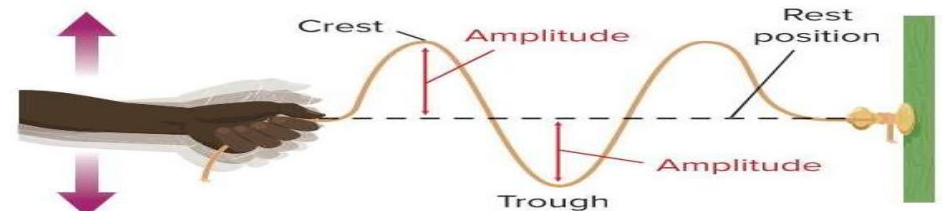
عندما يتم ضرب الشوكة الرنانة بقوة، فإنها تنتج صوتًا عاليًا. في الماء، تولد الشوكة الرنانة التي تهتز بشدة موجات ذات قمم أعلى وقيعان أعمق، مما يدل على سعة أكبر. السعة هي أقصى مسافة تنتقلها الموجة من وضعها الثابت، وكلما كانت الاهتزازات أعلى، زادت السعة.

Proportional Relationships

The wave at the top has a smaller amplitude and carries less energy than the wave at the bottom. The amplitude of a wave is directly proportional to the energy it carries, and each wave below follows a repeating pattern with a specific amplitude.



This wave has a smaller amplitude and carries less energy.

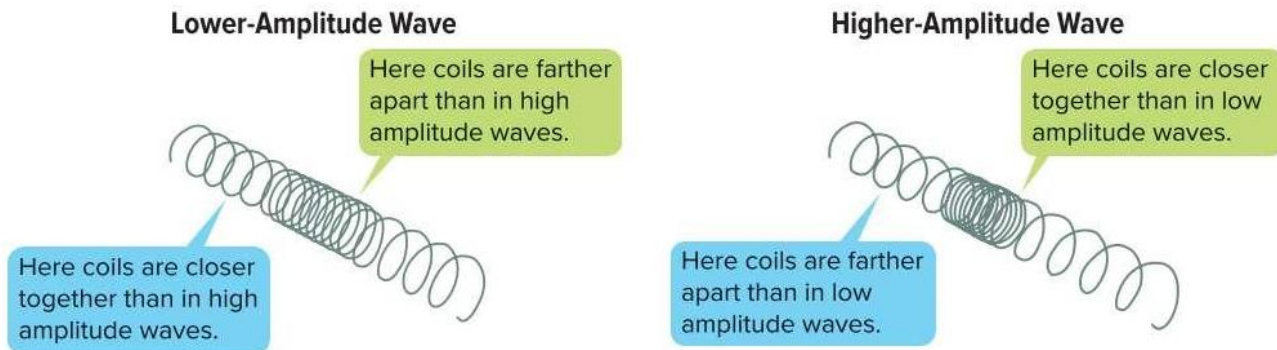


This wave has a greater amplitude and carries more energy.

الموجة في الأعلى لها سعة أصغر وتحمل طاقة أقل من الموجة في الأسفل. السعة للموجة تتناسب طرديًا مع الطاقة التي تحملها، وكل موجة أدناه تتبع نمطًا مكرّرًا بسعة محددة.

A **sound wave** is longitudinal, and its energy increases with amplitude, similar to transverse waves. Amplitude and energy are proportional. For example, a low rumble of thunder has less energy and a smaller amplitude than a loud rumble.

موجة الصوت هي موجة طولية، وطاقتها تزيد مع السعة، مثل الموجات المستعرضة. السعة والطاقة متناسبان. على سبيل المثال، دوي الرعد المنخفض له طاقة أقل وسعة أصغر من دوي الرعد العالي.



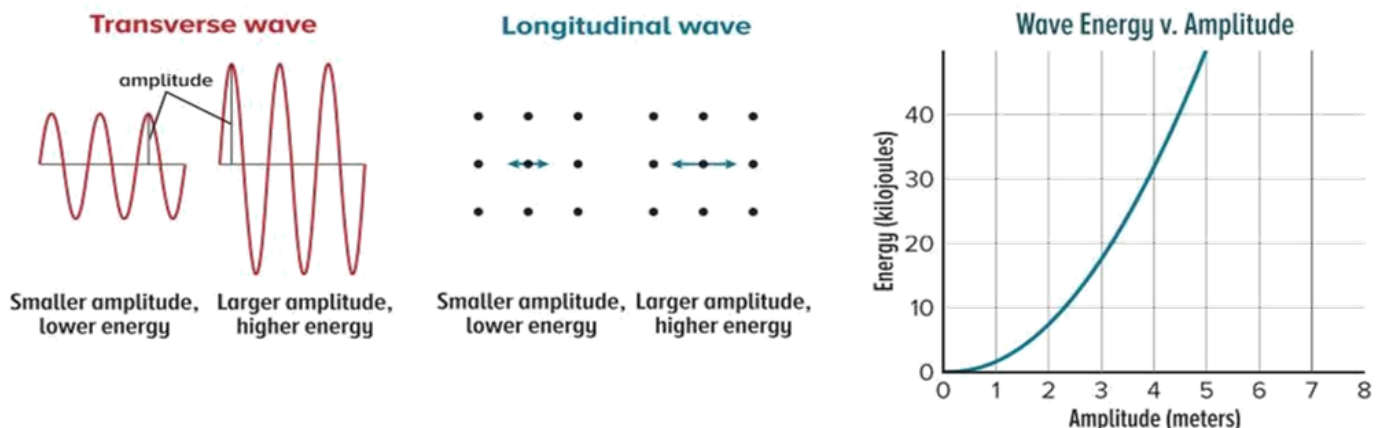
The relationship between wave energy and amplitude can be expressed using a mathematical model. يمكن التعبير عن العلاقة بين طاقة الموجة والسعة باستخدام.

$$\text{energy} \propto \text{amplitude}^2$$

$$E \propto A^2$$

Wave energy is nonlinear and is the square of the amplitude. Doubling the height results in four times the energy, while halving the height gives a quarter of the energy. Graphical and particle representations illustrate this relationship

طاقة الموجة غير خطية وهي مربع السعة. مضاعفة الارتفاع يؤدي إلى أربعة أضعاف الطاقة، بينما تقليل الارتفاع إلى النصف يعطي ربع الطاقة. التمثيلات البيانية والجسيمية توضح هذه العلاقة.



A **tsunami** is a wave caused by ocean disturbances that move large amounts of water in all directions. While similar in size to regular waves, they travel quickly and can reach shore during high tide. Powerful tsunamis can travel up to 300 meters inland.



التسونامي هو موجة تتكون نتيجة لاضطرابات في المحيط تتحرك كميات كبيرة من الماء في جميع الاتجاهات. ورغم أن معظم التسونامي مشابهة في الحجم للموجات العادية، إلا أنها تتحرك بسرعة ويمكن أن تصل إلى الشاطئ أثناء المد العالي. يمكن للتسونامي القوي أن يسافر حتى 300 متر داخل اليابسة.

Amplitude and Loudness

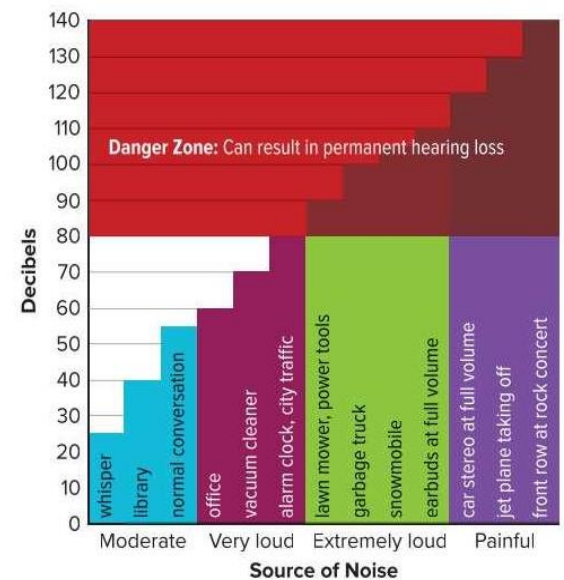
The more energy thunder has, the louder it sounds. Loudness is how you perceive the energy of a sound wave. Thunder may sound different to you than to your friend who lives three miles away.

كلما كانت طاقة الرعد أكبر، كان الصوت أعلى. العلو هو كيفية إدراكك لطاقة موجة الصوت. قد يبدو صوت الرعد مختلفًا لك عن صديقك الذي يعيش على بعد ثلاثة أميال.

Amplitude, Intensity, and Loudness

As a smartphone alarm moves away from a sound level meter, the sound becomes quieter because the energy spreads out, reducing the wave's intensity and amplitude.

Sound intensity is the amount of sound energy that passes through a square meter of space in one second. **Sound intensity** is measured in decibels (dB), with each 10 dB increase making the sound twice as loud. Higher decibel levels reduce the safe listening time to avoid hearing damage.

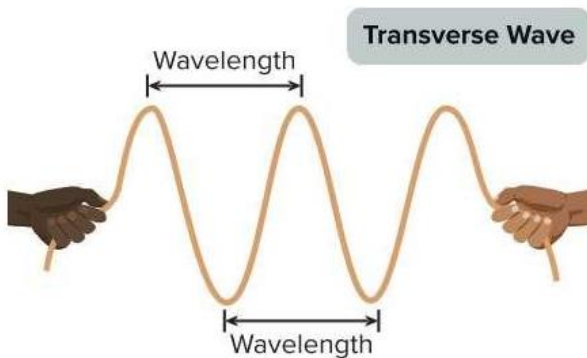


عندما يبتعد منبه الهاتف الذكي عن مقياس مستوى الصوت، يصبح الصوت أكثر هدوءًا لأن الطاقة تنتشر، مما يقلل من شدة الموجة وسعتها. شدة الصوت هي مقدار طاقة الصوت التي تمر عبر متر مربع من الفضاء في ثانية واحدة. تقاس شدة الصوت بوحدات الديسيبل (dB)، حيث أن زيادة بمقدار 10 ديسيبل تجعل الصوت مرتين أكثر ارتفاعًا. مستويات الديسيبل العالية تقلل من الوقت الآمن للاستماع لتجنب تلف السمع.

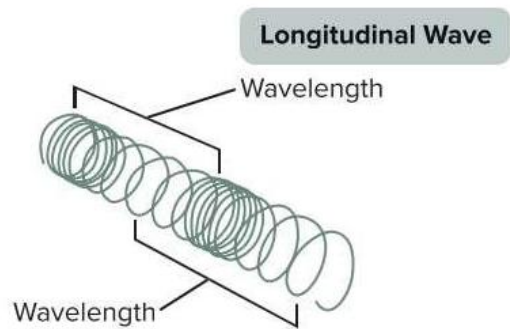
How does the wave shape change when the source of the wave changes?

Wavelength is the distance between corresponding points on consecutive waves, such as crest to crest or trough to trough for transverse waves, and compression to compression or rarefaction to rarefaction for longitudinal waves. Wavelength repeats as long as the energy remains constant and is measured in units of distance, such as meters.

الطول الموجي هو المسافة بين النقاط المتقابلة على الموجات المتتالية، مثل القمة إلى القمة أو الحفرة إلى الحفرة للموجات المستعرضة، والانضغاط إلى الانضغاط أو التخلخل إلى التخلخل للموجات الطولية. يتكرر الطول الموجي طالما بقيت الطاقة ثابتة، ويقاس بوحدات المسافة مثل الأمتار.

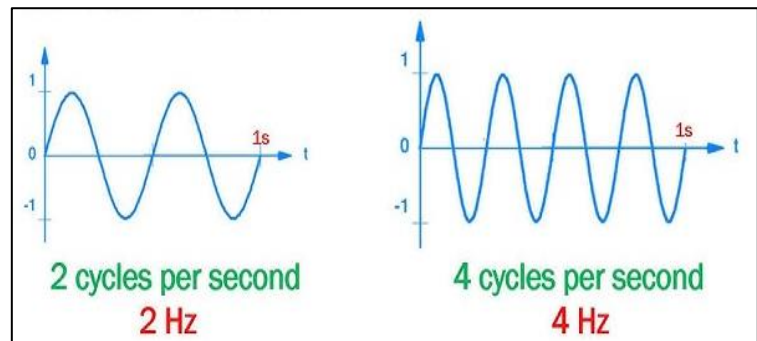


Wavelength is the distance from one crest to the next crest or from one trough to the next trough.



Wavelength is the distance from one compression to the next compression or from one rarefaction to the next rarefaction.

Frequency is the number of times a wave's pattern repeats in a given time, related to the vibration rate of the source. It is measured in hertz (Hz), with 1 Hz equaling 1 vibration per second. The energy of a wave is directly proportional to its frequency—doubling the frequency doubles the energy, and halving the frequency halves the energy.

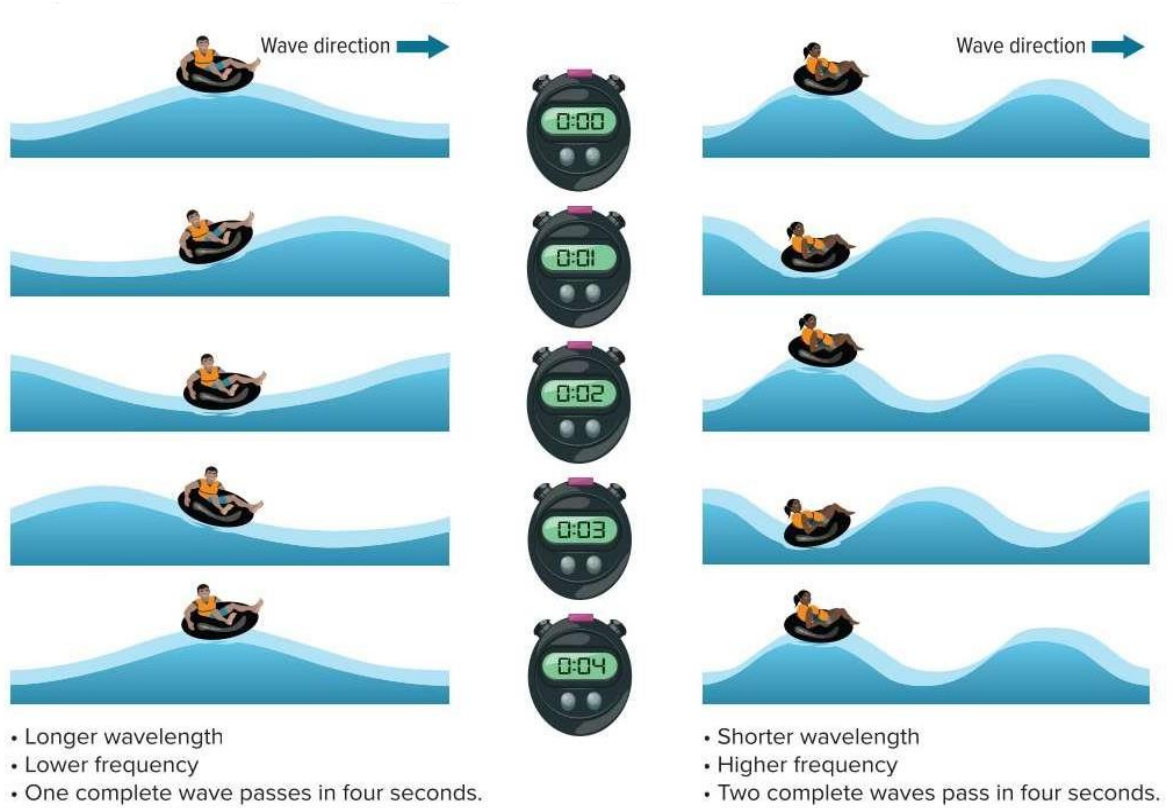


التردد هو عدد المرات التي يتكرر فيها نمط الموجة في وقت معين، وهو مرتبط بمعدل اهتزاز المصدر الذي ينتج الموجة. يُقاس التردد بوحدات الهرتز (Hz)، حيث يساوي 1 هرتز 1 اهتزاز في الثانية. الطاقة التي تحملها الموجات تتناسب طردياً مع التردد؛ إذا تضاعف التردد، تتضاعف الطاقة، وإذا تم تقليص التردد إلى النصف، تنخفض الطاقة إلى النصف.

Wavelength and Frequency

Wave properties, such as wavelength and frequency, are closely related. Frequency is calculated by dividing the number of wavelengths by time. A longer wavelength results in a lower frequency, while a shorter wavelength leads to a higher frequency. As frequency increases, wavelength decreases.

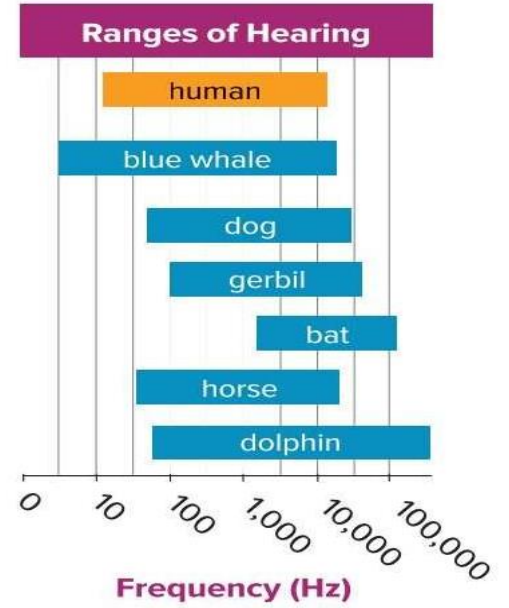
خصائص الموجة، مثل الطول الموجي والتردد، مرتبطة ارتباطًا وثيقًا. يتم حساب التردد عن طريق قسمة عدد الأطوال الموجية على الزمن. الموجة ذات الطول الموجي الأطول تؤدي إلى تردد أقل، بينما الموجة ذات الطول الموجي الأقصر تؤدي إلى تردد أعلى. مع زيادة التردد، ينخفض الطول الموجي.



You can express the relationship between wavelength and frequency with ratios. The wave on the left has a 1:4 ratio of wavelength to frequency. For every one wavelength, four seconds have passed.

يمكنك التعبير عن العلاقة بين الطول الموجي والتردد باستخدام النسب. الموجة على اليسار لها نسبة 1:4 بين الطول الموجي والتردد. بمعنى أنه مقابل كل طول موجي واحد، مرّت أربع ثوانٍ.

Sound frequency and wavelength are inversely related—when the wavelength increases, the frequency decreases. **Pitch** refers to the perceived highness or lowness of a sound, which is influenced by factors such as string length and force. Higher frequencies result in higher pitches. Human voices typically range from 85 Hz to 255 Hz, while thunder falls between 20 Hz and 120 Hz. The human ear detects sounds between 20 Hz and 20,000 Hz, with frequencies above this range classified as infrasound. Different animals have unique hearing ranges.



التردد والطول الموجي للصوت مرتبطان بشكل عكسي، فعندما يزيد الطول الموجي، يقل التردد. النغمة تشير إلى الإدراك المتعلق بارتفاع أو انخفاض الصوت، ويتأثر ذلك بعوامل مثل طول الوتر والقوة. الترددات الأعلى تؤدي إلى نغمات أعلى. تتراوح أصوات البشر عادة بين 85 هرتز و 255 هرتز، بينما يتراوح صوت الرعد بين 20 هرتز و 120 هرتز. الأذن البشرية تلتقط الأصوات بين 20 هرتز و 20,000 هرتز، بينما تُسمى الترددات التي تتجاوز هذا النطاق "التحت صوتية". لدى الحيوانات المختلفة نطاقات سمعية مختلفة.