موجات الصوت:

هي نوع من الموجات التي تنتقل عن طريق الاهتزازات الميكانيكية في وسط مادي، مثل الهواء أو الماء أو الأجسام الصلبة. تتميز موجات الصوت بأنها تنتقل عن طريق زيادة وانخفاض ضغط الوسط المادي، وتتحرك بشكل موجي عبر الوسط.

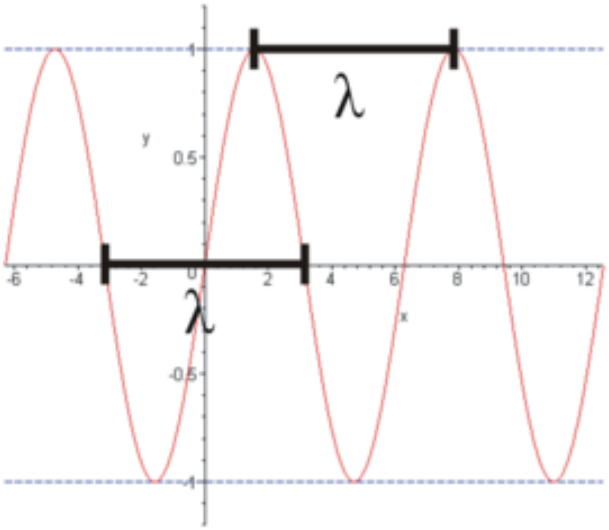
تتم قياس موجات الصوت بوحدة تسمى هرتز (Hz) وهي تشير إلى عدد المرات التي يتكرر فيها الدورة الكاملة للموجة في ثانية واحدة. وتتراوح ترددات موجات الصوت المسموعة للإنسان عادةً بين 20 هرتز و20,000 هرتز. وفيما يلي بعض المفاهيم الأساسية والخصائص المهمة لموجات الصوت:

1. التردد: يشير إلى عدد المرات التي يتكرر فيها دورة الموجة في الوحدة الزمنية. يتم قياس التردد بوحدة الهرتز .(Hz) التردد العالي يعني صوتًا أعلى وأكثر حدة، بينما التردد المنخفض يعني صوتًا أقل حدة وأكثر انخفاضًا.

2. الشدة: تشير إلى قوة الموجة الصوتية ويتم قياسها بوحدة الديسيبل .(dB) كلما زادت شدة الموجة، زادت قوة الصوت الذي نسمعه.

3. الطول الموجي: يشير إلى المسافة بين نقطتين متتاليتين في الموجة التي تتكرر فيها الدورة الكاملة. يتم قياس الطول الموجي بوحدة المتر (m) أو أجزاء منه.

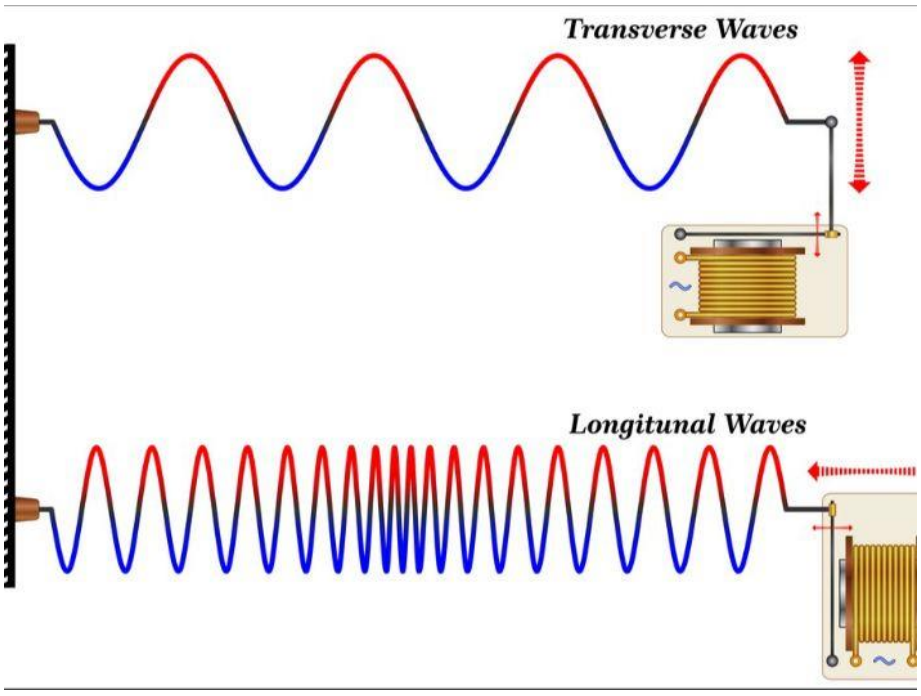
4. السرعة: تشير إلى سرعة انتشار الموجة الصوتية في وسط معين، وهي تختلف حسب نوع المادة التي يمر بها الصوت. في الهواء الجاف عند درجة حرارة الغرفة، تكون السرعة حوالي 343 مترًا في الثانية.



<u>تنقسم الموجات الصوتية إلى نوعين وهما:</u>

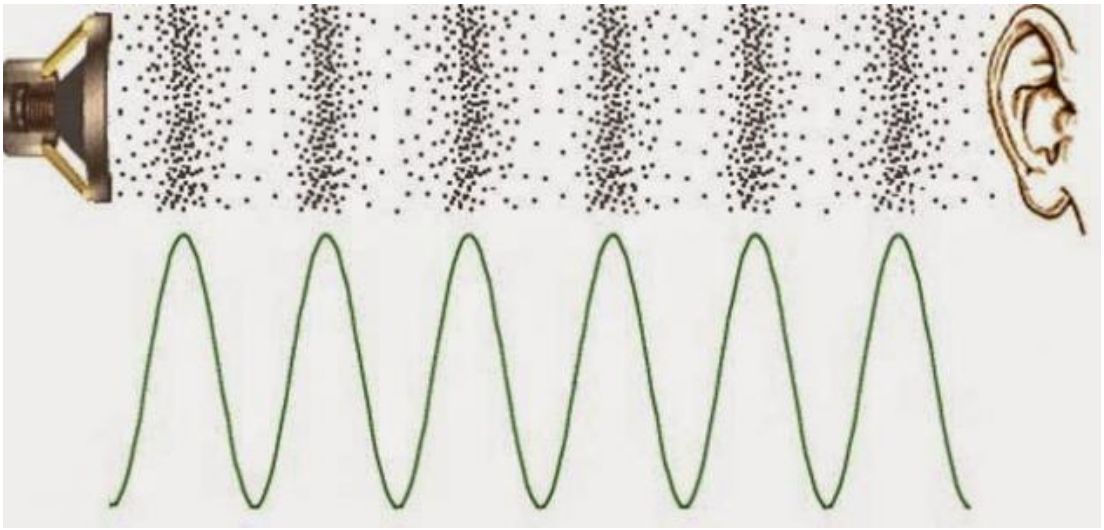
1.موجات طوليّة

2.موجات مستعرضة



تنتشر الموجات الطوليّة في الأوساط الغازية والبلازما والسوائل، ويُطلق عليها علماء الفيزياء اسم الموجات الضغطية، وتتألّف هذه الموجات من عدد من الطبقات المتتابعة الّتي تعلو فوق بعضها البعض، ويبدأ الضغط والطبقات فيها بالعلو شيئاً فشيئاً ويعيد الانخفاض

بالتتابع أيضاً، أمّا فيما يتعلق بالموجات العرضية فتنتشر بالأوساط الصلبة على شكل موجات متتابعة وتكون متعامدة مع اتجاه انتشار الصوت.



خصائص الموجات الصوتية:

هناك خصائص كثيرة للموجات الصوتية منها:

1. الحركة الاهتزازية، وهي عبارة عن تأثير الصوت في جزيئات الوسط الّذي تنتشر فيه وبالتالي اضطرابها واهتزازها.

2.سرعة الصوت، تتفاوت سرعة الصوت وفقاً للوسط الّذي تنتشر فيه موجاته الصوتية، كما تؤثر درجات الحرارة على ذلك، وتكون سرعة الصوت في الوسط الصلب أعلى من سرعته في الوسط السائل وفي الوسط الغازي.

3. شدة الصوت، وهي تلك الكميّة الّتي تُنتج من الطاقة الصوتية عند تأثير الموجات الصوتية في سنتيمتر مربع واحد داخل الوسط خلال عبور هذه الموجة الصوتية به، وفيزيائيّاً تعّد وحدة الديسبل هي المستخدمة لقياس كمية الطاقة الموجية للصوت.

تصنيفات الموجات الصوتيّة:

تنقسم الموجات الصوتية إلى ثلاثة تصنيفات وفقاً لترددداتها، وهي كالتالي:

1. الموجات المسموعة: وهي الموجات الّتي تتراوح ترددداتها ما بين 20-20.000 هيرتز، وتشمل جميع الأصوات التي يمكن سماعها بواسطة الأذن البشرية.

2.الموجات فوق السمعية: هي تلك الموجات الّتي يرتفع ترددها فوق الـ 20 ألف هيرتز والتي تتمحور خارج نطاق حاسة الأذن البشرية، وتدخل في عدة استخدامات كالتطبيقات الصناعية والطبية.

3.الموجات دون السمعية: هي تلك الموجات الصوتية الّتي ينخفض ترددها عن 20 هيرتزاً، أي لا يمكن للإنسان سماعها أو حتى الإحساس بها.

من غير الممكن أن تنتقل الموجات الصوتية عبر الفراغ حيث أننا إذا وضعنا جرسًا في ناقوس زجاجي وفرغنا الناقوس من الهواء فإننا لا نسمع صوت الجرس عندما يدق بسبب عدم انتقال الصوت في الفراغ مما يعني **أن الصوت يعتمد على ثلاثة أشياء**:

1. مصدر اهتزاز لتكوين الموجات الصوتية

2.وسط مثل الهواء لحمل الموجات

3. جهاز استقبال لاكتشافها مثل الأذن بشرية.

سرعة الصوت

تنتقل الموجات الصوتية بسرعة ثابتة بغض النظر عن صخابة الصوت أو رقته ولكن تؤثر درجة الحرارة على سرعة انتقال هذه الموجات حيث ينتقل الصوت في الهواء بسرعة ٣٤٤ مترًا في الثانية عندما تكون درجة حرارة الغرفة ٢٢,٢ درجة مئوية ومع كل ارتفاع درجة

مئوية واحدة تزداد السرعة بحوالي ٠,٦ متر في الثانية، ولا يوجد لضغط الهواء أي تأثير على سرعة الصوت وأما الرطوبة فلها تأثير طفيف حيث تكون سرعة الصوت في الهواء الرطب أكبر إلى حد ما من سرعتها في الهواء الجاف.

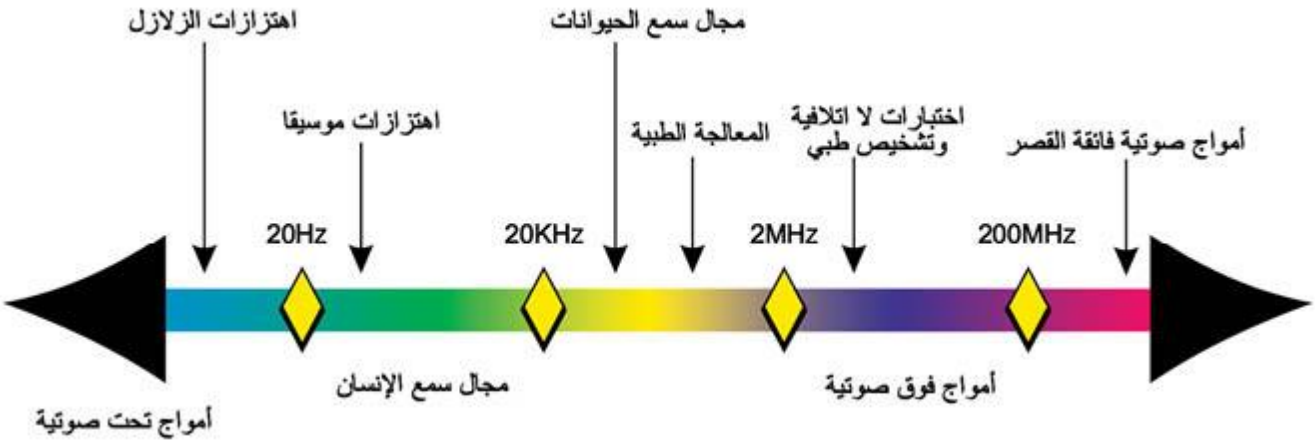
ويوجد العديد من المواد الأخرى الناقلة للصوت والتي تعد أفضل من الهواء مثل بعض الغازات والسوائل وبعض المواد الصلبة مثل الحديد والحجر، وتنتقل الموجات الصوتية في السوائل والمواد الصلبة بنفس الطريقة التي تنتقل بها في الهواء، كما وينتقل الصوت بشكل أسرع ولمسافة أبعد عند استخدام ناقل جيد للصوت.

توجد بعض المواد الصلبة التي تعدّ ناقلًا سيئًا للصوت كالمطاط والفلين والقطن واللباد حيث تمتص هذه المواد الموجات الصوتية بدلاً من نقلها ولهذا تستخدم هذه المواد لعزل الصوت ولإيقاف الضوضاء غير المرغوب فيه.

القدرة على سماع الأصوات

لا تستطيع الأذن البشرية سماع كل ترددات الأصوات حيث يوجد قلة قليلة من الناس الذين يستطيعون سماع ما يقل عن ١٦ هرتز أو أكثر من حوالي ٢٠ كيلو هرتز، ونادرًا ما تستخدم الموسيقى هذا النطاق الكامل من الترددات الصوتية إذ يبلغ تردد أدنى نَغْمَة ٢٧ هرتز وأعلى نَغْمَة تزيد قليلاً عن ٤ كيلو هرتز، وتبث محطات الراديو الترددات التي قد تصل إلى ١٥ كيلو هرتز.

وتسمى الترددات العالية التي تعجز الأذن البشرية عن سماعها بالموجات الأسرع من الصوت أو بالموجات فوق الصوتية حيث تطلق صافرة الكلب الصامتة ترددًا أسرع من الصوت يمكن للكلب سماعها بعكس الإنسان الذي يعجز عن ذلك، ويمكن أن تسبب الترددات العالية للغاية التي تتراوح من ١٠٠ إلى ٥٠٠ كيلو هرتز تفاعلات فيزيائية وكيميائية قوية قد تؤدي إلى تجميع الغبار وتدمير أنواع معينة من البكتيريا.



بعض الحقائق عن الصوت:

1.لا يوجد صوت في الفضاء بسبب عدم تواجد الجزيئات هناك حيث لا يمكن للصوت أن ينتقل عبر الفضاء لأنه لا توجد جزيئات ينتقل عبرها، وأما هنا على كوكب الأرض فلدينا جزيئات هواء تهتز في آذاننا.

2.ينتقل الصوت عبر الهواء أبطأ منه في الماء ففي الواقع سرعة الصوت عبر الماء أسرع بـ ٤,٣ مرة من سرعته عبر الهواء، ومع ذلك ينتقل الصوت عبر الفولاذ أسرع بكثير من الهواء والماء!

3.يعدّ أعلى صوت طبيعي على وجه الأرض هو الصوت الناتج عن انفجار بركان.

4.تمتلك الكلاب القدرة على سماع الأصوات أو الضوضاء التي لا يستطيع البشر سماعها نظرًا لأنها تستطيع سماع الأصوات بتردد أعلى بكثير من ترددات البشر.

5. يكاد يكون من المستحيل تعريف الموسيقى ولكن مع ذلك فيصفها معظم الناس بأنها تنظيم ملموس للأصوات.

6.يعدّ الذباب غير قادرًا على سماع أي أصوات على الإطلاق!

7.غالبًا ما تكون معظم القطط البيضاء ذات العيون الزرقاء غير قادرة على سماع الأصوات وعادة ما تكون صماء.

8.تستطيع الدلافين سماع الأصوات تحت الماء من مسافة تصل إلى ١٥ ميلاً.

9.إنّ أصوات الحيتان قادرة على السفر لمسافة هائلة تصل إلى ٤٧٩ ميلاً عبر مياه المحيط كما لديهم القدرة على التواصل مع بعضهم البعض لمسافات طويلة.

10.تستخدم معظم الحيوانات الأصوات لمساعدتها على اكتشاف الأخطار والكوارث قبل حدوثها.

11.إنّ آذاننا قادرة على سماع أصوات مميزة ومختلفة لأن الاهتزازات التي تدخل من خلالها تنتهي أيضًا بالاهتزاز في آذاننا.

12. لا يمكن للصوت أن ينتقل عبر الفراغ لأن الفراغ خالٍ من المادة.

13.يُعرف علم الصوتيات بالدراسة العلمية للموجات الصوتية.

14.ينتقل الصوت بسرعة حوالي ٧٦٧ ميلاً في الساعة.

15.يمكن للكلاب والقطط والدلافين والفئران سماع الموجات فوق الصوتية،

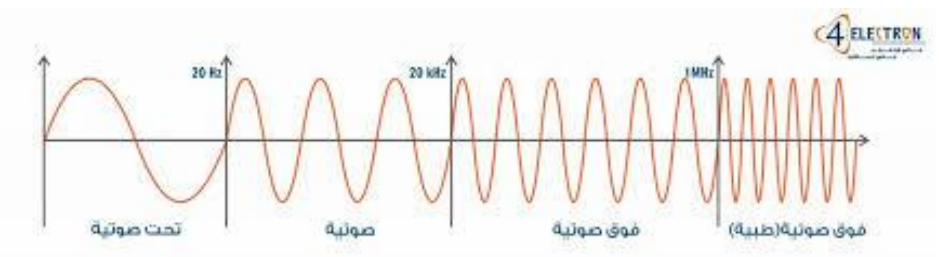
سرعة الصوت

تختلف سرعة الصوت حسب نوع الوسط الذي تنتشر فيه الموجات الصوتية و درجة الحرارة فتكون أعلى في المواد الصلبة وأقل في السوائل وأقل بكثير في الغازات. وبالنسبة لانتشار الصوت في الهواء فيعتمد على الضغط ، أي أن سرعة الصوت تقل بالارتفاع عن سطح الأرض .فمثلا سرعة الصوت في الهواء عند درجة الصفر المئوي هي 331.1 م/ث وتزداد هذه السرعة بارتفاع درجة الحرارة. تقدر سرعة الصوت في الماء بـ1450 م/ث عند الدرجة القياسية (15 درجة مئوية). وتتراوح هذه السرعة في المواد الصلبة بين 3000 و 6000 متر/ثانية فهي مثلا 5100 م/ث للحديد والألمنيوم و3560 م/ث للنحاس وتبلغ 5200 متر في الثانية في الزجاج.

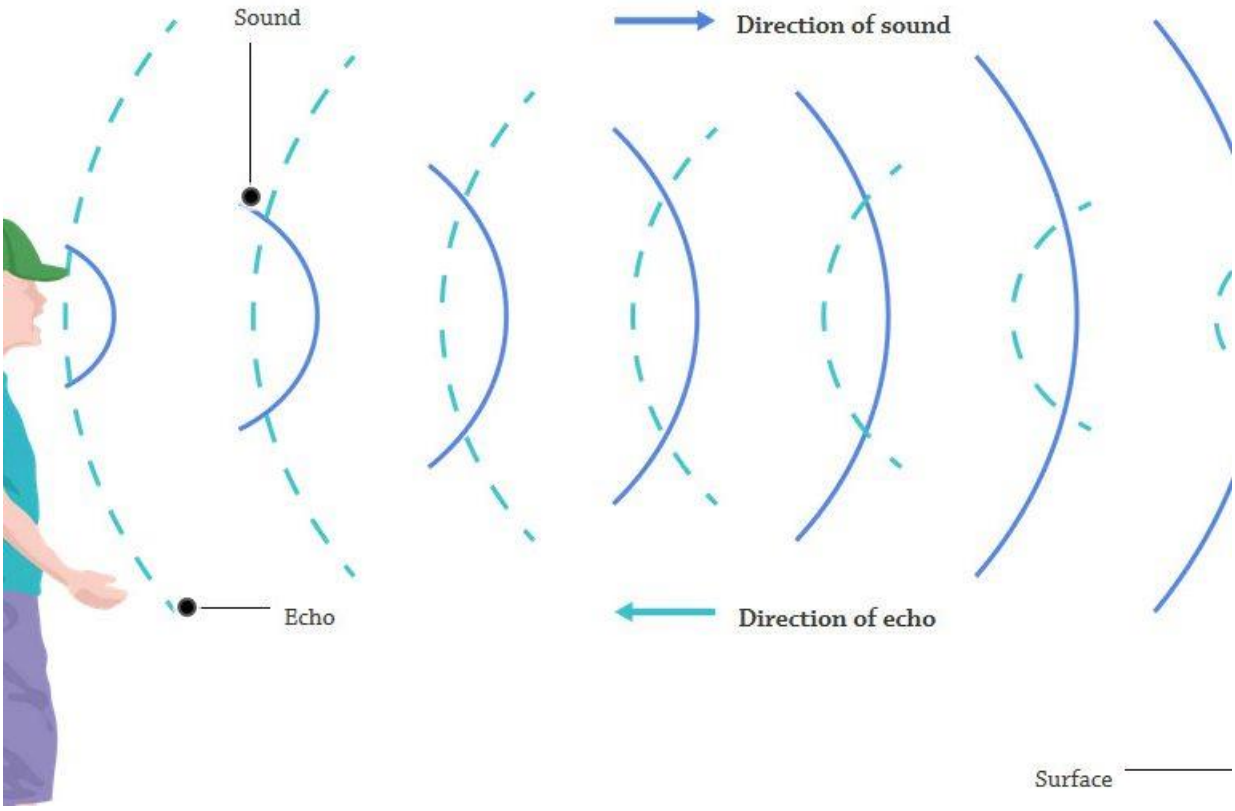
تصنيف الصوت تبعا للتردد

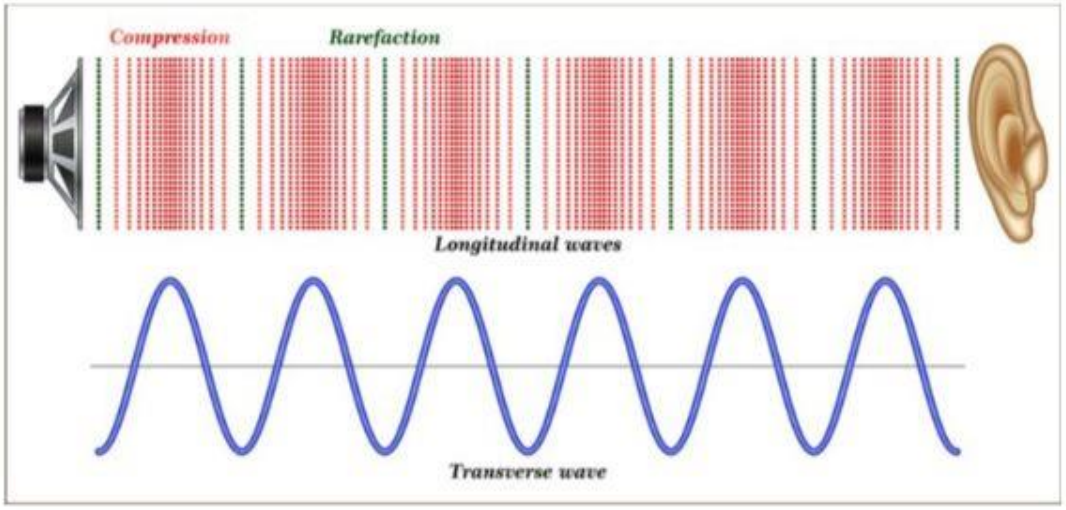
بحسب التردد يصنف الصوت إلى الأنواع:

- **تحت الصوتية،** وهي أقل من 16 هرتز وهي غير مسموعة للأذن البشرية حيث التردد منخفض جدا
- **نطاق السمع**: وهو يمتد من 16 هرتز إلى نحو 20.000 هرتز ، وهي أصوات مسموعة للبشر ،
- **فوق صوتية،** بين 20.000 هرتز إلى 6و1 جيجا هرتز (6و1 مليار ذبذبة في الثانية) ، وهي غير مسموعة للبشر ، حيث ترددها عالي.
- **صوتية فائقة،** موجات صوتية ترددها أكبر من 1 مليار هرتز (1 مليار ذبذبة/ثانية) ، وهذة قد لا تنتشر.



" الطبيعة الموجية للضوء "
الموجات الصوتية تقسم تبعا لترادداتها إلى:
أذن الإنسان تدرك [٢٠ هيرتز – ٢٠ كيلوهيرتز]
موجات دون سمعية
تقل عن ٢٠ هيرتز
مثل
الأصوات المصاحبة لهبوب الرياح
موجات سمعية
تتراوح بين ٢٠ هيرتز إلى ٢٠ كيلوهيرتز
مثل
الأصوات التي تستطيع أذن الإنسان أن تميزها.
موجات فوق سمعية
تزيد عن ٢٠ كيلوهرتز
مثل
الأصوات الصادرة من جهاز السونار
بعض الحيوانات مثل: الدولفين، والخفافيش [لا يسمعها الإنسان]


Sound
Direction of sound
Echo
Direction of echo
Surface



الخصائص الفيزيائية للموجات الصوتية

تتميّز الموجات الصوتية بالعديد من الخصائص، ومنها:

سعة الموجة

تُعرف سعة الموجة (بالإنجليزيّة: Wave amplitude) على أنها المسافة القصوى التي يُمكن قياسها من نقطة السكون للموجة عند مرورها عبر الوسط، ويتم قياسها في الموجات الطولية كموجات الصوت وهي التي تحرّك جزيئات الوسط ذهابًا وإيابًا في نفس اتجاه انتشار الموجة عن طريق حساب المسافة ما بين جزيئات الوسط بعد أن يتم ضغطها بواسطة الموجة، وكلما كان الجزيئات أقرب إلى بعضها زاد مقدر اتساع الموجة الصوتية.[٢]

الطول الموجي

يتم تعريف الطول الموجي (بالإنجليزيّة: Wavelength) على أنه المسافة بين نقطتين متقابلتين لموجتين متتاليتين، وفي الموجات الطولية كموجات الصوت يُمكن قياس طول الموجة من خلال قياس المسافة بين منطقة الانضغاط إلى الانضغاط الذي يليه، أو من منطقة التخلخل إلى التخلخل الذي يليها، ويُرمز إلى الطول الموجي بالحرف اليوناني لامدا (λ) وهو يساوي سرعة الموجة (v) مقسومًا على التردد، أي: الطول الموجي = سرعة الموجة/تردد الموجة، وبالرموز: λ = v/f.[٣]

تردد الموجة

يُمكن تعريف التردد (بالإنجليزيّة: Frequency) على أنه عدد الموجات التي تمر بمكان ثابت في وحدة الزمن، ويتم قياس التردد حسب النظام العالمي للوحدات بالهيرتز (Hertz-Hz) نسبة إلى العالم الألماني هينريش رودولف هيرتز (Heinrich Rudolf Hertz)، أما عن العلاقة بين التردد والطول الموجي فهي علاقة عكسية؛ فالتردد يساوي سرعة الموجة مقسومة على الطول الموجي؛ أي: التردد = سرعة الموجة/الطول الموجي، وبالرموز: f = v/λ.[٤]

سرعة الانتشار

تعرّف سرعة انتشار الموجة (بالإنجليزيّة: Propagation velocity) على أنها المسافة التي تقطعها الموجات الصوتية خلال وسط ما في الثانية الواحدة، وتعتمد سرعة الانتشار على الوسط التي تعبر من خلاله، حيث إن الموجات الصوتية ذات التردد نفسه تعبر الأوساط المختلفة بسرعات مختلفة، أما في الوسط الواحد فإن الموجات ذات الترددات المختلفة تعبر بنفس السرعة.[١]

وبشكل عام يمكن حساب سرعة انتشار الموجة عبر حساب حاصل ضرب ترددها بطولها الموجي: أي أنّ: سرعة الموجة الصوتية = تردد الموجة×الطول الموجي للموجة، وبالرموز: $v = f \times \lambda$، ويوضح الجدول الآتي سرعة موجة الصوت عبر الأوساط المختلفة:[١]

الوسط	سرعة الصوت (م/ث)
الهواء	330
الماء	1480
الدم	1570

عظام الجمجمة

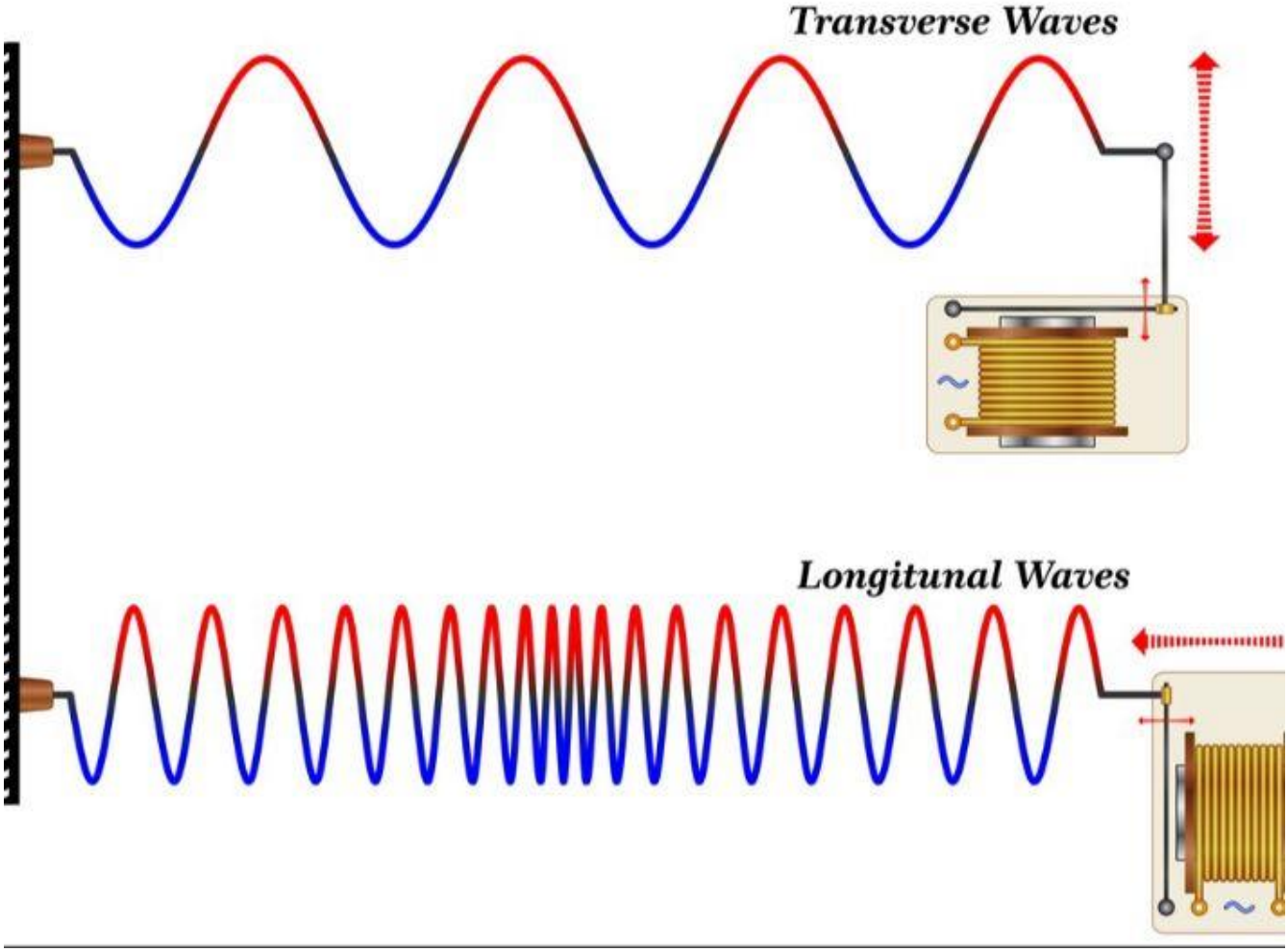
4080

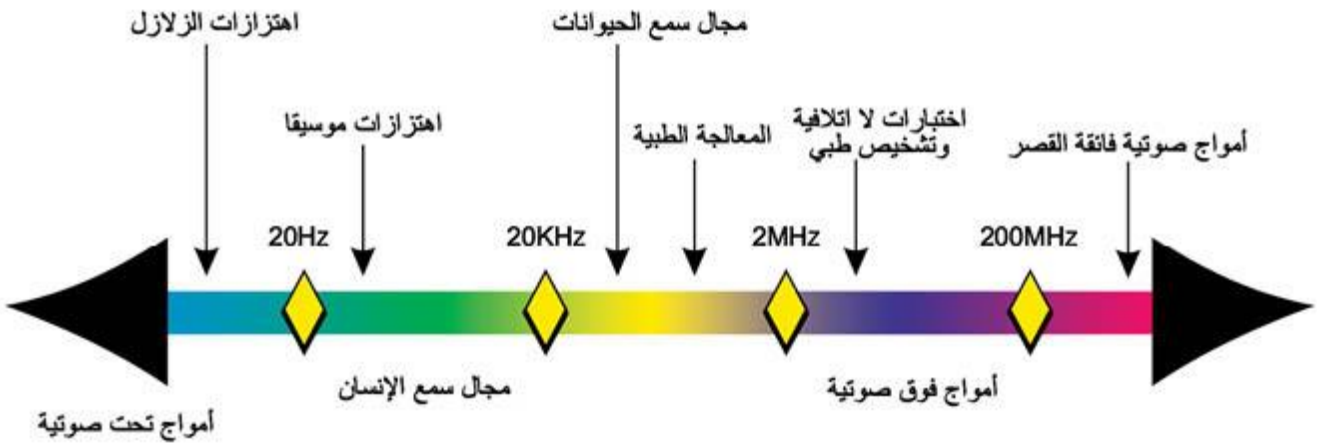
الدهون

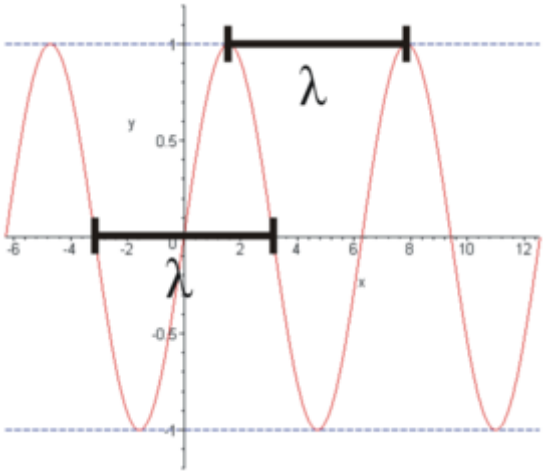
1450

إقرأ المزيد على فيزياء:

https://feeziaa.com/e/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D8%B5-%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%8A%D8%B2%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9-%D9%84%D9%85%D9%88%D8%AC%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B5%D9%88%D8%AA


Transverse Waves
Longitunal Waves


اهتزازات الزلازل
اهتزازات موسيقا
مجال سمع الحيوانات
المعالجة الطبية
اختبارات لا اتلافية وتشخيص طبي
أمواج صوتية فائقة القصر
20Hz
20KHz
2MHz
200MHz
أمواج تحت صوتية
مجال سمع الإنسان
أمواج فوق صوتية


λ
λ
y
x
1
0.5
-0.5
-1
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10
12