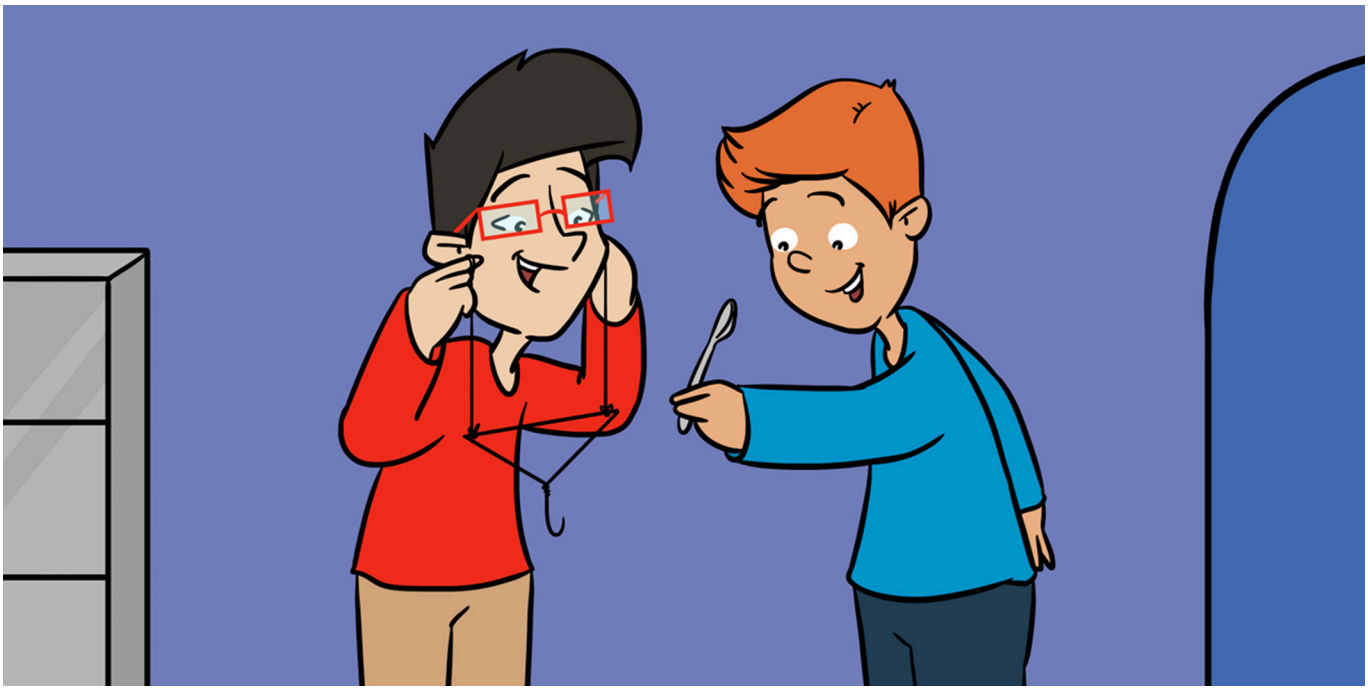
علم الفلك والفيزياء
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 28 نوفمبر 2024
doi: 10.3389/frym.2023.1094312-ar



ما هو طول النوتة؟ تجارب بسيطة لفهم الصوت

Naomi Curati[1], Caryl Hart[2] و Gianluca Memoli[3*]

[1]مكتب نقل المعرفة، جامعة مانشستر، مانشستر، المملكة المتحدة

[2]مؤلفة مستقلة متخصصة في كتب الأطفال، شيفيلد، المملكة المتحدة

[3]مشروع أورورا، كلية الهندسة والمعلوماتية، جامعة ساسكس، برايتون، المملكة المتحدة

ما الصوت؟ وكيف ينتقل؟ وما خصائص الصوت بالضبط، مثل السعة والطبقة؟ في هذه المقدمة إلى عالم الصوت، نطرح عدة تجارب بسيطة يمكنك إجراؤها في المنزل والتي قد تساعد القراء الصغار مثلك على التوصل إلى الإجابات عن هذه الأسئلة. ابحث عن شمّاعة معاطف ولعبة سلينكي وأصيص زهور ومساعدك المفضّل من الأشخاص الكبار وانطلق.

الصوت حولنا من كل اتجاه

نحن محاطون بالأصوات، بدايةً من صوت تكسّر أوراق الشجر تحت أقدامنا عند التنزه في الخريف وحتى صوت النقر على لوحة مفاتيح الكمبيوتر ونحن نكتب، فنحن نصدر أصواتًا بمجرد ممارستنا للحياة. وفي أغلب الأحيان، نحصل على فائدة من الأصوات، فنحن نستخدم أصواتنا مثلاً للتواصل والغناء والدندنة والضحك. والإنذار مثلاً ينبهنا للخطر، وصوت حركة المرور يساعدنا على عبور الطريق بأمان. ولكن قد تكون هناك

المراجعون الصغار

PORYA
العمر: 15

YOUNG TALENTS!
العمر: 13

أضرار لبعض الأصوات، فالضجيج يمكن أن يتلف حاسة السمع لدينا وينغص نومنا. وفهم الصوت يمكن أن يساعد العلماء والمهندسين على الاستفادة من الجوانب الإيجابية للصوت والحد من الجوانب السلبية. في هذا المقال، سنجري بعض التجارب المتعة التي تستكشف مفهوم الصوت. سنكتشف المقصود بالصوت في الواقع ونعرف كيف ينتقل وما يميز صوت عن صوت آخر. وسنقوم بكل ذلك باستخدام أدوات من حياتنا اليومية. إذًا اجلب مساعدًا لك من الكبار ولننطلق.

ما الصوت؟

قد تكون سمعت أن الصوت عبارة عن اهتزاز، ولكن ما معنى ذلك بالضبط؟ ضع إصبعين برفق على حلقك واصدر صوت همهمة عالٍ. هل تشعر بحركة؟ هذا اهتزاز الحنجرة، ولكن كيف ينتقل الصوت من الحنجرة المهتزة إلى أذني المستمع؟

عندما تصدر صوت همهمة أو تتكلم أو تغني، فأنت تدفع الهواء بالفعل عبر حنجرتك. ويتسبب ذلك في اهتزاز حنجرتك من الداخل، وهذه الاهتزازات تجعل كلاً من الجلد والأنسجة والهواء داخل القصبة الهوائية يهتز أيضًا، فينتشر الصوت مثل التموجات على البحيرة. عند التكلم أو الغناء، يخرج الهواء المهتز من فمك المفتوح وإذا كنت تهمهم من أنفك في الغالب، (ولكن في كلتا الحالتين) يتسبب اهتزاز جلد الحلق في اهتزاز جزيئات الهواء الملامسة للجلد أيضًا (انظر أدناه). وتنتشر هذه الاهتزازات للخارج من جسمك لتخترق كل ما يحيط بك.

وفي النهاية، تصل بعض هذه الاهتزازات إلى أذني شخص ما. ثم تنتقل عبر أنبوب طويل في كل أذن (القناة السمعية) وتصطدم بطبلة الأذن، وهي نسيج جلدي رقيق يقع في نهاية القناة السمعية. تبدأ طبلة الأذن أيضًا في الاهتزاز، فتنتقل إشارات إلى دماغ المستمع الذي يتعرف على هذه الاهتزازات كصوت.

انتقال الصوت على شكل موجات

على الرغم من أن الصوت يحتاج إلى وسط مادي مثل الهواء للانتقال من خلاله، فالهواء نفسه لا ينتقل، بل حركة الاهتزاز هي التي تنتقل من جزيء إلى جزيء آخر، ونسمي ذلك الموجة الصوتية.

جرّب ما يلي:

1. *أمسِك لعبة سلينكي على سطح مستوٍ مثل سطح طاولة مع وضع كل طرف في يد.*
2. *باعد بين يديك لأكبر مسافة ممكنة بحيث يتم شدّ السلينكي.*
3. *والآن حرّك يدك اليمنى ذهابًا وإيابًا باتجاه اليسار مع إبقاء اليد اليسرى ساكنة.*

ماالذي حدث؟إذا كنت تراقب بعناية فعلى الأرجح رأيت أسلاك السلينكي تنثني على بعضها وربما بدا الأمر كما لو أن مجموعة الأسلاك كانت تتحرك باتجاه يدك اليسرى.

التضاغط (COMPRESSION)

جزء من الموجة تكون فيه الجزيئات أقرب ما تكون إلى بعضها البعض.

التخلخل (RAREFACTION)

جزء من الموجة تكون فيه الجزيئات أبعد ما تكون عن بعضها البعض.

تشبه أسلاك السلينكي جزيئات الهواء في الموجة الصوتية. فهي تنثني على بعضها أولاً (يُسمى ذلك التضاغط)، ثم تبتعد عن بعضها (يُسمى ذلك التخلخل). قد ترى ذلك كما لو أن الأسلاك المنثنية على بعضها تنتقل بطول السلينكي ولكن إذا ميزت سلكًا واحدًا بقطعة من شريط لاصق، فستلاحظ أن الأسلاك المنثنية على بعضها تتحرك في الواقع ذهابًا وإيابًا حول نقطة ثابتة. من الطرق الأخرى للتعرف على كيفية انتقال الموجات استخدام بنية محاكية للموجات يتم صنعها بالسكاكر كما يظهر هنا، وهذا العرض التوضيحي من تقديم المركز الوطني للعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في المملكة المتحدة.

حشود الجزيئات

دعنا نلقي نظرة الآن على حركة الصوت من حيث الجزيئات. تعرف بالتأكيد أن المواد مثل الهواء والماء والخشب والحجر تتكون من تريليونات الجسيمات الصغيرة التي تُسمى الجزيئات. والجزيئات في المواد الصلبة أقرب إلى بعضها من الجزيئات في الهواء. وكل هذه الجزيئات المحتشدة تتصرف مثل حشد من الناس. تخيّل نفسك وسط هذا الحشد وتتدافع مع الأشخاص المحيطين بك للحصول على مساحة. إذا حاولت التحرك، فستدفع في الغالب الأشخاص الآخرين حولك، ما يجعلهم يندفعون أيضًا. وكلما ضاق الحشد، أثرت حركة كل شخص في الآخر بشكل أكبر.

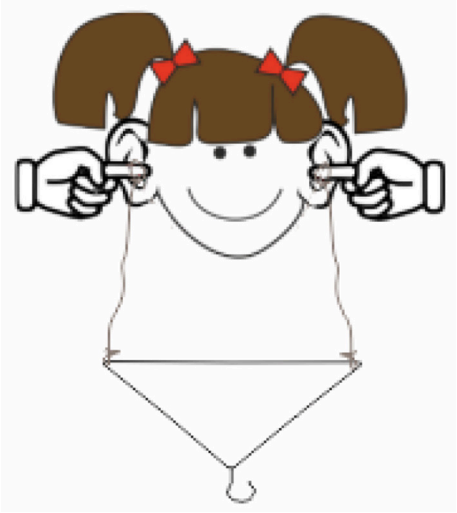
تنتقل الأصوات خلال المواد بطريقة مشابهة. نظرًا لأن الجزيئات في المواد السائلة والصلبة تكون أقرب إلى بعضها من تلك الموجودة في الهواء، فالأصوات تنتقل بسرعة أكبر من خلال هذه المواد مقارنةً بالهواء. وفي الواقع، ينتقل الصوت خلال الهواء بمعدل 340 مترًا تقريبًا كل ثانية بينما ينتقل خلال الماء بمعدل يقترب من 1,500 متر كل ثانية. وهذا يعادل الركض حوالي أربع مرات حول مضمار جري في ثانية واحدة فحسب. دعنا نجري تجربة أخرى لمعرفة المزيد (الشكل 1).

جرّب ما يلي:

1. *ستحتاج إلى شمّاعة معاطف سلكية وخيطين طول كل منهما 20 سم.*
2. *اربط حلقة صغيرة في طرف واحد من كل خيط، بحيث تتسع لإدخال إصبعك فيها.*
3. *اربط الطرف الآخر لكل خيط بزاويتي الشمّاعة.*
4. *ضع إصبعي السبابة في الحلقتين واترك الشمّاعة تتدلى رأسًا على عقب بعيدًا عن جسمك.*
5. *اطلب من صديق ضرب الشمّاعة برفق بملعقة أو شوكة. ماذا تسمع؟*
6. *مع استمرار تدلّي الشمّاعة من الخيطين المحيطين بإصبعيك، أسندهما على جانبي رأسك بالقرب من أذنيك (وليس داخلهما). ستحتاج إلى الانحناء إلى الأمام قليلاً حتى تتدلى الشمّاعة بحرية.*

شكل 1

يتم استخدام خيطين وشمّاعة معاطف لتوضيح مدى اختلاف سرعة الصوت في الهواء والأوساط الصلبة. عند وضع إصبعين في أذنيك، يصل الصوت إليك من خلال الخيطين. عند إسناد الأصابع على جانب الرأس، يصل الصوت إلى طبلة أذنك من خلال الهواء حيث تكون سرعته أبطأ.



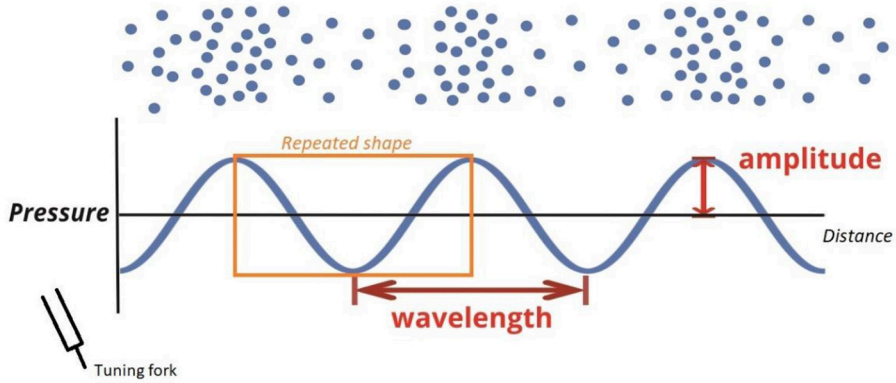
شكل 1

7. *اطلب من صديقك ضرب الشمّاعة مرة أخرى. ماذا تسمع الآن؟*

في هذه التجربة الكلاسيكية والتي يمكنك الاطلاع على أداء مكرر لها بواسطة Science Ireland (علوم أيرلندا) هنا، من المفترض أن يسمع صديقك الصوت نفسه بصرف النظر عن مكان إصبعيك ولكن قد تسمع أنت شيئًا مختلفًا في الحالتين. يرجع ذلك إلى كيفية وصول الصوت إلى أذنيك في كل حالة وعلى وجه الخصوص إلى اختلاف سرعة الصوت في الهواء والأجسام الصلبة. عندما يلامس الإصبعان رأسك بجانب أذنيك، يصل الصوت إلى طبلة أذنك من خلال الخيطين بسرعة أكبر. وعندما لا يلامس الإصبعان وجهك، يصل الصوت إليك من خلال الهواء ولا يقتصر الاختلاف الحاصل هنا على بطء السرعة فحسب، بل تُفقد الطاقة في الوسط المحيط ولذلك يبدو الصوت أقل ارتفاعًا. ولهذا السبب أيضًا نجد البطل في أفلام الغرب الأمريكي يتمكن دائمًا من سماع اقتراب القطار بصورة أفضل عند وضع أذنه على قضبان السكة الحديدية (لا تجرّب ذلك أبدًا). يستخدم مهندسو السكك الحديدية طريقة مشابهة (بربط ميكروفون بالسكة الحديدية) لاختبار السلامة: فإذا كانت السكة الحديدية تتضمن عيبًا، يتشتت صوت القطارات المقتربة.

الموجة الصوتية بالتفصيل

عرفنا أن الصوت ينتقل خلال مادة في شكل موجات، والتي تتكون من تضاغطات (تقاربات) وتخلخلات (تباعدات). من الصعب رسم حركة الموجات الصوتية، ولكن يمكن إعداد رسم بياني للضغط الموجود في موجة صوتية في نقطة زمنية ثابتة (الشكل 2)، باستخدام شكل يتكرر على امتداد مسافة. يكون الضغط في أعلى مستوى في التضاغط وأدنى مستوى في التخلخل، ولذلك يحتوي المخطط على قمم وقيعان متبادلة. تتكون الموجة الواحدة من قمة واحدة وقاع واحد على مخطط الضغط الخاص بنا.



شكل 2

في الشكل 2، يتم تمييز السعة والطول الموجي بلون داكن، وهما الخاصيتان الرئيسيتان للموجات الصوتية. والسعة هي ارتفاع الموجة ويتم قياسها من أعلى قمة أو أسفل قاع. أما الطول الموجي، فهو الطول بالمتر من نقطة ثابتة على تكرار واحد للشكل (القمة مثلاً) إلى النقطة نفسها على التكرار التالي.

يتسم الصوت بخاصية أخرى لا تظهر في مخططنا، وهي التردد. معنى التردد "عدد المرات" وفي موضع استماع ثابت، يشير تردد النوتة الموسيقية إلى عدد الاهتزازات الصادرة كل ثانية عند عزف هذه النوتة. يقاس التردد بالهرتز وفي حالة وجود نوتة واحدة (أي تردد واحد كما في الشكل 2)، يكون هناك ارتباط بين التردد والطول الموجي: فالموجات كبيرة الطول الموجي تكون منخفضة التردد بينما تكون الموجات صغيرة الطول الموجي عالية التردد.

يمكن أن تكون الأطوال الموجية للصوت كبيرة جدًا، ومن أمثلة ذلك النوتة المُستخدَمة عادةً للشوكات الرنانة (440 هرتز) والتي يبلغ طولها الموجي 78 سم (في الهواء).

ولكن بشكل عام يشتمل أي صوت على عدة ترددات (يمكنك تصوّر ذلك كعزف نوتات مختلفة في الوقت نفسه على بيانو) وتحدد تلك الترددات الشكل الذي يتكرر على امتداد مسافة في الشكل 2. غالبًا ما تعتمد الترددات في صوت ما على كيفية توليد الصوت: فاستخدام المطرقة نفسها لضرب جرسين مختلفي الحجم على سبيل المثال قد يولّد ترددين مختلفين للغاية.

السعة: ما مدى ارتفاع الصوت؟

من الأشياء التي تميز صوت عن الآخر جهارة الصوت أو مستوى الصوت. إذا كان مستوى الصوت في فيلم منخفضًا جدًا، فقد لا تتمكن من سماع الحوار بين الأبطال. وإذا كانت الموسيقى في سماعتي الأذن عالية للغاية (أي مستوى الصوت مرتفع)، فقد يضر ذلك بحاسة سمعك.

شكل 2

يمثل الشكل ما يمكن قياسه في لحظة زمنية ثابتة عند عزف نوتة واحدة (بشوكة رنانة على سبيل المثال). تنتج الشوكة الرنانة موجة ضغط تنتقل بسرعة الصوت، وتؤدي إلى سلسلة تضاغطات وتخلخلات للجزيئات. يرتفع الضغط إلى أعلى مستوى في التضاغط عندما تقترب الجزيئات من بعضها وينخفض إلى أدنى مستوى في التخلخل عندما تبتعد الجزيئات عن بعضها بأكبر قدر. يتم تمثيل الموجة من خلال شكل متكرر يعبّر ارتفاعه عن سعة الموجة التي تقاس بوحدات الضغط (باسكال). والطول الموجي (الذي يتم قياسه بالأمتار) هو المسافة اللازمة حتى تكرر نقطة في البنية نفسها، مثل المسافة بين قمتين.

السعة (AMPLITUDE)

ارتفاع موجة يتم قياسه من موضعها إلى أعلى قمة أو أسفل قاع.

الطول الموجي (WAVELENGTH)

طول موجة يتم الحصول عليه في لحظة زمنية ثابتة من خلال قياس المسافة بين نقطة على موجة وتكرارها التالي.

التردد (FREQUENCY)

عدد الموجات التي تمرّ بنقطة ثابتة في ثانية واحدة، ويقاس بوحدة الهرتز.

مستوى الصوت (VOLUME)

في هذا المقال، نعرّف "مستوى الصوت" على أنه سعة موجة صوتية ويتم التعبير عنه بوحدة الديسيبل.

تشير السعة في رسمنا البياني للضغط إلى مدى جهارة الصوت. تشتمل الأصوات العالية على اهتزازات قوية مع تضاغطات عالية الضغط وتخلخلات منخفضة الضغط، ولذا كلما زادت السعة، زاد مستوى الصوت والجهارة. تقاس الجهارة بالديسيبل. ومقياس الديسيبل لوغاريتمي، ما يعني أنه يزيد بالضرب وليس بالجمع. فالزيادة البالغة 10 ديسيبل معناها أن الصوت أعلى عشر مرات، ولكن الزيادة البالغة 20 ديسيبل تعني صوتًا أعلى 100 = 10 × 10 مرة، بينما تعني الزيادة التي تعادل 30 ديسيبل صوتًا أعلى بمقدار 1,000 = 10 × 10 × 10 مرة. والهمس يعادل 15 ديسيبل، وصوت الكلام العادي 60 ديسيبل، بينما قد يبلغ صراخ الطفل الرضيع 110 ديسيبل. والأصوات البالغة 110 ديسيبل أو أكثر تكون عالية بشكل مزعج، أما الضوضاء التي تزيد عن 130 ديسيبل فهي مؤلمة في الواقع.

الديسيبل (DECIBELS)

الديسيبل هو مقياس نسبي للسعة، ولذا يقيس مستوى الصوت عدد المرات التي تكون فيها سعة موجة ضغط أكبر من قيمة ضغط مرجعية [بالنسبة للأصوات التي تنتقل في الهواء، تبلغ هذه القيمة المرجعية 0.00002 باسكال (20 ميكروباسكال)، وهذا أقل ضغط يمكن للبشر سماع نوتة به عند تردد بمقدار 1,000 هرتز].

جرّب ما يلي:

1. *ستحتاج إلى لعبة سلينكي معدنية وشريط لاصق وأصيص زهور بلاستيكي.*
2. *أمسك بلعبة السلينكي المعدنية من طرف واحد ودعها تتدلى على الأرض.*
3. *ارفع بعض أسلاك السلينكي بحيث تنثني على بعضها ثم أفلتها. ما الصوت الذي تصدره؟*
4. *باستخدام الشريط اللاصق، الصق رأس السلينكي بقاعدة الأصيص (يجب أن تكون فتحة الأصيص غير مقابلة للسلينكي كما في الشكل 3).*
5. *أمسك الأصيص بحيث يتدلى السلينكي للأسفل باتجاه الأرض.*
6. *ارفع الأسلاك وأفلتها كالسابق. الضجيج الصادر عن لعبة السلينكي وحدها صغير وهادئ ولكن عند لصق الأصيص به، من المفترض أن يرتفع الضجيج بشكل مدهش.*

شكل 3

تستخدم هذه التجربة لعبة سلينكي وأصيص زهور لعرض مدى قدرة الحاويات على زيادة سعة الموجات الصوتية. أولاً، يمسك القائم بالتجربة بطرف واحد من السلينكي ويدع الطرف الآخر متدليًا. يكون الصوت الناتج بهذه الطريقة منخفض السعة كثيرًا. بعد ذلك، يتم تثبيت الأصيص بطرف من السلينكي (باستخدام الشريط اللاصق)، ويمسك القائم بالتجربة بالأصيص ويدع الطرف الآخر من السلينكي متدليًا. يشبه الصوت الناتج في هذه الحالة الثانية انفجار الليزر في لعبة حرب النجوم (https://www.youtube.com/watch?v=3_JdIrQGKXc).

ما سبب ذلك؟ تتميز لعبة السلينكي بحد ذاتها بسطح مهتز صغير يؤثر في الهواء المحيط به. على الجانب الآخر، يتسم أصيص الزهور بمنطقة سطح كبيرة وكتلة الهواء بداخله أكبر.

وعندما يتم تثبيتهما معًا بشريط لاصق، تؤدي الاهتزازات في السلينكي إلى اهتزاز الأصيص والهواء داخله وخارجه. وتتراكم هذه الاهتزازات وتجعل الصوت أعلى. ونفسر ذلك علميًا بأن الأصيص ضخّم الصوت (أي جعله أعلى). يمكنك القيام بتجربة مشابهة بهاتفك. شغّل بعض الموسيقى على الهاتف، ثم ضعه داخل كوب جاف لتضخيم الصوت.

في كلتا الحالتين، يحدد حجم الحاوية الترددات التي يتم تضخيمها، ويمكن استخدام ذلك بشكل مفيد، مثلاً في المواد الخارقة [1]. وفقًا للمهندس المدني "فيتروفيوس" المنتمي إلى روما القديمة، يمكن استخدام الجرار الصغيرة المصنوعة من المعدن في المسارح لرفع صوت الفنانين وهم يغنّون، وهذه نظرية يرى بعض العلماء أنها أثرت على بناء العديد من الكنائس الأوروبية في العصور الوسطى.

طبقة الصوت: ما مدى ارتفاع أو انخفاض الصوت؟

تشير طبقة الصوت إلى مدى ارتفاع أو انخفاض الصوت. ولا ترتبط طبقة الصوت بالطريقة التي يدرك بها البشر تردد الصوت، بل بكيفية سماعهم له. يمكن للبشر سماع الترددات التي تتراوح بين 20 هرتز (الطبقة المنخفضة مثل الرعد) و20,000 هرتز (الطبقة المرتفعة مثل الصافرة). وفي الطريقة العادية لضبط الآلات الموسيقية، يبلغ تردد "المفتاح الأوسط C" (أو C4) 256 هرتز، في حين تعادل النوتة A "فوق المفتاح الأوسط C" نوتة شوكة رنانة (440 هرتز). وفي الموسيقى، يعني رفع طبقة الصوت بمقدار أوكتاف واحد مضاعفة تردد النوتة. ومن المثير للاهتمام أنه عند عزف نوتتين موسيقيتين في الوقت نفسه، فإن النوتات ذات نسب الترددات البسيطة (مثل 20 و22 و24 هرتز) تكون في الغالب أكثر إمتاعًا من مجموعات النوتات ذات نسب الترددات المعقدة (مثل 20 و21.5 و37 هرتز).

يمكن للعديد من الحيوانات سماع ترددات لا يستطيع البشر سماعها. ويُطلق على الترددات العالية التي لا يمكن للبشر سماعها اسم الموجات فوق الصوتية، بينما تُسمى الترددات المنخفضة التي لا يمكننا سماعها الموجات تحت الصوتية. وتستخدم الخفافيش والدلافين التي تحدد الموقع بالصدى الموجات فوق الصوتية لمعرفة مكان الأشياء، كما تستخدم الأفيال الموجات تحت الصوتية للتواصل على امتداد مسافات بعيدة [2, 3].

جرّب ما يلي:

1. *ستحتاج إلى بالون وصامولة معدنية (تلك التي يتم ربطها بمسمار معدني).*
2. *ضع الصامولة داخل البالون.*

طبقة الصوت (PITCH)

وفقًا لموسوعة بريتانيكا، تشير طبقة الصوت إلى "موضع صوت واحد في النطاق الكامل للأصوات". وهي كمية مرتبطة بتردد الصوت ولكن على مقياس نسبي.

الموجات فوق الصوتية (ULTRASOUND)

أصوات بترددات مرتفعة بدرجة مفرطة بحيث لا يستطيع الإنسان سماعها، وعادةً ما تكون أكبر من 20,000 هرتز. وتستخدم حيوانات مثل الخفافيش الموجات فوق الصوتية للتحليق والصيد.

الموجات تحت الصوتية (INFRASOUND)

أصوات بترددات منخفضة بدرجة مفرطة بحيث لا يستطيع الإنسان سماعها، وعادةً ما تكون أقل من 20 هرتز. وتصدر هذه الأصوات من أجسام كبيرة للغاية مثل توربينات الرياح.

3. *انفخ البالون واربط عقدة في النهاية.*
4. *قرّب البالون من العقدة ولفّه في شكل دوامة بحيث تتحرك الصامولة بداخله في دوائر.*

من المفترض أن تسمع صوت طنين عالٍ لأن حواف الصامولة وزواياها ترتد على السطح الداخلي للبالون. والسبب في ذلك أن الصامولة تجعل البالون يهتز ويصدر صوتًا.

جرّب لفّ البالون في شكل دوامة بسرعات مختلفة. ما الذي يحدث لطبقة الصوت عند تبديل سرعة الحركة؟

تتغير طبقة الصوت لأن سرعة دوران الصامولة تؤثر على تردد الصوت الناتج. وهناك علاقة طردية بين السرعات الكبيرة والترددات العالية، فعندما تضاعف عدد دورات الصامولة في الثانية، زاد تردد الصوت المقابل بمقدار أوكتاف واحد. وحجم البالون مهم أيضًا، ففي الحركة الدوامية نفسها، تتغير سرعة دوران الصامولة بالتناسب مع حجم البالون.

مَن يدرس الصوت؟

يُطلق على دراسة الصوت علم الصوتيات، ويُسمى العلماء والمهندسون المتخصصون في الصوت علماء الصوتيات. وينتمي علماء الصوتيات إلى تخصصات مختلفة، منها علم الأحياء والهندسة والموسيقى والرياضيات والفيزياء وعلم النفس. وهم يدرسون جوانب متعددة للصوت، بدءًا من التحكم في الضوضاء البيئية وحتى فهم الكلام وتطور اللغة. ويبحث آخرون كيفية استخدام الموجات الصوتية لفحص صحة جنين قبل ولادته. ولكن الشيء الوحيد الذي يجمع بين علماء الصوتيات هو شغفهم بالصوت. ونحن نتمنى أن تشاركهم هذا الشغف وتستمتع بهذه التجارب المنزلية الصاخبة. وربما تصبح مصدر إلهام لعالم صوتيات في المستقبل أو تتحوّل بدورك إلى عالم صوتيات.

علم الصوتيات (ACOUSTICS)

وفقًا لموسوعة بريتانيكا، هو "العلم المهتم بإنتاج الصوت والتحكم فيه ونقله واستقباله وتأثيراته". ويتناول هذا العلم أيضًا الترددات التي تتجاوز النطاق الذي يمكن للبشر سماعه.

شكر وتقدير

يقدّر GM التمويل الذي تلقاه من وكالة UK Research and Innovation من خلال المنحة رقم EP/S001832/1 تحت عنوان AURORA: Controlling sound like we do with light (أوروورا: التحكم في الصوت على غرار الضوء).

المراجع

1. Li, J., Wen, X., Sheng, P. 2021. Acoustic metamaterials. *J. Appl. Phys.* 129:171103. doi: 10.1063/5.0046878
2. Simmons, J. A., Houser, D., and Kloepper, L. 2014. "Localization and classification of targets by echolocating bats and dolphins," in *Biosonar*, eds A. Surlykke,

P. E. Nachtigall, R. R. Fay, and A. N. Popper (New York, NY: Springer New York). p. 169–193.

3. Garstang, M. 2010. "Chapter 3.2 - Elephant infrasounds: long-range communication," in *Handbook of Behavioral Neuroscience, Vol. 19*, ed S. M. Brudzynski (Elsevier). p. 57–67.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 28 نوفمبر 2024

المحرر: Edward Gomez

مرشدو العلوم: Viplov Chauhan و Jonas Raschidie

الاقتباس: Memoli G و Curati N, Hart C (2024) ما هو طول النوتة؟ تجارب بسيطة لفهم الصوت. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2023.1094312-ar

مُترجَم ومقتبس من: Curati N, Hart C and Memoli G (2023) How Long Is a Note? Simple Experiments to Understand Sound. Front. Young Minds 11:1094312. doi: 10.3389/frym.2023.1094312

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2023 Curati, Hart و Memoli 2024. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

PORYA، العمر: 15
أحب الرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء، وكذلك البيانو وأعزف عليه أيضًا.

YOUNG TALENTS!، العمر: 13
نحن Apurva وKalyani وAkshada وParth وManvi وVedan وKrishna وAjay. نعيش جميعًا في السكن التابع لمدرستنا ونحب طهي الإندومي عندما يكون الحراس غير منتبهين. نحن نتبع نظام مدارس نافودايا ونحب الاستمتاع في الفصول الدراسية. ونقضي أفضل أوقاتنا عند إغاظة ومداعبة بعضنا البعض وقراءة الكتب العلمية.

المؤلفون

NAOMI CURATI

أعمل في جامعة مانشستر في مساعدة الباحثين الأكاديميين والشركات والمنظمات الأخرى على التقدم بطلبات التمويل للمشاريع التعاونية التي تحقق فوائد من نتائج الأبحاث. حصلت على درجة الدكتوراة في الكيمياء حيث بحثت كيفية تفاعل الجزيئات مع الضوء ودرجة الماجستير في دراسات المتاحف. ومنذ ذلك الوقت وأنا أعمل في مجالات مختلفة، منها المتاحف العلمية ومجال تكنولوجيا النانو. قبل وظيفتي الحالية، كنت مديرة المشاركة المجتمعية في المجموعة البحثية Mathematics of Waves and Materials (رياضيات الموجات والمواد) في جامعة مانشستر حيث كنت أساعد متخصصي الرياضيات على كيفية شرح أعمالهم.

CARYL HART

مؤلفة حائزة على جوائز ومتخصصة في أدب الأطفال حيث تؤلف كتبًا مصورة وخيالية للصغار. تقدّم ورشًا تعليمية إبداعية للمدارس والمكتبات والمنظمات المجتمعية والمهرجانات. وقد فازت كتبها بالجوائز كما دخلت القائمة القصيرة للعديد من الجوائز الإقليمية والوطنية. فكتاب *Meet the Oceans* (الالتقاء بالمحيط) كان بين قائمة أفضل كتب ووترستون للأطفال الرضع وحديثي المشي لعام 2021، كما اختاره موقع Books for Topics كأفضل مصدر دعم لمنهج المرحلة التأسيسية للسنوات المبكرة لعام 2021. ودخل كتاب *Girls Can Do Anything* (الفتيات لا يعرفن المستحيل) في القائمة القصيرة لجائزة الكتاب في أسبوع المكتبات المستقلة لعام 2019، كما فاز كتاب *The Girl who Planted Trees* (الفتاة التي زرعت الأشجار) بجائزة أفضل كتاب مصوّر في مجلة Teach Early Years لعام 2022، واختاره "جوزيف كويلو" الحائز على جائزة Children's Laureate (أفضل كاتب للأطفال) من المملكة المتحدة كأحد أفضل الكتب لعام 2022. وقد بيع ربع مليون نسخة من أفضل كتبها مبيعًا، وهما سلسلة *Princess* (الأميرة) وسلسلة *Albie* (ألبي)، ويتم نشر كتبها بعدة لغات في كل أنحاء العالم. تعيش Caryl في شيفيلد برفقة عائلتها وتحب المشي في التلال وركوب الدراجات والسباحة في المياه المفتوحة. لمعرفة المزيد من المعلومات، يمكنك زيارة www.carylhart.com أو إرسال رسالة إلى Caryl على تويتر (الحساب: carylhart1) أو إنستغرام (الحساب: carylhart)، وسيسرها التواصل معك.

GIANLUCA MEMOLI

يعمل Gianluca في مجال الصوت منذ عام 2004 في الشركات والمؤسسات الأكاديمية على حد سواء. وبالإضافة إلى كونه فيزيائيًا ومهندسًا ومخترعًا حسب وصف طفليه، فهو شغوف أيضًا بمسرح الهواة. وقد حصل على جائزة المملكة المتحدة تحت عنوان Communicating Acoustics to the Public (تبسيط علم الصوتيات لعموم الناس) في عام 2013 بعد إلقاء المحاضرات عن أبحاثه لأكثر من 66,000 شخص. g.memoli@sussex.ac.uk*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology