

## 2- الصوت

### الكفاءات المستهدفة

- يعرف أن الصوت ناتج عن اهتزاز المادة.
- يميز بين الأصوات حسب خصائصها.

### المحتويات والمفاهيم

#### - الصوت

\* مصادر الصوت.

\* انتشار الصوت - شروط الانتشار.

#### - خصائص الصوت.

\* الشدة.

\* الارتفاع.

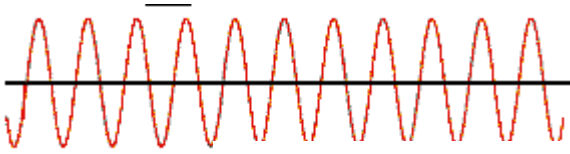
\* الرنة .

- أعمال تطبيقية. - أسئلة التصحيح الذاتي. - أجوبة التصحيح الذاتي.

### ما هو الصوت؟

نسمع في حياتنا اليومية أصواتا مختلفة باختلاف مصادرها، وكثيرا ما ننتعها بصفات مختلفة. بعضها تتقبله أذن السامع كتغريد الطيور وبعض المقاطع الموسيقية الجميلة، وتنفّر من بعضها الآخر، وقد تتزعج من بعضها كالضجيج مثلا.

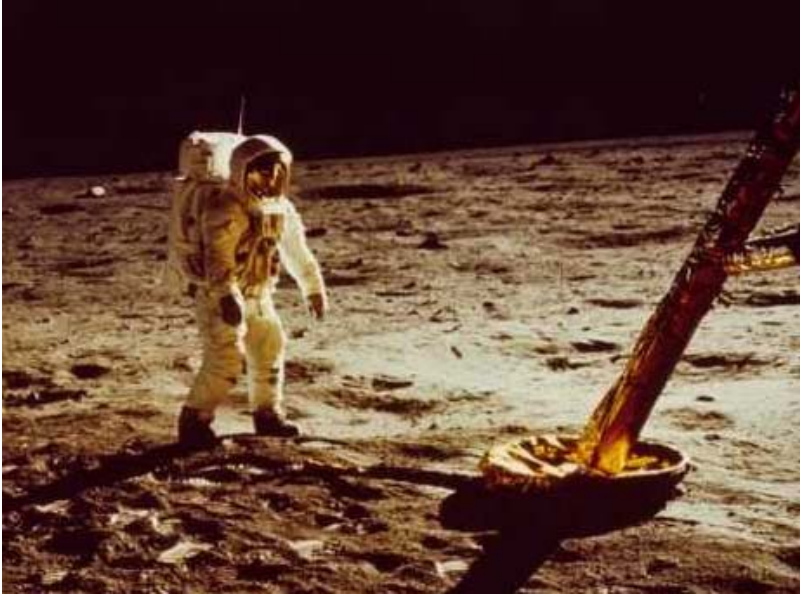
### ماهي مصادر الصوت؟



لعل أهم مصدر للصوت هو الإنسان، إذ يعتبر الكلام وسيلة التواصل بين الناس. لكن مصادر الصوت عديدة . فجريان الماء في الجداول يصدر صوتاً، والرعود تصدر هي الأخرى أصواتاً، وتحليق الطائرة ينجم عنه صوت، واصطدام جسمين يؤدي إلى نشوء صوت ..... وهل تعلم أن بعض الحيوانات كالخفافيش والدلافين والفيلة تتواصل فيما بينها عن طريق الصوت، وهي تبعد عن بعضها البعض بعدة كيلومترات؟



إذن هناك مصادر للصوت، وهي متعددة كما رأينا، وهناك ملقطات للصوت كالأذن والميكروفون وغيرها. لكن كيف يتم التواصل بين مصادر الصوت هذه والأجهزة المستقبلية للصوت؟



ماذا يحتاج الصوت لكي ينتشر؟

لعلك شاهدت في التلفزيون رواد الفضاء على سطح القمر ، أو خارج كبسولتهم وهم "يسبحون" في الفضاء. ألم تتساءل كيف يتكلمون فيما بينهم؟

تخيل أنك موجود بجانب زميل لك في الفراغ ، حيث لا يوجد هواء، هل يكون بالإمكان أن يتم حديث بينكما؟ لماذا؟

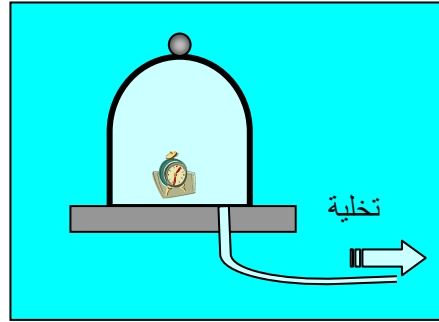
حتى نفهم ذلك جيدا، نجرى تجربة على الأرض ولكن بتوفير شروط مماثلة للمثال السابق. أي أننا نحدث فراغا في الحيز الذي نجرى فيه التجربة.

### التجربة:

نستعمل لهذا الغرض ناقوسا مكونا من مادة شفافة، لنتمكن من رؤية ما بداخله، ومنبها ومضخة لتفريغ الهواء.



ناقوس ( cloche à vide )



نضع المنبه داخل الناقوس ونتركه يرن. هل يمكن أن نسمع صوت المنبه داخل الناقوس؟ نعم إذا كان صوت جرسه مرتفعا بالقدر الكافي.

ترى لو نشغل مضخة تفريغ الهواء، هل نلاحظ حدوث شيء غريب وخارج عن المألوف؟ نعم، نلاحظ عندها بأن صوت الجرس يبدأ في التخافت شيئا فشيئا إلى أن ينقطع سماع الصوت عند تفريغ كل الهواء الموجود بداخل الناقوس رغم أننا نشاهد بأن جرس المنبه مازال مشغلا! فكيف نفسر هذه الظاهرة؟

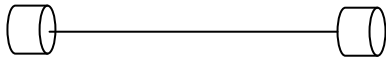
لا شك بأنك قد استنتجت بأن سبب انقطاع الصوت ، أو بالأحرى عدم وصوله إلى الأذن، هو غياب الوسيلة التي تحمله إلى الأذن أي الهواء. هذا يعني أنه لكي نسمع صوت الجرس لا بد من وجود شيء ينقل صوت الجرس هذا من مصدر نشوئه إلى أذن السامع ، وهذا الشيء هنا هو الهواء (ويمكن أن نضيف جدار الناقوس كما سنرى لاحقاً). والشيء نفسه يمكن ملاحظته في الفراغ، حيث لا يوجد هواء، إذ لا يمكن أن يسمع شخص أصواتا في الفراغ، إنما يتم التخاطب بين رواد الفضاء عن طريق أجهزة لاسلكية.

لكن هل الهواء فقط هو الكفيل بإيصال الصوت من منبعه إلى أذن السامع ؟

للجواب على هذا التساؤل نقوم بإجراء بعض التجارب البسيطة.

### تجربة-1:

خذ علبتين فارغتين من علب الياغورت ، ضع بكل من العلبتين ثقباً رفيعاً. مرر



نهاية خيط عبر ثقب العلبة الأولى، ثم

مرر النهاية الثانية للخيط بثقب العلبة الثانية، (الشكل) وحتى لا ينفصل الخيط عن العلبتين ضع عقدة مناسبة في كل من نهايتي الخيط ، وبهذا تكون قد صنعت هاتفاً بسيطاً يمكنك أن تتسلى به مع زميل لك ، بحيث يضع أحدهما العلبة على أذنه والثاني يضعها أمام فمه ويتكلم داخلها. فإذا كان الخيط مشدوداً بشكل جيد يمكن للذي وضع العلبة أمام أذنه أن يسمع كلام زميله عبر الخيط.

## تجربة-2:

خذ قضيبا معدنيا طويلا وضع إحدى نهايتيه أمام أذنك ، واطلب من زميلك أن يطرق النهاية الثانية للقضيب طرقا خفيفا بواسطة جسم معدني، قطعة نقدية مثلا، فإنك ستلاحظ بأن صوت الطرق يصل إلى أذنك. هذه الطريقة كثيرا ما تستعمل خاصة من طرف عمال السكة الحديدية. فلكي يعرفوا إن كان هناك قطارا قادما نحوهما يترصدون صوت عجلاته بوضع آذانهم على السكة (القضبان الحديدية التي تسير عليها عجلات القطار) لسماع صوته قبل أن يصل إليهم وحتى قبل أن يسمعوا صوته عبر الهواء.

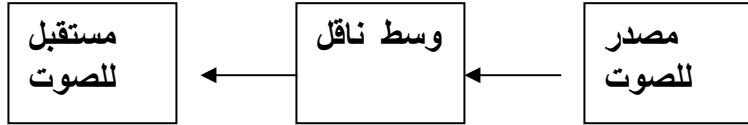
## تجربة-3:

قد تكون هذه التجربة قد مرت بك ، وهي أنك عندما تغوص تحت الماء فإنك تسمع أصواتا من حولك، خاصة تلك الأصوات التي تصدر داخل الماء. فإذا لم تمر بك هذه التجربة فعليك بالقيام بها ،إذا أتاحت لك الفرصة، في البحر أو في حوض سباحة، وتتمثل التجربة في إصدار صوت بفمك أو بصدم جسم صلب بجسم صلب آخر،وأنت تحت الماء، فإنك تسمع هذا الصوت بأذنك.

نستنتج مما سبق بأن:

يحتاج الصوت إلى وسط مادي لانتشاره، قد يكون هذا الوسط غازيا أو سائلا أو صلبا.

نستنتج مما سبق بأنه لكي يسمع صوت لابد من وجود مصدر للصوت وملتقط للصوت، كالأذن مثلا، ووسيلة لنقل هذا الصوت من مصدره إلى أذن السامع .  
قد تكون هذه الوسيلة مادة صلبة أو سائلة أو غازية.



### كيف نفسر إذن ظاهرة الصوت؟

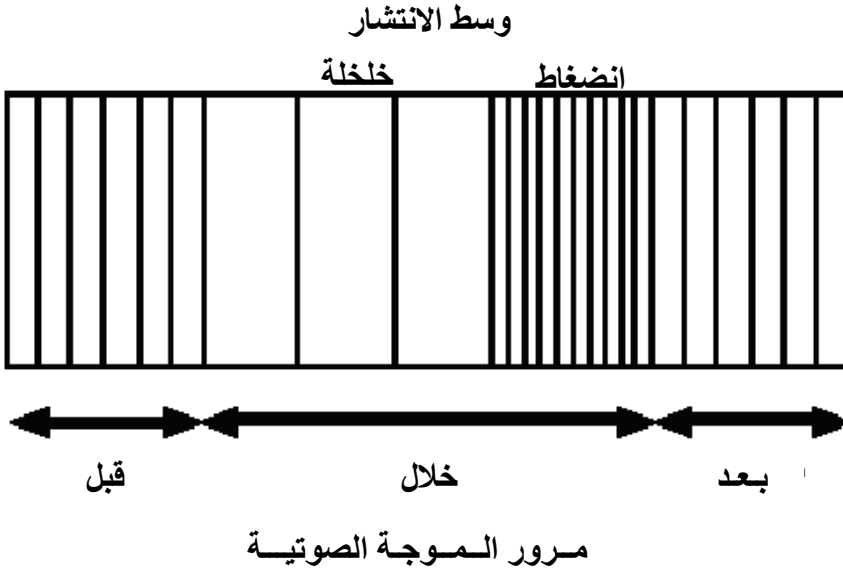
إن نشوء الصوت وانتشاره مرتبطان بوجود حركة اهتزازية ووسط مادي يمكن أن ينتشر فيه هذا الصوت. فعند المنبع يتشوه الوسط (بالصدم أو بالانضغاط أو بغيرهما)، وبسبب مرونة هذا الوسط ، ينتقل التشوه إلى الجزيئات المجاورة ، التي



تقوم هي الأخرى بالتأثير على الجزيئات الأخرى المجاورة لها، فينتقل التشوه هكذا من المنبع إلى النقاط المحاذية له تدريجيا.أي أن الموجة الصوتية هي موجة انضغاط وزوال انضغاط لبعض أجزاء وسط الانتشار(قد يكون الوسط غازيا أو سائلا أو صلبا)، وهذا يعني أن الموجة لا تغير من الوسط الذي تنتشر فيه، إنما تقوم "بضغط" و"خلخله" الوسط ، وبعد مرور الموجة يبقى الوسط كما كان عليه



دون تغيير. وهذه الظاهرة تحدث كما نرى دون انتقال للمادة، أي أن ما يحدث هو فقط اهتزاز لجسيمات الوسط حول أوضاع توازنها.



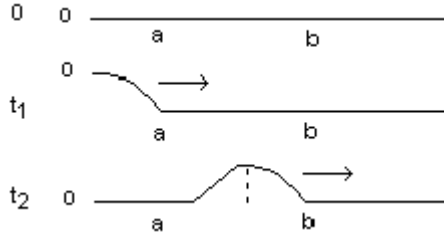
فالاضطراب ينتقل إذن في الوسط وفق موجة. فنقول إن الصوت ينتقل وفق أمواج صوتية.

عادة ما توضح الظاهرة الصوتية من خلال انتشار اضطراب يحدث في حبل مرن أو من خلال التجاعيد أو الاضطرابات التي تنتقل على سطح بركة ماء عندما يلقى فيها حجر، أو من خلال انتشار انضغاط أو استطالة حلقات نابض على النابض نفسه.

### 1- انتشار اضطراب على حبل:

نحدث اضطراباً في النهاية 0 (رفع هذه النقطة إلى أعلى ثم إرجاعها إلى وضعها الأصلي بحركة سريعة) للحبل المبين بالشكل الموالي فنلاحظ:

- \* أن الاضطراب ينتقل بمرور الزمن إلى جميع النقاط المجاورة للنقطة المعتبرة
- \* عند تتبع حركة نقطة كيفية، ولتكن النقطة  $a$ ، من وسط الانتشار فإننا نلاحظ أنه بعد لحظة زمنية  $t_1$  يصلها الاضطراب وأنها تعيد نفس حركة المنبع 0 لتهداً بعدها (أي ترجع إلى وضعها الأصلي) ما لم يصلها اضطراب آخر.
- \* لظالما أن هناك حركة للجسيمات المكونة لوسط الانتشار، فيمكن القول بأن هناك طاقة تنتقل مع الاضطراب.



\*في حالة حبلنا هذا يكون منحى الانتشار عموديا على منحى حركة النقاط المادية المشكلة للوسط، ويسمى اضطراب كهذا **موجة عرضية**.

لانتشار الاضطراب سرعة  $V$  يمكن بالتجربة أن نستنتج بأنها ثابتة. فإذا وصل الاضطراب إلى نقطة كيفية ثانية ولتكن النقطة  $b$  من الوسط في اللحظة الزمنية  $t_2$  ، فإن هذه السرعة  $V$  تعطى بالعلاقة:

$$V = \frac{\overline{ab}}{t_2 - t_1}$$

## 2- انتشار اضطراب على طول نابض مرن:

ليكن لدينا نابض مرن وطويل، حلقاته غير متالصة . نحدث تشوها في بعض الحلقات الأولى للنابض (كجعل هذا الحلقات تتضغط فيما بينها) ثم نترك الجملة وشأنها. نلاحظ بعدها أن

\* الانضغاط يطال جميع أجزاء النابض بعد مدة زمنية.

\* جميع الحلقات يحدث لها نفس ما حدث للحلقات الأولى المضغوطة، ثم تعود إلى وضعها الابتدائي. أي لا يوجد هناك انتقال للمادة، لكن هناك انتقال للطاقة.

\* منحى انتشار الاضطراب هو نفس منحى حركة انتقال حلقات النابض ويسمى اضطراب كهذا **موجة طولية**.

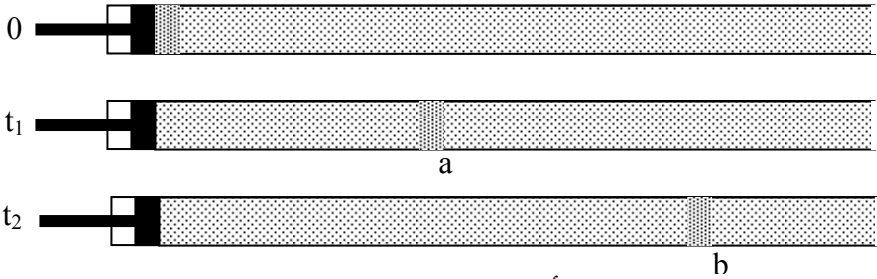
كما يمكن أن نستنتج كذلك بأن سرعة انتشار الاضطراب ثابتة، يمكن التعبير عنها بنفس العلاقة السابقة.

$$V = \frac{\overline{ab}}{t_2 - t_1}$$



### 3- انتشار اضطراب في عمود غازي:

على غرار ما رأيناه في التجريبتين السابقتين يمكن أن نفهم كيف ينتشر اضطراب أحدث في نقطة من وسط به غاز وليكن الهواء. فلو أخذنا أنبوبا أسطوانيا شفافا من الزجاج أو البلاستيك، وركبنا بأحد طرفيه مكبسا، ثم قمنا بإحداث حركة سريعة للمكبس داخل الأنبوب ذهابا وإيابا، فماذا يمكنك أن تتوقع حدوثه بالنسبة للغاز داخل الأنبوب؟ حيث أن الهواء شفاف لا يمكن مشاهدته، نضع داخل الأنبوب مسحوق الفلين أو البوليستيرين أو أي مادة خفيفة فنلاحظ من أجل نقطة داخل الأنبوب أن حبيبات المادة الخفيفة الموضوعة داخله تتحرك ذهابا وإيابا ، كحركة المكبس تماما، ثم تسكن في مكانها الأصلي. نشاهد الشيء نفسه بالنسبة لنقاط مختلفة من الأنبوب، لكن بعد فاصل زمني معين.



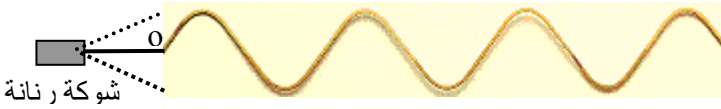
وعموما فإننا في النهاية نجد أن الظاهرة المدروسة في هذه الحالة لا تختلف في خواصها عن مثيلاتها المدروسة سابقا، أي أن الاضطراب يسري عبر كافة وسط الانتشار وبسرعة ثابتة، بحيث لا يحدث هناك انتقال للمادة المولدة لوسط الانتشار، بينما يكون هناك انتقال للطاقة. ويسمى اضطراب كهذا **موجة ميكانيكية طولية**.

### انتشار الحركة الاهتزازية

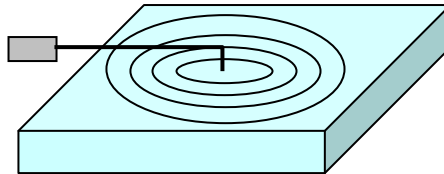
لو استبدلنا الآن المكبس بمكبر للصوت ووضعناه أمام فتحة الأنبوب لرأينا أن الحبيبات الخفيفة لمسحوق الفلين أو غيره تضل تهتز طالما ضل مكبر الصوت يصدر صوتا، وأكثر من هذا فإن حركة هذه الجسيمات تتغير بتغير شدة الصوت.

وما حدث في حالتنا الأخيرة هذه (حالة استعمال مكبر الصوت) هو أننا حصلنا بفضل هذا الأخير على اضطرابات متكررة ومستمرة. أي حصلنا على قطار للأمواج الميكانيكية المتقدمة الطولية. ويكفي للتأكد من ذلك وضع الأصبع على غشاء مكبر الصوت فإنك ستشعر بأن أصبعك يهتز. وعليه نسمي حركة اهتزازية اضطرابات متماثلة ومتكررة تحدث في مجالات زمنية متساوية.

لكي نحصل إذن على حركة اهتزازية يكفي أن يكون لدينا منبع يغذي وسط الانتشار باضطرابات متماثلة ومستمرة تحدث في مجالات زمنية متساوية. فإذا ربطنا - مثلا - نهاية حبل مرن بشوكة رنانة للاحظنا بأن الحبل يأخذ شكلا مميزا نتيجة انتشار الاضطرابات المتكررة الصادرة من المنبع نقطة اتصال الخيط بالشوكة الرنانة.



وإذا جعلنا نهاية شوكة رنانة تلامس السطح الحر لسائل، فإننا نلاحظ تشكل تجاعيد دائرية متمركزة في نقطة تلامس رأس الشوكة مع سطح الماء، بحيث يشكل سطح السائل في النهاية من قمم وهي أعلى نقطة يرتفع فيها السائل بالنسبة للسطح الحر له، وبين كل قمتين نجد قعرا، وهي أخفض نقطة ينزل إليها السائل بالنسبة للسطح الحر له.



## تطبيق:

1- اربط بسهم الكلمات الموجودة على اليمين مع تلك الموجودة على اليسار.

ماء	
ميكروفون	منبع للصوت
سماعة الهاتف	ناقل للصوت
خشب	ملتقط للصوت
غاز	

إملاً الفراغات:

2- تحدث ظاهرة الصوت لما يتوفر .... للصوت و..... انتشار و..... للصوت.

3- لما يحدث اضطراب في وسط مادي، فإن هذا الاضطراب..... عبر الوسط بحيث تعيد كل نقطة.....حركة المنبع.

4- عند انتشار اضطراب لا ..... مادة الوسط ، لكن هناك انتقال ل..... عبر هذا الوسط.

5- عندما نحدث اضطراباً في نهاية حبل مرن أو نقطة من سطح سائل، فإن منحنى حركة نقاط وسط الانتشار تكون..... على منحنى الانتشار.تسمى الأمواج الميكانيكية التي لها هذه الصفة الأمواج.....

6- عندما نحدث انضغاطاً في بعض حلقات نابض مرن أو في غاز، فإن منحنى

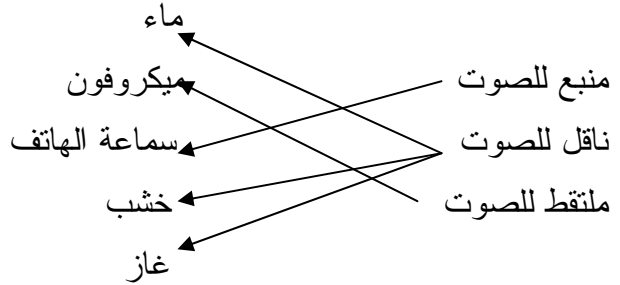
حركة نقاط وسط الانتشار تكون..... منحنى الانتشار.تسمى الأمواج الميكانيكية التي لها هذه الصفة الأمواج.....

7- عند حدوث اضطرابات جوية فإننا نشاهد البرق أولاً ثم نسمع الرعد، هل يرجع سبب ذلك إلى كون:

- أ- البرق يحدث قبل حدوث الرعد.
  - ب- الرعد يحدث قبل حدوث البرق.
  - ج- الرعد والبرق يحدثان في آن واحد.
- برر من أجل الحالة التي تختارها سبب مشاهدة البرق قبل سماع الرعد.

### الإجابة

1- اربط بسهم الكلمات الموجودة على اليمين مع تلك الموجودة على اليسار.



2- تحدث ظاهرة الصوت لما يتوفر منبع للصوت و وسط انتشار و ملتقط للصوت.

3- لما يحدث اضطراب في وسط مادي، فإن هذا الاضطراب ينتشر عبر الوسط بحيث تعيد كل نقطة نفس حركة المنبع.

4- عند انتشار اضطراب لا تنتقل مادة الوسط ، لكن هناك انتقال للطاقة عبر هذا الوسط.

5- عندما نحدث اضطراباً في نهاية حبل مرّن أوفي نقطة من سطح سائل، فإن منحنى حركة نقاط وسط الانتشار تكون عمودية على منحنى الانتشار. تسمى الأمواج الميكانيكية التي لها هذه الصفة الأمواج العرضية.

- 6- عندما نحدث انضغاطا في بعض حلقات نابض مرن أو في غاز، فإن منحنى حركة نقاط وسط الانتشار تكون في نفس منحنى الانتشار. تسمى الأمواج الميكانيكية التي لها هذه الصفة الأمواج الطولية.
- 7- عند حدوث اضطرابات جوية فإننا نشاهد البرق أولا ثم نسمع الرعد، و يرجع سبب ذلك إلى كون الرعد والبرق يحدثان في آن واحد ، وإلى كون سرعة الضوء أكبر بكثير من سرعة الصوت في الهواء ، لذلك يصل الضوء قبل وصول الصوت.