الصوتيـــات

تجارب وأنشطة.. ألعاب وتطبيقات.. هوايات وقياسات

خيـــر سليمان شواهيـــن

المقدمة

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله

منذ اللحظة التي نستيقظ فيها وحتى ننام نسمع الكثير من الأصوات حيث نصحو على صوت المنبه ،وصوت المؤذن يؤذن لصلاة الفجر وصوت الطيور تزقزق وهي تبحث عن رزقها منذ لحظات الصبح الأولى وصوت الأطفال الصغار وصوت الريح والمطر والرعد في الشتاء ،وصوت السيارات يزعجنا منذ أن نستيقظ وحتى ننام ،وصوت الناس يتحدثون مع بعض بطرق عديدة ،سواء مشافهة أو من خلال التلفون وكذلك صوت المذياع والتلفاز الذي ينقل كل منهما القليل من الأصوات السارة والتي تريح القلب مثل صوت مقرئي القرآن والكثير من الأصوات المزعجة كأصوات الموسيقى الصاخبة وغيرها ، و لا ننسى أن الكثير من المعلومات التي نعرفها تصلنا من خلال الأصوات التي نسمعها بأذنينا

وقد منّ الله علينا بنعمتي السمع والبصر،فقد وردت في القرآن أكثر من أية كريمة حول هذا الموضوع، قال تعالى: {وَاللّهُ أَخْرَجَكُم مِّن بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لاَ تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالأَبْصَارَ وَالأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ } (٧٨) سورة النحل

كما أننا محاسبون على طريقة استخدامنا لهاتين النعمتين،قال تعالى: {وَلاَ تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولئِكَ كَانَ عَنْهُ مَسْؤُولاً} (٣٦) سورة الإسراء

وكل صوت من هذه الأصوات وغيرها يوصل لنا رسالة معينة وقد نقوم بشكل تلقائي بإجراء معين عند سماع أحد الأصوات ، فمثلا سماع صوت المؤذن يذكرنا بأن وقت الصلاة قد حان ، وإذا سمعت الأم صوت صغيرها يبكي تذهب إليه وتترك كل ما تقوم به ، وعندما نسير في الشارع ونسمع صوت بوق السيارة يجعلنا نبتعد نحو الرصيف ، وكذلك عند سماع جرس الهاتف أو جرس الباب نرفع سماعة الهاتف و نركض نحو الباب

وكذلك علمنا ديننا الحنيف أن نتكلم بصوت منخفض لا يزعج الآخرين حيث قال تعالى (وَاقْصِدْ فِي مَشْيِكَ وَاغْضُضْ مِنْ صَوْتِكَ إِنَّ أَنْكَرَ الْأَصْوَاتِ لَصَوْتُ الْحَمِيرِ) (لقمان:١٩) .

وطبعا الكثير من المشاعر الإنسانية تنتقل من خلال الصوت فكل ما كتب الأدباء من شعر ونثر لا يظهر جماله إلا إذا القي بصوت جميل ، وأجمل شيء نسمعه هو صوت مقرئ يتلو كتاب الله .

ولهذا ولأهمية الصوت علينا أن نتعرف على الصوت والظواهر المرتبطة به.

أما الأمواج فمفهوم أوسع يحتوي الصوت،فالصوت والضوء وكثير من مصادر الطاقة أمواج،ولا ننسى أمواج البحر ،وكذلك جميع وسائل الاتصال اللاسلكي بدأ من المذياع إلى الهاتف الخلوي وأجهزة الاستقبال من الأقمار الصناعية تستخدم الأمواج الكهرومغناطيسية،وقد دخلت الأمواج في جميع مناحي الحياة ابتداء من التلفزيون وحتى فرن الميكروويف في المطبخ ،ولهذا فدراسة هذا النوع من الطاقة مهم جدا .

الصوت

يمكن إنتاج الصوت بعدة طرق منها:

١- اهتزاز غشاء (مثل الطبل)

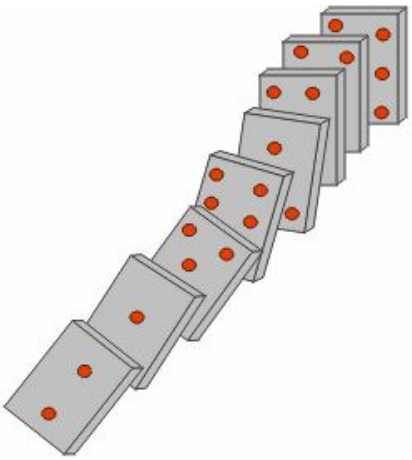
٢- اهتزاز وتر (مثل العود)

٣- اهتزاز جسم صلب (مثل الشوكة الرنانة)

٤- احتكاك جسمين خشنين (الصرير الذي تنتجه حشرة الجدجد حيث تحك أجنحتها بجسمه).

وغير ذلك الكثير من طرق إنتاج الصوت .

تجربة ١:



عندما تهتز المادة تنتقل الطاقة من جزئ إلى الذي يليه وهكذا ...، ويمكن تشبيه ذلك بقطع الدومينو ، فعندما تدفع قطعة تعمل هذه القطعة على دفع التي تليها وهكذا

أوقف عدد من قطع الدومينو بحيث تبعد كل قطعة عن الأخرى بمسافة صغيرة (اقل من طول القطعة) ، ادفع القطعة الأولى ولاحظ كيف تنتقل الحركة من قطعة لأخرى .

تجربة ٢ : توليد الصوت باستخدام الأوتار المهتزة .

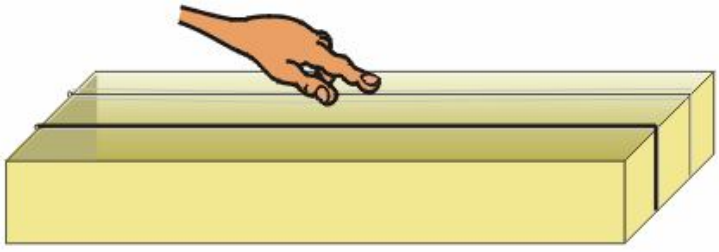
المواد : علبة كرتون (علبة أحذية مثلا) ، مطاطة نقود .

طريقة العمل :

١- لف المطاطة على علبة الكرتون عدة لفات ، بحيث تشد المطاطة في كل لفة بمقدار مختلف ،

٢-اضرب المطاطة بإصبعك واسمع الصوت .

٣- غير في شد المطاطة ولاحظ الصوت .



٤- استخدم مطاطة أخرى بقطر مختلف ولاحظ الصوت.

٥- غير في طول الجزء المهتز من المطاطة، ولاحظ الصوت.

٦- هل بقي الصوت ثابتا أم تغير بتغيير شد المطاطة وطولها ونوعها .

تجربة٣ : توليد الصوت بالأعمدة الهوائية المهتزة .

المواد : ٤ قناني زجاجية فارغة ماء.

طريقة العمل :

١- املأ القناني بالماء لارتفاعات مختلفة

٢- انفخ عند فوهة القنينة الأولى واسمع الصوت الناتج

٣- انتقل إلى القنينة الثانية ثم التي تليها وهكذا ولاحظ تغير الصوت الناتج.

٤-هل تغير الصوت بارتفاع الماء في القنينة ؟

٥- ما الذي يتحكم بالصوت الناتج ارتفع الماء أم ارتفاع الهواء الموجود في القنينة أو بعبارة أدق طول عمود الهواء؟

٦- هل يوجد آلات موسيقية على هذا المبدأ ؟ اذكرها ؟

٧- ادرس تركيب إحدى الآلات التي تعتمد على اهتزاز عمود الهواء ولاحظ كيف يتم تغيير عمود الهواء في هذه الآلة

تجربة ٤ : توليد الصوت باستخدام الشوكة الرنانة .

المواد : شوكة رنانة ، حوض مملوء بالماء

طريقة العمل:

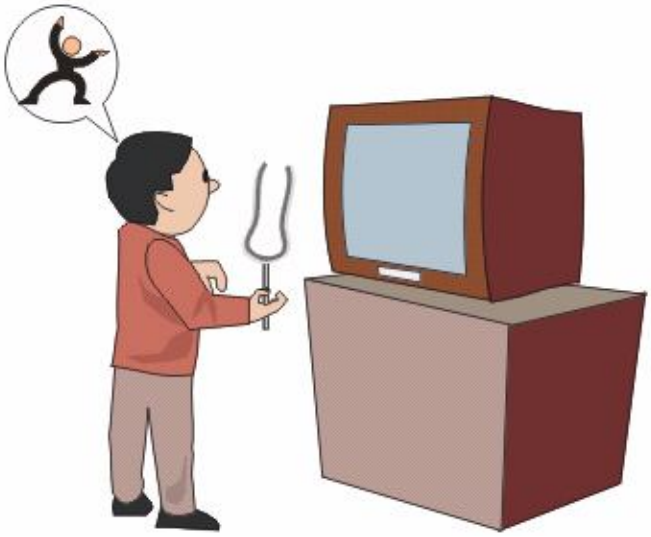
١-اضرب الشوكة الرنانة بالمطرقة الخاصة .

٢- هل تسمع الصوت الناتج؟ هل تشعر باهتزاز فرعي الشوكة؟

قرب أحد الطرفين المهتزين ليلامس سطح الماء ، ولاحظ ما يحدث للماء.

شوكة رنانة وراقصة أيضا

لقد أمسك هذا الغلام شوكة رنانة وضربها بالمطرقة ، وقد سمع شيئا في التلفزيون فنظر إلى شاشة التلفزيون وهو يمسك بالشوكة فرآها تتمايل وكأنها ترقص ، وهذا الشيء أثار انتباه الغلام ويريد أن يعرف لماذا تبدو الشوكة الرنانة بهذا الشكل أمام شاشة التلفزيون ، هل هنالك تفسيرا علميا ، أم أن الأمر كله من مخيلة الغلام؟



نشاط :

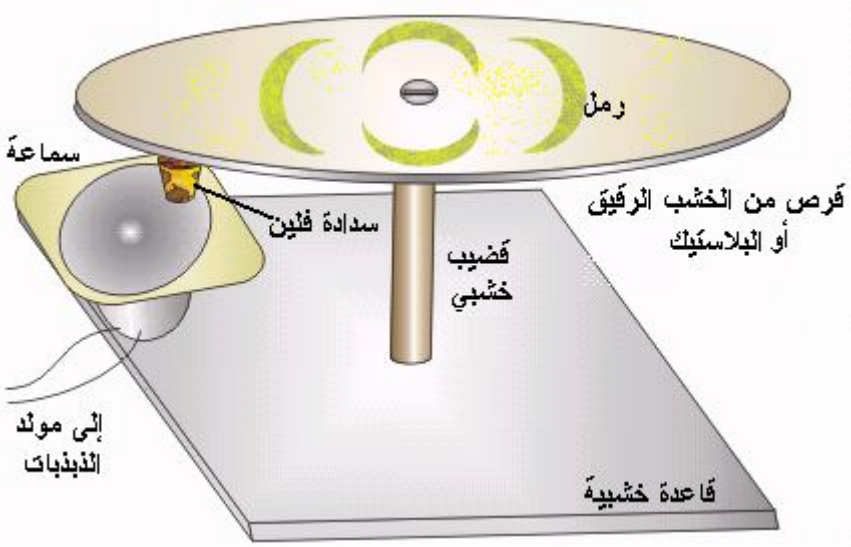
لتنفيذ هذا النشاط تحتاج إلى سماعة (ذات بوق كرتوني) ، حبيبات بولسترين أو رمل ناعم.

صل طرفي السماعة مع مخرج السماعة في جهاز تسجيل أو مع قطبي بطارية جافة (أغلق الدائرة ثم افتحها بسرعة)، ولاحظ حركة حبيبات الرمل.

الطبل وأشكال كلداني:

تلاحظ إذا وضعت على غشاء الطبل قليلا من الرمل وضربت الطبل سوف تهتز حبيبات الرمل ، ولو طورنا هذه التجربة

بالطريقة الموضحة بالرسم سوف تتحرك حبيبات الرمل لتشكل أشكالا معينة وهذه الأشكال تسمى أشكال كلداني نسبة لمكتشفها .



أشكال كلداني

الموجات الصوتية

١- طاقة الصوت تنتقل على شكل موجات طولية وهذه الموجات هي تضاغط وتخلخل لجزيئات الوسط الذي ينتقل فيه الصوت.

٢-الأمواج الصوتية تحتاج لوسط مادي عكس الأمواج الكهرومغناطيسية .

٣- الأمواج الصوتية تنكسر وتنعكس من الأمواج الضوئية .

٤- تختلف سرعة الأمواج الصوتية حسب نوع المادة (صلبة ، سائلة ، غازية).

درجة الصوت ونوع الصوت

لماذا صوت العصفور جميل وصوت الأفعى قبيح؟

بماذا يختلف صوت المرأة عن صوت الرجل؟

كيف تستطيع الأذن تمييز صوت الكمان عن صوت العود حتى عند تساويهما بالتردد والشدة؟

الصوتSOUND : سلسلة من التضاغطات والتخلخلات تنتقل في الأوساط المادية التي تصل الاذن وتتحسس بها.

• علو الصوت LOUDNESS OF SOUND: إحساس يشعر به السامع، ويتوقف على شدة الصوت المسموع وتردد الموجة الصوتية.

• شدة الصوت SOUND INTENSITY: المعدل الزمني لمقدار الطاقة الصوتية لوحدة المساحة العمودية من جبهة الموجة التي مركزها تلك النقطة.

•درجة الصوت PITCH OF SOUND : خاصية الصوت الي تعتمد على تردد الموجات الواصلة للأذن، فتميز الأصوات الرفيعة (الحادة) من الأصوات الغليظة (الأجشة).

• نوع الصوت QUALITY OF SOUND: خاصية الصوت التي تتوقف على نوع مادة المصدر وطريقة توليد الصوت فينتج اختلاف في شكل الموجة وبالتوافقيات المرافقة للنغمة الأساسية.

تختلف الأصوات بعضها عن بعض بخصائص أساسية ثلاثة وهي (علو الصوت، ودرجته، ونوعه). ويمكن للأذن تحسسها والتمييز بين صوت وآخر. فلشدة الصوت تأثير في الأذن تعطينا الاحساس بعلو الصوت أو خفوته، فالأصوات التي نسمعها قد تكون عالية كقصف الرعد أو دوي المدافع وقد تكون خافته كالهمس. كما أن لتردد الصوت تأثيراً في الأذن يسمى بالدرجة، فدرجة صوت المرأة أعلى من درجة صوت الرجل. وهناك بعض الأصوات الصادرة من الآلات الموسيقية المختلفة تتمكن الأذن من تمييز نوعها، فهي تميز صوت الكمان عن صوت العود حتى عند تساويهما بالتردد والشدة.

تجربة:

المواد والأدوات:

قرص يحتوي على أربع دوائر مثقبةمتحدة المركزوعدد الثقوب في كل منها (٣٠،٣٦،٤٠،٢٤)مرتبة من الداخل نحو الخارج والبعد بين ثقوب الصف الواحد متساوية، أنبوب متصل بمصدر تيار هوائي

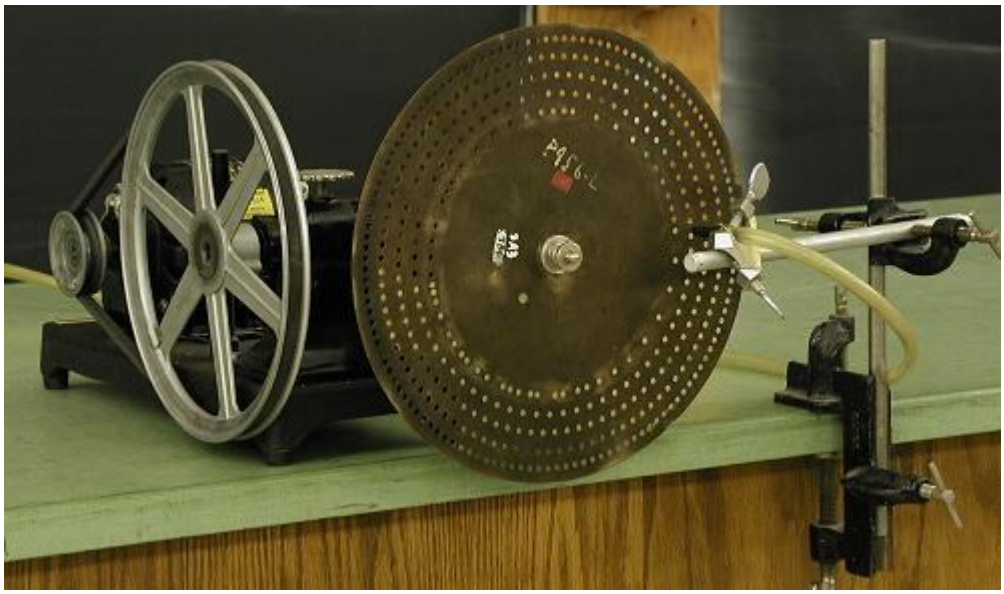
طريقة العمل:

توضيح العلاقة بين درجة الصوت وتردده:

أحضر قرصاً يحتوي على أربع دوائر مثقبة متحدة المركز، وعدد الثقوب في كل منها هي (٢٤، ٣٠، ٣٦، ٤٨) مرتبة من الداخل نحو الخارج، والبعد بين ثقوب الصف الواحد متساوية.

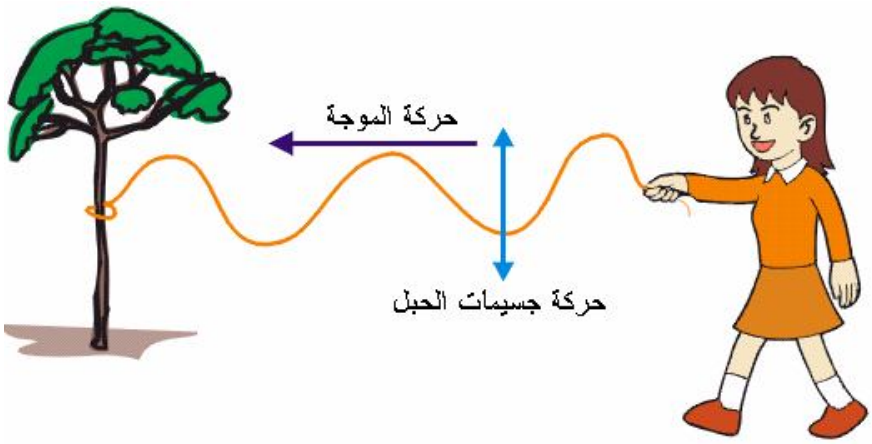
دوّر القرص بسرعة زاوية ثابتة ووجه تيار هوائي من أنبوب على إحدى هذه الدوائر، ماذا تسمع؟

قمّ بزيادة سرعة الدوران أو وجّه التيار الهوائي على الدائرة الأكثر ثقوباً، ماذا تلاحظ؟ ماذا تسمع؟



نوعي الأمواج: تقسم الأمواج إلى نوعين هما:

الأمواج المستعرضة : حيث يكون اتجاه حركة الموجة عموديا على اتجاه حركة جسيمات الجسم الناقل ومن

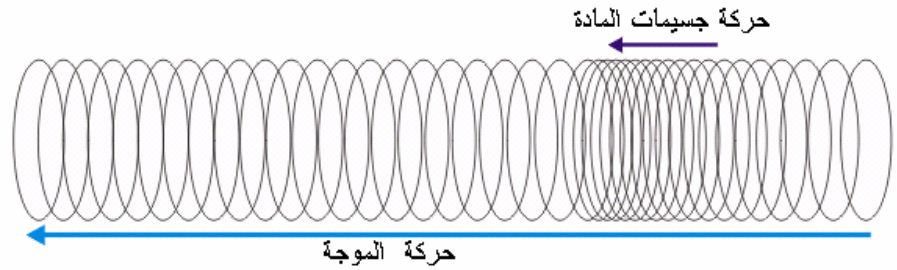


الأمثلة على الأمواج المستعرضة ، الأمواج المولدة في الحبل كما يظهر في الصورة المجاورة

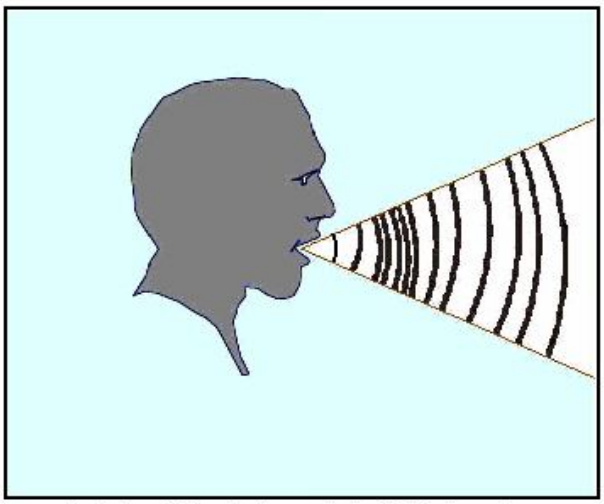
الأمواج الطولية :

يكون اتجاه حركة الموجة في نفس اتجاه حركة جسيمات الجسم الناقل ، مثل الأمواج المولدة في النابض كما يظهر في الرسم.

والأمواج الصوتية تعتبر من النوع الثاني ، أي أمواج طولية ، وتظهر بشكل تضاغط وتخلخل لجزيئات الهواء.



نموذج التضاغط والتخلخل :



عندما تدور الدائرة (اسفل المربع الكرتوني) تظهر الخطوط من خلال المثلث وكأنها تضاغطات وتخلخلات تصدر من فم الرجل

ربما يوجد نماذج أخرى ، ولكن لا عليك سأعرض عليك هذا النموذج فإن أعجبك كان به وإن لم يعجبك أقترح عليك أن تصمم أنت نموذجا خاصا بك فأنت ذكي ، والأمر ليس صعبا كما تتوهم ، وسوف يساعدك هذا النموذج .

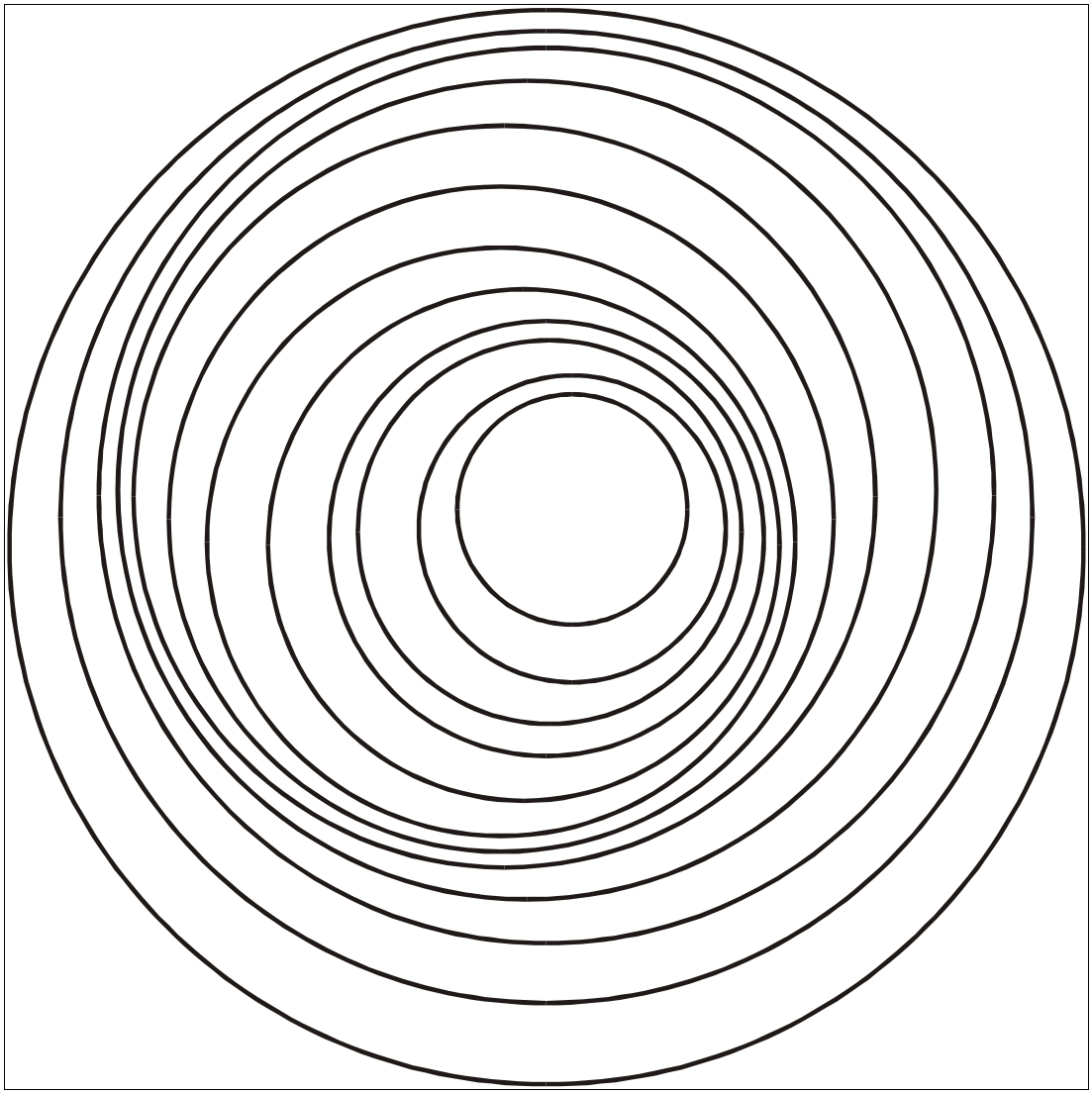
المواد : مربع من الورق المقوى طول ضلعه ٢٠م سم ، دائرة من الورق المقوى قطرها ١٨ سم ، برغي مع صامولة.

طريقة العمل :

١- صور الدائرة المرفقة ، وقصها والصقها على الدائرة الكرتونية

٢- افتح مثلث متساوي الساقين في المربع الكرتوني بحث يكون رأسه قرب مركز المربع

٣- ارسم وجه شخص على المربع الكرتوني بحيث يكون فمه أمام رأس المثلث .



٤- ضع الدائرة تحت المربع وأدخل البرغي في مركز الدائرة وبحيث يمر قرب رأس المثلث وثبته بالصامولة بحيث يمكن تدوير الدائرة بسهوله .

٥- الصق مقبض للدائرة من الخلف ليسهل تدويرها .

٦- دور الدائرة بسرعة خفيفة وبالاتجاه المناسب ، سوف يظهر وكان الشخص يتكلم ويخرج من فمه الصوت بشكل تضاغط وتخلخل .

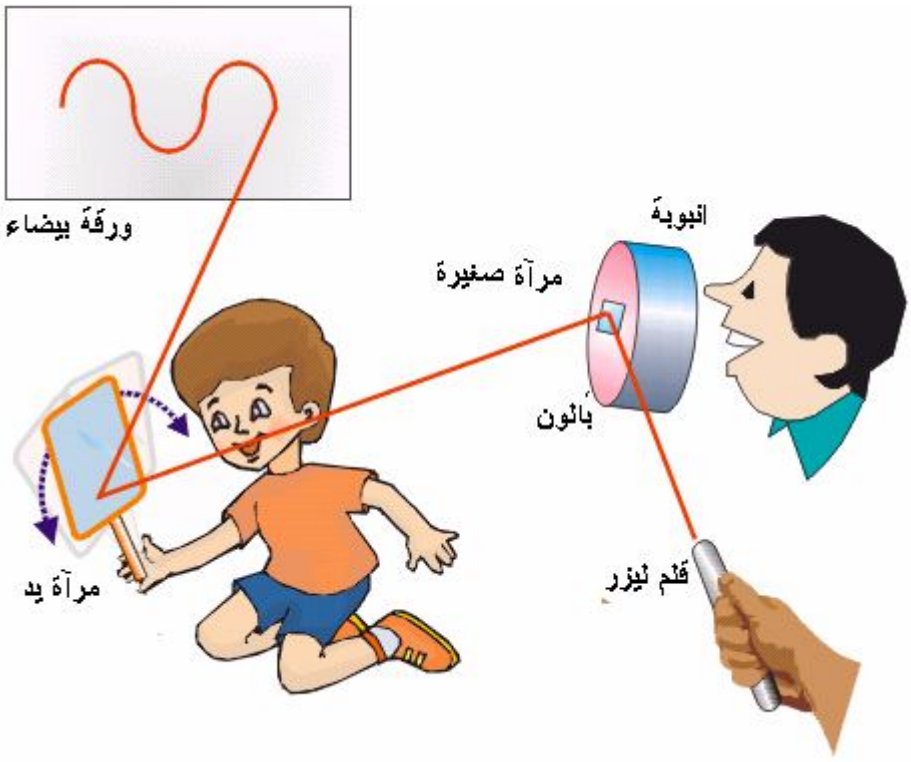
مشاهدة الأمواج الصوتية :

الطريقة الأولى : باستخدام جهاز رسم الذبذبات (الأسلوسكوب) حيث يوصل ميكروفون مع مخرج الجهاز ويتم التحدث أمام الميكروفون فتظهر الأمواج الصوتية على شاشة الجهاز.

الطريقة الثانية : بما أن الطريقة الأولى تحتاج لجهاز إلكتروني معقد ، نقترح تجربة الطريقة التالية:

المواد المطلوبة : أنبوبة قطرها بحدود ٦ سم وطولها ٤ سم (أنبوبة شريط لاصق فارغة/ القياسات غير ملزمة)، بالون ، قطعة صغيرة من مرآة أبعادها (١×١سم) ، مرآة يد مع مقبض، شريط لاصق ، قلم أو ميدالية ليزر.

طريقة العمل :



١- قص البالون والصقه على الأنبوب ، ألصق قطعة المرآة على وسط البالون.
٢- أسقط شعاع الليزر على المرآة الصغيرة بحيث ينعكس ليسقط على مرآة اليد التي تعكسه بدورها ليسقط على الجدار الأبيض ، حرك المرآة بشكل نصف دائرة إلى الجهتين.
٣- تكلم بصوت مرتفع في الأنبوب ، سوف يهتز البالون ومعه المرآة الصغيرة ، وستظهر شكل أمواج صوتك على الجدار .
*ما هو دور مرآة اليد في التجربة السابقة.

صنع نموذج مطّور من جهاز رسم الذبذبات واستخدامه في عدد من التجارب

المواد والأدوات	ملاحظات
قطعة خشب أبعادها (١٥ × ١٥ × ١) سم	قاعدة للجهاز
سماعة مسجل (٤ أوم)	قطرها (١٠) سم تقريبا
محرك مسجل عدد ٢	أحدهما صالح والآخر تالف
بكرة بلاستيكية قطرها (٥) سم تقريبا	من مسجل تالف أو من محلات الأجهزة الكهربائية
مطاطة	مطاطة نقود أو مطاطة مسجل
مرآة مستوية	أبعادها (١ × ١) سم
مرآة مستوية عدد ٤	أبعادها (٥ × ١) سم
قلم ليزر أو ميدالية ليزر	أو ثنائي ليزر
بطارية جافة (١.٥) فولت عدد ٢ أو مصدر قدرة٠-٦ فولت،مادة لاصقة	

أجهزة إضافية :

مولد ذبذبات صوتية
مصدر قدره جهد منخفض تيار متردد (١ - ١٠) فولت
مسجل أو مكبر صوت مع ميكرفون

<u>طريقة العمل</u> :
١- ثبت السماعة على أحد جوانب قطعة الخشب بحيث يكون بوقها إلى الأعلى .
٢- على الطرف الثاني من قطعة الخشب ثبت المحرك الصالح والمحرك التالف وبينهما مسافة مناسبة ، ثبت البكرة البلاستيكية على المحرك التالف/ ليس من الضروري أن يكون المحرك تالفا وإنما يمكن استعمال محرك صالح أو حتى قطعة خشب بعد إدخال مسمار في مركز البكرة وغرزه في قطعة الخشب ولكن يفضل استعمال المحرك لأن دورانه منتظم واحتكاكه قليل .

٣ – ركب بكرة صغيرة قطرها لا يتجاوز (١) سم على المحرك الصالح إن لم يكن عليه مسبقا /عادة يكون على محرك المسجل بكرة بلاستيكية أو نحاسية صغيرة ، ركب المطاطة بين البكرتين بحيث لا تكون مشدودة أو مرتخية ، يمكن لف المطاطة على محور المحرك الصالح مباشرة بدون تركيب بكرة صغيرة عليه بشرط وضع نقاط من اللحام البلاستيكي على طرف محور المحرك حتى لا تفلت البكرة

٤– ركب المرايا الأربعة بشكل متوازي أضلاع على البكرة ، يفضل لصق المرايا على قطعة خشب مناسبة وتثبيت قطعة الخشب على البكرة .

٥ – ركب مرآة أبعادها (١ × ١) سم بوضع عمودي على البوق الكرتوني للسماعة (تركب المرآة قرب طرف البوق على بعد (١) سم من محيطه .

٦– اسقط شعاع ليزر على المرآة المثبتة على السماعة لينعكس عنها ويسقط على المرايا المثبتة على البكرة ثم ينعكس ليسقط على الشاشة التي تبعد بحدود ١ متر عن الجهاز

٧– صل المحرك ببطارية أو مصدر قدرة جهد منخفض ويفضل من النوع الذي يتيح التحكم بفرق الجهد ويمكن وصل مقاومة متغيرة مع المحول على التوالي للتحكم في سرعة المحرك ،ويجب أن تكون سرعة المحرك بطيئة /دوران المحرك يرسم خط أفقي بالشعاع الضوئي على الشاشة ،علماء بأن تغيير سرعة المحرك يغّير طول الموجة على الشاشة وعملـه يشبه عمـل مفتـاح (Time/Division) في جهاز الاسلوسكوب .

٨– صل السماعة مع مصدر الأمواج :

أ – مولد ذبذبات صوتية (١هيرتز – ٢كيلو هيرتز) .

ب – مصدر قدرة جهد منخفض تيار متردد (١ – ٥) فولت .

جـ – مسجل أو مكبر صوت مع ميكرفون

د – خلية شمسية .

٩– إذا قمت بالخطوات السابقة بشكل صحيح سوف تشاهد الأمواج الجيبية على الشاشة.

– يمكن تغيير ارتفاع الأمواج (Amplitude) على الشاشة بالتحكم بجهد المصدر أو مفتاح التحكم بارتفاع الصوت (Volume) في المسجل أو مكبر الصوت .

– إذا وصلت مخرج مكبر الصوت مع السماعة وتحدثت بالميكرفون سوف تشاهد الأمواج الصوتية على الشاشة

– يمكن استعمال مسجل لمشاهدة الأمواج الصوتية (توصل سماعه الاسلوسكوب مع مخرج السماعة في المسجل ثم التحدث بالميكرفون بعد ضغط زر التسجيل .

– تتوفر في بعض أجهزة مولد الذبذبات إمكانية إنتاج أمواج معدّلة .

– يمكن جمع موجتين بوصل السماعة مع مصدري أمواج على التوازي (مولد ذبذبات، مسجل)

– إذا كانت الإشارة ضعيفة (مثال : خلية كهر وضوئية) يمكن تقويتها بوصل مع دائرة تكبير (تجد في هذا الكتاب دوائر تكبير) .

– دائرة التكبير تحتوي على مقاومة متغيرة يمكن بواسطتها تغيير ارتفاع الموجة على الشاشة وهذا يشبه مفتاح (Volt/Division) في جهاز الاسلوسكوب .

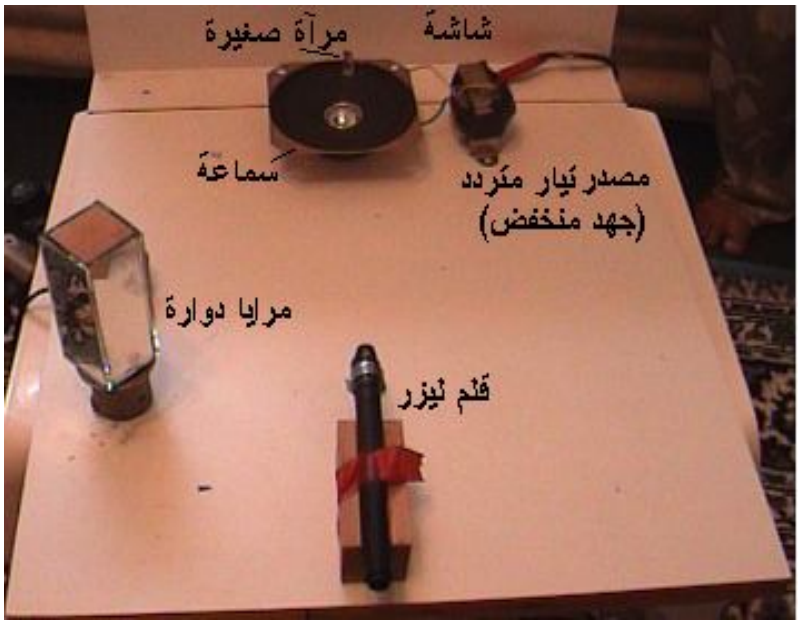
١٣- فكر بطريقة تمكنك من حساب تردد الأمواج التي تعرض على الشاشة ؟

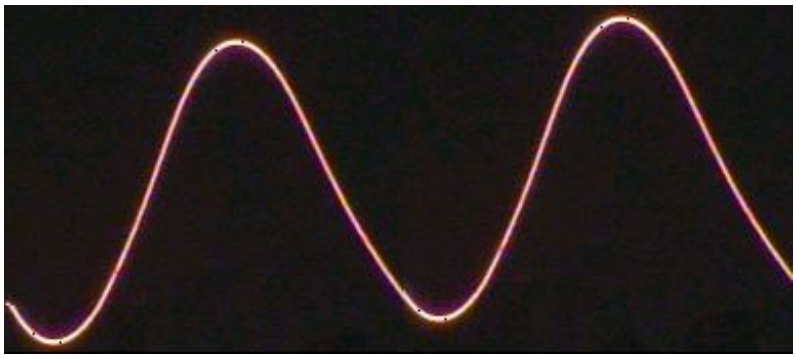
قد يساعد على الشاشة ذلك معرفة:

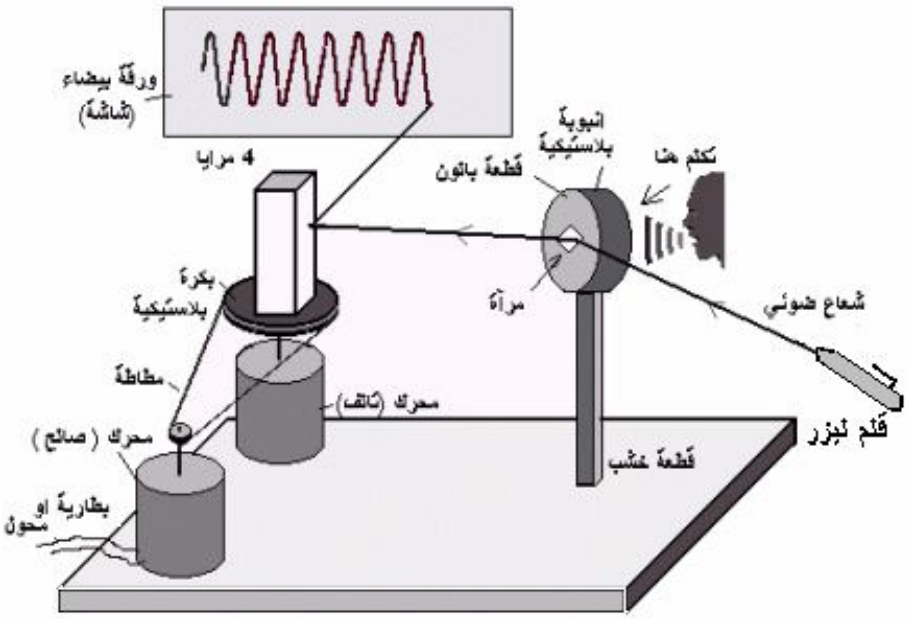
الزمن الدوري للمحرك الذي يحمل المرايا الدوارة،بُعد الجهاز عن الشاشة

يمكن رسم الأمواج الصوتية مباشرة دون الحاجة لجهاز تكبير كما هو موضح في الرسم.

قص قطعة من البالون والصقها بشكل مشدود جزئيا على الأنبوبة البلاستيكية ،وألصق مرآة صغيرة في وسطها. الأنبوبة اسقط شعاع الليزر على المرآة في وسط الأنبوبة ، وتحدث بصوت مرتفع خلف البالون سوف تشاهد أمواج صوتك.







نشاط : نقل الصوت البشري باستخدام شعاع ضوئي

لقد اصبح شائعاً الآن نقل الاتصالات الهاتفية باستعمال أشعة ضوئية تمر خلال ألياف زجاجية ، حيث يتم تحويل الأمواج الصوتية إلى أمواج ضوئية ، والتجربة التالية تعرض طريقة بسيطة لنقل الصوت باستعمال أشعة ضوئية .

المواد والأدوات	ملاحظات
مكبر صوت أو مسجل	أو دائرة تكبير بسيطة
أنبوبة بلاستيكية قطرها (٦ سم) تقريبا وطولها (٥ سم)	أو علبة بلاستيكية بعد إزالة قاعدتها
ورق ديكور فضي أو ذهبي	قطعة دائرية بقطر (١ سم)
خلية شمسية تعطي جهد ٥، ٠ فولت	من شركات الأجهزة المخبرية
فيش جك يتناسب مع مقبس مكبر الصوت أو المسجل المستعمل	يمكن شراؤه من محلات القطع الإلكترونية
بالون ، مقص ، شريط لاصق،	

طريقة العمل :

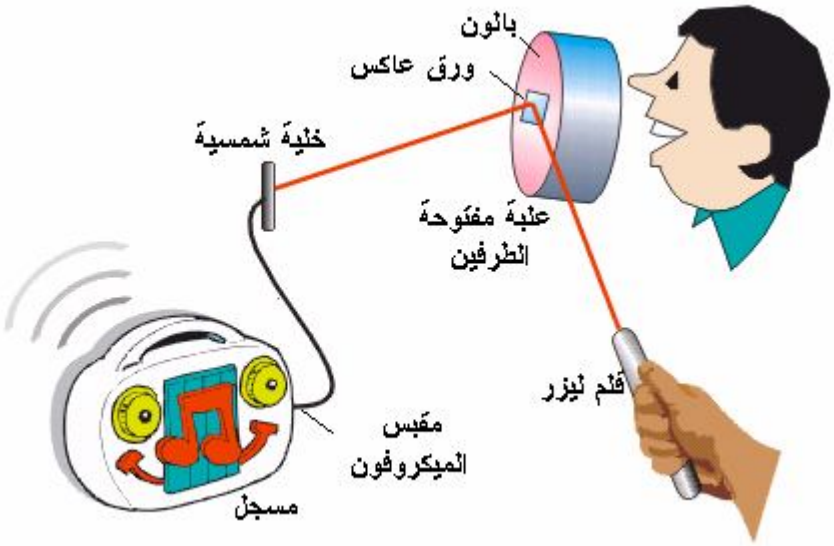
١. قص قطعة من البالون وثبتها على إحدى فتحتي الأنبوبة البلاستيكية بحيث تكون مشدودة قليلا ، ثم الصق الورقة الفضية في منتصفها .

٢. اسقط شعاع ضوئي من قلم ليزر أو مصباح يدوي على الورقة الفضية، يجب أن لا يسقط الضوء عموديا على الورقة .

٣. تحكم بزاوية الورقة الفضية لكي تعكس الضوء وتوجهه إلى خلية شمسية تبعد مسافة (١ – ١٠) متر عنها ، ولتركيز الضوء على الخلية الشمسية (إذا كانت على مسافة بعيدة) يمكن وضع عدسة محدبة أمامها وتوضع الخلية في بؤرة العدسة .

٤. صل الخلية الشمسية مع المسجل بمقبس الميكروفون ، حيث يمكن وصل قطبي الخلية مع فيش جك بمواصفات فيش الميكروفون المستخدم للجهاز ثم إدخال الفيش بفتحة الجهاز الخاصة بالميكروفون .

٥. شغل المسجل في وضع التسجيل **(Rec.)** ، ثم قرب فمك من فتحة الأنبوبة البلاستيكية وتكلم بصوت مرتفع ، ستسمع صوتك من المسجل.



مبدأ عمل الجهاز :

١. عندما تتكلم يهتز غشاء البالون مما يغير من زاوية الورقة الفضية التي تشبه المرآة وتتغير كمية الضوء التي تسقط على الخلية الشمسية ، فيتولد تيار كهربائي متغير يتناسب مع الصوت الأصلي وبدلا من أن يقوم الميكروفون بتوليد هذا التيار تولده في هذه الحالة الخلية الشمسية .

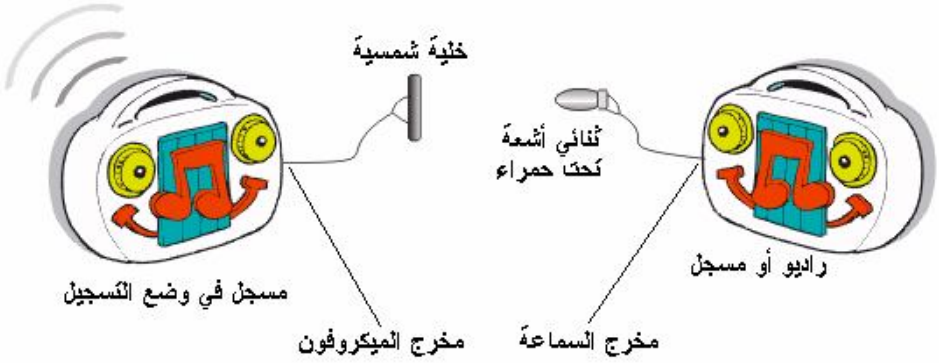
*يجب أن لا تكون زاوية سقوط الشعاع على الورقة الفضية قائمة وإنما بزاوية حادة وذلك لكي يكون اثر الاهتزاز على الضوء المنعكس كبيرا.

*قد تسمع تشويش من الجهاز بسبب ضوء الغرفة ، ولإزالة التشويش يمكن لف ورقة على شكل أنبوبة وتثبيتها أمام الخلية الشمسية بحيث تسمح فقط للضوء المنعكس عن الورقة الفضية بالوصول أليها .

في التصوير السينمائي يسجل الصوت بشكل ضوئي ، حيث يكون الشريط الذي يحمل الصوت بجانب شريط الصورة ، ادرس مبدأ عمل أجهزة التسجيل والعرض السينمائي وتعرف على كيف يتم تسجيل الصوت بشكل ضوئي ثم إعادته إلى الشكل الأصلي عن مشاهدة الشريط .

نقل الصوت باستخدام أشعة تحت حمراء :

لتنفيذ هذا النشاط تحتاج لجهازي تسجيل ، خلية شمسية ، ثنائي أشعة تحت حمراء/ ليد (ثنائي الريموت كنترول) .



طريقة العمل:

١- صل مخرج السماعة في المسجل الأول مع الليد (باستخدام فيش سماعة مناسب للمخرج) .

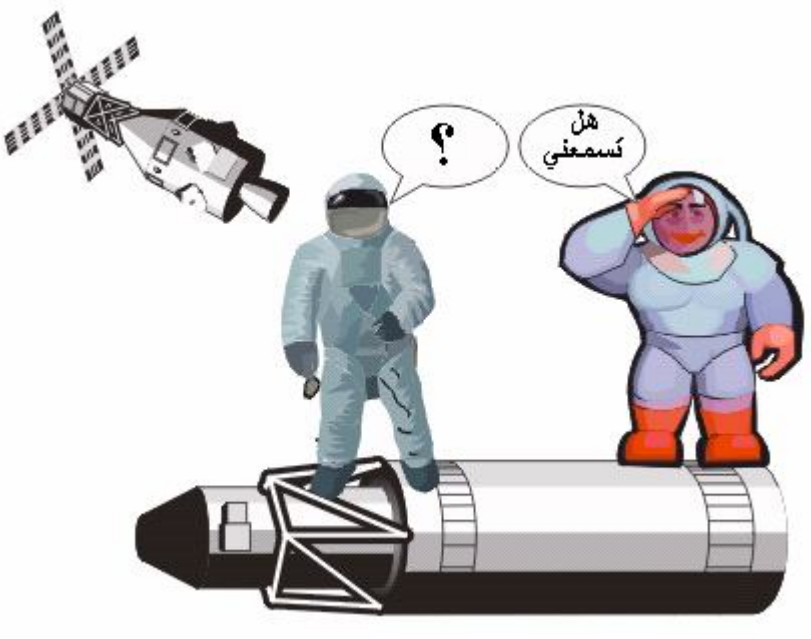
٢- صل مخرج الميكروفون في المسجل الثاني مع الخلية الشمسية (باستخدام فيش ميكروفون٣

٣-ضع الليد مقابل الخلية الشمسية وعلى مسافة لا تتجاوز المتر الواحد بينهما ، شغل المسجل الأول (ليصدر صوتا) ، شغل المسجل الثاني على وضع التسجيل (**Rec.**) ، واستمع إلى صوت المسجل الأول يخرج من سماعة المسجل الثاني.

٤-ضع يدك بين الليد والخلية هل تسمع الصوت؟

٥- يمكنك التحدث مباشرة ونقل صوتك بوضع المسجل على وضع التسجيل والتكلم من خلال ميكروفون يوصل مع المسجل الأول .

سؤال:أحد رائديّ الفضاء ينادي على زميله ولكن لا يسمعه ، ما هو السبب برأيك ؟



تجربة: دورق مفرغ من الهواء

الأهداف: إثبات أن الصوت يحتاج لوسط مادي

المهارات : تجريب ، ملاحظة ،استنتاج ، تعليل

المواد: دورق تسخين ، مصدر حرارة ، جرس صغير (يستعمل في ألعاب الأطفال) ،سدادة مطاطية ، خيط .

استعدادات مسبقة :

١. يجب أن يعد هذه التجربة شخص بالغ خاصة عند التسخين .

٢. علق الجرس بأسفل السدادة –أغرز دبوس بأسفل السدادة واربط به خيطا متصلا بالجرس.

الخطوات :

١. ضع كمية قليلة من الماء في الدورق (نصف كاس شاي) وسخنها حتى الغليان واستمر بالتسخين لعدة دقائق بعد الغليان.

٢. ارفع الدورق بحذر عن مصدر الحرارة وفرغه بسرعة في وعاء آخر ،ثم أدخل الجرس في الدورق وأغلق السدادة جيدا لمنع تسرب الهواء نهائيا.

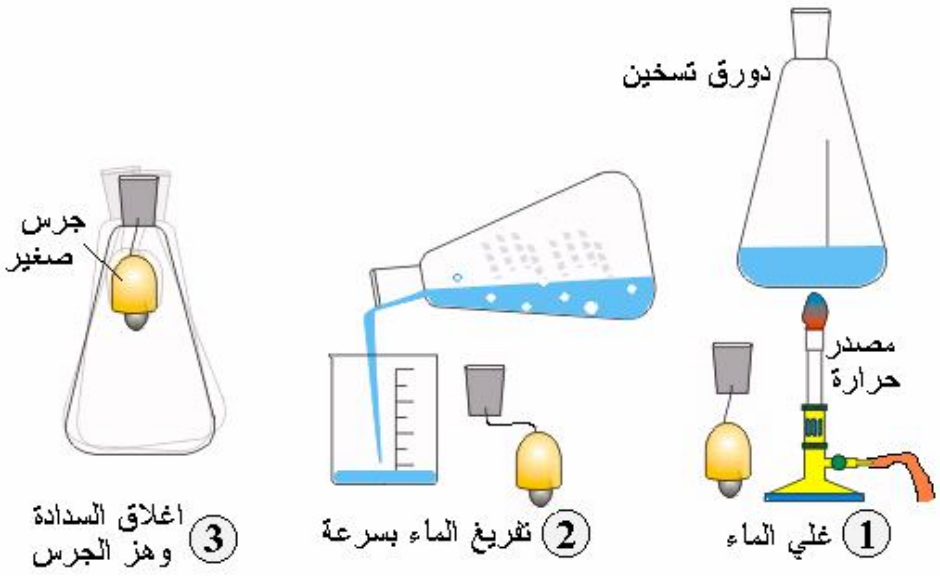
٣. هز الدورق قليلا لهز الجرس ، هل تسمع صوت الجرس؟

٤. لماذا قمنا بتسخين الماء في الدورق ثم سكب ما تبقى منه خارج الدورق؟

٥. حاول فك السدادة عن الدورق وبحذر ، ماذا تلاحظ ؟ ما السبب ؟

٦. لماذا لم نسمع صوت الجرس داخل الدورق؟

٧. لو فتحنا الدورق وأغلقناه ثم قمنا بهز الجرس هل سنسمع صوته ؟



تجربة باستخدام مفرغة الهواء:

الصوت يحتاج لوسط مادي حتى ينتقل.

استخدم جرس كهربائي أو أي مصدر للصوت مثل ساعة منبه أو هاتف خلوي، أو mp3 ،وضعه تحت الناقوس المتصل مع المفرغة، شغل مصدر الصوت...سوف تسمع الصوت

شغل المفرغة ،مع انخفاض ضغط الهواء داخل الناقوس سوف تضعف شدة الصوت المسموع حتى إذا سحبنا الجزء الأكبر من الهواء من داخل الناقوس لن نسمع شيئا،وبمجرد فتح صمام الهواء سيعود الصوت فورا.

لعبة هاتف الخيط:

هل صحيح أن الخيط يوصل الصوت ؟

ما هو المبدأ العلمي لهذه اللعبة؟

كيف يمكن زيادة فعالية هذا الهاتف وتطويره لإطالة الخيط لمسافة أكبر ؟

اختلاف سرعة الصوت حسب الوسط :

الأهداف : إثبات أن سرعة الصوت تتغير حسب نوع المادة التي تمر بها

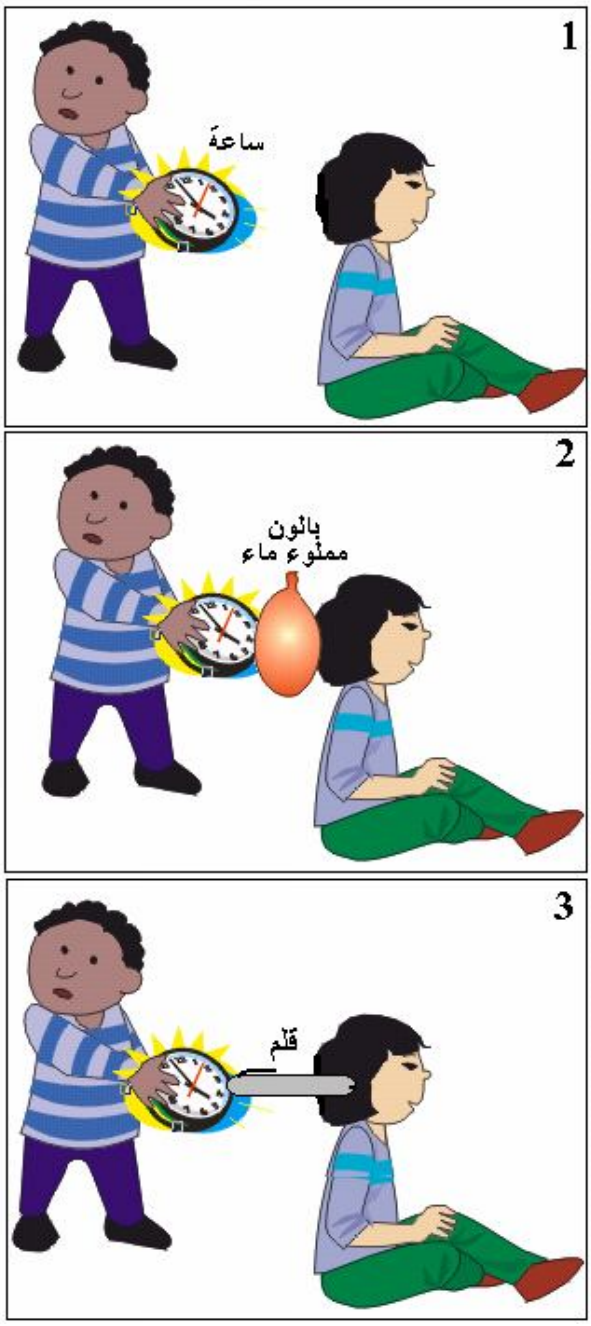
المواد : ساعة ، قلم أو مسطرة ،بالون مملوء ماء

الخطوات :

نفذ الخطوات الموضحة في الرسم (١-٣)

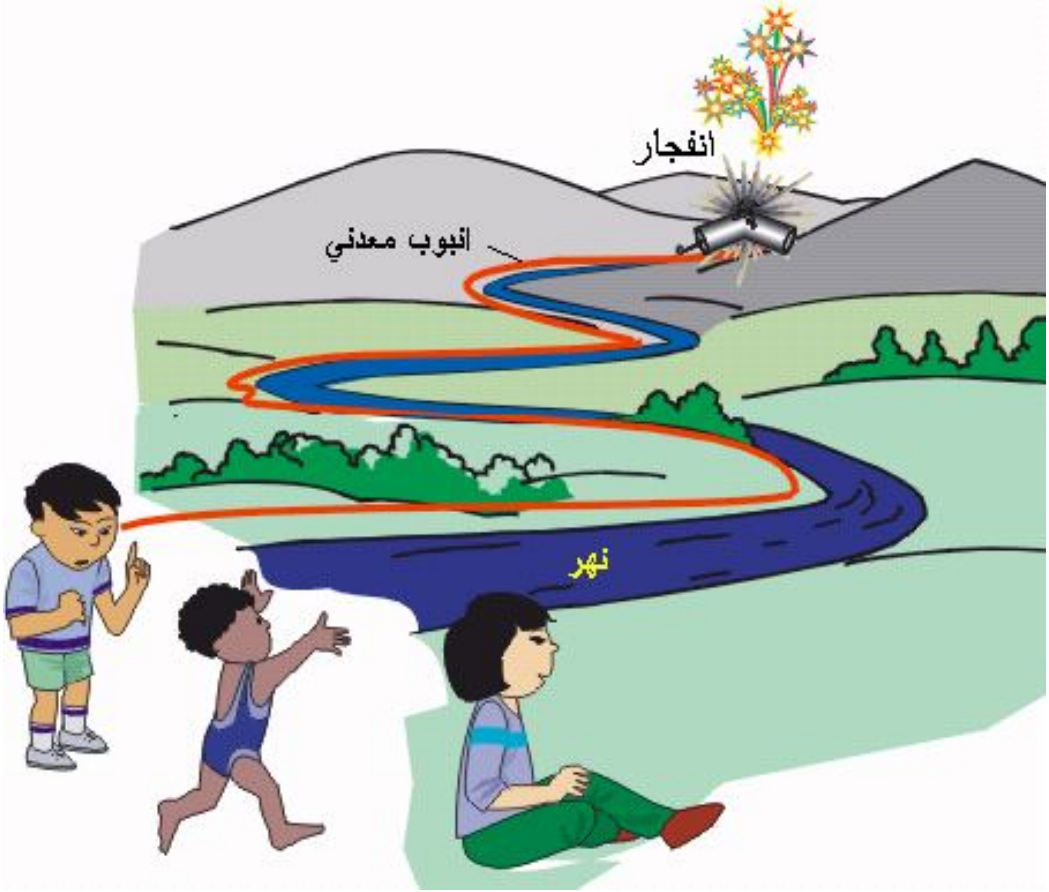
في أي حالة يكون الصوت أوضح وأعلى ما يمكن؟

لماذا؟



الأصدقاء الثلاثة : لقد حدث انفجار قرب منبع النهر وقد رأى الأصدقاء الثلاثة هذا الانفجار ولكن لم يسمعوا صوته لبعد المسافة، وكما تلاحظ يوجد أنبوبة معدنية تمر بجانب النهر تنقل ماء الشرب من النبع إلى القرية ، ويحاول كل واحد من هؤلاء ليكون أول من يسمع صوت الانفجار ،فقال الأول(سأجلس في مكاني على العشب وسأكون أنا أول من يسمع الانفجار) ، أما الثاني فقال (أنا سأغطس في الماء وسأسمع الانفجار أولا) ، أما الثالث فوضع أذنه على الأنبوبة المعدنية وقال لأصدقائه (أعلمكم أنني أول من سيصله صوت الانفجار)

وأنت من تظن أنه سيسمع الانفجار أولا ،ولماذا؟



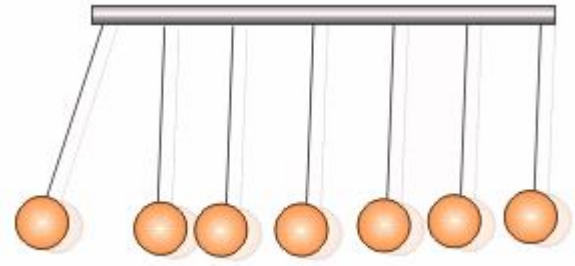
في الأفلام الغربية القديمة كنا نرى رجلا من الهنود الحمر يضع أذنه على سكة الحديد لمعرفة هل يوجد قطار قادم، هل هذا صحيح من الناحية العلمية ، وما دور سكة الحديد في ذلك؟

نشاط :

لقد عرفت أن سرعة الصوت تزداد مع زيادة كثافة المادة فهي في المادة الصلبة أسرع منها في السائلة وكذلك في المادة السائلة أسرع منها في المادة الغازية.

صمم نموذجا بسيطا لتفسير زيادة سرعة الصوت بزيادة كثافة المادة، (يمكن اعتبار أن جزيئات المادة كرات زجاجية ، أو حتى أطفالا صغار في ساحة مدرسة) .

طريقة مقترحة:



علق مجموعة من الكرات كما في الرسم ، اسحب كرة جانبية واضرب باقي الكرت ، سجل الوقت حتى يصل الاهتزاز للكرة الأخيرة على الطرف الآخر.

قرب الكرات من بعض وكرر التجربة

بعد الكرات عن بعض وكرر التجربة .

في أي حالة يصل الاهتزاز في أقل وقت ؟

انعكاس الصوت وانكساره

١. إذا اصطدم الصوت بحاجز فإنه ينعكس ،زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.
٢. تقع زاوية السقوط وزاوية الانعكاس والعمود المقام في مستوى واحد .
٣. إذا انتقل الصوت من وسط إلى وسط آخر له يختلف عنه فإنه ينكسر.

كثيراً ما نلاحظ عندما نتحدث بصوت مرتفع في الأماكن المفتوحة كمناطق الجبال والوديان أن الصوت الذي نطلقه ينعكس ونسمعه مرة أخرى أو مرات عديدة لأن الأمواج الصوتية تصطدم بالجبل وتنعكس عنه وهذا الصوت المنعكس يسمى الصدى ، ونلاحظ أيضاً وجود فترة زمنية بين إطلاق الصوت وسماع الصدى وهذه الفترة الزمنية تعتمد على المسافة بيننا وبين الجبل الذي انعكست الأمواج عنه .

يمكن تقديره (المسافة بيننا وبين الجبل) بقياس الفترة الزمنية بين إطلاق الصوت نحوه وسماع الصدى فكما هو معروف ان سرعة الصوت في الهواء هي ٣٤٠ م / ث ، وحتى نسمع الصدى يجب أن يقطع الصوت المسافة بيننا وبين الجبل ذهاباً وإيابا فإذا اعتبرنا أن المسافة بيننا وبين الجبل (س) تكون المسافة الذي يقطعها الصوت (٢ س) .

ولقياس المسافة يجب أولاً إطلاق صوت مرتفع نحو الجبل وقياس الزمن بين إطلاق الصوت وسماع أول صدى

المسافة (٢س) = السرعة × الزمن

ويتبادر إلى الذهن هذا السؤال هل يمكن سماع الصدى مهما كان بعد الحجاز (الجبل ، والحائط) ؟

لا نستطيع الأذن البشرية التمييز بين صوتين إذا كان الزمن بينهما أقل من (٠,١) ثانية وبما أن الصوت يقطع مسافة

(٣٤٠) متر / ثانية فهو يقطع (٣٤) متر خلال

(٠,١) ثانية وهذه هي المسافة التي يجب أن يقطعها الصوت ذهاباً وإياباً بين الحاجز وبيننا ، أي يجب أن لا يقل بعد الحاجز عن ١٧ متر حتى نستطيع تمييز الصدى .

تجربة: انعكاس الصوت عن سطح مستوي

الأهداف :

- إثبات انعكاس الصوت عن السطوح المستوية
- استنتاج قانوني الانعكاس

المواد :أنبوب ورقي أو بلاستيكي ، حاجز، منقلة، ساعة ،المسجل اختياري

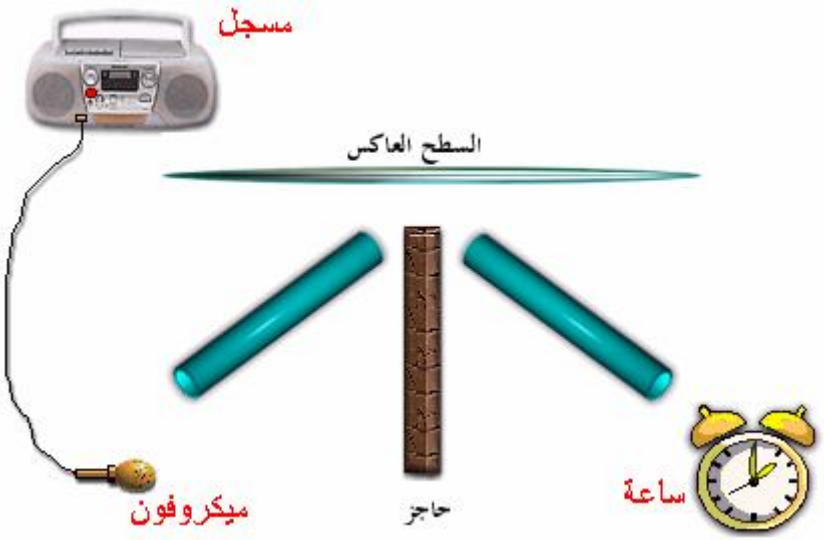
استعدادات مسبقة : جهز التجربة كما هو موضح في الرسم

الخطوات :

١- ثبت الأنبوب الأيمن على زاوية معينة وابدأ بتحريك الأنبوب الثاني مع وضع أذنك عنده أو استعمال المسجل والميكروفون حتى يكون صوت الساعة أقوى ما يمكن.

٢- سجل زاوية السقوط وزاوية الانكسار .

٣- كرر التجربة وغير زاوية السقوط في كل مرة



تجربة: انعكاس الصوت عن سطح مقعر

الأهداف : إثبات انعكاس الصوت عن السطوح المقعرة

المواد: مظلة عدد٢

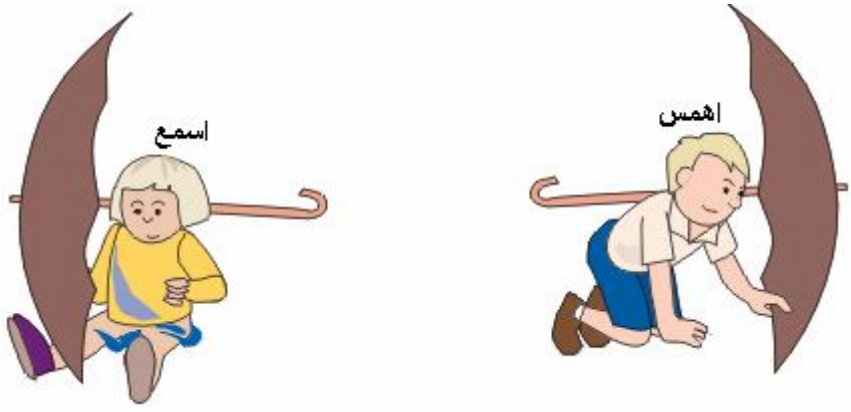
الخطوات:

١. ضع المظلتين مفتوحتين ومتقابلتين على مسافة عدة أمتار من بعضهما (تعتمد المسافة على سعة المظلتين ومادتهما والظروف الجوية).

٢. ضع فمك في بؤرة المظلة الأولى واهمس ... إذا كان زميلك قد وضع أذنه في بؤرة المظلة الثانية سوف يسمعك ، ولو كان هنالك شخص يقف قريبا منكما لن يستطيع أن يسمع شيئا .

٣. يمكن تطوير هذه التجربة لو استبدلت المظلتين بطبقين لاقطين بينهما مسافة قد تصل لخمسة أو ستة أمتار.

٤. لقد استخدمنا المظلة كمرآة مقعرة ،هل يمكن استخدامها كمرآة محدبة؟



١

المرآة الصوتية:

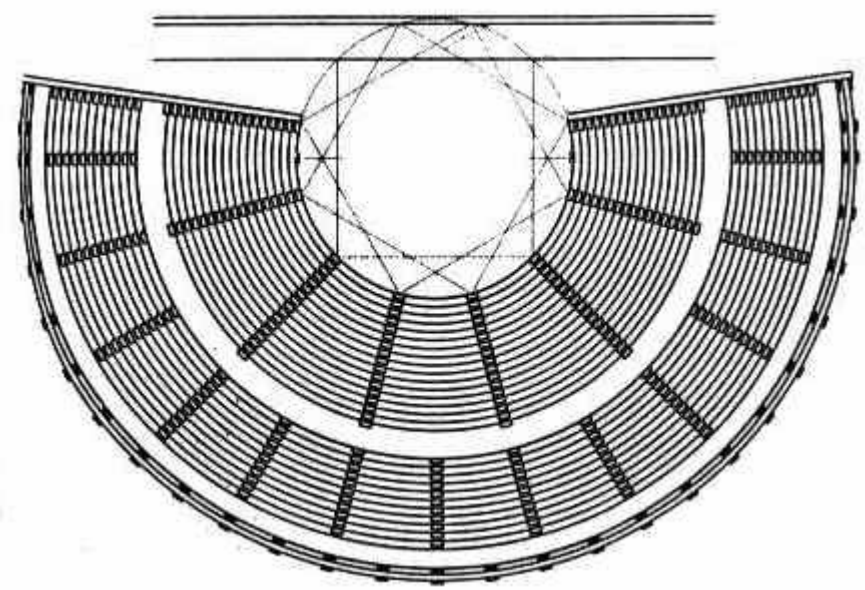
١–ضع طبقين لاقطين على مسافة ٥–١٠ عدة أمتار من بعضهما (تعتمد المسافة على قطرهما ومادتهما والظروف الجوية).

٢–ضع فمك في بؤرة الطبق الأولى واهمس ... إذا كان زميلك قد وضع أذنه في بؤرة الطبق الثاني سوف يسمعك، ولو كان هنالك شخص يقف قريبا منكما لن يستطيع أن يسمع شيئا.

اسئلة:

١- يقال أن بعض المسارح القديمة كانت تصمم بحيث يصل الصوت إلى جميع المستمعين بالتساوي وذلك قبل اكتشاف مكبرات الصوت،حاول

معرفة المبدأ الذي بنيت هذه المسارح معتمدا على ما عرفته قبل قليل عن انعكاس الصوت على السطوح المقعرة؟



٢- لوحظ في إحدى القاعات ذات الشكل البيضوي ،أنه إذا همست في أحد طرفي القاعة سوف يسمع صوتك في الطرف الآخر منها ... هل تجد تفسيرا لهذه الظاهرة؟

٣- يحدث الصدى في القاعات الكبيرة وقرب الأبنية الكبيرة والجبال ولا يحدث في الغرف الصغيرة. لماذا؟

تجربة : قياس أقصر مسافة لحدوث الصدى

الأهداف :

تحديد اقرب مسافة لحدوث الصدى

تعليل سبب عدم سماع الصدى قبل هذه المسافة

الأدوات : شريط متري ، صافرة

استعدادات مسبقة : اختر مكان مفتوح قرب بناية كبيرة أو قرب حاجز طبيعي (جبل مثلا)

الخطوات :

١- قف قرب الحاجز(البناء أو الجبل،...) ونفخ بالصافرة أو ضع كفتيك حول فمك واصرخ بصوت مرتفع.

٢- ابتعد عن المكان تدريجيا مع الاستمرار بالنفخ بالصافرة حتى تبدأ بسماع الصدى.

٣- حدد النقطة التي وصلت إليها ، وقس المسافة بينها وبين الحاجز .

٤- هل يمكن أن الأمواج الصوتية لا تنعكس عن الحاجز قبل هذه المسافة ويكون هذا هو سبب عدم سماع الصدى قبل هذه المسافة ، أم هنالك أسباب أخرى خاصة بنا مثلا؟

مساعدة:

ربما سمعت بظاهرة دوام الإبصار، وهي عدم قدرتنا على التمييز بين صورتين عندما يكون الزمن بينهما أقل من ١٦/١ ثانية .

وللعلم الأذن أيضا لا تستطيع التمييز بين صوتين عندما يكون الزمن بينهما أقل من ١٠/١ ثانية.

والآن بعد معرفتك بهذه الظاهرة ، إضافة لمعرفة سرعة الصوت التي سندرسها لاحقا وهي ٣٤٠ متر /ثانية ، هل أصبحت قادرا على تفسير نتائج هذه التجربة؟

بعض استخدامات ظاهرة الصدى في الطبيعة :

بعض الحيوانات تستخدم الصدى للبحث عن الفرائس ، وتخطي الحواجز، فالخفاش مثلا يطلق أمواجا فوق صوتية (سندرسها لاحقا) ، فإذا صادف الصوت حشرة ينعكس عنها ،وعندما يسمع الخفاش الصوت المنعكس يستطيع تحديد مكانها .

كما أن بعض الحيوانات البحرية مثل الدلفين تستخدم الصدى للبحث عن الأسماك.

تفكير إبداعي:

لو كنت على مسافة قريبة من حاجز طبيعي أو صناعي (بناية، جبل،..)، هل يمكنك قياس بعده باستخدام ظاهرة الصدى إذا عرفت أن سرعة الصوت ٣٤٠م/ث ويحتاج الصوت لقطع ضعف المسافة بينك وبين الحاجز ذهابا وإيابا؟

ابحث عن بعض التطبيقات والفوائد لظاهرة الصدى

تجربة :عدسة مائية لتجميع الصوت

الأهداف :

١. إثبات إمكانية تجميع الصوت باستخدام عدسة مائية
٢. استنتاج قانون انكسار الصوت

المواد :

بالون أو كيس بلاستيكي مملوء بالماء (أو قنينة بلاستيكية)، ساعة.

الخطوات :

١. ضع الساعة على مسافة مناسبة منك، واستمع لدقاتها.
٢. ضع الكيس بجانب أذنك بدون أن تغير وضعك أو وضع الساعة ،
٣. هل تغيرت شدة الصوت التي تسمعها عند وضع البالون قرب أذنك؟
٤. ماذا فعل البالون المملوء بالماء للأمواج الصوتية؟

ما هو السبب الذي يجعل الموجات الصوتية تنكسر عند انتقالها بين وسطين مختلفين ؟

لقد استنتجنا أن بالإمكان عمل عدسة لامة لجمع الصوت ، هل يمكن عمل عدسة مفرّقة لتفريق الصوت ؟

كلنا يعرف أن ظاهرة السراب التي تحدث للضوء تكون نتيجة انتقال الموجات الضوئية بين وسطين مختلفين في درجة الحرارة .

وبما أن الموجات الصوتية يحدث لها انكسار أيضا عند انتقالها بين وسطين مختلفين في درجة الحرارة ، هل يوجد شئ يمكن تسميته السراب الصوتي؟

الحيود والتداخل

١. ظاهرة الحيود التي هي إحدى صفات الموجات المائية والضوئية، تنطبق أيضا على الموجات الصوتية.

٢. كما تنطبق ظاهرة التداخل أيضا على الموجات الصوتية ، وكثير من الظواهر الصوتية وخاصة الآلات الموسيقية تعمل بناء على هذه الظاهرة، فإذا التقت قمة موجة مع قمة موجة أخرى يحدث بناء وتنتج قمة كبيرة (والشيء ذاته يحدث عند التقاء قاع موجة مع قاع موجة أخرى) ، أما إذا التقت قمة موجة مع قاع موجة تحدث عملية الهدم .

تجربة :تداخل الموجات الصوتية

الأهداف : التعرف على مفهوم تداخل الموجات الصوتية

المواد : مولد ذبذبات صوتية ، ساعة عدد٢

استعدادات مسبقة : اختر مكان هادئ

الخطوات :

١- صل السماعتين مع مولد الذبذبات ،واجعل المسافة بينهما أقل من متر.

٢- شغل مولد الذبذبات على تردد منخفض (١٠٠-٢٠٠ هيرتز) ثم ارفعه تدريجيا مع تغيير المسافة بين السماعتين ،وأصغ أذنيك للسماعتين ، في لحظات معينة عندما يكون التردد والبعد بين السماعتين مناسبا سوف تسمع نغمات متقطعة ،أو ضربات كما تسمى ، وبمعنى أدق تلاحظ أن الصوت ينخفض ويرتفع ،وهذه الضربات نتيجة للتداخل بين الصوتين الناتجين من السماعتين ، حيث يحدث تداخل بناء عند التقاء قمتين أو قاعين (فتسمع الصوت) ، أو يحدث تداخل هدام إذا التقت قمة مع قاع (وهنا لا تسمع شيئا)

٣- وللعلم فإن الآلات الموسيقية سواء الوترية أو الهوائية تعمل على مبدأ التداخل والنغمة التي نسمعها تسمى الموجة الموقوفة حيث يتغير تردد الموجة الموقوفة حسب طول الوتر المهتز أو طول عمود الهواء المهتز.

تجربة : جهاز توليد الأمواج الطولية والمستعرضة

الأدوات والمواد اللازمة	ملاحظات

محرك مسجل

بكرة صغيرة قطرها (١) سم عدد٢ /من المستعمل في المسجلات ويفضل مكوك خياطة وخاصة المصنوع من البلاستيك

خيط قنب ١,٥ متر ، مسمار (٢.٥) سم، علبة بلاستيك صغيرة ، صمغ

بطارية (١.٥ فولت) عدد ٢ ، أثقال (مسامير صغيرة حصى ،...)، أسلاك توصيل،

قطعة خشب (١٢ × ٦ ×١) سم

طريقة صنع الجهاز :

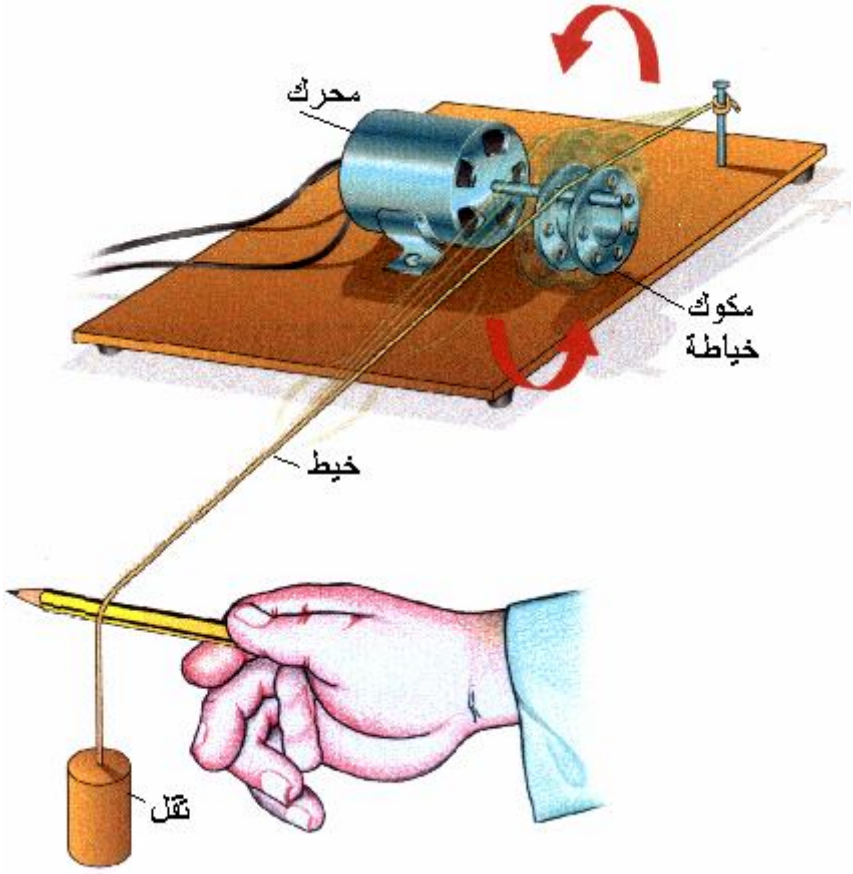
١- اثقب البكرة ثقب صغير قريب من محيطها المكوك مثقوب من المصنع .

٢- ركب البكرة على محور المحرك (ادخل محور المحرك في الثقب والصقه) .

٣- ثبت المحرك على طرف قطعة الخشب بوضع جانبي .

٤-اغرز مسمار في قطعة الخشب في الجهة المقابلة للمحرك واربط طرف الخيط به.

٥- مرر الخيط **فوق بكرة المحرك** واربط العلبة التي تحمل الأثقال في طرف الخيط .



٦- مرر الخيط فوق بكرة مثبتة على طرف الطاولة ، إذا لم تتوفر البكرة يمكن استبدالها بقلم فلوماستر

أ- **الأمواج المستعرضة :**

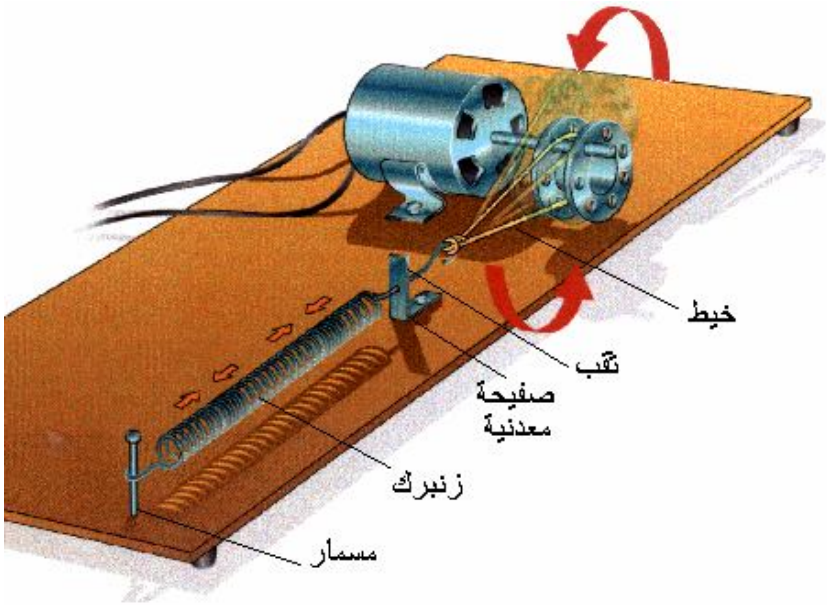
١- ثبت الجهاز على طرف طاولة واسحب الخيط ومرره على البكرة الموضوعة على مسافة لا تقل عن المتر عن الجهاز.

٢- صل المحرك مع بطارية (١.٥) فولت عدد (٢) أو محول صغير .

٣- غير في طول الخيط وكذلك مقدار الأثقال الموضوعة في العلبة ولاحظ أثر ذلك على طول الأمواج المستقرة في الخيط

ب- الأمواج الطولية:

لعرض أمواج طولية يمكن ربط طرف الزنبرك بقطعة صغيرة من خيط قنب والطرف الآخر للخيط يتم عمله بشكل



حلقة أوسع قليلا من البكرة وتوضع الحلقة حول البكرة ثم يشد الزنبرك قليلا ويربط طرفه الآخر بمسمار مثبت على قطعة الخشب .

ويفضل لصق صفيحة معدنية صغيرة مثقوبة أمام البكرة وتمرير الخيط من الثقب حتى لا يهتز الزنبرك أفقيا ويشوش الصورة .

* صمم تجربة لعرض الأمواج الطولية والأمواج المستعرضة بطرق أخرى؟

أمواج مائية بثلاث أبعاد

عرضنا سابقا الأمواج المستقرة في الماء أو في الخيط ولاحظنا انه عند جمع موجتين تنتج موجة كبيرة وتسمى بعملية البناء أما عند التقاء قمة موجة مع قاع موجة أخرى تنتج عملية هدم وسنلاحظ في هذه التجربة عملية البناء والهدم وتكون (العقد والبطون في حوض مائي بثلاث أبعاد)

المواد والأدوات	ملاحظات
حوض من البلاستيك الشفاف أبعاده (٢٠×٢ × ١٥) سم	الأبعاد غير ملزمة / ويمكن أيضا استعمال صينية أو علبة بلاستيكية
قطعتين من الإسفنج أو البولسترين لتكون قاعدة للحوض	
محرك مسجل ، فيش إنجليزي تالف، لحام بلاستيكي، ماء، بطارية أو محول	

طريقة العمل :

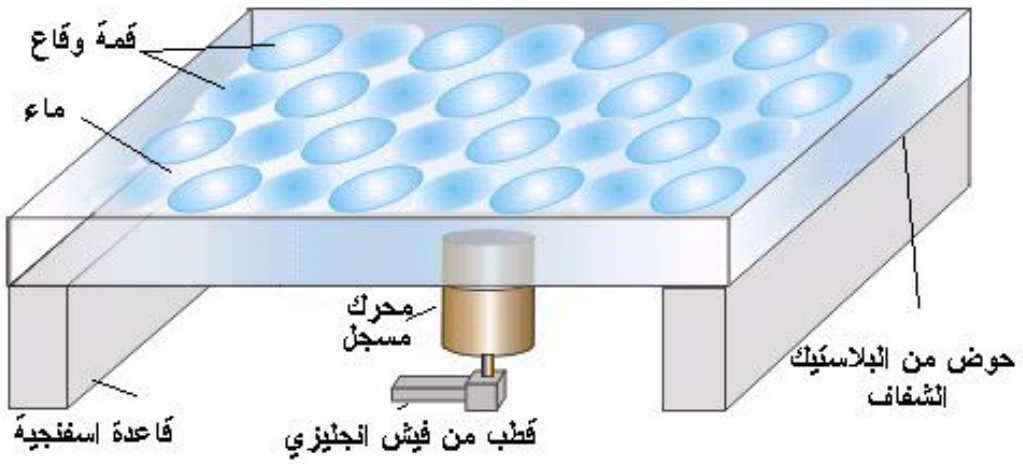
ثبت الحوض فوق قطعتي الإسفنج بحيث يكون أفقيا .

٢–ثبت المحرك بقاعدة الحوض بحيث يكون مقلوبا للأسفل ، الصق أسلاك المحرك على الحوض حتى لا تعيق دورانه

٣– ثبت أحد أقطاب فيش ثلاثي (إنجليزي) تالف على محور المحرك وذلك بإدخال محور المحرك في فتحه القطب التي يتم إدخال الأسلاك فيها ، وشد البرغي للتثبيت – عند تشغيل المحرك سيعمل القطب على إحداث حاله عدم اتزان وينتج اهتزازات تحدث أمواج في الماء ، وعند اصطدام الأمواج في حواف الحوض تنعكس وتحدث عمليات بناء وهدم محدثة مجموعة من العقد والبطون وهي عبارة عن قمم وقيعان .

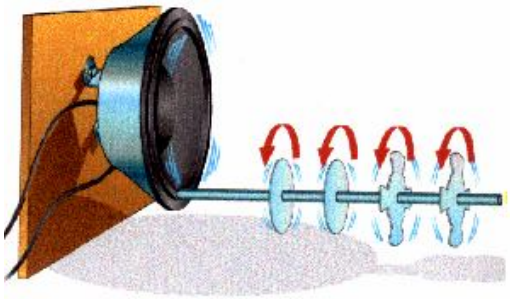
٤– شغل المحرك ولاحظ الأمواج المائية وتكون العقد والبطون. وستلاحظ أن الماء بشكل مرتفعات ومنخفضات ، كما وستلاحظ أن الماء يهتز في أماكن ويكون ثابتا في أماكن أخرى حسب مناطق العقد والبطون .

٤– ارفع في الجهد المعطى للمحرك لتغيير تردد الأمواج ولاحظ ما يحدث ؟



تحريك مروحة صغيرة بواسطة الأمواج المستقرة

عند مشاهدة أحد العازفين يعزف على آلة موسيقية (وترية ، هوائية) فانك تلاحظ انه يعمل على تغيير طول الجزء المهتز (الوتر ، عمود الهواء) وسبب ذلك هو عند توليد موجة في الوتر أو عمود الهواء تتكون موجة مستقرة تتناسب مع طول الجزء المهتز ولكن عند تغيير طوله يتغير طول الموجة المستقرة وتتغير النغمة



وفي هذه التجربة سنعمل على توليد موجة في سلك معدني أو أنبوب زجاجي مما يؤدي إلى اهتزازه وتكون أمواج مستقرة (عقد وبطون) حيث يهتز عند البطن ويكون ثابتا عند العقدة (راجع الأمواج الطولية والمستعرضة) وفي هذه التجربة سيتم استعمال مراوح صغيرة من صور الأشعة ، حيث ستدور هذه المراوح بسرعة وتتحرك على طول السلك أو الأنبوب من مناطق البطون حتى تستقر في مناطق العقد .

المواد والأدوات اللازمة

سلك معدني قطره بحدود ٢ مليمتر، أو أنبوب زجاجي من أنابيب التشكيل طوله ٤٠ سم وقطره (٠,٥)

/ الأبعاد غير ملزمة

مثقب ورق ، صور أشعة، مقص، سماعة راديو،

مصدر قدرة جهد منخفض تيار متردد أو مولد ذبذبات صوتية

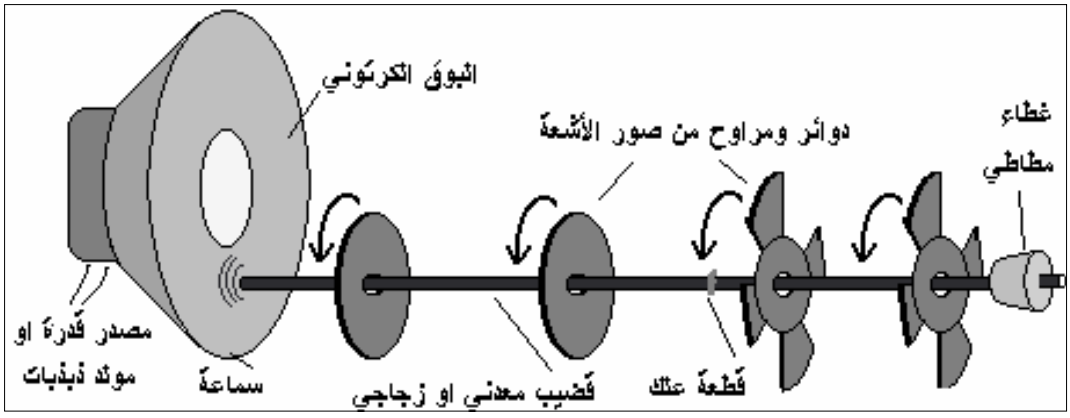
معجون أطفال أو (علك) ، سدادة مطاطية بفتحة–اختياري

طريقة العمل :

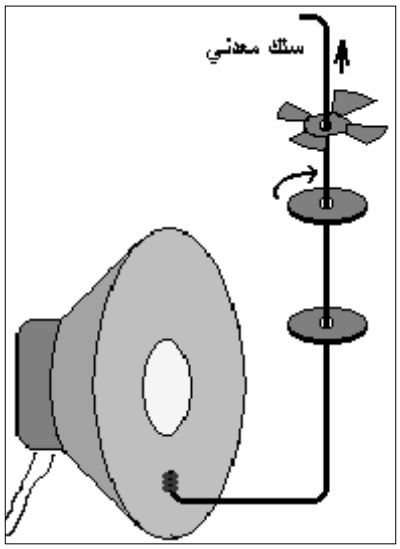
١– ادخل طرف السلك أو الأنبوب الزجاجي بفتحة الغطاء المطاطي أو بقطعة خشب .

٢– ثبت السلك بوضع أفقي على ارتفاع مناسب بواسطة حامل معدني ومربط من خلال تثبيت الغطاء المطاطي بالمربط ، يمكن صنع قاعدة خشبية للجهاز بدل الحامل .

٣– ثبت السماعة بواسطة حامل معدني ومربط وضعها مقابل الطرف الثاني من السلك أو الأنبوب الزجاجي بحيث يلامس البوق الكرتوني للسماعة ، يمكن تسخين طرف الأنبوب الزجاجي لإغلاقه ، وليصبح اكثر نعومة حتى لا يتلف السماعة .



٤- قص دوائر من صور الأشعة قطرها (٣) سم واثقبها من المركز بمثقب الورق .



٥- ادخل عدد من الدوائر (٣-٦ دوائر) في السلك أو الأنبوب الزجاجي ووزعها على طول الأنبوب بشكل عشوائي. يمكن عمل الدوائر على شكل مراوح عن طريق قصها من عدة زوايا بشكل قطري ثم ثني أجزاء منها إلى الجهتين .

٦- صل طرفي السماعة مع مصدر قدرة جهد منخفض تيار متردد (٢-٥ فولت) أو مولد الذبذبات (أمواج جيبية أو مربعة) وارفع الجهد **(Amplitude)** الخاص بمولد الذبذبات لأقصى حد ، إذا استعملت مولد ذبذبات غيّر في تردده حتى تحصل على موجة مستقرة بالأنبوب أو السلك ، أما أن استعملت مصدر قدرة فستحصل على موجة مستقرة بسهوله / ستلاحظ أن الدوائر والمراوح تدور بسرعة كبيرة وتتحرك حتى تصل إلى مواقع العقد لتثبت فيها - السلك أو الأنبوب يهتز في مواقع البطون ويؤدي إلى دوران وحركة المراوح حتى تصل إلى العقد حيث لا توجد أي حركة بالأنبوب فتستقر فيه لاحظ المسافة من عقدة لعقدة تجد أن المسافات بين العقد ثابتة .

٧- غيّر في تردد مولد الذبذبات لتحصل على موجة مستقرة بطول مختلف .

٨- إذا أردت أن تستمر الدوائر والمراوح بالحركة بشكل دائم يمكن لصق قطع صغيرة (بحجم حبة السمسم) من معجون الأطفال أو علكة على الأنبوب أمام الدوائر والمراوح قبل أن تصل إلى العقد وذلك لكي تبقى في مناطق البطون وتستمر بالدوران.

٩- يمكن ثني السلك بشكل حرف(**L**) ولصق طرفه السفلي على البوق الكرتوني للسماعة، عند تشغيل الجهاز سوف تدور المراوح وترتفع إلى أعلى.

هل يمكن استعمال التجربة السابقة لقياس سرعة الصوت ؟؟؟

تجربة : قياس سرعة الصوت باستخدام جهاز راسم الذبذبات

(هذه التجربة قمت بتطويرها أثناء عملي في مركز مصادر التعلم –اربد)

المواد : جهاز راسم ذبذبات بقناتين ، مولد ذبذبات ، سماعة ، ميكروفون عدد٢ ، مسطرة

الخطوات :

١- صل مخرج مولد الذبذبات مع السماعة ، (استخدم تردد يقع بين ٢٠٠ و ٤٠٠ هيرتز) / في البداية ولتسهيل إجراء التجربة والحساب اقترح استخدام تردد ٣٤٠ هيرتز ، حيث أن سرعة الصوت (كما نعرف مسبقا ٣٤٠ م/ث) سيكون طول الموجة ١ متر .

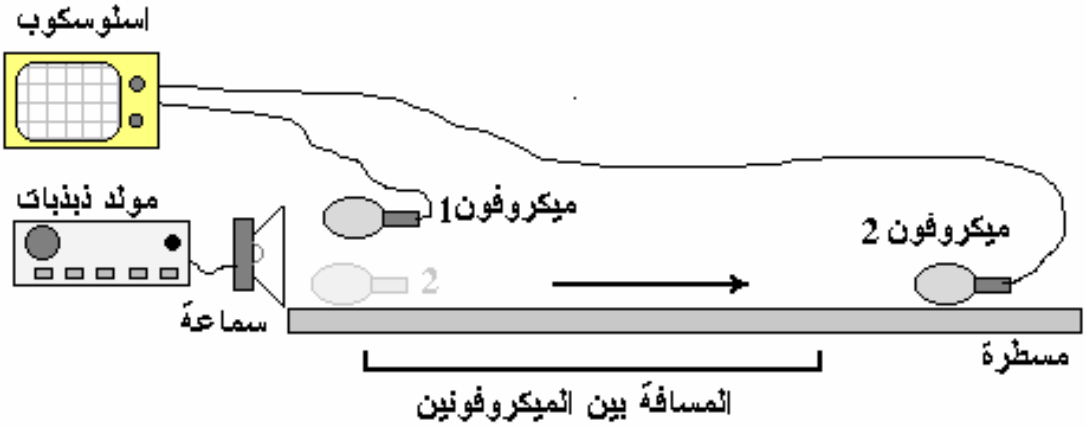
٢- صل الميكرفونين مع الأسلوسكوب (كل ميكروفون مع قناة) ، وضعهما بجانب بعض أمام السماعة .

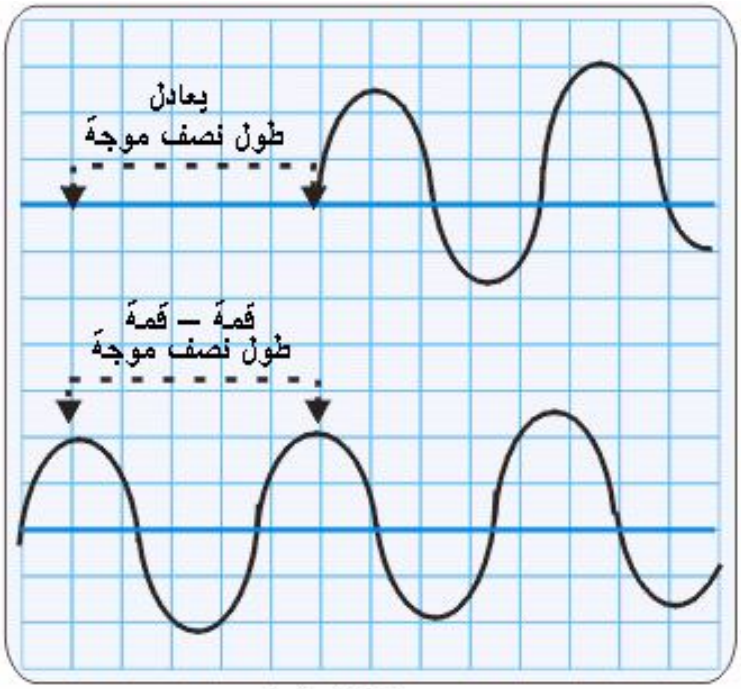
٣- شغل الأسلوسكوب واضبطه بحيث يكون طول الموجة على الشاشة لا يقل عن ٤ مربعات، وبحيث تكون موجات الميكروفونين متطابقة.

٤- ابدأ بإزاحة أحد الميكروفونين إلى الخلف بعيدا عن السماعة ، ستلاحظ إزاحة الموجة الخاصة به على الشاشة ، استمر بالإزاحة حتى تكون إزاحة الموجة على الشاشة بمقدار نصف موجة (المسافة من قمة–قمة) .

٥- الآن المسافة بين الميكروفونين تساوي طول نصف موجة ، احسب طول الموجة (المسافة بين الميكروفونين ×٢) .

٦- سرعة الصوت = تردد مولد الذبذبات ×طول الموجة





شاشة الأسلوسكوب

- تخيل كيف ستكون الحياة لو كانت سرعة الصوت مثل سرعة الضوء .
- أو لو انعكس الوضع فكانت سرعة الضوء مثل سرعة الصوت وسرعة الصوت مثل سرعة الضوء؟
- أو لو كان الصوت يسير بخط مستقيم مثل الضوء؟
- التلوث مشكلة هذا العصر، وهو أنواع مختلفة ، ومن أكثر هذه الأنواع انتشارا التلوث الصوتي ، وله مصادر مختلفة: السيارات ، الطائرات ،الآلات الثقيلة ، المصانع .

كما يوجد تلوث صوتي لا يصنف عادة على أنه تلوث مع أنني أعتقد انه أكثر أنواع التلوث إزعاجا وهو الأصوات المرتفعة للأجهزة الموسيقية في الحفلات وأصوات أجهزة التسجيل حيث يقضي بعض الناس معظم وقتهم في الاستماع إلى الموسيقى الصاخبة ، بل ويفرضون ذلك على الأخيرين ، فلا يكتفون بأن يسمعوا هم وحدهم هذه التفاهات بل يرفعوا هذه الأجهزة لطاقتها القصوى ويسببوا الإزعاج لكل من حولهم.

- ادرس هذا الموضوع واقترح حلولا للتخفيف من أضرار هذا التلوث.

الخصائص الفيزيائية للصوت

للصوت عدة صفات أو خصائص يوصف بها ، وهذه الصفان هي:

- **شدة الصوت** : وهي مقدار الطاقة الصوتية التي تعبر وحدة المساحات عموديا حول نقطة ما في الثانية.
- **علو الصوت** : ويعتمد على شدة الصوت وعلى حساسية الأذن ، ويتحدد بعدة عوامل هي:المسافة بين مصدر الصوت والسامع ،كثافة الوسط الناقل وحركة جزيئاته، المساحة السطحية لسطح المهتز .
- **درجة الصوت** : أو نغمة الصوت وتعتمد على تردد الصوت فمع زيادة تردد الصوت تصبح النغمة حادة .
- **نوعية الصوت:** لو سمعت نغمتين متساويتين في التردد من آلتين موسيقيتين مختلفتين يمكنك تمييز ذلك ، ولو تحدث شخصان وكان لهما نفس التردد تستطيع تمييزهما من بعض ، هذه تفسر بنوعية الصوت التي تحددها عوامل كثيرة لا مجال لذكرها هنا.

ولو أنك استخدمت مولد ذبذبات ووصلته مع سماعة ، وبدأت بتغيير التردد تلاحظ هنا أن الصوت يبدأ غليظا بالتردد المنخفض ويتحول إلى صوت رفيع حاد كلما زاد التردد ، أنت الآن تغير نغمة الصوت .
وتلاحظ نفس الشيء لو استخدمت شوكات رنانة بترددات مختلفة.

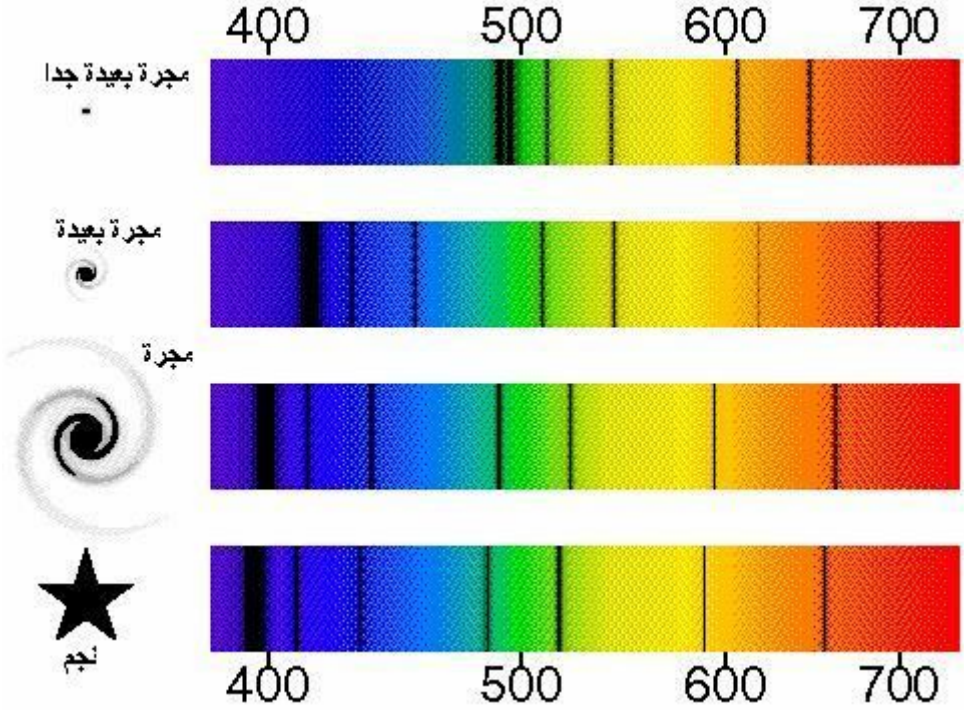
ظاهرة دوبلر

ظاهرة دوبلر من الظواهر الصعبة للفهم خاصة لطلاب المرحلة الأساسية،ويمكن فهمها من خلال العديد من التجارب والأنشطة التي صممتها لهذا الغرض.

كيف بدأ الاكتشاف

لاحظ أحد الأشخاص أنه عند مرور القطار فإن صوته يتغير فجأة عندما يصبح القطار بمحاذاته، حيث يكون الصوت رفيعا أو حادا أثناء اقترابه فتقل حدته فجأة ثم يغلظ الصوت عند الابتعاد عنه ، وقد سميت هذه الظاهرة باسم ظاهرة دوبلر نسبة لمكتشفها.

لاحظ هبل أن ألوان الطيف الضوئي القادم من النجوم تنزاح نحو اللون الأحمر (والضوء الأحمر صاحب اكبر طول موجة) ومن خلال هذه الظاهرة استنتج أن النجوم تبتعد عنا



لون الضوء الذي نراه (ازرق ، اصفر ، احمر،..) يتحدد حسب تردده وطول موجته ، علما أن سرعة الضوء ثابتة (٣٠٠٠٠٠ كيلو متر /ثانية) وبناء على ذلك

٣٠٠٠٠٠ كيلو متر / ثانية = التردد × طول الموجة

ولنعد إلى ظاهرة دوبلر، فإذا زاد زمن وصول الموجة إلينا (بسبب ابتعاد مصدر الموجة عنا – وهو النجم مثلا) فهذا يعني حسب المعادلة السابقة أن سرعة الموجة تغيرت ، ولهذا يتغير التردد وطول الموجة فيتغير لون الضوء الواصل من النجم ، واللون الأحمر هو اللون صاحب أعلى طول موجة وأقل تردد.

نشاط:المغامرون الأذكياء

في يوم جميل قرر احمد وصديقيه أن يأخذ كل منهم سلة ورد ، واختاروا أن يقفوا بين حاجزين على مدخل البلدة حيث يمر القطار ، وأن تكون حركتهم محصورة بين الحاجزين.

قال احمد :

اخترت أنا احمد (رقم١) أن أقف مكاني بجانب الحاجز (٢) وكل عربة من عربات القطار تمر أمامي أعطيها وردة.

أما صديقي رقم(٢) فوقف بجانبي عند الحاجز رقم (٢) وبدأ يسير نحو الحاجز رقم (١)

ويعطي كل عربة تقابله وردة.

وصديقنا الأخير رقم(٣) وقف بجانب الحاجز(١) وبدأ يسير نحو الحاجز (٢) حيث اقف أنا .

وبعد قليل لاحظنا شيئا غريبا فبالرغم بأن كميات الورد التي أحضرناها متساوية إلا أن الورد الذي يحمله صديقنا رقم (٢) نفذ أولا ،أما أنا فبقي معي كمية قليلة من الورد ، ولكن صديقنا (٣) بقي معه الكثير من الورد. وحتى الآن لا نعرف سبب هذا الاختلاف ، فكلنا كنا نشيطين في التوزيع وكنا نعطي كل عربة تمر من أمامنا وردة ، وهذا يعني أن لدى خروج القطار من حدود قريتنا يكون لدى كل عربة ٣ وردات

هل وجدت تفسيرا يحل مشكلة احمد وأصدقاءه؟

استغل ذهابك يوما إلى أحد المجمعات التجارية ، واذهب نحو الدرج المتحرك ، ولا تنسى أن تأخذ ساعتك، ونفذ الخطوات التالية:

١- قف أمام الدرج (تحت أو فوق لا يهم) وسجل عدد الدرجات التي تمر أمامك والزمن الذي استغرقته، اقسم عدد الدرجات على الزمن (قد تحتاج إلى وقت أقل أو أكثر من دقيقة في هذه الخطوة أو باقي الخطوات ، هذا لا يهم فقط احسب عدد الدرجات في الدقيقة).

٢- تحرك عكس حركة الدرج (إذا كان الدرج صاعدا انزل وإذا كان نازلا اصعد) ، وسجل عدد الدرجات التي تقابلك والزمن الذي قضيته ، احسب عدد الدرجات في الدقيقة.

٣- تحرك باتجاه حركة الدرج (لا تتسمر بالوقوف على درجة واحدة كما نفعل عادة ، ولكن تخطى الدرجات لتصل بسرعة اكثر من سرعة الدرج)، سجل الزمن الذي استغرقته وعدد الدرجات التي مررت عليها ، احسب عدد الدرجات في الدقيقة.

فرّغ النتائج في هذا الجدول

عدد الدرجات وأنت واقف	
عدد الدرجات وأنت تسير عكس اتجاه حركة الدرج	
عدد الدرجات وأنت تسير مع اتجاه حركة الدرج	

٤- هل الأرقام التي حصلت عليها في الخطوات السابقة واحدة (الأرقام التي حسبتها تعني التردد بمفهوم الأمواج) ؟ .....

٥- هل ساعدك هذا النشاط في تفسير الظواهر السابقة؟

.....

أفكار حمدان

هذا العالم المجنون (ولنسميه حمدان مثلا) يلبس قميصا برتقالي اللون ، ويقول لو كان صديقي ماجد يراقبني وانطلقت بسرعة (لا ادري ... راكضا أو بسيارة ، بطائرة ، بصاروخ) ووصلت إلى السرعة المناسبة مبتعدا عن ماجد سيرى ماجد لون قميصي احمر .

ولو كان صديقي سعيد يراقبني من بعيد وانطلقت نحوه بسرعة مناسبة (لا أدري ما هي) سيرى لون قميصي ازرق.

هل سيحدث خلاف بين ماجد وسعيد حول لون قميص حمدان؟

حمدان يقول أنه وضع هذه الفرضية بناء على ظاهرة دوبلر
ما رأيك بهذه الفكرة ، وهل يمكن تحقيقها؟

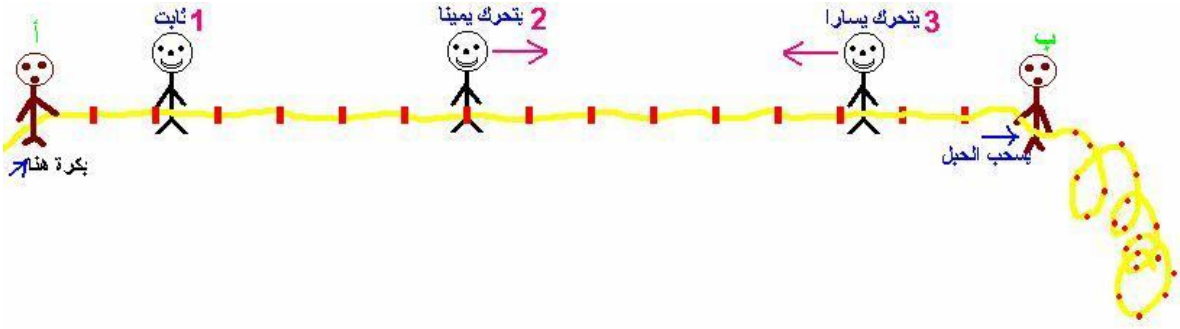
لو أردنا مجاراة حمدان واستغلال ظاهرة دوبلر بحيث يبدو لون قميصه (البرتقالي) بلون احمر لماجد وبلون ازرق لسعيد كم يجب أن تكون سرعة علاء مبتعدا عن ماجد ومقتربا من سعيد؟
علما بأن :
سرعة الضوء : ٣ ×١٠ ٨ متر/ ثانية
طول موجة اللون البرتقالي: ٥,٨ ×١٠ –٧ متر
طول موجة اللون الأزرق: ٤,٩ ×١٠ –٧ متر
طول موجة اللون الأحمر: ٦,٢ ×١٠ –٧ متر

يجب أن تكون سرعة حمدان مبتعدا عن ماجد تقريبا
٢٠٦٩٠ كيلو متر / ثانية .... (وتساوي : ٧٤٤٨٤٠٠٠ كيلو متر / ساعة)، وتقريبا ٧٥ مليون كيلو متر في الساعة ، وهذا لتغير بسيط بين البرتقالي والأحمر ، فكيف بتغير كبير بين البرتقالي والأحمر.

يجب أن تكون سرعة حمدان مقتربا من سعيد:
٤٦٥٥٢ كيلو متر / ثانية ، وتساوي تقريبا ١٦٨مليون كيلو متر / ساعة
هل تعتقد أن بإمكان أي إنسان أن يصل إلى هذه السرعة؟ في أيامنا الحالية لا
وكيف سيراه ماجد وهو بهذه السرعة؟ لن يراه ، والفكرة كلها فكرة خيالية .

العب مع ظاهرة دوبلر
المواد المطلوبة : حبل طوله ٢٠ متر أو أكثر ،بكرة للف الحبل عليها، ،مسطرة ،ساعة ،قلم فلوماستر أحمر ،٦ أطفال
طريقة العمل:
ضع على الحبل نقاط بلون أحمر بين كل نقطتين ٣٠ سم .
أوقف طفلين بينهما مسافة ١٠ متر بحيث يكون الحبل مشدودا بينهما وباقي الحبل ملفوفا على البكرة.
أوقف طفل رقم ١ عند الطفل أ ، وأوقف طفلين عند الطفل ب
اجعل الطفل أ يسحب الحبل ببطيء وبسرعة ثابتة
طفل رقم ١ ثابت ، طفل رقم ٢ يتحرك يمينا ، طفل رقم ٣ يتحرك يسارا

تكون الساعة مع طفل رقم ٦ الذي يحدد زمنا معينا ويعلن البدء فيبدأ الأطفال بالتحرك كما هو محدد ويسجلون عدد النقاط الملونة التي يمرون بها ، ثم يعلن (طفل رقم ٦) التوقف ويسأل الأطفال(أ ،ب،ج) عن عدد النقاط التي حسبها كل واحد منهم ، طبعا ستكون مختلفة حيث سيسجل رقم ٢ أقل عدد ورقم ٣ أكبر عدد.



نشاط:

المواد والأدوات: سلك زنبركي قطره (١ – ٣) سم وطوله عند شده (٣٥) سم تقريبا، إطار من الخشب، صورة لطائرة ، نجمة على قطعة كرتون، صورة لرأس إنسان عدد٢

طريقة العمل :

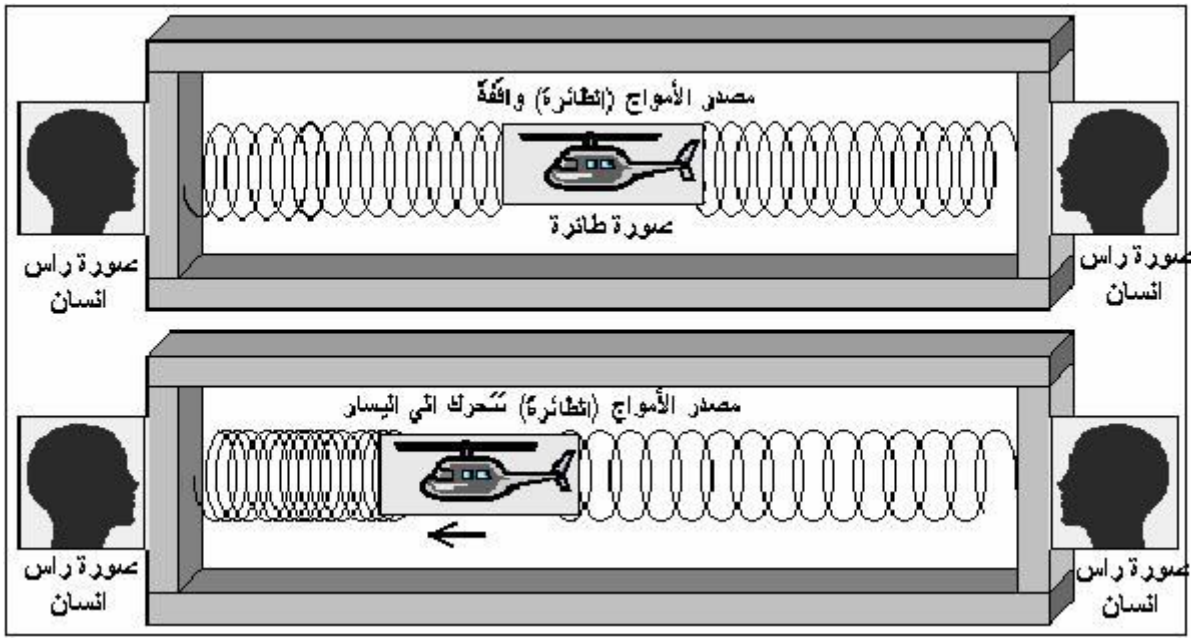
طريقة العمل:

١- جهز النموذج كما هو موضح في الرسم

تلاحظ أن شكل السلك اللولبي يشبه الأمواج المستعرضة وتلاحظ أن الأمواج تخرج من المنتصف (الصورة التي تمثل مصدر الأمواج) وتنتشر بالاتجاهين حتى تصل إلى الشخصين على طرفي السلك .

٥. استعمل المسطرة لقياس طول الموجة في كلا الجانبين .

٦. امسك قطعة الكرتون (وهي مثبته على السلك) وحركها باتجاه أحد الشخصين ، لو نظرت إلى طرفي الزنبرك واستعملت المسطرة تلاحظ أن طول الموجة يزداد عندما يبتعد مصدر الأمواج ويقل عندما يقترب مصدر الأمواج



تطبيقات :

•معظم الظواهر الفيزيائية التي اكتشفها الإنسان استخدمها في تطبيقات واختراعات يستفيد منها في حياته ، هل اخترع العلماء تطبيقات عملية تعتمد على هذه الظاهرة ، ابحث عنها؟

يوجد رادارات ، وأجهزة لقياس المسافات وتطبيقات أخرى تعتمد على ظاهرة دوبلر

قياس

•لو كان لديك جهاز لقياس طول موجة الصوت ، وقمت بقياس طول موجة صوت القطار وهو واقف ، ثم قمت بقياس طول موجة صوت القطار وهو يبتعد عنك ، هل تستطيع من خلال معرفة الفرق بين طولي الموجة حساب سرعة القطار ؟

القيم التي تحتاجها هنا هي :

طول موجة القطار(ثابتا) ولنسميها ث

طول موجة القطار (مبتعدا) ولنسميها ع

سرعة الصوت = ٣٤٠ متر / ثانية (في الفراغ) ولنسميها س

الحل :

(ع × س) ÷ ث = م

سرعة القطار = س– م

أصنع بنفسك جهاز لدراسة ظاهرة دوبلر:

المواد:قطع من الخشب لهيكل الجهاز،محرك مسننات ، بكرة عدد٢ محمل كريات ، شريط جلدي أو قماشي(للسير المتحرك) ،مفتاح مزماري(Reed Switch) ،سلك أو قضيب معدني قطره لا يقل عن ٣ ملم ،شريط مطاطي ممغنط (من المستخدم في أبواب الثلاجات)،آلة حاسبة صغيرة ،أسلاك توصيل،مادة لاصقة ،مسامير.

اختياري:محرك مسننات آخر،بكرة صغيرة ،خيط.

طريقة الصنع :

١- اصنع الهيكل الخشبي لتركيب الجهاز عليه

٢- ركب بكرة على محور المحرك ومرر عليها الشريط الجلدي أو ألقماشي لعمل سير متحرك ،وعلى الجهة الأخرى ،استخدم بكرة ،تدور حول قضيب معدني مثبت في الهيكل الخشبي ليدور السير عليها ،يمكن استخدام محمل كريات صغير لتقليل الاحتكاك وجعل الحركة سلسة.

٣- قص قطع من الشريط الممغنط بعرض ٠.٥سم تقريبا وطول ٢سم وثبّت الأشرطة على السير المتحرك بحيث تكون المسافة بين الشريط والذي يليه ٢سم .

٤- ثبت القضيب المعدني فوق السير المتحرك على ارتفاع منخفض لا يزيد عن ٥سم ،واستخدم قطعة خشبية صغيرة مثقوبة ليدخل فيها القضيب المعدني وتنزلق بسهولة عليه.

٥- ثبت المفتاح ألمزماري أسفل القطعة الخشبية بحيث لا يبعد أكثر من ١ سم عن سطح الأشرطة الممغنطة التي تدور مع السير المتحرك، وذلك ليتأثر بالمجال المغناطيسي للشريط الذي يمر تحته.

٦- يمكن تحريك القطعة الخشبية التي تحمل المفتاح ألمزماري يدويا أو استخدام محرك مسننات مثبت عليه بكرة يمر عليها خيط متصل بالقطعة الخشبية ليسحبها بسرعة منتظمة.

٧- أوصل المفتاح ألمزماري مع دائرة(=) في الآلة الحاسبة بنفس الطريقة المستخدمة في جهاز (عجل قياس المسافة) .

٨- أوصل المحرك مع التيار العام ويمكن تركيب مفتاح كهربائي له.

طريقة الاستخدام:

١-بما أن ظاهرة دوبلر خاصة بالأمواج سنعتبر السير المتحرك الذي يحمل الأشرطة الممغنطة هو مصدر الأمواج ،وكل شريط ممغنط يمر تحت المفتاح ألمزماري نعتبره موجة تؤثر على المفتاح ألمزماري الذي يجعل الآلة الحاسبة تعده،والمفتاح ألمزماري هو مستقبل الأمواج.

٢-في حالة عدم تشغيل محرك المسننات (السير واقف) ،وتحريك القطعة المنزلقة فقط نعتبر أن المستقبل واقفا .

٣-ندخل (**١ ثم ++**) في الآلة الحاسبة ،وندفع القطعة الخشبية المنزلقة (يدويا أو بواسطة المحرك والخيط) لتنزلق من أول المجرى لآخره ،ونسجل الزمن الذي احتاجته لقطع هذه المسافة ،والرقم الذي سجلته الآلة الحاسبة،ثم نحسب التردد عندما يكون المستقبل واقفا:

التردد =(الرقم الذي سجلته الآلة الحاسبة) ÷ الزمن

٤- نشغل محرك المسننات ليدور السير ببطئ ونحرك المفتاح ألمزماري باتجاه حركة السير (الوجه العلوي من السير) ،وهنا نعتبر أن المستقبل يتحرك بنفس اتجاه مصدر الأمواج،ونكرر الخطوات السابقة،مع المحافظة على نفس سرعة حركة القطعة المنزلقة (لجعل الزمن ثابتا طيلة التجربة) ،ونحسب التردد

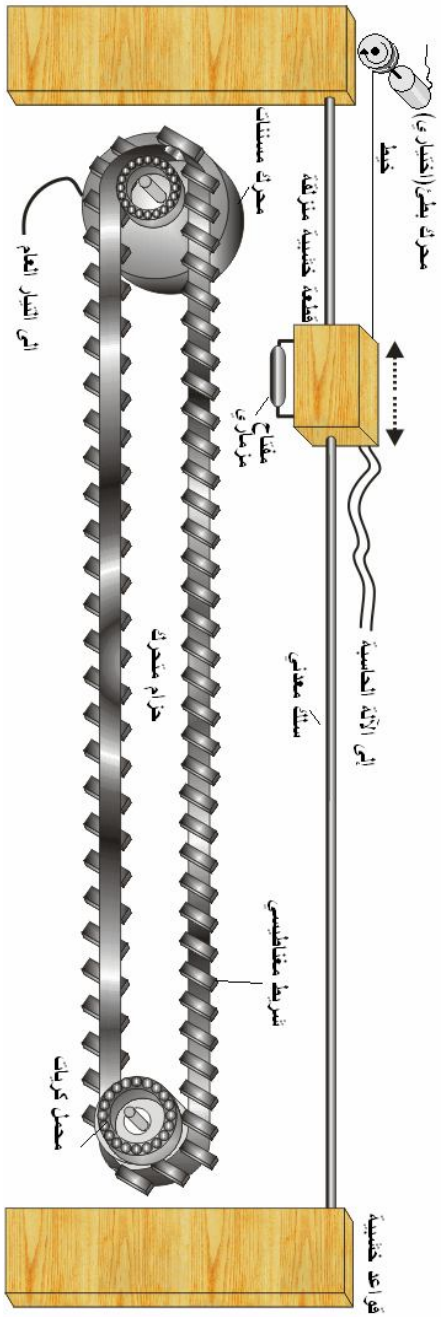
٥-نعيد الخطوة السابقة ، ونحرك المفتاح ألمزماري بعكس اتجاه حركة السير،وهنا نعتبر أن المستقبل يتحرك عكس اتجاه مصدر الأمواج ،ونحسب التردد

٦-نصنع جدولا بالقيم الناتجة:

الزمن(ثابت)	قراءة الآلة الحاسبة	التردد

٧- من الجدول نجد أن التردد مختلف في الحالات الثلاث ،رغم أن سرعة السير المتحرك ثابتة ،والزمن الذي دفعنا فيه القطعة المنزلقة ثابت ،ولكن الذي تغير هو تغير وضع المستقبل(المفتاح المزماري) بالمقارنة مع مصدر الأمواج(الشريط المطاطي)

وكما قلنا لمعرفة المزيد عن ظاهرة دوبلر وفهم سبب النتيجة التي حصلنا عليها يمكن الرجوع إلى كتبنا التي ذكرت سابقا.


محرك بطئ(اختياري)
خيط
قطعة خشبية مثرثقة
محرك مسننات
الى التيار العام
مفتاح مرمازي
الى الآلة الحاسبة
سلك معدني
حزام متحرك
شريط مغناطيسي
محمل كريات
قواعد خشبية

رسم اهتزاز الجدار

ربما ضننت أن في الأمر خطأ... لا صدّق عينيك ،نحن الآن سنرسم اهتزاز الجدار الإسمنتي الصلب عندما تدفعه بيدك دفعا بسيطا...

صحيح أن الاهتزاز ضعيف جدا، وربما يكون بوحدة غاية في الصغر مثل وحدة (الإنجستروم) ،وحواسنا لا تستطيع أن تشعر بها ولكن بحيلة ذكية وبسيطة سنتمكن من رسم هذه الاهتزازات وتكبيرها وسماعها ،ومهما كانت المسافة التي سيتحركها الجدار قصيرة ستكون أطول من موجة الضوء ،وهذا ما سنستخدمه.

المواد:

مرآة ٢×٢سم ،خلية شمسية ،ميدالية أو قلم ليزر،غطاء شريحة مجهرية (شريحة زجاجية رقيقة) ،مادة لاصقة

أجهزة إضافية :أسلوسكوب أو مكبر صوت ،أو Data Logger

طريقة العمل:

تعرف أنه إذا التقت موجتين يحدث لهما تداخل بنّاء أو هدّام، وهنا سنستخدم شعاع ليزر سنسقطه على مرآة مثبتة على جدار ،والشعاع المنعكس عن الجدار سنستقبله على خلية شمسية.

ومثبت على وجه الخلية الشمسية شريحة زجاجية رقيقة (يمكن استخدام غطاء شريحة مجهرية).

وتعرف أن أي شعاع ضوئي عندما يمر بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية ينكسر جزء منه ويمر وينعكس الجزء الآخر ،وهذا ما سنستفيد منه ،حيث سنعيد الشعاع المنعكس نحو المرآة مرة أخرى ليعود إلى ميدالية الليزر أي إلى المصدر الذي خرج منه(وهذه هي الخطوة المهمة والدقيقة)،وهنا يحدث تداخل بين الشعاع الصادر من ميدالية الليزر نحو المرآة ثم مرورا بالشريحة الزجاجية إلى الخلية الشمسية،والشعاع المنعكس عن الشريحة الزجاجية مرورا بالمرآة نحو مصدر الليزر،وهنا يحدث تداخل يوثر على شدة الشعاع الساقط على الخلية الشمسية التي تترجمه إلى

تغير في شدة التيار الكهربائي الناتج عنها.

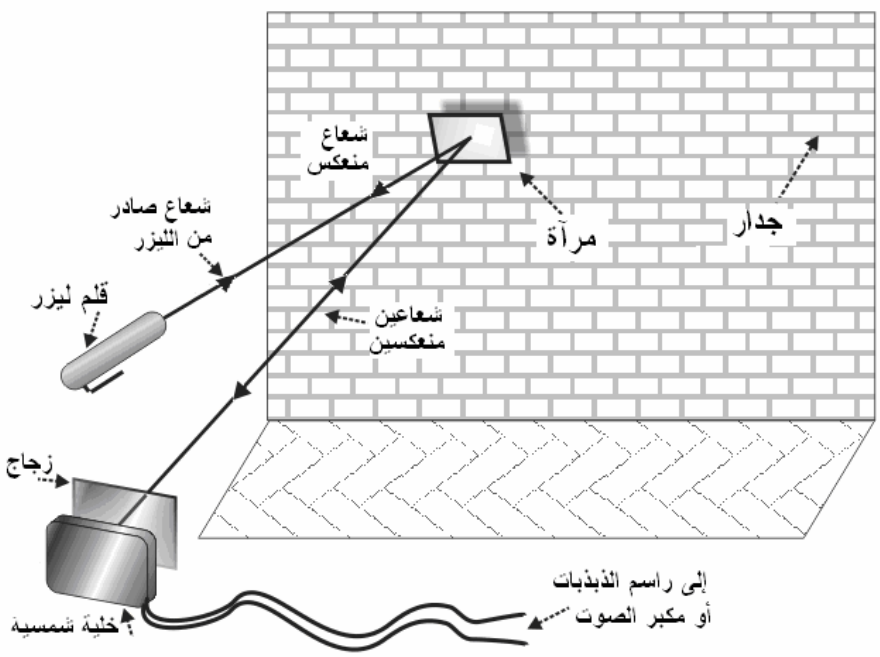
وعندما نحصل على تيار كهربائي متغير يمكن قراءته بالطرق الآتية:

١- ندخله إلى جهاز راسم الذبذبات (الأسلوسكوب) ونشاهد شكل الاهتزاز

٢- ندخله إلى جهاز الحاسوب عبر (Data Logger) ونشاهد الإشارة على جهاز الحاسوب.

٣- ندخله إلى مكبر صوت (إذاعة مدرسية،مسجل ،بطاقة الصوت في الحاسوب،دائرة تكبير كالموجودة في الكتاب)،حيث نستخدم الخلية الشمسية بدل الميكروفون ونسمع صوت الاهتزاز، وإذا استخدمنا مكبر صوت أو بطاقة الصوت نحتاج إلى فيش جك يوصل به طرفي الخلية ليدخل في مدخل الميكروفون في الجهاز

*يمكن تجربة لصق المرآة على أجسام مختلفة.


شعاع
منعكس
شعاع صادر
من الليزر
قلم ليزر
مرآة
جدار
شعاعين
منعكسين
زجاج
إلى راسم الذبذبات
أو مكبر الصوت
خلية شمسية