الاهتزاز والموجات

الموجة :

هي انتقال الحركة الاهتزازية عبر جزيئات الوسط

- ماذا يحدث عند رمى حجر في بركة ماء؟

الملاحظة : تتكون مجموعة من الموجات علي شكل دوائر عند نقطة ملامسة الحجر للماء ثم تتسع تدريجيا في جميع ا لاتجاهات

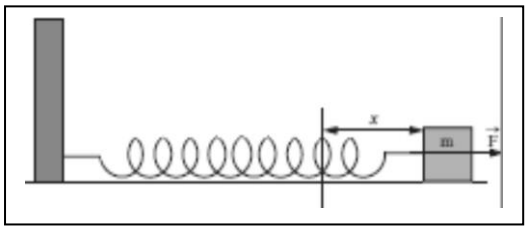
الاستنتاج ١- تنتشر الموجات في جميع الاتجاهات

٢- لا تنتقل جزيئات الوسط اثناء انتشار الموجات ولكن تنتقل طاقة الاضطراب الحاصل في الوسط

انتبه : الصوت والضوء هما شكلان من اشكال الطاقة التى تنتشر في الوسط بشكل موجي

خصائص الموجات

١- الانتشار ٢- الانعكاس ٣- الانكسار ٤- التراكب ٥- التداخل ٦- الحيود



الحركة الدورية:

هي حركة اهتزازية تتكرر في فترات زمنية متساوية

عند التأثير بقوة مقدارها F علي جسم كتلته m مربوط في نابض موضوع علي سطح افقي املس تحدث ازاحة للجسم مقدارها X عن موضع اتزانه (استقراره)

ماذا يحدث عند ترك الجسم المشدود

١- يؤثر النابض علي الجسم بقوة ارجاع تعيده الى موضع الاتزان $F = - K X$

حيث ان K هي ثابت النابض X هي الازاحة عن موضع الاستقرار

٢- يندفع الجسم (ينضغط) بتأثير القصور الذاتي الى الجهة المقابلة

٣- تحدث حركة اهتزازية متكررة تسمى الحركة التوافقية البسيطة

الحركة التوافقية البسيطة

هي حركة اهتزازية تتناسب فيها قوة الارجاع تناسبا طرديا مع الازاحة الحادثة للجسم وتعاكسها في الاتجاه

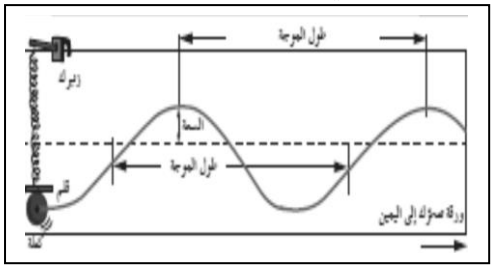
تمثيل الحركة التوافقية البسيطة بيانيا

اجعل النابض في وضع رأسي وثبت قلم في الكتلة بحيث يرسم القلم على ورقة تتحرك بشكل افقي بسرعة ثابتة

قوة الارجاع :-

قوة تعمل على اعادة الجسم المهتز الى موضع اتزانه وتساوي القوة المسببه للحركة بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه

نلاحظ يرسم القلم رسما بيانيا يمثل العلاقة بين الازاحة والزمن على شكل منحنى جيبي بسيط



الاستنتاج الحركة التوافقية البسيطة هي حركة تمثل بمنحنى جيبي بسيط

خصائص الحركة التوافقية البسيطة

١- التردد ٢- الزمن دوري ٣- سعة حركة ٤- السرعة زاوية

معادلة الازاحة بالحركة التوافقية البسيطة

$$y = A \sin(\omega t)$$

y :الازاحة :هي بعد الجسم عن موضع الاستقرار (السكون)

A: سعة الاهتزازة :هي نصف المسافة التى تفصل بين ابعد نقطتين يصل اليهما الجسم المهتز

أوهي أكبر إزاحة للجسم عن موضع الاستقرار

ω :السرعة الزاوية :هي مقدار الزاوية التى يمسحها نصف القطر في الثانية

وحدة قياسها rad/S $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

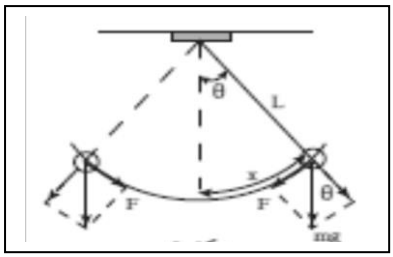
f :التردد :هو عدد الاهتزازات الكاملة الحادثة في الثانية الواحدة

وحده قياسه الهرتز Hz $f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$

T الزمن الدوري :هو زمن دورة كاملة وحدة قياسه الثانية $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f}$

حساب الزمن الدوري لحركة جسم كتلته m معلق بنابض مرة ومعلق في خيط مرة اخرى

وجة المقارنة	كتلة معلقة في نابض	كتلة معلقة بخيط (بندول بسيط)
معادلة الزمن الدوري	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$
العوامل التى يتوقف عليها الزمن الدورى	١- كتلة الجسم ٢- ثابت مرونة النابض	١- طول الخيط ٢- عجلة الجازبية
معادلة قوة الارجاع	$F = - KX$	$F = - m.g \sin\theta$



انتبه ١- الزمن الدوري للبندول لا يتغير بتغير كتلة الجسم المعلق بالبندول

٢- الزمن الدوري للبندول يتناسب طرديا مع $\sqrt{L}$

٣- الزمن الدوري للنابض يتناسب طرديا مع $\sqrt{m}$

٤- الاشارة السالبة في حالة قوة الارجاع سببها ان قوة الارجاع عكس اتجاه إزاحة الجسم في بداية الحركة.

٥- القوة المحركة للبندول تشبه القوة المحركة لنظام النابض

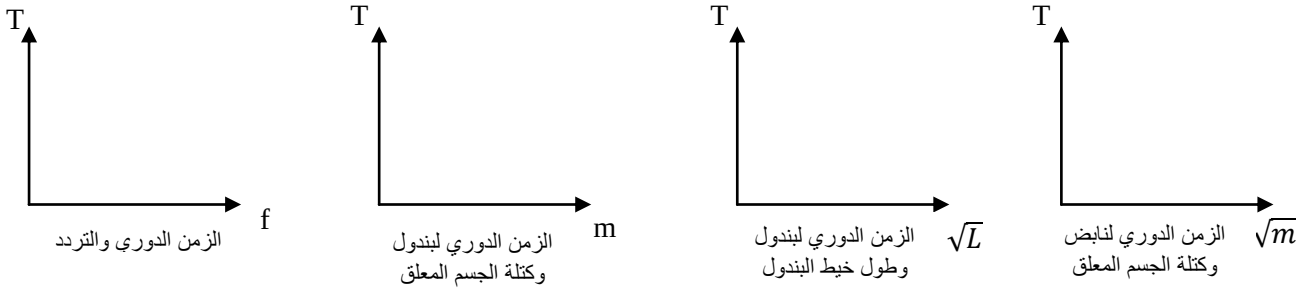
٦- لا يتأثر الزمن الدوري بسعة الحركة A بشرط ألا تزيد زاوية الاهتزاز عن 10^0

٧- اذا زادت كتلة الجسم المعلق في النابض اربع مرات فان الزمن الدوري للنابض يزيد للضعف

٨- اذا زاد طول الخيط للبندول اربع مرات فان الزمن الدوري للبندول يزيد للضعف

٩- عند زيادة كتلة الجسم فان الزمن الدوري للبندول لا يتأثر وعند زيادة الطول فان الزمن الدوري للنابض لا يتأثر

وضح العلاقه بين الزمن الدوري وكلا من الكتلة وطول الخيط وعلاقة الزمن الدوري بالتردد



١٠- يمكن استخدام علاقات التناسب التالية بعد تربيع طرفي المعادلة :

أ- في حالة النابض : $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ أو $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{m_1}{m_2}$

ب- في حالة البندول : $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ أو $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{L_1}{L_2}$

مثال١ : يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وتعطى ازاحة من خلال العلاقة ($y = 15 \text{ Sin } (10 \text{ t })$

احسب ١- السعة

.....

٢- التردد

.....

٣- الزمن الدوري

.....

مثال ٢: بندول بسيط طولة 20 m علما بأن عجلة الجاذبية الارضية تساوى $10m/s^2$

١- احسب الزمن الدوري للبندول

.....

٢- احسب تردد البندول

.....

٣- احسب الزمن الدوري للبندول عند زيادة كتلة الجسم المعلق للضعف

.....

مثال٣ : علق جسم كتلتة 200gm بنابض معلق رأسيا وحينما اتزن الجسم سحب ثم ترك ليهتز فأكمل 40 اهتزازة خلال 4 ثوانى علما بأن عجلة الجاذبية الارضية تساوى $10m/s^2$ احسب

١- تردد النابض

.....

٢- الزمن الدوري

.....

٣- ثابت النابض

.....

مثال٤ : يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة حسب العلاقة $(100\pi \text{ t })$ $y = 5 \text{ Sin }$ احسب

١- السرعة الزاوية.....

٢- التردد .....

مثال :كتلة مقدارها kg (0.25) متصلة مع نابض ثابت المرونة له N/m (25) وضع افقيا على طاولة ملساء ، فإذا سحبت الكتلة مسافة cm (8) يمين موضع الاتزان وتركت لتتحرك حركة توافقية بسيطة على السطح الأملس احسب

١ - الزمن الدوري (T)

.....

٢ – السرعة الزاوية للحركة

.....

مثال: إزاحة جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة تتغير مع الزمن تبعا للمعادلة : $y = 10 \sin (\pi t)$

فإذا كانت الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثواني ، احسب :

١ - سعة الحركة (A)

.....

٢ - التردد (f)

.....

٣-الزمن الدوري (T)

.....

مثال: بندول بسيط يعمل(150) اهتزازه خلال دقيقة الواحدة احسب :

١ - الزمن الدوري

.....

٢ - التردد

.....

٣- وإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية تساوى $(9.8)m/s^2$ ، فأحسب طول البندول

.....

.....

الحركة الموجية والصوت

خصائص الموجات

١- تنتشر في خط مستقيم في جميع الاتجاهات

٢- تنتقل الطاقة عبرها ولا تنتقل جزيئات الوسط المارة خلالها

٣- سرعة انتشارها يعتمد علي كل من أ- نوع الموجات ب- نوع الوسط الذي تنتقل فيه ج- درجة الحرارة

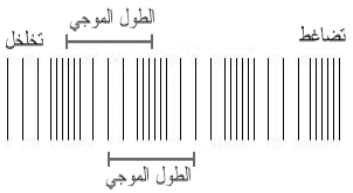
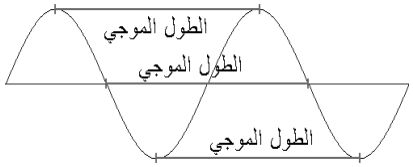
سرعة الانتشار $V = f \lambda$

٤- تنعكس الموجات علي السطوح العاكسة محققة قوانين الانعكاس

٥- تنكسر الموجات عند انتقالها بين وسطين مختلفين في الكثافة محققة قوانين الانكسار.

٦- التراكب والتداخل والحيود

انواع الموجات من حيث الشكل

وجه المقارنة	موجات طولية	موجات مستعرضة
اتجاه الاهتزازة	في نفس اتجاه انتشار الموجة	عمودي على اتجاه انتشار الموجة
تتكون من	تضاغطات وتخلخلات	قمم وقيعان
الشكل		
الطول الموجي	المسافة بين تضاغطين متتالين اوتخلخلين متتالين	المسافة بين قمتين متتالين او المسافة بين قاعين متتالين

أنواع الموجات من حيث الوسط المنتشرة فيه

١- موجات ميكانيكية وهي موجات تحتاج الى وسط مادي لكي تنتقل فيه مثل الصوت

٢- موجات كهرومغناطيسية وهي موجات لا تحتاج الى وسط مادي لكي تنتقل فيه مثل الضوء

الصوت

هو اضطراب ينتقل في الوسط نتيجة اهتزاز جسم ما ليصل الى طبلة الاذن

انتبه : الصوت يصدر عند اهتزاز الاجسام وهو موجات ميكانيكية طولية تحتاج الي وسط مادي

ماذا يحدث لموجات الصوت عند اصطدامها بحائل

١- جزء ينفذ ويمر للوسط الجديد مع حدوث انكسار لها نتيجة انتقالها بين وسطين مختلفين

٢- جزء ينعكس في نفس الوسط الاول بحيث تكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

٣- جزء يمتص في الحائل نفسه

انعكاس الصوت : هو ارتداد الصوت عندما يقابله سطح عاكس

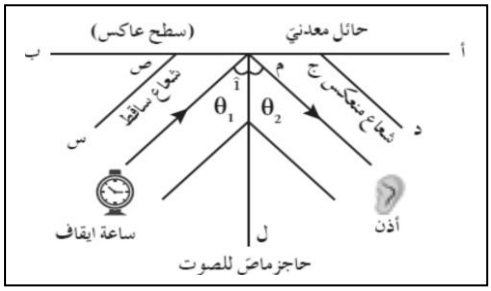
ماذا يحدث للموجات الصوتية الساقطة علي كل من ١- الحديد والخشب ٢- الصوف والقماش

١- معظم الطاقة الصوتية تنعكس عند سقوطها علي الاوساط الصلبة مثل الحديد والخشب

٢-معظم الطاقة الصوتية تمتص عند سقوطها علي الصوف والقماش

قانونا الانعكاس

١- الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس



٢- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

التطبيقات العملية لانعكاس الصوت

١- صدى الصوت ٢- تسليط الاصوات وتركيزها ٣- نقل الاصوات بواسطة الانابيب

الصدى : هو تكرار سماع الصوت الاصلي نتيجة انعكاس الموجات الصوتية

شروط حدوثه : ١- وجود فاصل زمني بين الصوت وصداه يقدر بعشر ثانية أو أكثر $s\ \frac{1}{10}$

٢- وجود حاجز او عائق يعمل على انعكاس الصوت

٣- المسافة بين مصدر الصوت والحاجز لا تقل عن 17m

علل : لا يستطيع الانسان تميز صدى صوته اذا قلت المسافة بينه وبين الحاجز عن 17m

لان المسافة اذا قلت عن 17m تتسبب في وصول صدى الصوت في زمن اقل من $s\ \frac{1}{10}$ فلا يمكن تميزه

علل : اسقف وجدران القاعات والمساجد الكبيرة تكون مقعرة

لان الاسطح المقعرة تعمل علي تركيز وتجميع الموجات الصوتية المنعكسة فتصبح اكثر وضوحا

علل : يجب الا يتعدى مساحة السطح العاكس حدا معينا

لكي لا يحدث تشويش للأصوات بعد انعكاسها

فكرة عمل سماعة الطبيب والبوق

جمع الاصوات ونقلها باستخدام انابيب ذات معامل امتصاص صغير

انكسار الصوت : هو تغير مسار الموجات الصوتية عند انتقالها بين وسطين مختلفين في الكثافة

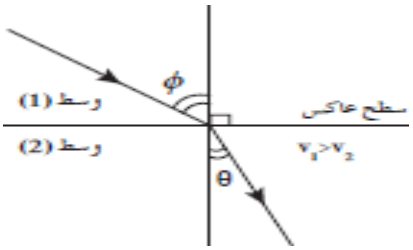
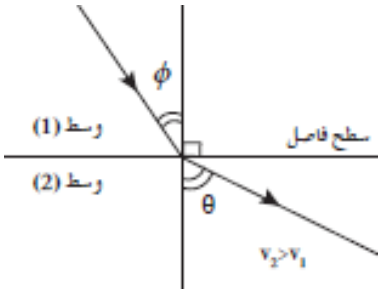
سبب حدوث الانكسار : اختلاف سرعة الصوت في الوسطين

معادلة انكسار الصوت $\frac{\text{Sin}\,\emptyset}{\text{Sin}\,\theta} = \frac{V_1}{V_2}$

حيث V_1 سرعة الصوت بالوسط الا ول V_2 سرعة الصوت بالوسط الثانى

$\text{Sin}\,\emptyset$ زاوية السقوط بالوسط الاول $\text{Sin}\theta$ زاوية الانكسار بالوسط الثانى

ملحوظة مهمة : تختلف سرعة الصوت باختلاف درجة حرارة الهواء فكلما زادت درجة حرارة الهواء زادت سرعة الصوت المنتشر خلاله

وجة المقارنة	وسط اكبر سرعة الى وسط اقل سرعة	وسط اقل سرعة الي وسط اكبر سرعة
الحدث	ينكسر مقترب من عمود الانكسار $\emptyset > \theta$	ينكسر مبتعد عن عمود الانكسار $\theta > \emptyset$
الرسم		

علل : حدوث ظاهرة انكسار الصوت في الهواء المحيط بسطح الكرة الارضية

لان طبقات الهواء المحيطة بالأرض غير متجانسة تختلف في الكثافة ودرجة الحرارة مما يسبب اختلاف سرعة الصوت وانكساره

علل : يستطيع الاولاد سمع الصوت الصادر من سيارة ليلا من مسافة كبيرة ولا يستطيعون سماعها نهارا

لان درجة حرارة الهواء الملامس للأرض تكون منخفضة اثناء اليل فينكسر الصوت مقترب من الأرض فيسمع من مسافة كبيرة والعكس نهارا

أثناء النهار

أثناء المساء (الليل)

مثال : موجات صوتية سرعتها 400m/s تسقط بزاوية سقوط مقدارها 50^0 علي سطح فاصل فانكسرت بزاوية انكسار مقدارها 30^0 احسب سرعة الصوت في الوسط الثانى

.....

.....

هل النتيجة مقبولة ولماذا ؟

.....

مثال :موجات صوتية سرعتها 340m/s تسقط بزاوية سقوط مقدارها 20^0 علي سطح فاصل فانكسرت وانتشرت بسرعة مقدارها 440m/s احسب زاوية الانكسار وهل النتيجة مقبولة ولماذا؟

.....

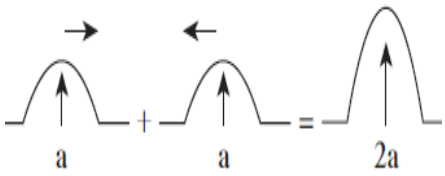
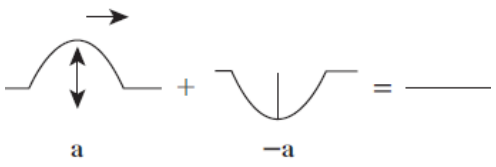
.....

ماذا يحدث عند التقاء موجتان او اكثر من نفس النوع ← تعبر الموجات دون تغير شكلها أو اتجاهها

تراكب الموجات

هي ظاهرة عبور الموجات من نوع واحد دون تغير شكلها او اتجاهها

نقطة التراكب: هي نقطة التقاء الموجات المتراكبة وتكون الازاحة الكلية الناتجة تساوى مجموع الازاحات لتلك الموجات مثال :

	موجات متشابهه في الطور (الاتجاه)	موجتان مختلفتان في الطور (الاتجاه)
الشكل		
الازاحة الناتجة	مجموع الازاحتين = 2a	حاصل طرحهما = 0

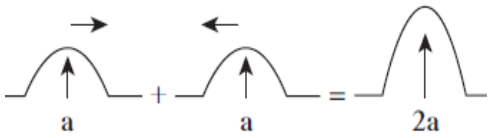
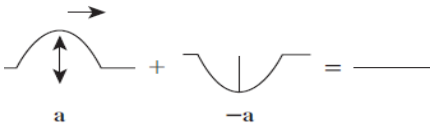
عند عبور الموجات نقطة التركب ← تستعيد الموجات شكلها وتكمل مسارها في نفس الاتجاه

عند تلاقي موجتين من نوعين مختلفين في النوع (ميكانيكية وكهرومغناطيسية)← لايحدث تراكب

علل : يمكن سماع شخص بوضوح بالرغم من تقاطع صوته مع اصوات اشخاص اخرين

بسبب حدوث ظاهرة التراكب

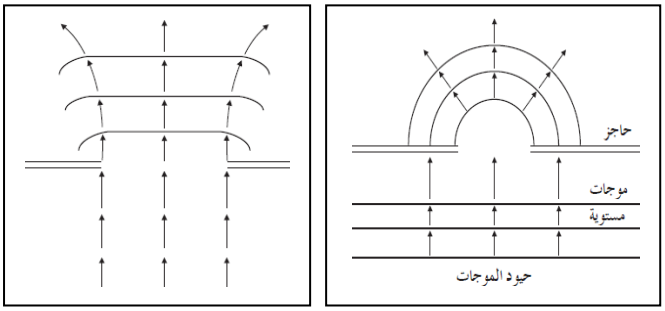
تداخل الموجات هو تراكب مجموعة من الموجات من نوع واحد وتردد واحد

انواعه	تداخل بناء	تداخل هدام
الشكل		
يحدث عند	التقاء قمتين او قاعين التقاء تضاغطين او تخلخلين	التقاء قمة مع قاع التقاء تضاغط مع تخلخل
ينتج عنه	زيادة في سعة الاهتزازة تقوي الموجات بعضها البعض	نقص في سعة الاهتزازة تلغي الموجات بعضها البعض
الصوت الناتج	قوي وواضح	ضعيف او منعدم
فرق المسير	$\Delta S= n\lambda$	$\Delta S=(2\ n+1)½\ \lambda$
الاتفاق في الطور	متفقة في الطور	غير متفقة في الطور

ملحوظة مهمة : الصوت موجات ميكانيكية طولية تتكون من تضاغطات و تخلخلات

حيود الموجات: هو انحناء الموجات نتيجة ملامستها لحافة حادة او نفاذها من فتحة ضيقة بالنسبة لطولها الموجى

تذكر : كلما قل اتساع الفتحة ازداد حيود وانحناء الموجات



علل : يمكن للإنسان سماع اصوات من مصادر

منفصلة عنه بحاجز

بسبب حدوث ظاهرة حيود الصوت

عند هز طرف خيط مربوط من طرفة الاخر في حائط

١- تحدث سلسلة من الموجات الساقطة تنعكس عند الحائط لتعطى موجات منعكسة

٢- تتداخل الموجات الساقطة والمنعكسة لتكون موجات موقوفة او ساكنة

الموجات الموقوفة

هي موجات تنشأ من تداخل (تركب) موجات متماثلة في التردد والسعة وتسير في اتجاهين متعاكسين

العقد: هي نقاط ساكنة بالموجات الموقوفة تكون فيها سعة الاهتزازة معدومة

البطون: هي نقاط بالموجة الموقوفة لها اكبر سعة اهتزازة

انتبه : ١- البطن يقع في منتصف المسافة بين عقدتين متتاليين

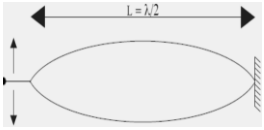
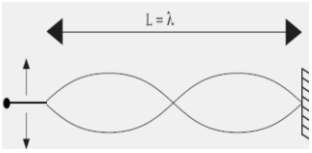
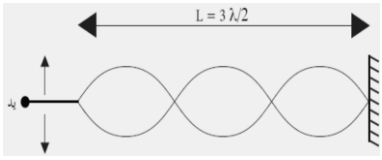
٢- القطاع يتكون من عقدتين وبطن واحدة

٣- طول القطاع (المسافة بين عقدتين متتاليتين) = نصف طول موجى $\frac{\lambda}{2}$

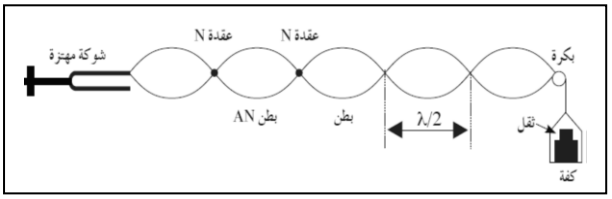
عند تغير تردد اهتزاز الحبل ← تزداد عدد القطاعات التى يكونها الحبل بزيادة تردد الحبل المهتز

علل : يطلق علي بعض الموجات اسم موجات موقوفة

بسبب ثبات مواضع العقد والبطون

عدد القطاعات	قطاع واحد	قطاعان	ثلاث قطاعات
الشكل			
نوع النغمة	اساسية	توافقية اولي	توافقية ثانية
التردد	اقل تردد	ضعف تردد النغمة الاساسية	ثلاث اضعاف تردد النغمة الاساسية
طول الحبل	نصف طول موجي $\frac{\lambda}{2}$	طول موجي λ	مرة ونصف قدر الطول الموجي $\frac{3\lambda}{2}$

تجربة ميلد لدراسة الموجات الموقوفة في الأوتار المهتزة



١- نصل طرف خيط مرن طوله 2m بأحد طرفي شوكة رنانة

٢- نمرر الطرف الأخر للخيط علي بكرة ملساء ونربط به كفة توضع بها اثقال مختلفة

٣- نقوم بهز الشوكة الرنانة

الملاحظة : تتكون موجات موقوفة تتكون من قطاعات عددها 5

التفسير : حدوث تداخل بين الموجات الساقطة والموجات المنعكسة

استنتج من خلال تجربة ميلد صيغة رياضية يمكن بها حساب سرعة الموجة الموقوفة

اذا كان عدد القطاعات n وطول الوتر L $\therefore \lambda = \frac{2L}{n}$ $\frac{L}{n} = \frac{\lambda}{2} \rightarrow\rightarrow$

بما ان طول القطاع = نصف طول موجى $v = \lambda \times f$

$\therefore \quad V = \frac{2L}{n} \times f$

مثال : اهتز حبل طوله 240cm اهتزاز مكون من ثلاث قطاعات عندما كان التردد 15Hz احسب

١- الطول الموجي

.....

٢- سرعة الموجة الموقوفة

.....

مثال : وتر طوله 3m تولدت في موجة موقوفة مكونة من 4 عقد وسرعة الموجات فيه 12m/s احسب

١- طول الموجة

.....

٢- تردد النغمة التوافقية الأولي

.....

٣- تردد النغمة التوافقية الثانية

.....

<u>استنتج الصيغة الرياضية التي يمكن بها حساب تردد الموجات الموقوفة</u>

$$V = \frac{2L}{n} \times f \rightarrow\rightarrow \ \therefore \quad f = \frac{nV}{2L}$$

$$V = \sqrt{\frac{\mathrm{T}}{\mu}} \rightarrow\rightarrow \qquad \therefore f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{\mathrm{T}}{\mu}}$$

العوامل المؤثرة في تردد النغمة الأساسية لموجة موقوفة

١- طول الوتر L

٢- قوة الشد T

٣- كتلة وحدة الاطوال من الوتر μ

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\mathrm{L}_2}{\mathrm{L}_1} \qquad \frac{f_1^2}{f_2^2} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \qquad \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}} \qquad \frac{f_1^2}{f_2^2} = \frac{\mathrm{T}_1}{\mathrm{T}_2} \qquad \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\mathrm{T}_1}{\mathrm{T}_2}}$$

تذكر : ١- يمكن حساب كتلة وحدة الاطوال من العلاقة $\mu = \frac{m}{L}$

٢- اذا زاد طول الوتر للضعف يقل التردد للنصف

٣- اذا زادت قوة الشد الي اربع اضعاف ما كانت علية يزداد التردد للضعف

٤- اذا زادت كتلة وحدة الأطوال من الوتر الي اربع اضعاف ما كانت علية يقل التردد للنصف

مثال : وتر طوله 1m مشدود بقوة مقدارها 50N فإذا كان تردد النغمة الأساسية 25Hz احسب كتلة وحدة الأطوال من الوتر

.....

.....

مثال : شد وتر طوله 80cm وكتلته 0.5 g بقوة مقدارها 49N احسب تردد النغمة الأساسية التى يصدرها الوتر

.....

.....

.....

مثال : يصدر وتر طوله 50cm نغمة ترددها 500Hz احسب تردده عندما يصبح طوله 100 cm

.....

وهل النتيجة مقبولة

.....

مثال : يصدر وتر كتلة وحدة الأطوال منة 4×10^{-4}Kg/m نغمة ترددها 400Hz احسب التردد عندما يستبدل الوتر بأخر كتلة وحدة الأطوال منة 16×10^{-4}Kg/m

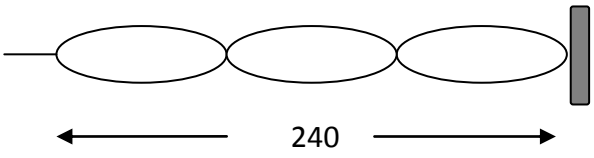
.....

.....

وهل النتيجة مقبولة؟

.....

مثال :اهتز حبل طوله (240)cm اهتزازاً رنينياً في ثلاثة قطاعات

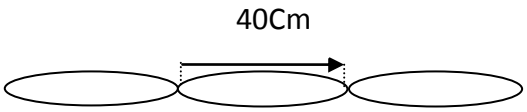


عندما كان التردد (15)Hz أوجد ما يلي؟

١- طول الموجة.....

٢- سرعة انتشار الموجة في الحبل

.....



مثال: فى الشكل المرسوم يكون طول الموجة المرسومة بالسنتمتر:

.....

مثال :وتر مشدود بقوة يصدر نغمة أساسية ترددها Hz (256) عندما ينقص طوله للنصف فأن التردد يساوي بالهرتز

.....

مثال :وتران متساويان في الطول وقوة الشد . كتلة وحدة الاطوال للأول kg/m (0.54) وللوتر الثاني kg/m . 0.24 وكان تردد الوتر الاول Hz (200) يكون تردد الوتر الثاني بالهرتز

.....

.....

الأعمدة الهوائية والرنين

انواع الأعمدة الهوائية

١- اعمدة هوائية مغلقة :هي اعمدة هوائية تكون مغلقة من احد طرفيها ومفتوحة من الطرف الأخر وهي تبدأ ببطن وتنتهي في عقدة

٢-- اعمدة هوائية مفتوحة: هي اعمدة هوائية تكون مفتوحة من الطرفين وتبدأ ببطن وتنتهي في بطن

ملحوظة مهمة :

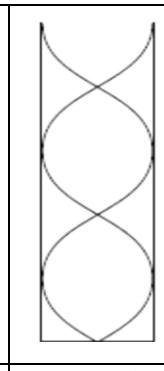
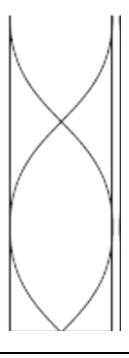
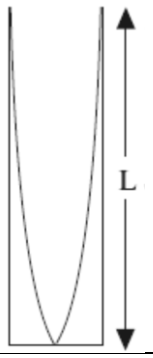
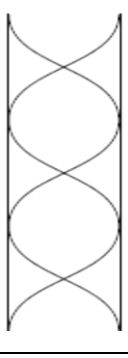
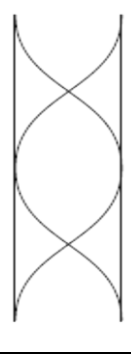
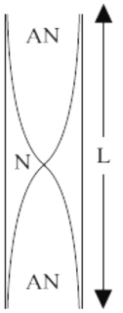
تتكون الموجات الموقوفة في الأعمدة الهوائية بسبب تداخل بين الموجات الساقطة والمنعكسة والتى لها نفس التردد والسعة

الرنين: هو صوت قوى ينتج عن اهتزاز جزيئات الوسط بسعة عظمى نتيجة تأثرها بمصدر يهتز بتردد يساوى احد ترددات النغمة الأساسية او التوافقية

درجات الرنين

١- رنين اول مصاحب للنغمة الأساسية ٢- رنين ثاني مصاحب للنغمة التوافقية الأولى

٣- رنين ثالث مصاحب للنغمة التوافقية الثانية

وجة المقارنة	الأعمدة الهوائية المغلقة			الأعمدة الهوائية المفتوحة		
درجات الرنين عدد العقد = درجات الرنين						
طول العمود	$L=\frac{5\lambda_2}{4}$	$L=\frac{3\lambda_1}{4}$	$L=\frac{\lambda_0}{4}$	$L=\frac{3\lambda_2}{2}$	$L=\lambda_1$	$L=\frac{\lambda_0}{2}$
الطول الموجى	$\lambda_2=\frac{4L}{5}$	$\lambda_1=\frac{4L}{3}$	$\lambda_0=4L$	$\lambda_2=\frac{2L}{3}$	$\lambda_1=L$	$\lambda_0=2L$
تردد النغمات	$f_2=\frac{5V}{4L}$	$f_1=\frac{3V}{4L}$	$f_0=\frac{V}{4L}$	$f_2=\frac{3V}{2L}$	$f_1=\frac{V}{L}$	$f_0=\frac{V}{2L}$

تذكر: ١- النغمة الأساسية تتكون من عقدة واحدة وبطن واحدة في العمود المغلق

٢- النغمة التوافقية الأولي تتكون من عقدتين وبطنين في العمود المغلق

٣- النغمة التوافقية الثانية تتكون من ثلاث عقد وثلاث بطون في العمود المغلق

٤- تردد النغمة الأساسية بالعمود الهوائي المفتوح ضعف تردد النغمة الأساسية بالعمود المغلق

٥- القانون العام لتردد النغمات بالعمود الهوائي المغلق هو $f_n = (2n+1)\frac{V}{4L}$

حيث ان n= 0,1,2,3…… علي ترتيب النغمات الأساسية والتوافقية

٦- القانون العام لتردد النغمات بالعمود الهوائي المفتوح $f_n = \frac{n \times V}{2L}$

حيث ان n=1,2,3…… علي ترتيب النغمات الأساسية والتوافقية

٧- بالعمود المغلق يمكن حساب تردد النغمات التوافقية بدلالة تردد النغمة الأساسية كالتالي

$f_1 = 3f_0$ $f_2 = 5f_0$ $f_3 = 7f_0$

٨- بالعمود المفتوح يمكن حساب تردد النغمات التوافقية بدلالة تردد النغمة الأساسية كالتالي

$f_1 = 2f_0$ $f_2 = 3f_0$ $f_3 = 4f_0$

<u>علل : تختلف النغمات الصادرة من الألأت الموسيقية مثل الأنبوب الأرغواني</u>

بسب اختلاف شدة وعدد النغمات التوافقية المصاحبة للنغمة الأساسية

مثال : يصدر عمود هوائي مغلق نغمته الأساسية عندما يكون طوله 35cm ويكون ترددها 245Hz احسب التردد اذا كان طول العمود الهوائي 17.5 cm

.....

.....

مثال : اذا كانت سرعة الصوت في الهواء 340m/s احسب

١- تردد النغمة الأساسية والتوافقية الثانية اذا كان طول العمود الهوائي المغلق 100cm

.....

.....

٢- تردد النغمة الأساسية والتوافقية الثانية التى يصدرها عمود هوائي مفتوح له نفس الطول السابق

.....

مثال : عمود هوائي مفتوح يصدر نغمة توافقية اولي عندما يكون طوله 50cm فإذا علمت ان سرعة الصوت 340m/s احسب

١- الطول الموجي

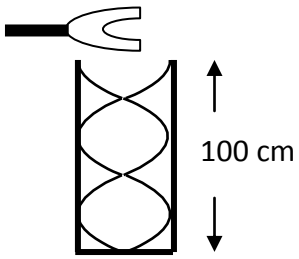
.....

٢- تردد الموجة المتكونة

.....

٣- ارسم الموجة المتكونة

مثال :عمـود هـوائي مقفل طوله cm (100) يحـدث رنيناً مع الشـوكة الرنانة الموضحة في الشكل فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء m/s (340). احسب

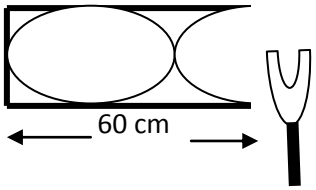


١ – طول الموجة الصادرة.....

٢ – تردد الرنين الصادر

.....

مثال ـ الشكل المجاور إذا كان طـول عمود الهواء في حـالة رنين مع الشـوكة الرنانة الموضوعة أمام العمود .إذا علمت ان سرعة الصوت في الهواء m/s (320) احسد



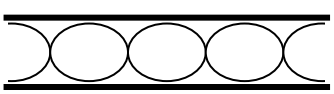
١ – طول الموجة الحادثة (λ)

.....

٢ – تردد الشوكة (f) . .....

٣ – نوع الرنين الحادث. .....

مثال :الشكل المقابل يمثل عمود هوائي مفتوح طوله Cm (200) أحدث رنيناً مع شوكة رنانة مهـتزة فإن طول الموجة بوحـدة (cm) يساوي:

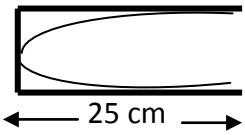


.....

مثال :عمود هوائي طوله (0. 4 m) إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء (336 m / s) . أحسب :

	العمود المغلق	العمود المفتوح
أ - تردد النغمة الأساسية (الرنين الأول)	.....	.....
ب- تردد النغمة التوافقية الثانية (الرنين الثالث)	.....	.....
ارسم الموجة	.....	.....

مثال :الشكل المقابل يوضح عمود هوائي مغلق ويهتز فية الهواء



بالكيفية الموضحة بالشكل فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء m/s (336) فإن

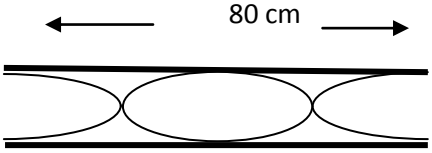
أ- رتبة الرنين التي يصدره .....

ب – طول الموجة في هذا العمود بالمتر .....

جـ - تردد الرنين الأول التي يصدره العمود (بالهرتز).....

د - تردد التوافقية الأولي التي تلي هذه النغمة (بالهرتز) .....

٥٤ - الشكل المقابل يوضح عمود هوائي يهتز به الهواء بالكيفية المرسومة امامك



فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء m/s (332) فأن

أ- النغمة التي يصدرها العمود عندئذ

ب – طول موجة الصوت بالمتر

.....

جـ - تردد النغمة التي يصدرها العمود بالهرتز

.....

د – الزمن الدوري بالثانية.....