الفهرس

الباب الأول : الحركه الموجيه	
الموضوع	رقم الصفحه
المقدمه	**2**
تعريف الحركه الموجيه	3
اهمية الحركه الموجيه	3
الخواص العامه للحركه الموجيه	5
التراكب والتداخل	7
انواع الحركه الموجيه	13
الوصف الرياضي للحركه الموجيه	14

١

الباب الثاني: **الموجات**	
المقدمه	23
تعريف الموجات	24
الظواهر الموجيه	24
خصائص الموجات	28
انواع الموجات	30
تداخل الموجات	36
انعكاس الموجه	38
الداله الموجيه	39
المعادله الموجيه	44
الحركه التوافقيه البسيطه	46

الباب الثالث: الأهتزازات

المقدمه	61
تعريف الهتزازات	62
انواع الهتزازات	62
المصادر المهتزه	68
الرنين	69

الفصل الأول

❖ الحركه الموجيه

مقدمة:

الحركة الموجية هي احد انواع الحركة المهمة التي تحدت في الطبيعة بشكل عام تمثل هذه الحركة انتقال للطاقة او الز خم دون حدوث انتقال للمادة نفسها ، سوف ندرس في هذه الوحدة الحركة الموجية والتي نشمل على المادة ككل حيث تشترك الجسيمات المكونة لهذه المادة في الحركة بصورة منظمة.

ان الحركة الموجية في الوسط المادي هي عبارة عن ازاحة عن حالة الاتزان تتم في ذلك الوسط ومن ثم تنتقل الازاحة من مكان لاخر بواسطة التفاعل بين الجسيمات المتجاورة في ا لوسط

(1-1)الحركة ا لموجية:

هي الحركة التي يصنعها الجسم المهتز على جانبي موضع سكوته أو اتزانه الاصلي مثل حركة البندول ا لبسيط .

او هي الاضطراب او الحركة التي تحدث في الوسط عندما يتحرك كل جزء من اجزائه حركة اهتزازية تسري بالتتابع من نقطة الي اخرى.

وتسمة الحركة الاهتزازية في انقى صورتها بالحركة التوافقية البسيطة .

(1-2)أهمية الحركة الموجية:

تصدر الموجات من جميع الاجسام المهتزة تقريبا . وكلنا نعلم جيدا ان النغمات الموسيقية التي نستمع اليها من البيانو او الكمان ما هي الا موجات تصدر نتيجة لاهتزاز اوتار مشدودة وتصل الينا خلال الهواء. والكلادينيت ايضا يبث الموجات الصوتية في الهواء، ولكن مصدر الاهتزاز في هذه الحالة هو لمسان المزمار الذي ينفخ فيه العاز ف . اما في البوق فان الموجات تنشأ نتيجة لاهتزاز شفتي عازف البوق عندها ، فم الآلة الموسيقية .وهناك مصادر كثيرة اخرى للاصوات الموسيقية كالطبلة والمثلث .ولكن من هذه المصادر يتكون اساسا من جسم مهتز يقوم بتوليد الموجات في الهواء.

هل فكرة ولو مرة واحدة اثناء مشاهدتك للتلفزيون ان كل ما تراه وتسمعه وصل اليك من محطة الارسال بواسطة موجات؟ هذه الموجات عبارة عن موجات كهربائية مغنطيسة تتولد في المحطة نتيجة لاهتزاز المشحنات الكهربائية في الهوائي وتنتقل هذه

الموجات في الهواء لتصل الي جهاز التلفزيون الذي يستجيب لها ثم يحولها الي موجات ضوئية وصوتية تنتقل ا ليك عبر الغرفة.

واذا اصبحت بكسر في احدى عظام جسمك فان من المؤكد تقريبا ان الطبيب سوف يستخدم الاشعة السينية وهي نوع اخر من ا لموجات ، لتحديد طبيعة الكسر . وا إذا لم يظهر الكسر في الصورة الماخوذة بالاشعة السينية ، قد يقترح الطبيب علاج عضلاتك المجهرة بنوع اخر من الحركة ا لموجية هي الحرارة او الاشعة تحت الحمراء.

وهناك انواع كثيرة اخرى من الموجات المألوفة لنا، ومع ذلك فهناك ظواهر موجية اخرى غير ملحوظة فمثلا سوف نرى ان الخواص الموجية ليست مقصورة على الموجات فقط ، بل تمتد الي الاجسام المادية مثل كرة البيسبوك التي قد تظهر بعض الخواص الموجية .

(1-3)الخواص العامة للحركه الموجيه:

يمكن تصنيف ا لموجات من مجموعتين:

1/ موجات متحركة Traveling Waves

حيث يمكن تعريفها على انه انتقال للطاقة دون المادة .

2/ موجات موقوفة Standing Waves

بالمقابل فان هذه الموجات محدودة بمنطقة معينة " كاهتزاز وتر مشدود" حيث تبقى الطاقة المرافقة لها ضمن تلك المنطقة .

انتشار موجة نبضية عبر وسط.

نتصور طالبة تمسك بيدها احد نهايتي وتر طويل جدا ومشدود بقوة (X) وقد تثبت نهايتيه البعيدة الاخرى الي جدار اذا حركت انشداد الوتر، وتظهرنبضة كتلك المبنية في (الشكل " 1-1") متحركة بسرعة على طول الوتر ومبتعدة عن الطالبة ان كان سعة النبضة" الازاحة الشاقولية الأعظمية" غير كبيرة بالمقارنة مع طولها تتقدم النبضة بسرعة ثابتة (V) اليان تبلغ النهاية المثبة للوتر " نبحث ما الذي يحدث عندما تصطدم النبضةبالنهاية المذكورة في موضع تال في هذا الفصل ". بشكل عام يبقى شكل النبضة على حالة اثناء حركتها (الشكل (1-1) ويتضاءل حجمها قليلا "بسبب الصياغات الحرارية " لدى انتشارها على طول الوتر .اذا هزت الطالبة يدها بطرق مختلفة ، فانها تحصل على نبضات باشكال متباين " مثلا الشكل (1-1) تنطلق مرتحلة على طول الوتر طالما بقى الشد في الوتر على حالة لكل هزة من هزات يد الطالبة، ولم

تكن السعات كبيرة فان سرعة النبضات تكون متطابقة بصرف النظر عن اشكالها " الشكل (1-1)

المسألة (1-1):

أ/ بالاشارة الي حالات الشكل (1-1) ما هو الاتجاه الذي تتحرك جزئيات الوتر وفقه عند عبور النبضة.

ب/ ان لم تتحرك جزئيات الوتر الخطية مع النبضة ، ما هوالشئ الذي يتحرك اذن .

ج/ ما هوالتفسير الكيفي الذي تستطيع تقديمه لهذه ا لظاهرة.

الحل:

أ| نستطيع فهم حركة جزئيات الوتر النبضة معينة فيه وعبورها تلك النقطة ، أولا تتحرك الجزئيات عند موقع افقي معين نحو الاعلى الي ان تجتازه دروة النبضة ذلك الموقع تكون الجزئيات اذ ذلك مزاحة از احة شاقولية عظمى " السعة " تبدأ الجزئيات بعدها بالحركة نحو الاسفل الي ان تعود الي موضعها الطبيعي بعد ابتعاد تتحركالجزيئات اذن في الاتجاه عمودي على منحنى انتشار النبضة

ب\ يتحرك تشكيل النبضة عندما تأخذ مجموعات الجزئيات ، الواحدة تلوالأخرى ، في الحركة بالاتجاه الشاقولي التوحسيف الذي قدمناه في الفقرة تعمل النبضة كمية من الطاقة ، الطاقة الحركية الشاقولية للجزئيات المتحركة والطاقة الكامنة المرتبطة المعزولة الي الامتطاط اللحظي للوتر في موضع النبضة.

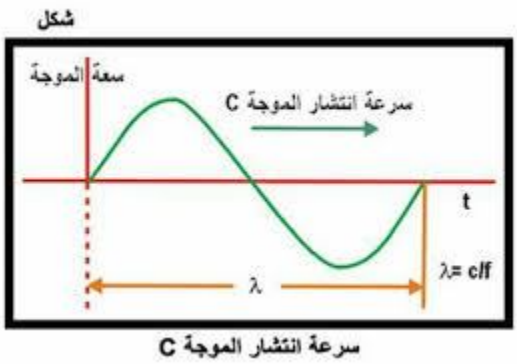
ج\ عندما يزداد الشد في الوتر تتصاعد القوة الداخلية بين الجزئيات بما يؤدي الي مقاومة تمزيق الوتر عندما تحرك الطالبة نهاية الوتر نحو الأعلي تنسحب الجزئيات المجاورة بدورها نحو الأعل ، تعقبها المجموعة التالية من الجزئيات مجموعة أخرى وهكذا على اي حال ، لا تتحرك كل جزئيات الوتر نحو الاعلي عند نفس اللحظة ، ذلك أنه يلزم بعض الوقت كي تتحسس كل مجموعة تالية في الجزئيات القوة المحصلة الناجمة عن الحركة الضئيلة الاسبق ولا بعد من الجزئيات بينما تنجز الزمر المتتالية من الجزئيات نحو الاعلى ، تهز الطالبة يدها باتجاه الاسفل، بذا تعكس الجزئيات توجهها وتأخذ بدورها بالحركة نحو الاسفل ، تختزل المحصلة النهائية للظاهرة بأن المجموعات المتعاقبة من الجزئيات على طول الوتر تنطلق متحركة نحو الاعلى في نفس الوقت الذي تستشعر عنده الجزئيات الاسبق قوةالشد نحوالاسفل تفع هذه العملية النبضة علي طول الوتر اذ تعبر النبضة انتاج نفسها مرة تلو مرة حتى نهاية الوتر

(1-4)التراكب و التداخل:

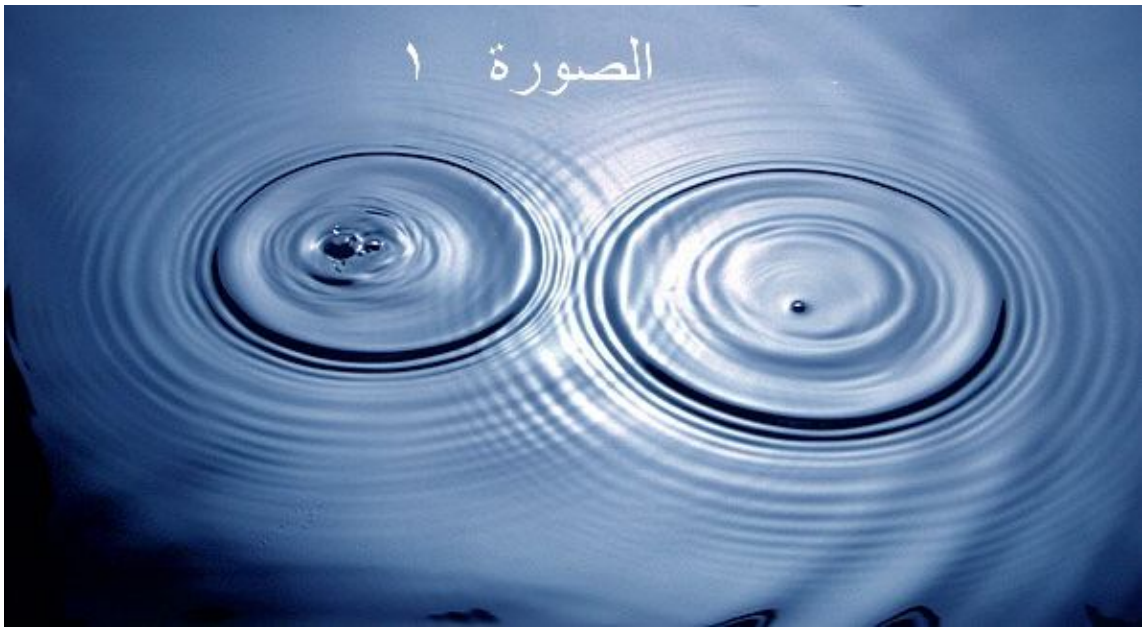
نبحث الآن بشئ من التفصيل النتائج المترتبة على عبور موجتي نفس النقطة من وتر " او من أي وسط"عند نفس اللحظهنعرض فيما يلي مبدأ التراكبالذي يصبح لكل الاوساط الفيزيائية التي تعبرها الامواج طالما بقى سعات الامواج صغيره ، ان الازاحة الاتجاهية الفعلية للجزيئات عن موضع توانها في اي موقع في الوسط وعند ايه لحظة ، عندما تعبر ذلك الوسط اكثر من موجة تساوي المجموع الاتجاهي للازاحات التي تسببها كل موجة بشكل منفصل في نفس الموقع وعند نفس اللحظة.

اذا اعتبرنا موجة جيبية مرتحلة على امتداد وتر ومنعكسها عن سطح بين تكون الازاحتان في نفس المنحنى (y)المستعرض على نحو مماثل تكون الاز احتان الطويلتان المباشرة المنعكسة للامواج الصوتية في خط طويل ، مرة اخر وفق نفس الاتجاه الطولي (X) على اية حال ، اذا تحولنا الي كتلة كبيرة من الماء نستطيع تخيل موجتين او اكثر تعبر نقطة واحدة في اتجاهات مختلفة ، في هذه الحالة تكون الازاحات في اتجاهات مختلفة تماماً . حتى في حالة الوتر ا لمطابق لامتداد المحور (Y)وموجة اخرى مرتحلة الي اليسار تطابق ازاحتها اتجاه المحور (Z) تساوي الازاحة الفعلية للوتر في المحصلة المجموعة الاتجاهي للازاحتين يبين الشكلان (1-2) و (1-10) حالات مختلفة توضع تطيق مبدأ ا لتراكب على موجتين مستعرضتين في الاتجاه (y) تعبر احداهما ا لاخرى على امتداد الوتر . توجد ثلاثة رسوم فيكل حالة يظهر الرسمان الأولان الموجتين المستقلين بينما يظهر الرسم الثالث الموجة الموحدة " الفعلية " عند اللحظة المعينة .

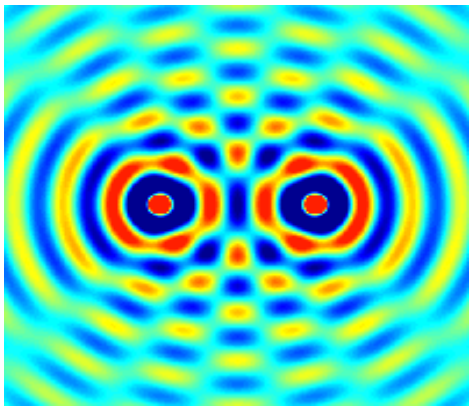
عندما تعبر موجتان نفس النقطة في وسط ثيقال انها تتداخلان ان كان الموجتان مقابلتي لقطارين موجتين طويلتين بنفس طول الموجة فان انماطا محددة تظهر مثل النقاط التي لا تتحرك ابدا اوالنقاط التي تتجز حركات اعظيمة تدرعي هذه الانماط التداخل.



الشكل (1-1أ)



الشكل (1-1ب)



الشكل (1-1ج)

متعاكسين على امتداد جزء ثابت من وتر نجد في شكل ثلاثة رسوم تمثل الموجتين بشكل منفصل ومن ثم الموجة الموحدة ، تختلف الاشكال عن بعضها يرجع الدور بها يقابل ارتحال الموجة بمقدار ربع طول الموجة وهكذا تتحرك ا لمواقع النسبية للموجتين بمقدار نصف طول الموجة من شكل لآخر بكشف تفحص الموجة الفعلية " المركبة" في كل حالة من الحالات الاربع عن بعض المظاهر المهمة . أولا هناك بعض النقاط التي يبدو انها لا تتحرك على الاطلاق بينما يجتاز الموجتان احداهما الاخرى.

المسألة (1 – 2):

يتحرك قطاران موجيان جيبان طويلان ضمن وسط فيزيائي في اتجاهين متعاكسين " اما انهما موجتان مستعرضتان في وتر واما انهما موجتان طويلتان في خط انبوب مملوء بضائع ، ان للقطارين نفس السعة التواتر استخدام قانون التراكب لايجاد عبارة رياضية خاصة بالتشكيل ا لموجي الناتج.

" ملاحظة "Sin (A± B) = sin A cosB±sin B cos A

الحل

يفرض ان الاحداثيين y_x و u_{x-} يمثلان الموجتين المرتحلتين على امتداد المحور

$Yx-(\tau) = A\sin(w + kx + \theta_o)$, $yx + (+) = A \sin(wt - kx)$`.....(1-1)

هي ثابت طور يتم تضمينه لاعتبار موجتين يجري ضبطها بشروط ابتدائية بما يؤدي الي ان تقاطع اجزاء من الموجتين عند موقع معين Xفي لحظة معطاه

يؤثر اختيار في المواقع المطلقة للعقد المضادة وحسب لكنه لا يؤثر في اي خاصية من خصائص من خصائص الموجة الناتجة . لذا تبين الخيار

وفق قانون التراكب

$Yx(\tau) = y(x)(\tau) + yx - (+) = A \sin(st - kx) + A \sin(wt + kx)$.....(2-1)

باستخدام المتطابقات المثلثية المعطاه في الملاحظة . نستنتج ان:

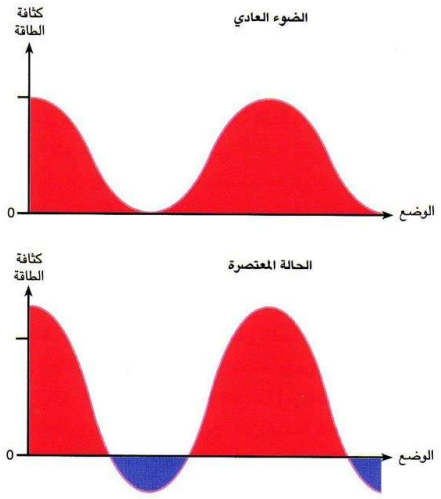
$Yx(\tau) = A(\sin wt\cos ks - \sin kx\cos wt) + A(\sin wt(\sin wt(\cos kx + \sin kx\cos wt)$.....(1-3)

لدى دمج الحدود يلغي الحد الثاني من القوس الاول والحد الثاني من القوس الثاني نجد أن:$Yx(t) = 2A \sin wt\cos kx$.....(4-1)

(1-5)الحركة الموجية في بعد واحد:

(1-5-1)طاقة الموجة وشدتها:

تنقل الموجة خلال حركتها الطاقة اتجاه انتشارها لحساب معدل انتقال هذه الطاقة (القدرة ، power) تحسب اولا كثافة الطاقة لكتل الموجه وبالتالي فان القدرة تمنثل كثافة الطاقة ومقدار السرعة، سوف تحسب هنا القدرة المنتقلة في بعد واحد الشكل (1-2).



الشكل(1-2)

من الشكل (1-2) في زمن مقدار T الذبذبة القطع الموجة مسافة مقدارها "طول الموجة بذلك اذا بدأنا عند النقطة فان الموجة سوف تصل للنقطة D في خلال الزمن T واذا استطعنا حساب الطاقة المرافقة لهذه الموجة سوف تصل للنقطة D في خلال الزمن T واذا استطعنا حساب الطاقة ا لمرافقة لهذه الموجة فان القدرة تمثل هذه الطاقة مقسوما عند لحظة ما فان طاقة الي جسم (له نفس الكتلة) في الحبل المهتز ثابتة وهذا يعني أن:

الطاقة = طاقة الحركة + طاقة الوضع = قيمة ثابتة.

(1-6)أنواع الحركة الموجية:

(1-6-1)الحركة الموجية الميكانيكية : هي الحركة الموجية التي يلازمها وسط مادي (هواء- ماء – حبل) يعمل الاهتزاز وتنشأ عن مصدر مهتز او متذبذبا.

ومن أنماطها:

أ. الحركة الموجية المستعرضة : تهتز جسيمات الوسط في هذا الصنف باتجاه عمودي في اتجاه انتقال الموجة مثل الموجات عبر الاوتار ا لمهتزة.

ب.الحر كة الموجية الطويلة: في هذا النمط تهتز جسيمات الوسط باتجاه موازيا لاتجاه الهواء .

لا يمكن اعتبار ان كل الموجات الميكانيكية على انها طويلة او متعرضة ففي الموجات المستغطية دائريا في الحبل لا تكون حركة جميع جزئياته متعرضة تماما بل ان بعضها يتحركا طوليا وكذلك في الموجات على سطح الماء حيث تتحرك جزئيات الماء الي الامام والخلف والاعلى والاسفل.

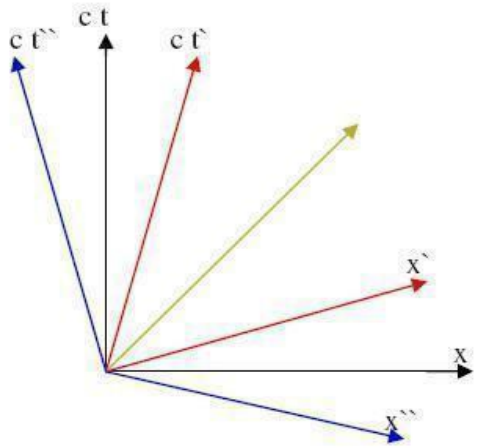
(1-6-2) الحركة الموجية الكهرومغنطيسية : هي الحركة التي لا تحتاج لوسط لعادي كي تنشر بل يمكنها الانتشار في الفراغ وتنشأ من اهتزاز مجالات كهربائية ومغناطيسية من أمثلها (موجات الراديو - الضوء – اشعة جاما).

ويضيف الاشعاع الكهرومغنطيسي وفق لتردد موجته ويتكون الطيف الكهرومغناطيسي وفقا" لتزايد التردد وتناقص الطول الموجي

(1-6-3)الحركة الموجية الماديه: هي الموجات المصاحبة لحركة الجسيمات ا لمادية

(1-7)الوصف الرياضي للحركة الموجية:

تعتمد سرعة انتشار الموجة (سرعة انتقال الطاقة خلال الوسط) على طبيعة ذلك الوسط الذي تنتقل الموجة خلاله ، وكذلك على الاضطراب Distubance المسبب لها سوف نعتمد في حسابتنا الوسط ا لبسيط والذي يمكن سرعة الموجة فيه ثابتة نريد الان ايجاد الصيغة الرياضية لموجة لموجة تتدرك في اتجاه واحد ولكن محور X الموجب الشكل (1-3) يمثل موجة تتحرك الي اليمين في اتجاه واحد والتي يمكن اعتبارها نبضة pluse في حبل مثلا



الشكل (1-3).

اذا افترضنا ان سرع انتشار هذه الموجة النبضة V في اتجاه محور X الموجب كم هوموضح في ال شكل فانه بعد فترة زمنية مقدارها t تكون هذه الموجة قد قطعت مساحة مقدارها Vt .

والان يمكن ان قدصف الموجة رياضيا بالعلاقة بين الازاحة y وكل في X و t اي ان

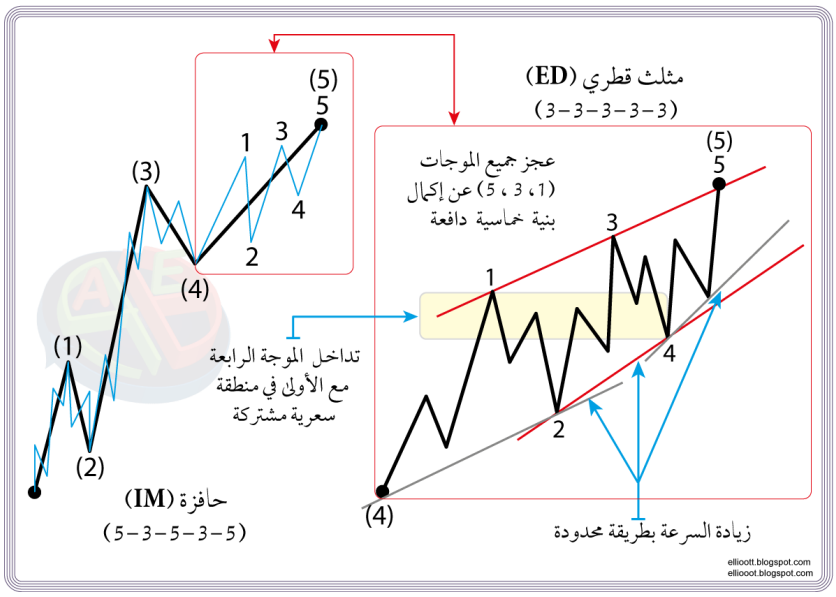
$y= f (x, 0)$.....(5-1)

حيث تمثل المعادلة (1-5) شكل الموجة وموقعها على محور x

يمثل الشكل (1-3) الموجة بعد زمن $t > 0$ اي بعد ان تكون قد تحركت مسافة Vt على محور X

لو اضتفنا ان هناك اطار اسناد (x.y.z) يتحرك مع النبضة بنفس السرعة V فان هذه النبضة تظهروكأنها ثابتة بالنسبة لاطار الاسناد هذا .

الشكل(1-4) هذه النبضة تظهر وكأنها بالنسبة لاطار الاسناد هذا:



الشكل (1-4)

اي ولكن احداثيات اي نقطة تقع على الموجة بالنسبة لاطاري الاسناد اي ان

$$Y = f(x + Vt)$$

أي أن:

$$y = y – Vt…….(1-6)$$

بذلك فان ازاحة شكل النقطة هي نفسها بالنسبة لاطاري ا لاسناد اي ان

$$Y = f(x - Vt)----------(1-7)$$

واذا ار دنا ان نتبع جزءا معينا من الموجة مع الزيادة في الزمن t اي اننا نتطلب الي قيمة محددة للازاحة y وهذا يعني رياضياكيفية تغير لامع الزمن tعندما يكون (x-vt) مقدارا تابتا وبذلك فان X تزاداد مع الزمة tحتى بعض المقدار تمثل معادلة تتحرك الي اليمين .

المثل ان العلاقة الرياضية التي تمثل موجة تتحرك على محور X الي اليسار بسرعة لا تعطي بالعلاقة .

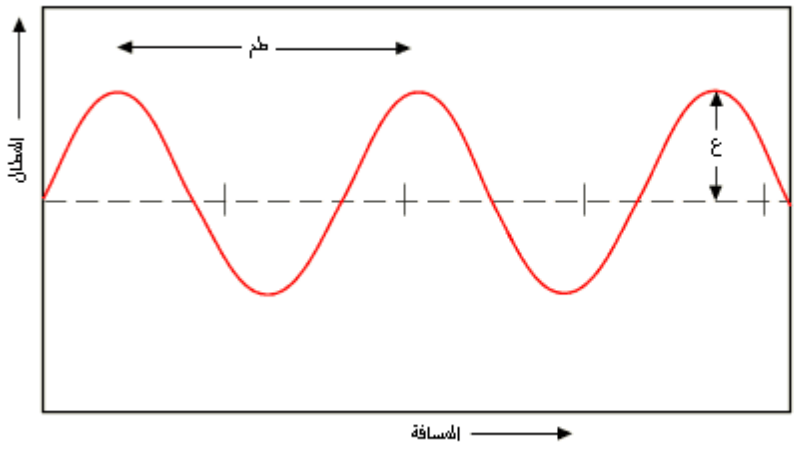
$$Y = f(x + Vt)\text{---------- (1-8)}$$

هنا تتنافص مع الزيادة في ا لزمن t وذلك للحصول على قيمة ثابتة للمقدار.

للحصول على قيمة ثابتة المقدار (X+Vt)واذا كانت ا لموجب تتحرك الي اليمين فانه لطور معين .

ثابت $X - vt$

الشكل (1-5)



طم : طول الموجة

ع : الاطال

الشكل (1-5)

وباجراء عملية التفاضل لزمن t نجن أن :

$\frac{dx}{dt}$ - v = 0

$\frac{dx}{dt}$ - v

الشكل (8-5) يمثل موجة توافقية عندما t=0 حيث ان معادلة الموجة هي

y= A cos K (x-vt).....(1-9)

فان ازاحة اي جسيم على هذه الموجة عند t=0يعطي كالاتي :

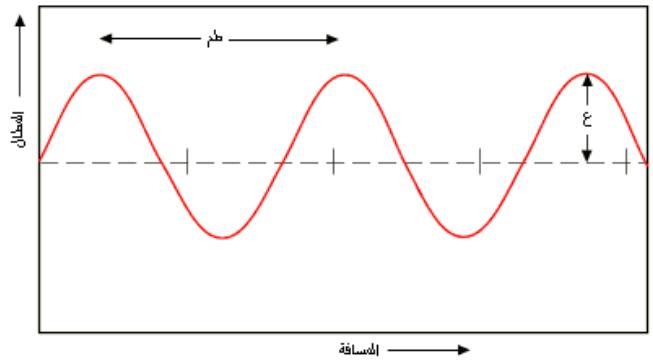
y= A cosKx.....(1-10)

هنا تمثل A سعة الموجة (Amptitudw) وهي عبارة عن القيمة العظمي للازاحة عن موقع الاتزان واما K فتسمى العدد الموجي Wave number

وبعد زمن معين t=0 فان الازاحة تمثل بالشكل (8-6) حيث يمكن كتابتها رياضيا بالمعادلة

y= A cos K (x-vt).....(1-11)

الشكل (1-6)



من الشكل (1-6) أوالشكل (1-5) نرى ان الازاحة عند

……, x+3y ,x+zy , x+y

هي نفس الازاحة عند القيمة x حيث ان تمثل طول الموجة " انظر الشكل (1-6)

وبهذا فان:

$ky= ky = z\pi$

$K= \frac{\pi}{\lambda}$

وكما ذكرنا يسمى K بالعدد الموجي ووحداته في النظام العالمي قد (m^{1}-) والان يمكن كتابة المعادلة الموجية (1-8) (1-10) بدلالة كميات أخرى أكثر ملائمة مثل العدد الموجي K والتردد الزاوي w

وباستخدام المعادلة (1-11) وكذلك

$w= z\ \pi\ \ v - = \frac{2\pi}{t}$……(1-12)

حيث ان t زمن الزبزبة V وهوالتردد ووحداته . s^{-1} أو هبرتر Hz فان المعادله (1-11)تصبح كالتالي:

$y= A \cos \frac{2\pi}{t(Xvt)}$.....(1-12)

$A\cos 2\pi \left(\frac{2\pi}{t} - \frac{2\pi}{t} t\right)$ ----------(1-13)

وذلك لأن :

$A \cos 2\pi \left(\left(\frac{2\pi}{t} - \frac{2\pi}{t}\right)\right)$.....(1-14)

وذلك لأن :

$V= v \lambda$

$V = \frac{\lambda}{\tau}$----------(1-15)

وذلك فان المعادلة (1-13) يمكن كتابها على الشكل .

$y= A \cos (kx - wt)$ ----------(1-16)

حيث تقاس y,x في النظام العالمي بالمتر m ويقاس الزمن t بالثواني s المعادلة (1-15) أو (1-16) تمثل معادلة موجبة توافقية Hammicwavel تتحرك في اتجاه محور x الموجب.

وفي الشكل العام فان ا لمعادلة (1-16) تكتب على النحوالتالي:

$y= A \cos Ks - wt\ f$ ----------(1-17)

F زاوية الطول الثابت

اذا كانت = فان المعادله(1-17) تصبح

$y = A \sin(kx - wt)$---------- (1-18)

اما اذا اعتبرت حركة الموجة في الاتجاهين (X ا لموجب و X ا لسالب) فان المعادلة الرياضية هي

$y = A \sin(kx \pm wt) + \varphi$ ---------- (1-19)

في المعادلة(1-19) الاشارة السالبة تعطي معادلة الموجبة اذا كانت تتحرك جهة اليمين بينما الاشارة الموجبة تعطي معادلة الموجة اذا كانت تتحرك جهة اليمين

الفصل الثانـي

❖ الموجات

مقدمة:

الموجة ومجموعها موجات او امواج في ا لفيزياء هي احد اشكال انتقال الطاقة تتحرك وبعض اشكال انتقال الطاقه تتحرك الموجات ف وسط مادي (بأستثناء الموجات الكهرومغنطيسيهوبعض اشكال الجزئيات الكمية ذات الخصائص الموجبة). حيث تنتقل فيه الموجات وتنتقل الطاقة من مكان الي اخر بدون ازاحة الجزيئات للوسط بشكل دائم اي انه لاتنتقل اي مع انتقال الموجه ولكن جزيئات الوسط تتحرك بشكل متعامد اومواز لاتجاه حركة الموجة حول موقع ثابت.

تكسر موجة على شاطئ صخري للموجات صفة دورية فالموجات عادةتكون تكرار لنمط ما من الشدة في فترات زمنية متباعدة بفترة فاصلة فيما بيهم ويسمى عدد الامواج المادة في مقطع ما مقسوما على وحدة الزمن التردد . وتسمى المسافة الافقية التي تقطعها الموجة الواحدة طول الموجة ، وسنلاحظ تداخل الموجات في شكل تداخل بناء وتداخل هرام وايجاد المعادلة ا لموجية وسلوك الدالة الموجية وعدد من خصائص ا لحركة التوافقية البسيطة وسندري عدد انواع الموجات في هذا الفصل.

(2-1) تعريف الموجات:

الموجة : هي الاضطراب الذي ينتقل في اتجاه معين وسرعة معينة ولا يستلزم ذلك انتقال جزئيات الوسط الذي تسري فيه الموجة بل ان الجزئيات تتحركة حركه اهتزازية دورية حول مواضع اتزانة اي تتحرك حركة توافقية بسيطة يمكن تمثيلها بيانيا بالمنحنى الجيبي.

-هي اضطراب لحظي ينتقل من الوسط المحيط بمصدر الاضراب في اتجاه ومعين وبسرعة معينة ، ويقوم بنقل الطاقة في اتجاه انتشارها

(2-2) الظواهر الموجية :

اذا ، برز في موضع ما من وسط مرت تشوه معين ، فانه لا يبقى مع انتهاء التأثيرات الخارجية من موضعه ، ونها يتشر في الوسط في كافة الاتجاهات نقول في مثل هذه الحالة انه تتنشر في الوسط المرونة اضطرابات او أمواج .

ان عملية انتشار الامواج مألوفة في حياتنا اليومية ، فمن منا لم ير حركة أمواج البحر وحركة سطح الماء الهادي عند عند هبوب نسيم خفيف تعلب الظاهرة الموجية ادوار هامة في كافة فروع الفيزياء ، يكفي بهذا الخصوص التذكر بان كافة التاثيرات المتبادلة ، بين الاجسام الطبيعية تتم بوساطة الحقول التي تنتشر في شكل امواج بسرعات محدودية اقصاها سرعة الضوء في الخلاء.

تمتلك كافة الظواهر الموجية مجموعةمن الخواص العامة التي سنحاول اقرارها عن طريق دراسة متالين ماخوذين من الميكانيكا، الا هما الامواج العرضية المنتشرة وفق وتر مشدود والامواج الصوتية المنتشرة في مائع غير قابل

للانضغاط ، ان الاضطراب الصوتي ناتج عن تغيرات مقدار سلمي هو المضغط ، وعلى هذا فالامواج الصوتية هي امواج سلمة مما توجد امواج شعاعية من أمثلتها الأمواج الكهرومغناطيسية الناتجة عن تغيرات الحقول الكهرومغناطيسية.

تجدر الاشارة من البداية الي ان عملية انتشار موجة ما هي في حقيقة الأمر عملية نقل للطاقة ، تقود عملية مرور موجة في وسطها هي من حقيقة الامر عملية نقل للطاقة تعود عملية مرور موجة في وسط ما الي اهتزاز كل عنصر من هذا الوسط ، مثل اهتزازات الضغط والسرعة في حالة الامواج الصوتية.

لذا يغزو كل عنصر مهتز من حجم الكتلة نتيجة للحركة الموجية تماما لطاقة متناسبة طردية مع مربع سعة اهتزازية ، اذا ما انتشرت الموجة بسرعة ، فان تدفق الطاقة من خلال سطح عمودي خلال فاصل زمني متناسب مع مربع سعة اهتزازية ، لذا ينبغي الحصول على موجة دائمة وجود مصدر بالاضطراب يزور الموجة بالطاقة اللازمة ، تدعي الطاقة التي تحملها الموجة معها بطاقة الاشعاع.

ان اسهل طريقة للحصول على حركة موجية هي اخذا حبل مثبت من احدى نهايته وشدة من نهاية الحرة اما نحو الاعلى او نحو الاسفل تجري وفق الحيل نتيجة لذلك ذي وقيعان الامواج ، يمكن اذا كان الحبل لانهائي الطول تسميه هذه الامواج بالمتقدمة ، حتى الحالة العامة ترعى الامواج الناتجة الناتجة عن تاثير خارجي وطبق على سطح مفتوح " غير ممتلك لحدود" الامواج المتقدمة

انها ترجي مبتعدة عن مصادرها دونان تنعكس ، ان احدى الخواص الهامة للامواج المتقدمة هي انها تحمل طاقة واندفاعا فمثلا ، ناذا ما سقط قطرة ماء علىسطح هادئ لماء في خزان ، فانها تنسبب انتشار أمواج دائرية ، يمكنها اكتساب طاقة حركية كشرة طاقية على ا لسطح أوزيادةالطاقة الكامنة تغضيب واقع جزئيا في الماء .

اذا ما قامت القوة الخارجية باهتزازات توافقية ، فان الامواج الناتجة عنها تدعى بالامواج المتقدمة التوفقية تقوم كافة عناصر الجملة في النظام المستقر باهتزازات توافية بتواتر مسا لتواتر ا لتاثير الخارجي اما اذا كانت ابعاد الوسط معدودة كان يستبدل الخيل مثلا بوتر مثبت النهايتين فان الامواج المتقدمة المنتشرة في ا لوتر تنعكس على كل من نهايتي متعاكسين تدعى الامواج الواقفة.

تنتهي الامواج المنتشرة الوسط عموديا على جهةالانتشار ، اما عندما تهتز جسيمات الوسط عموديا على جهة الانتشار أما عندما تهتز جسيمات الامواج الصوتية ، لا يمكن ان تتواجد الغازات الا امواج طولية ، اما في الاجسام الضئلية فيمكن ان تنتشر امواج عرضية وأخرى طولية ان ذلك ناتج عن امتلاك الاجسام الصلبة لاشكال معددة وذلك على العكس من الموانع .

لنراقب حركة المستوى متساوي الطور في الوسط مع الزمن تبقى كافة الوسائط الواصفة لحرة الموجة في هذا المستوى ثابتة تواقف " الرأي" و " الوهاد" مستويات السعي العظمى للاهتزازات المنزاحة بالنسبة لبعضها يطور مقداره " تواقف " ا لربو " مستوى السعة العظمي السالبة للاهتزازات.

ترعى الموجة بالكروية،فيها اذا كانت السطوح متساوية الطور عبارة عن كرات متمركزة ، يقع مصدر مثل هذه الامواج في مركز الكرات ، تهتز كافة المهتزات الواقفة على سطح كروي واحد متواقفة بالطور، يمكن عمليا اعتبار الامواج الكروية على مسافات كبيرة عن متابعتها بمثابة امواج مستوية ، سنعتبر المنبع المولد للامواج كروية بأنه تعطي وبأنه تماثل المتاحي" وذلك لكي يشع امواج متماثلة في كافةالاتجاهات.

(2-3) خصائص الموجات:

الحركة الموجية هي حركة تنتقل فيها الطاقة ميكانيكية كانت اوكهرومغناطيسية دون ان يكون هنالك انتقال لماده وسط الذي تسري فيه وقد تتباين اشكال الموجات لاختلاف مصادرها والظروف التي تحيط بها.

فشكل الموجة يتراوح بين ما بسيط وما هو في غاية التعقيد.

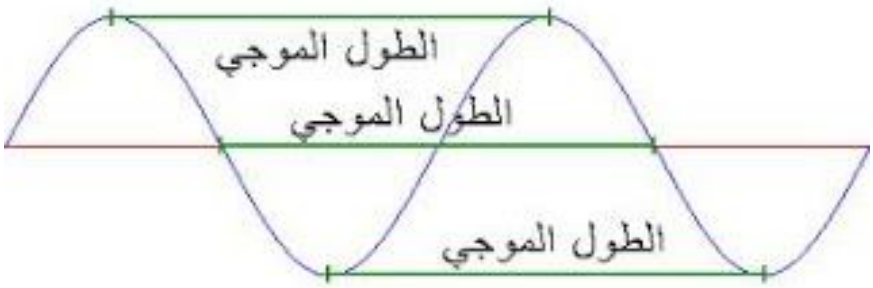
تتميز الموجات اياكان شكلها بانها تعقيد نفسها بعد فترة معينة من الزمن تعرف " بالزمن الدوري" ويرمز له بالحرف " T " والمسافة التي يغطيها اي نقطة من الموجة خلال هذه الفترة تسمى بطول الموجة ويرمز لها بالرمز " X" وتربتط الكميتان بسرعة الموجة " C" بالعلاقة العامة .

$C=\lambda /T = y \lambda$

حيث تمثل ترود الموجة ويعرف بانه عدد الذبذبات في الثانية الواحدةمن جراء الحركة الموجبة وتساوي رياضيا فقلوب الزمن الدوري (1/T) ووحداتها دورة/ ثانية أوهرتز.

يمكن تمثيل اي موجة بسيطة بالمنحنى المرسوم ويعبر عنه رياضيا بالصبغة

$y = A \sin W (t \pm \frac{x}{c}$ ----------(1-2)



شكل (2-1)

هذه ا لمعادلة تصف اهتزاز جميع ا لنقاط في الانتشار الموجي على المحور (X) والمتساوية في الازاحة (Y) حيث يتمثل على التردد الزاوي ويرتبط مع كل من T and x بالعلاقة التالية:

$$W = \frac{2\pi}{T} \text{ rad} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}2)$$

هذه المعادلة تمثل اتجاهين الانتشار موجات سعة ذبذبتها A على النحو التالي:

أ/ في الاتجاه ا لموجب للمحور X يكون :

$$y = A \sin W \left(t - \frac{x}{c} \right) \ldots\ldots\ldots (2\text{-}3)$$

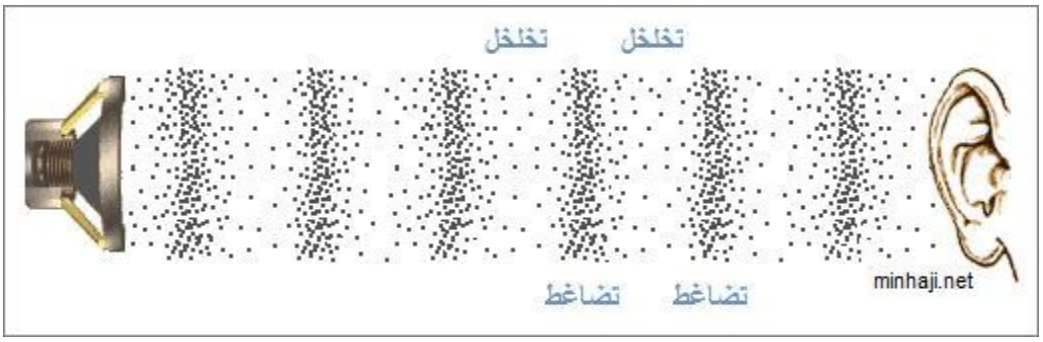
ب/ في الاتجاه السالب للمحور x يكون :

$$y = A \sin W \left(t + \frac{x}{c} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}4)$$

(2-4) أنواع الموجات:

(2-4-1) الموجات الصوتية:

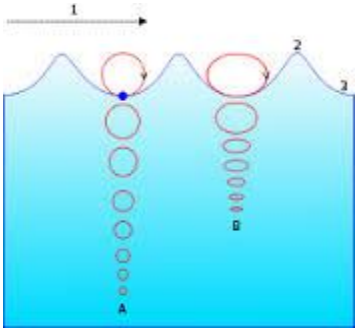
هي موجات طويلة تنتقل في اي مادة تقريبا سواء كانت هذه المادتة صلبة ام سائلة ام غازية وتنشأ هذه الموجات بواسطة اي اليه لتوليد الموجات التصاغطية في ا لوسط المحيط.



الشكل(2-3)

(2-4-2) الموجات المستوية :

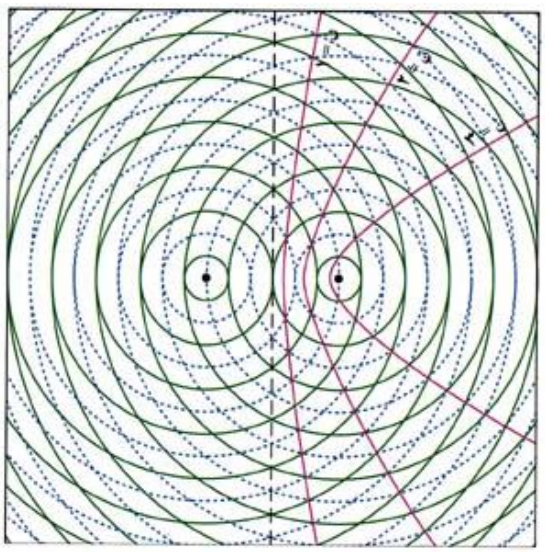
هي الموجات التي تكون بعيدة عن مصدرها وهومصطلح تطبيق على الموجات ثلاثية الابعاد وعند تصل القمم ا لموجية الي مسافات كبيرة جدا بالنسبة الي المصدر سوف تصبح هذه الدوائر كبيرة جدا انحناؤها صغيرها جدا ستيدو على هيئة خط مستقيم تقريبا اثناء مرورها علي السطح.



الشكل(2-4)

(2-4-3) الموجات الدائرية :

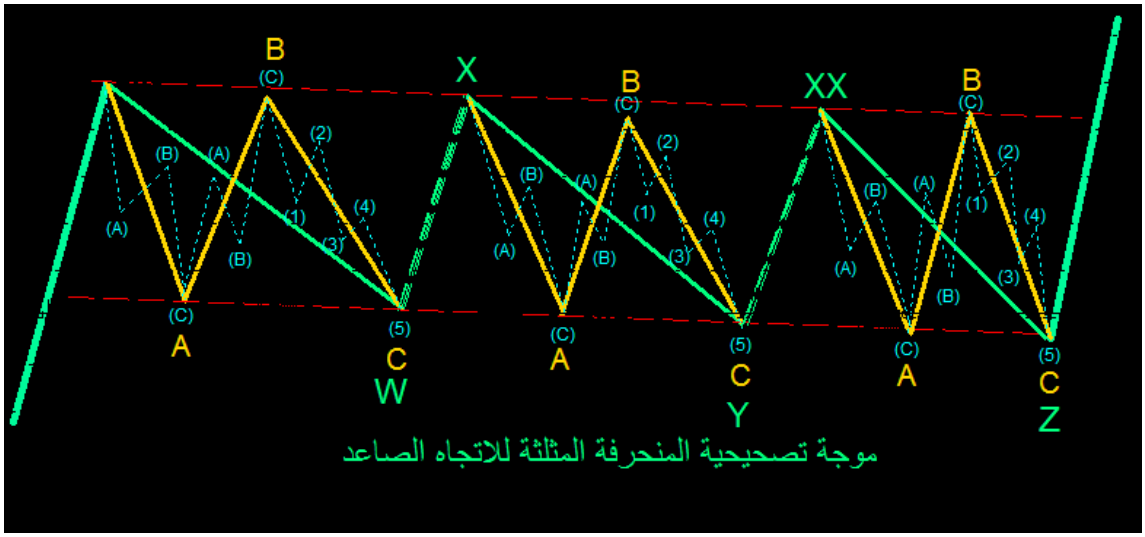
هي التي تتناقص باستمرار مع زيادة بعدها عن المصدر وهذا ينتج من التباين بين القمم والقيعات وهذه ال ظاهرة تعكس حقيقة ان الطاقة التي تحملها الموجة تتوزع على جبهة موجية تزداد كبدا بزيادة بعهدها عن المصدر وهذه الظاهرة لا تحدث في حالة انتشار الموجات على الوتار او الزيزكات اوالقفيان لان الطاقة كلها تنتشر في خط مستقيم أي في بعد واحد فقط.



الشكل(2-5)

(2-4-4) الموجات التقدمية:

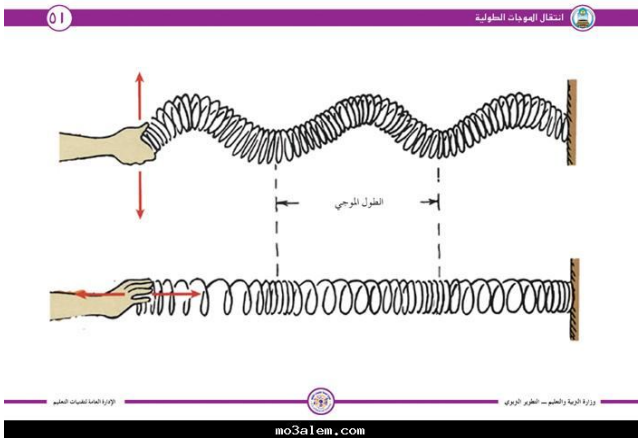
هي ا لتي تنشأ عن مرونة الوسط ويكون هنالك وسطا مكونا من نقطة مادية يتصل بعضها ببعض بنوي بينه يمثلها حركة وعند ما تنتقل موجة تقديمة في وسط ، تتحرك نقط هنا الوسط حركة توافقية بسيط ت كون سرعة النقطة المادية في الوسط اكبر ما يمكن عندما تمر بمركز الحركة.



الشكل(2-6)

(2-4-5): الموجات الموقوفة:

تتكون ا لموجات الموقوفة عندما تتداخل موجات متماثلتان يتحركان في اتجاهين متضادين . وتحصل على هذه الموجات عادة عندما تعكس موجة اثرمية في وسط ما فتطبق الموجة مع الموجة الاصلية الساقطة لتكون موجة موقوفة ويمكن رؤية هذه الموجات الموقوفة بالعين المجردة ، اذا من احد طرفيه باليد من الطرف الاخر مع تغير تردد نجد اننا نصل ا لي وضع تتكون فيه الموجات .



الشكل(2-7)

(2-4-6) الموجات الطويلة:

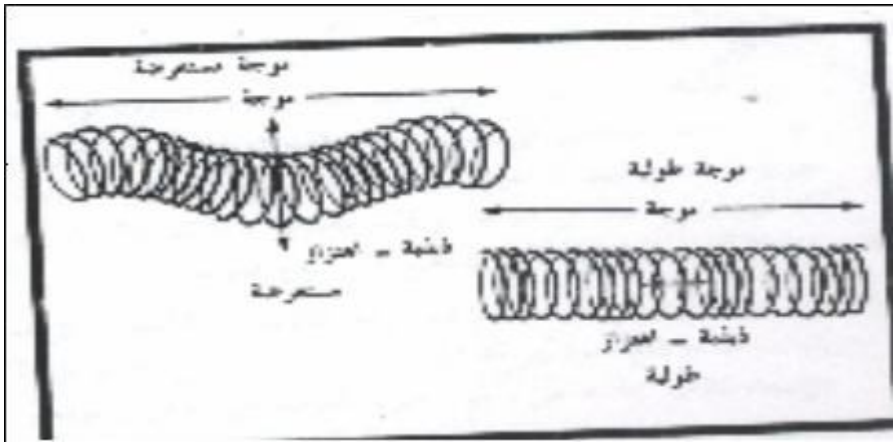
هي موجة تتذبذب فيها جزئيات الوسط حول مواضيع انتزانها في اتجاه انتشار الحركة الموجية وتكون من تضاعفات وتخللات تتسم الموجات الطولية الي قيمتين كهرومغناطيسية وموجات ميكانيكية الطولية الي حيث ان الموجات الكهرمغناطيسية اساسا هي موجات عرضية الا انه في بعض الحالات النادرة وتحت ظروف خاصة " مثل موجة البلازما"

الشكل(2-8)

(2-4-7)الموجات المستعرضة:

هي موجات متحركه متكونه من ترددا تعموديه علي اتجاه انتشار الموجه تتكون الموجه العرضيه من قمم وقيعان اشهر الموجات العرضيه هي الموجات المائيه والكهرومغنطيسيه

الطول الموجي للموجه المستعرضه هو المسافه بين اي قمتين متتاليتين او بين اي قاعين متتالين اوبين اي نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور ونفس السرعه ونفس السعه ونفس الاتجاه



الشكل (2-9)

(2-4-8)الموجات الكهرومغناطيسية:

تتولد هذه الموجه نتيجه لتذبذب الشحنات الكهربيه وحركتها للأمام والخلف وهي تنتقل في الفضاء بسرعة الضوء وهي299.792 كم في الثانيه وابسط الموجات

الكهرومغنطيسيه وهي الموجات المستويه والتي تنتقل عبر الفضاء في خطوط مستقيمه

(2-5) تداخل الموجات:

التداخل يعني ذلك التأثر الفيزيائي الذي ينتج عن تحميل موجتين جيتين متساوين في التردد والتحركات في نفس الاتجاه وبنفس السرعة ولكن يفرق طور ثابت مقداره () نفترض ان مركبات شدة المجال الكهربي في اتجاه X للموجتين هما:

$E_1 = E_0 \sin (Kx – wt - \phi)$ ---------- (2-5)

$E_2 = E2 \text{ Sin } (Kx – wt)$ ……(2-6)

حيث K العدد الموجي =

W التردد الزاوي =

ولدراسة معني نستطيع ان نكتب المعادلة(2-5) بطريقتين

$E = E_0 \sin K(x - \frac{\phi}{k} - wt$…….(2-7)

وفي هذه ا لحالة تكون الموجتان " عند لحظة معينة t) مبتعدتان عن بعضهما مسافة ثابتة قدرها أو

$E = E_0 \sin (Kx–w (t+\frac{\phi}{w})$ ……(2-8)

اي انه اذا رصدنا حركة الموجتين من موضع بين X فان الموجتين تختلفان في الزمن بمقدار ثابت هو

التداخل البناء:

اذا كان صغيرا جدا بان $\cos\frac{\phi}{2} = 1$ وتكون السعة الجديدة $E_0 = 2E_0$ اي ضعف السعة الاصلية تقريبا واذا كانت تساوي صفر تماما فان السعة $ZE0 =$ اي ان الموجات مكونات في كل مبنى اي متطابقتان وبالتالي تقويان بعضها ويسمى التداخل بناءا ويكون $\phi = 0, 2\pi, 4\pi$,

فان شرط التداخل البناء هو أن تكون فرق المسار مساويا $0, \lambda, 2\lambda, 2\pi, 3\pi, \ldots$,

اي عدد صحيح في طول الموجة .

التداخل الهدام:

اذا كانت فان المحصلة تصبح صفرا ويسمى التداخل حينذ بالتداخل الهدام ويكون ايضا اذا كانت 3). ϕ... يكون شرط التداخل الهدام هو فرق المسار يساوي

$$\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \ldots$$

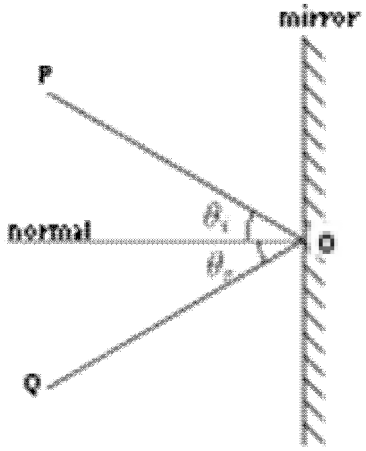
اي يساوي اعداد فردية من انصاف الاطوال الموجية .

(2-6)انعكاس الموجة:

لدراسة هذه الظاهرة تتبع نبضة موجية واحدة تتحرك على الوتر الي اليمين كما هو مبين بالشكل (2 – 3) عندما تصل هذه النبضة الي الحامل فانها تؤثر عليه بقوة معينة الي اعلى ، وحيث ان الحامل مثبت في مكانه فانه يتحرك ولكنه

سوف يؤثر على الوتر بقوة مساوية ومعاكسه الي اسفل وهذه القوة سوف تسبب التالي تسارع الوتر الي اسفل لينخفض بذلك عن موضع الاتزان مسافة تعمتد على كمية تحركه ونتيجة لذلك تنقلب النبضة واساسا على عقب عند اصطدامها بالحامل ولذلك تبدو النبضة المنعكسة كما هو موضح بالشكل (2-3) واذا كان الوتر حرا تماما في ان يتحرك الي اعلى والي اسفل عند الطرف الايمن ان تنخفض هكذا ببساطة عند الطرف الايمن للوتر.

تنقلب الموجة المتحركة على الوتر عند الانعكاس من الطرف الثابت تبين الاسهم الرأسية حركة أجزاء الوتر المختلفة.



الشكل (2-10)

ونلخصها لذلك نقول ان الموجة تنقلب بالانعكاس عند الطرف الثابت، وتنعكس بدون تانقلاب عند الطرف الحر ، تنفيذ الان ما يحدث عند التقاء نبضة منعكسة متحركة على وتر الي اليسار مع نبضة أخرى متحركة على نفس الوتر تجاه

اليمين ، واذا وقعت نقطة تحت تأثير نبضين موجتين أو أكثر في نفس الوقت فان ازاحتها المحصلة تساوي المجموع للازاحات الناتجة عن النبضات المتفردة.

(2-7) الدالة الموجية:

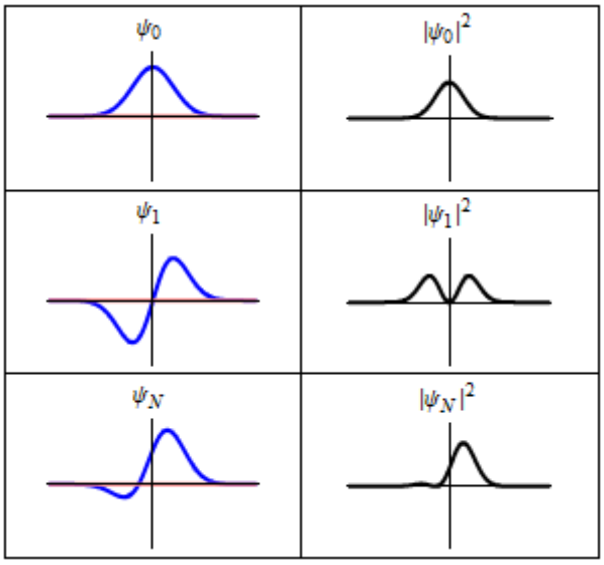
تميز الجسيم بدالة موجية قد تكون الدالة الموجية تحت ظروف معينة احاكية متوهجة أو كمية رياضية اكثر تعقيدا وسنعتبر هنا الدوال الموجية المقدارية فقط scaler were function والتي تستخدم لها الرمز الرياضي (ونكتفي الدوال الموجية المقدارية لوصف معظم الجسيمات المادية لكنها لا تكتفي لوصف الفوتونات) وتحقق الدالة التي قد تعتمد على كلا الموقع والزمن ومعادلة تفاضلية تدعى معادلة ترويجية التي تشبه ولكنها لا تماثل تماما معادلة الموجة التي يحققها المجالان الكهربائي (E) و المغناطيسي وسوف نبحث في الجزء 15 صيغة بسيطة لمعادلة ترويجية وكما ان المرء يستطيع ان يتعلم الشئ الكثير عن المجالين الكهربي والمغناطيسي من دون دراسة معادلتها الموجية ودلالتها قبل ان تدرس معادلة ترويجية الخاصة بها وسيكون مثل هذا الاستكشاف مهمتها في هذا الجزء من الياء .

شريط معالدة دوبروي بين الطول الموجي والتراكم ولكن الموجة لا يكون لها طول موجها محدد تماما الا اذا كانت موجة جيبية تامة ولذلك فان كان الجسيم زخم معرفي بدقة (في) فان دالته الموجية تكون دالة جيبية طولها الموجي حيث لمثل هذا الجسيم الذي يتحرك على المحور السيني يمكن كتابة الدالة الموجية كما يلي:

$$z\sin KX = \quad z\sin \quad = \quad z\ldots\ldots(2\text{-}9)\sin$$

zثانت

ونجد ان تعتمد على زمن كما تعتمد على الموضع فان اللقطة للموجة في لحظة ما الشكل (2-1) يكفي للنقاش الحالي . وللموجة اشكال عديدة علاوة على الموجة الجسيمية فمثلا قد تظهر الموجة كما في الشكل (2 –1ب) ومثل هذه الموجة يكون الطول الموجي محددا على نحو تقريبي لا علي نحو مضبوط وعلي نحو مماثل ويكون رقم الجسيم الذي يصاحبه مثل هذه الموجة محددا على نحو تقريبي فقط مقاسي وقم الجسيم المميز بهذه الموجة الثانية فقد ياخذ اي قمة ضمن مدى معين ونلحظ هنا مظهرا للاحتمال يرتبط ارتباطا وثيقا بالطبيعة الموجية للجسيمات فقد ياخذ الجسيم اي زقم من بين عدد من الازقام المختلفة (أو من مدى متصل من الازخام) ولكل زخم احتمال معين واذا كان الامر كذلك ان دالته الموجية تكون خليطا من عدة اطوال موجية.



الشكل(2-11-أ-ب)

أ/ الدالة الموجية الجسيم زخمة ثابت هي موجة جيبية .

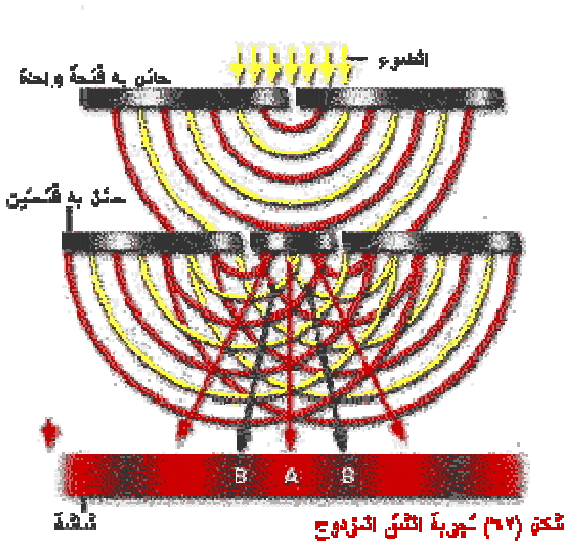
ب/ قد تكون للدالة المودية عدة اشكال والشكل المبين هنا يصف جسيما بموضع جزئيا في المكان ولا يملك زخما محددا بالضبط.

ترتبط الدالة الموجية على نحو مباشر الي ابعد باحتمال الموضع اعتبر الكثرونات (أول جسيمان اخرى) تحيد بسق منفرد الشكل (2-12) ان السف الضيق الرفيع ينتسب في جعل الموجة تنتشر في نمط عريض تماما كما يحدث لامواج االصوت أو الضوء فاين يوجد الجسم ؟ والي ان يقاس الجسيم باعتباره جسيما فانه يمكن القول ان موجود في كل مكان او ان غير موجود في اي مكان وعلينا اذا ان نفكر به لا باعتباره جسيما بل باعتباره موجة تنشر حقا من السق وعلى اي حال هذا الجواب لا يكفي لاجل غير مسى اذا يمكننا ان نضع عددا كما في الشكل (2-12) بدخول الجسيم الي اي مكان محدد ولذا هناك وفق الدالة الموجية احتمال معين بالكشف عن الجسيم (او الضوء عليه) في ذلك المكان وهذا الاحتمال يتناسب مع المربع المطلق للدالة الموجية للجسيم .

حتام ( )

الشكل (2-12) حيود الالكترونات في شق منفرد .

ان مربع الدالة الموجية عند مستوى المشاهدة يتناسب مع شدة الموجة عند ذلك المستوى وهو يقيس احتمال الكشف عن الجسيم.



شكل (٦٧) تجربة الشق المزدوج

الشكل(2-12)

(2-9) المعادلة الموجية :

سنقوم باستنباط المعادلة الموجية انطلاقا من دراسة حركة موجة عرضية منتشرة وفق وتر.

لندرس الانزياح الشاقولي لقطعة صغيرة من وتر متجانس طبعا بتغيير الانزياح (Y) من الزمن وهو متعلق بالاحداثية (X) المعددة لموضع الاهتزازات ، سنقتصر علي دراسة الاهتزازات في مستوي الشكل

سنرمز للكثافة الحطية لتوزيع مادة الوتر ب (ه) يمتكل الوتر تواترا ثابتا T وتدريس اهتزاز صغيرة المسعة بحيث تكون المعادلات التي تحصل عليها خطية ، لكن تاخذ في الاعتبار قوى الثقالة يتضح من الشكل انه يؤثر على عنصر ds من أحد طرفية تؤثر T موجة تحت زاوية بالنسبة للمحور X أما على طرفه الاخر فيؤثر توتر T مسار للسابق ، ولكن تحت زاوية طول العنصر dsيساوي .

$$ds\frac{1+\sqrt{\frac{dy^2}{dx}}}{2a}\,dx \qquad \text{.....(2-10)}$$

لكن نظرا لاقتصادنا على الاهتزازات الصغيرة ، يمكن اهمال الحد الثاني تحت الجذر بالمقاومة مع الواحد ووضع ds = dx كتلة العنصر المدروس من الوتر تساوي.

$$dm = P\,ds = P\,dx \qquad \text{.....(2-11)}$$

لنطبق قانون نيوتن الثاني على حركة هذا العنصر .

$$P\,dx = \frac{\partial^2 y}{\partial X^2} = d\,f\,y \ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}12)$$

حيث ان :

$$Dfy = T\,(\sin(\phi + d\phi - \sin\phi)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}13)$$

لكن :

$$\sin\phi = ty\phi = \frac{by}{dx}\ X \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}14)$$

يشير الدليل X أو x + dx الي النقطة التي يحسب المشتق ليها من ثم فان :

$$dFy = T\,(= by/dx)_1(x = dx) - (= \frac{by}{dx}\ x) = T = \frac{\partial^2 y}{\partial X^2}\ dx \ldots\ldots\ldots (2\text{-}15)$$

نتوصل بالتعويض عن ذلك في معادلة الحركة الي ان :

$$= \frac{\partial^2 y}{\partial X^2} = \frac{T}{P} = \frac{\partial^2 y}{\partial X^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}16)$$

ان وحدة قياس المقدار T/P هي وحدة قياس مربع السرعة ، لذا نرمز له بـ V أي نضع:

ومن ثم تأخذ معادلة الحركة الشكل الآتي:

$$= \frac{\partial^2 y}{\partial X^2} = V\phi^2 = \frac{\partial^2 y}{\partial X^2} \quad \text{.....(2-17)}$$

ان هذه عبارة عن المعادلة الموجية الرابطة بين تسارع المهتز التوافقي في الوسط المشتق والثاني من الانزياح بالنسبة الاحداثية X المحددة لموضع المهتز.

ان السرعة الداخلة في المعادلة الموجية هي السرعة الطورية وهي عبارة عن انزياح المستوى متساوي الطور ، تبرز هذه السرعة في حالة الوتر بمثابة الجذر التربيعي من النسبة بين الوتر والكثافة الخطية العطالية لتوزيع مادته .

$$V\phi = \sqrt{\frac{T}{P}}$$

(2-10)الحركة التوافقية البسيطة:

(2-10-1) الحركة التوافقية البسيطة لجسم :

اذا تحرك جسم حول نقطة معينة بشكل من الاشكال ، وتكررت حركته باستمرار، فانها تعرف عندئذ حركة توافقية ، او حركة موجية او حركة اهتزازية . والامثلة على هذه الحركة كثيرة منها: حركى يندول الساعة ، حركة جسم متصل بنابض حركة وتر العود عند اهتزازه ، وأمواج المساء.

والجدير بالذكر أن النظرية الحديثة المتعلقة بذرات الجسم الصلب وتعترض انها حركة توافقية بسيطة حول موقعها في التركيب البلوري ، وأنها ابدأ ، بل تستمر في الحركة بالضبط كما لو كانت متصلة مع بعضها بنوابض كما انه في كافة أنواع الحركة الموجية ، فان اجزاء الوسط الذي يستمر فيه الموجة تتحركة حركة

توافقية ، نلمس أهمية الحركة التوافقية ، سواءا في الداراسات الفيزيائية النظرية أو في الدراسات الهندسية التطبيقية ، اذا تتمثل الدراسات الهندسية التطبيقية ن اذا تتمثل هذه الحركة اساسا هاما في الكثير من الدراسات والتطبيقات.

(2-10-2) المعادلة العامة للحركة التوافقية البسيطة:

نريد الآن ان نبحث عن وصف رياضي محدد للحركة التوافقية البسيطة يربط الازاحة والسرعة ، والتسارع ، والزمن والجسم المهتز مع بعضها ، ونذكر هنا ان معادلة الحركة ذات التسارع الثابت لا يمكن تطبيقها هنا ، اذ ان التسارع في الحركة التوفقية البسيطة يتغير باستمرار.

لنأخذ الكرة في وصفها المبين هي ازامتها x وبالتالي فان قوة الارجاع المؤثرة فيها هي F

$$f = KX \quad \text{.....(2-18)}$$

وباستخدام قانون نيوتن الثاني ينتج لدينا:

$$F = m\,a = \frac{dv}{dt} \quad \text{.....(2-19)}$$

إذن:

$$m\ \frac{dv}{dt} = -KX \quad \text{.....(2-20)}$$

وباستخدام :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} \quad \text{.....(2-21)}$$

باعتبار ان نحصل على:

$$(Mvdv \div dx)+kx=0 \quad \text{.....(2-22)}$$

وبالضرب في (dx) ينتج :

$$\int Mvdv + \int kxdx \quad \text{.....(2-23)}$$

$$\int Mvdv + \int kxdx \quad \text{.....(2-24)}$$

وينتج لدينا: $k^{xv^2}\frac{1}{2}+ m$ .....(2-24)

حيث (C) هو ثابت ناتج عن التكامل وهذه المعادلة توضع ان مجموع طاقة الحركات وطاقة الوضع للجسم المهتز يساوي مقدارا ثابتا .

حيث طاقة الحركة :

$$E_x = \frac{1}{2}M\,V^2$$

وطاقة الوضع:

$$E_P = \frac{1}{2}KX^2$$

ومجموعها يساوي الطاقة الكلية (E) وهي مقدار ثابت ، كما تبين العلاقة .

$$Ek + Ep = E = C \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}25)$$

ومن الواضح من المعادلة السابقة انه اذا كانت الازاحة تساوي صفرا ، فان طاقة الوضع تساوي صفرا ، وبالتالي وطاقة الحركة تساوي اكبر ما يمكن ، اي انه سرعة الجسم تكون أكبر ما يمكن وهذا يتفق مع وصفنا الأول لهذا النوع من الحركة تساوي اكبر ، اي ان سرعة الجسم تكون اكبر ما يمكن وهذا يتفق مع وصفنا الاول لهذا النوع من الحركة .

مما سبق ، يمكننا ان نتوصل الي ان :

$$\frac{1}{2}m^2 \text{ Max} = E \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}26)$$

ومنه نصل على

$$V \text{ max} = \sqrt{\frac{2E}{K}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}27)$$

كما انه يمكن التوصل الي ا ن :

$$\frac{1}{2}x^2 \text{ Max} = E \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}28)$$

ومنه نحصل على:

$$V \text{ max} = \sqrt{\frac{2E}{K}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}29)$$

اذا اردنا حساب سرعة الجسم بشكل عام

$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ E……(2-30)

V=$\sqrt{\frac{2E - k\,x^2}{m}}$ ……(2-31)

فان :

E = $\frac{A^2k}{2}$ ……(2-32)

E = $\frac{A^2k}{2}$ ……..(2-33)

وبتعويض قيمة E في المعادلة السابقة والتذكير بان:

$\frac{dx}{dt}$= V……..(2-34)

نحصل على :

V = $\sqrt{(k/m\ A\uparrow 2 - X\uparrow 2\ ) = dx/dt)}$ ……(2-35)

بالضرب في (dt) والقسمة على نحصل على:

$\sqrt{\frac{k}{m}}dt = \frac{dx}{\sqrt{A^2 - X^2}}$……(2-36)

وبمكاملة ا لطريقين نحصل على :

$\int\frac{k}{m}dt = \int\frac{dx}{\sqrt{A^2 - X^2}}$……(2-37)

$$\sqrt{\frac{k}{m}}(t) + f = sm^{-3} - \frac{x}{A} \quad \text{.....(2-38)}$$

حيث () ثابت التكامل ، ويمكن ايجاد قيمة هذا الثابت بدلالة الازاحة كما يلي : لتكن X

X_0 = عندما تكون t= 0 وبذلك فان :

$$\emptyset = sin^{-1}\frac{x_o}{A} \quad \text{.....(2-39)}$$

أي ان هي الزاوية التي جيبها يساوي $\frac{x_o}{A}$

$$\frac{X}{A} = stn\sqrt{\frac{K}{M}}(t) + \emptyset \quad \text{.....(2-40)}$$

أو على الشكل :

$$A = sin\sqrt{\frac{K}{M}}(t) + \frac{X_0}{M} \quad \text{.....(2-41)}$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}}(\ T+t)\emptyset\ = +\sqrt{\frac{k}{m}} = \ t+\ \emptyset\ + 2 \quad \text{.....(2-42)}$$

وبحل المعادلة الاخيرة ينتج ان :

$$T = \ ^{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{.....(2-43)}$$

ومنه يمكن حساب التردد على النحو الآتي :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{.....(2-44)}$$

ويمكن حساب السرعة الزاويةايضا :

$$W = 2\pi \quad F = \frac{K}{M} \quad \text{.....(2-45)}$$

وباستخدام المعادلة الاخيرة يمكن ان نكتب المعادلة على الشكل :

$$X = A \sin (wt + \phi) \quad \text{.....(2-46)}$$

وهي المعادلة العامة للحركة التوافقية البسيطة بصورتها النهائية ولحساب سرعة الجسم المهتز ما علينا الا نفاضل طرفي المعادلة بالنسبة للزمن على النحو التالي:

$$\frac{dx}{dt} = v = wA\cos(wt + \phi) \quad \text{.....(2-47)}$$

واذا فاضلنا بالنسبة للزمن مرة أخرى ، حصلنا على تسارع الجسم المهتز.

$$\frac{dx}{dt} = a = - w^2 A \sin(wt + \phi) \quad \text{.....(2-48)}$$

وباستعمال معادلة الحركة التوافقية البسيطة يمكن كتابة التسارع على الشكل الآتي:

$$\alpha = - w^2 X \quad \text{.....(2-49)}$$

(2-10-3) الخواص العامة للحركة التوافقية البسيطة:

ان الحركة التوافقية هي شكل من اشكال الحركة الاهتزازية الوصفي اي شكل من اشكال هذه الحركة فان النتيجة المطلوبة حسب معرفة موقع الجسم كذا له مع الزمن وهذه الدالة نجدها بعد معرفة تسارع الجسم الذي يشبع من معرفة القوى الخارجية التي تؤثر على الجسم المهتز كما تم شرحه في السابق وتحتوي معادلة الحركة ثلاثة توابت دائما أولها موقع الجسم وثانيها سرعتها وهذان الثابتان يأخذان عند الزمن t= o ويسميان بالسوط البدائية للحركة والثابت الثالث يعتمد على طبيعة الجسم المهتز (كتلته أو عزم العصدر الذاتي له أحيانا) والقوى الخارجية المؤثرة عليه.

معادلة الموقع:

تتميز الحركة التوافقية البسيطة بانها نعطي بدالة مثل :

$$X = A\cos(wt + \emptyset)i \quad \text{.....(2-50)}$$

$$X = A\sin(wt + \emptyset)i \quad \text{.....(2-51)}$$

اي نعطي بدالة مثل cos أو sin في حين ان الحركات الاهتزازية الاخرى غير البسيطة فيمكن أن نعطي بالمعادلة العامة التالية:

$$X = \left(\sum_{N}^{\infty} A_n \cos(nw + \emptyset) + \sum_{n=0}^{\infty} X = A\sin(wt + \emptyset)i\right) \quad \text{.....(2-52)}$$

ونلاحظ ان المعادليتن في الاعلى لا يختلفان عن بعضها الا بالزاوية فان كانت

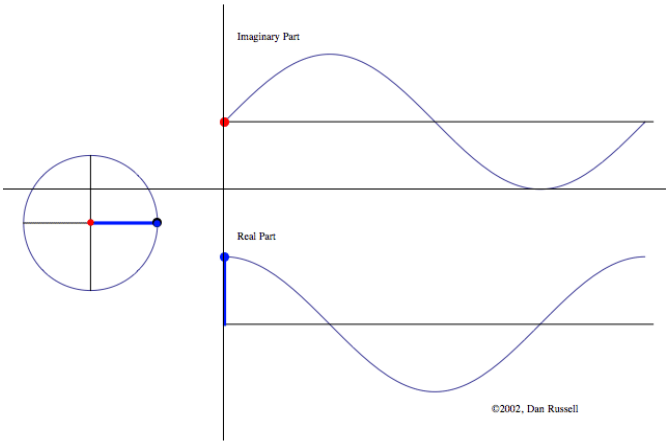
$$\emptyset = \pi\frac{}{}2 + \theta \quad \text{.....(2-53)}$$

فانهما تصبحان متساويتين ، لذا فاننا سنركز في تعاملنا على المعادلة الاول في مناقشة في مناقشة هذه الحركة.

(2-10-4) الحركة التوافقية البسيطه في بعدين :

بمكننا ان نتعمق أكثر في مفهوم الحركة التوافقية البسيطة ويكيزا تركيب حركتين موافقتين على بعضها البعض وذلك يربطها الحركة الدورانية لجسم وهو ما يعرف بالتمثيل الدائري ان المقصود بمبدأ تركيب توفقين على بعض بالتمثل الدائري جمعها جمعا جبريا وسنعرض ان مسار الحركتين اتجاه محور السينات (X-AXSS) والاخرى باتجاه محور الصادات (Y-AXIS) والتركيب في هذه الحالة هو ايجاد المحل الهندسي لهما معا وسنجد ان مسقط الحركة الدائرية لجسم ما على قطرين متعامدين للدائرية (Y.X) هي عبارة عن حركتين توافقتين بسيطين كما سنبين أدناه:

لنفرض ان جسم كتلته m يتحرك بسرعة زاوية ثابتة مقدارها w على دائرة نصف قطرها A باتجاه عكس عقارب الساعهكما هو موضح بالشكل()



الشكل(2-13)

ان موقع الجسم يعرف من خلال المتجة A وهذا المتجه له الاحداثيات (y/x) على محور السينات والصادات ويسمى المتجه A بمتجه الطور وهو عبارة عن

A= Xi + yj.....(2-54)

ولتعرض ان الجسم قد بدأ الحركة عند النقطة Q المعرفة بالاحداثيات العمودية Q(xi,yi) هي الزاوية التي تعرف موقع الجم عند البدء الحركة , اذن فالموقع

$\phi = \phi + wt$.....(2-55)

وهذا الموقع يمكن ايجاده من مركبين الموقع على محور السينات والصادات وهما المتجهين .

Xi = X = A cos (wt + ϕ)i.....(2-56)

$$yi = y = A \sin (wt + \phi\ )j \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(2\text{-}57)$$

كما يمكن ربط الحركة التوافقية البسيطة بتفسير مكافئ وهو ان المحل الهندسي لحركتين توافقتين بسيطتين على محورين متعامدين كالمعادلتين السابقتين هو معادلة حركة دائرية نصف قطرها A يمكن الحصول عليها بتربيع المعادلتين

$$y^2 + y^2 = A^2 \cos^2 (wt + \phi\ )iyi = y = A \sin (wt + \phi\ )j \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(2\text{-}58)$$

$$y^2 + y^2 = A^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(2\text{-}59)$$

وهذه هي معادلة دائرة نصف قطرها A

(2-10-5) الحركة التوافقية البسيطة المخمدة:

تطرقنا عند شرح الحركة التوفقية البسيطة المثالية الي ان القوة اتي تحدث صغيرة الحركة هي قوة محافظة كانت هذه القوة هي قوة النابض في حالة جسم مربوط بتابض وفي البترول الرخام وكانت قوة الجازبية لارضية في البترول البسيط ولكن مثل هذه الحركات تتعرض لقوى غير محافظة كقوة الاحتكاك مقاومة المائع (الهواء مثلا) التي تحاول اتخاذ هذه الحركة عن طريق تبريد الطاقة الميكانيكية التي تصحب حركة الجسم على شكل طاقة حرارية او طاقة ذاتية داخل الجسم أو خلال الوسط الذي ينتج القوة الغير محافظة.

ان مقاومة المائع او قوة الاحتكاك تتاسب طرديا مع سرعة الجسم بشكل تقريبي وعلى هذا الاساس فان قانون نيوتن الثاني الذي يصف حركة الجسم يمكن كتابته بشكل اكثر دقة كالتالي:

$$M\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - 6\frac{dx}{dt} \quad \text{.....(2-60)}$$

أو

$$M\frac{d^2x}{dt^2} + 6\frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad \text{.....(2-61)}$$

حيث بعض الجد مقاومة المائع او قوة الاحتكاك ولعبارة عن ثابت موجب يسمى معامل الاقماد . ان الحل للمعادلة التقاطعية:

$$X = A_0\, e^{(\frac{b}{zm}t)} \cos(w\,t + \emptyset)i \quad \text{.....(2-62)}$$

حيث تكون سعة الذبذبة في هذه الحالة هي $A = A_0\, e^{-w}\, 6t$

تتغير مع الزمن نتيجة لضياع جزء من الطاقة الميكانيكية للجسم المهتز الذي يتذبذب بذبذبة دائرية مقدارها w يمكن معرفها من تعويض المعادلة ينتج ان:

$$W = \sqrt{w_0^2 - \left(\frac{6}{zm}\right)^2} \quad \text{.....(2-63)}$$

$$\sqrt{w_0^2 - w^2} \quad \text{.....(2-64)}$$

اما قيمة الثابتان $\emptyset$و A0 فيمكن معرفتها من شريط بدء الحركة اي موقع وسرعة الجسم عند بداية الحركة اي عند الزمن t=0 ويسمى الثاب$\frac{6}{zm}w_6$

بالتردد الزاوي الاخمادي و Ao سعة الذبذبة عند بدء الحركة .

ان طبيعة الحركة الاهتزازية مع الزمن يعتمد على قيمة بالنسبة لقمة w_o

الفصل الثالث

❖ الأهتزازات

(1-1) مقدمة:

الارتجاف او الاهتزاز يعود الي تذبذبات الي حول نقطة اصلية فالاصل ان كل لجزيئات في العالم تتذبذب حول موضعها حتى في جزيئات المواد الصلبة ولكن الاهتزاز في الجسيمات المواد ا لصلبة يكون اقل ما يمكن وذلك بسبب وجود قوى التجارب بين الجزئيات.

هنالك بعض الاهتزازية الغير محببة مثل التي تؤدي الي هلاك الطاقة بدون استخدامها مثل ضوضاء الصوت على سبيل المثال حركة الحركات او اي جهاز ميكانيكي فهذا يفقد من الطاقة المنتجة لانه يؤدي الي استخدام جزء من الطاقة في عملية ا لاهتزاز .

دراسة الصوت الاهتزاز معلقين ببعضهما البعض . الصوت ، او موجات الضغط يتم توليدها عن طريق اهتزازات (مثل احيال ضوئية) موجات ، الضغط هذه من الممكن ان تولد اهتزازات في ا لتركيب (مثل طبلة الاذن) .

لاحظ عن محاولة تقليل الضوضاء نحاول تقلل الاهتزاز.

(3-1) تعريف الاهتزاز :

عبارة عن التذبذبات الميكانيكية حول نقطة توازن وهذه التذبذبات قد تكون كحركة دورية مثل حركة البندول .

او تكون عشوائيه مثل اهتزاز الطار في طريق وعر

وعلى سبيل المثال حركة الشوكة الرنانة ومكبر الصوت الذي يضاعفها اهتزازات الصوت والاهتزازات الصوت والاهتزازات اللازمة لتصحيح اداة الاجهزة المختلفة وفي اكثر الاحيان نكون الاهتزازات غير مرغوب فيها فقد تكون اهدار للطاقة وسببه الضوضاء على سبيل المثال الذبذبات الصادرة عن المحركات والمولدات الكهربائية او أي أداة ميكانيكية غالبا ما تكون غير مرغوبا بها.

(3-2)نواع الاهتزازات:

(3-2-1)الاهتزاز الحر: يحدث عندما ينطلق النظام الميكانيكي بسبب حركه اوليه ومن امثلة هذا الاهتزاز عندما يتم سحب الطفل علي ارجوحه ومن ثم السماح له بالذهاب او ضرب شوكه رنانه والسماح لها بالرنين

الاهتزاز القسري:تردد الاهتزاز هو تردد القوه او الحركه المؤثره مع ترتيب المقدار الذي يعتمد علي النظام الميكانيكي الفعلي

(3-2-2)الاهتزاز المتعدد:متعدد الاهتزازات او الهزاز المتعدد دائره كهربيه دائره كهربيه تستخدم لتنفيذ العديد من الاجهزه البسيطه ذات الحالتين ومنها المتذبذب والمؤقت

والقلاب يتميز متعدد الاهتزازات بجهاز تضخيم تزاوجها مقاومات اومكثفات وقد اطلقت تسمية متعدد الاهتزازات علي نوع معين من المتذبذبات المندر جه تحت التصنيف الاوسع لهذا النوع من الدوائر وسميت كذلك لأن الشكل الموجي كان غنيا بالتوافقيات وتصنف الاهتزازات المتعدده إلي ثلاثه انواع حسب مبدأ عمل الدائره هي:

(3-2-2-1)غير مستقر:

حيث لاتكون الدائره مستقره في اي من الحالتين فتتقلب من حاله لأخري بدون توقف وتعمل بمبدأ متذبذب استرخاء

(3-2-2-2)حادية الاستقرار:

حيث تكون احدي الحالتين مستقره وتكون الحاله الاخري غير مستقره(وتسمي عارضه)بسبب النبض ف الاشاره دخول الدائره إلي الحاله غير المستقره وبعد دخولها شكل الحاله تعود الدائره إلي الحاله المستقره بعد فتره زمنيه محدده يسفاد من شكل الدئره بخلق فتره زمنيه محدده تكون بمثابة ردة فعل لحدث خارجي وتعرف هذه الدائره بأسم االطلقه الواحده

(3-2-2-3)ثنائية الاستقرار:

حيث تكون الدائره مستقره ف كلتا الحالتين ويمكن قلبها من حاله لأخري بأستخدام نبضة زند وتستخدم هذه الدائره لحفظ بث المعلومات وتعرف ايضا بأسم القلاب

(3-2-3) الاهتزازات المخمدة:

الحركة الاهتزازية التي درساها حتى الان هي حركة اهتزازية لنظام أمثال حيث ان النظام يستمر في الاهتزاز الي ملا نهاية تحت تأثير قوة واحدة وهي القوة الاسترجاعية ولكن في الانظمة الحقيقية فان قوى غير محافظة مثل قوة الاحتكاك يكون لها تأثير لم يؤخذ في الحسبان ولهذا فان الطاقة الميكانيكية للنظام تضمحل مع مرور الزمن ونقول عن هذه الحركة بأنها حركة مخمدة.

ومن انواع الحركة المخمدة حركة سقوط جسم في السائل حيث تتولد في السائل قوة مضادة تعمل على تقليل سرعة الجسم وتتناسب القوة المضادة مع سرعة الجسم واتجاه القوة في عكس اتجاه الحركة . وهذه القوة المضادة يمكن التعبير عنها على أنها .

$$R = bv \quad 1-1 \qquad (1-3)$$

ط= ثابت يعرف بمعامل الاخماد.

والقوة الاسترجاعية للنظام هي kx – من الممكن الان ان نطبق قانون نيوتن الثاني على النحو التالي:

$$\sum fx = -kx - b\,vx = max \qquad \text{.....(3-2)}$$

$$- kx - b \quad \text{(3-3)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ويمكن ان نسبط المعادلة ك

$$X = A e^{\frac{b}{2m}t} \cos(w t + \phi) \quad \text{(3-4)} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

حيث ان التردد الزاوي يتذبذب بـ $w = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (3-5)

$$w = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(3-6)}$$

$$w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(3-7)}$$

W_0= التردد الطبيعي للنظام في حالة غياب الحركة غير المخمدة

وبزيادة قيمة الثابت ط فان سعة الاهتزازات تتناقص بسرعة أكثر وعند ، تصل b الي قمة حرجة b_o مثل $b_o / 2m\, w_2$ وفي هذه الحالة لا يوجد اهتزازات وتسمى هذه الحالة بالاخماد الحرج وعند الاخماد الحرج فان النظام لا يظهر حركة اهتزازية انما يتحرك النظام النظام في اتجاه نقطة الاتزان ويتوقف عن الحركة ولا يمكن ان يتجاوز نقطة الاتزان . واذا كانت لزوجة الوسط عالية بحيث ان القوة المضادة أكبر من القوة الاسترجاعية اي ان :

$$R_{max} = bv_{max} > KA \quad \text{(3-8)} \ldots\ldots\ldots \quad \underline{\qquad} \; 1-4$$

$$> w_o \quad \text{(3-9)} \ldots\ldots\ldots$$

فان النظام في هذه الحالة يكون فوق حد الاخماد وهنا اذا اعطى للنظام ازاحة فانه يتذبذب انما يعود الي نقطة الاتزان وكلما زاد الاخماد فان الزمن اللازم للنظام لكي يعدد الي نقطة الاتزان تزداد .

في حالة وجود احتكاك في النظام فانه في حالة فوق حد الاخماد وتحت حد الاخماد تؤول طاقة ا لمتذبذب الي الصفر والفقد في الطاقة الميكانيكية يتحول الي طاقة داخلية للجسم والوسط الذي يتذبذب فيه الجسم .

(3-2-4)الاهتزاز القسري:

هو ظاهره فيزيائيه حيث يتم اجبار جسم علي جسم اخر علي الاهتزاز بنفس تردده عند تلامسهماعندما ينزاح المهتز من موضع توازنه ويترك حرا فإنه سوف يهتز بتردد يعتمد علي ثوابت المرونه والقصور الزاتي وان مايساعد علي استمرار الاهتزاز هو الطاقه المخزونه في المهتز من بداي الحركه الاهتزازيه ولكن بسبب المقاومه الاحتكاكيه التي تكون موجوده مهما كانت صغيره فإن سعة الاهتزاز ستضائل بالتدرج مع الزمن حيث يتوقف المهتز عن الاهتزاز ولكي نحتفظ علي استمرار الاهتزاز يجب ان يزود المهتز بالطاقه بأستمرار للتغلب علي تأثير المقاومه الاحتكاكيه .وأذا كانت الوسيله علي تزويد المهتز بالطاقه علي شل قوه خارجيه دوريه فعندئذ يقال بأن المهتز في حالة اهتزاز قسري او مجبر.

وبوجود الاهتزاز القسري سيكون الجسم المهتز خاضعا لثلاث قوي انيا":

أ-قوة الاستعاده

ب-قوة الاحتكاك

ج-القوه الخارجيه الدوريه

(3-2-5) الاهتزازات الميكانيكية :

الاهتزازات الميكانيكيه : عبارة عن التذبذبات الميكانيكية حول نقطة توازن هذه قد يكون دورية كحركة البندول أو تكون عشوائي ، مثل اهتزازات الاطارات في طريق وعر، الاهتزازات احيانا تكون " مرغوبا فيها" وعلى سبيل المثال حركة الشوكة الرنانة ومكبر الصوت الذي يضاعف اهتزازات الصوت والاهتزازات اللازمة لتصحيح أداء الاجهزة المختلفة وفي أكثر الاحيان تكون الاهتزازات غير مرغوب فيها ، فقد تكون اهدار للطاقة ومسببة للضوضاء على سبيل المثال، الذبذبات الصادرة عن المحركات والمولدات الكهربائية أو اي ميكانيكية غالبا ما تكون غير مرغوب بها. وكذلك الاهتزازات الناجمة عن الاختلال في حركة الاجزاء الدورانية وحتى الاحتكاك ، أثناء تشابط اسنان التروس ، وما أدي الي ذلك ا لتصاميم الاحترافية تأخذ في الاعتبار تقليل الاهتزازات قدر المستطاع . ومن الضروري القول بان هنالك ارتباطا وثيقا بين دراسة الصوت ودراسة الاهتزازات .

فالصوت عبارة عن " موجات ضغط " يتم انشاؤها بواسطو أجسام اهتزازية لا مثل الحبال الصوتية ، أيضا يمكن لهذه الموجات هز اجسام كطبلة الاذن . وبالتالي غالبا ما يكون حل مشاكل الضجيج مرتبط بمحاولا التقليل من الاهتزازات المسببة له.

(3-3) المصادر المهتزة:

(3-3-1)الأعمدة الهوائية المهتزة مفتوحة الطرفين :

من أبسط الامثلة للأصوات الصادرة عن عمود هوائي مهتز أبنوبة الأرغن التي تعتبر مثالا مميزا لجميع أجهزة النفخ .

فان ترك أحد طرفي الانبوبة مفتوحا وأرسل تيار هوائي من الاخر ، لأمكن توليد موجات طولية موقوفة في الانبوبة . ويتم الرتين في هذا العمود الهوائي عندما يمكن طول عدد صحيحا من انصاف أطوال الموجات أومن الأنوبة المفتوحة الطرفين يناطر التردد الاساسي " تقريبا" ازامية الا عقدية " بطن" عند كل طرفيها ازاحة عقدية في منصف الابنوبة .

(3-3– 2) الاعمدة الهوائية المهتزة المغلقة من أحد الطرفين:

اما في حالة الانبوبة المغلقة الطرف ، فتتكون عند هذا الطرف عقده ازاحة وفي الانماط المختلفة للاهتزازات داخل انبوبة مغلقة يلاحظ ان المساة بين اي عقدةالبطن التالية لها عبارة عنربع الطول الموجي والتي تساوي طول عمود الهواء.

اي ان طول عمود الهواء في حالتنا تلك سيصبح أما مساويا تسريع الطول الموجي أو ثلاث أرباع أوخمسية ارباع أو سبعة وهكذا . وعليه فان التردد الاساسي سيكون " تقريبا" الذي يتساوى ونصف مثيلة لانبوبة معتوحة لها نفس

الطول اما النعمات الفوقية التي يمكن ان تكون داخل الابنوبة فهي فقط تلك التي تنطبق فيها العقدة عند الطرف المغلق والبطن " تقريبا " عند الطرف المفتوح .

(3-4) الرنين:

يصورة عامة عندما تقع اية مجموعة لها القدرة على عمل ذبذبات تحت تأثير سلسلة دورية من الدفعات لها تردد يساوي او يكاد يساوي الطبيعي للمجموعة المتذبذبة فان المجموعة تذبذب بذبذبات ذات سعة كبيرة.

تعرف هذه الظاهرة بـ الرنين ويقال ان المجموعة تتجاوب مع الدفعات المؤثرة لنعتبر فيها ثبت طرفاه فيمكن انشاء الذبذبات او الموجات الموقوفة في هذا الخيط بشرط ان تكون نقطتا النهايه عقدتين وقد يوجد عدد من العقد او لايوجدبين الطرفين وبالتالي فإن اطوال المزجات الموقوفه ف الخيط يمكن ان تتخذ قيما مختلفه والمسافه بين عقدتين متتاليتين هي (Y÷2)وعليه فإن طول الخيط (L)يجب ان يكون عددا صحيحا(N) من انصاف اطوال الموجات(Y÷2)

فإذا مابدأت اهتزازه في خيط وترك لنفسه فإن الذبذبات سرعان ماتتلاشي تدريجياوتضائل نتيجه لتشتت الطاقه خلال الحاملين المرنين عند الطرفين ونتيجه لمقاومة الهواء للحركه إما اذا وردت المجموعه المهتزه بالطاقه من خلال قوه دافعه خارجيه ترددها قريبا من التردد الطبييعي للخيط فإن الخيط سيتذبذب بهذا التردد في سعه كبيره ونتيجه لأن الخيط عددا كبيرا من الزرات الطبيعيه فإن الرنين يتلم لترددات مختلفه كثيره

من خلال المناقشه توصلنا الي الاتي:

1-الانتشار الموجي هو من اهم وسائل نقل الطاقه بكافة اشكالها

2- الاضطراب عباره عن دوائر متحدة المركز تنتج عند اسقاط حجر في حوض ماء ساكن

3- تنتشر الموجات الصوتيه نتيجه لأهتزاز جزيئات الهواء

4- الحركه الموجيه تشمل علي الماده ككل حيث تشترك الجسيمات المكونه لهذه الماده في الحركه بصوره منظمه

5-جزيئات الوسط تتحرك بشكل متعامد او مواز لأتجاه حركة الموجه حول موقع ثابت

6- الأهتزاز يعود الي تذبذبات حول نقطه اصليه

7- بسبب وجود قوي التجاذب بين الجزيئات يكون الاهتزازفي جسيمات المواد الصلبه اقل مايمكن

8- عندما نريد ان نقلل الضوضاء نقلل الأهتزاز

المصادر والمراجع:

1- سلسلة ملخصات شوم – الفيزياء الجامعيه 11- الفصل الاول

2- الفيزياء العامه –الجزء الاول – الطبعه1990م – د:خليل وشاح''' -د:معروف عبدالله

3- الاهتزازت والامواج - د:عبدالله موسي – الطبعه 2011م-1432هـ

4- اساسيات العلوم الفيزيائيه – د:احمد فؤاد باشا – الطبعه 2008م-1429هـ

5- فيزياء الجسيمات والامواج – ميرفانا خالد – الطبعه 2010م – 1431هـ

6- الفيزياء العلميه 2 – د :محمد احمد عز العرب- د: احمد شوقي عمار