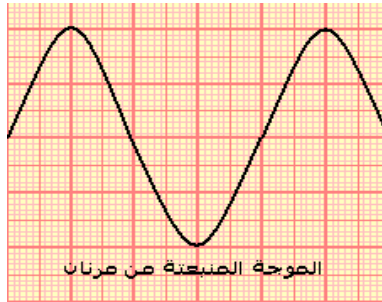
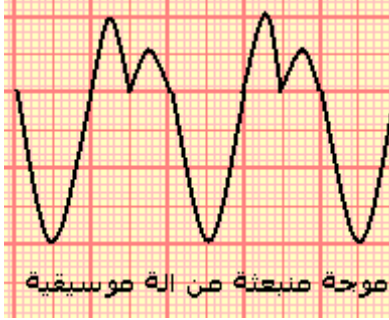


الموجات الميكانيكية المتتالية الدورية Les ondes mecaniques progressives periodiques



I – الموجة الميكانيكية المتتالية الدورية

النشاط التحريبي 1 الموجات الصوتية

بواسطة راسم التذبذب و ميكروفون نعاين موجتين صوتيتين:

– موجة منبعثة من آلة موسيقية :

– موجة منبعثة من مرنان Diapason

1 – هل هذه الموجات دورية ؟

الموجة المنبعثة من آلة موسيقية دورية ونفس الشيء

بالنسبة للموجة المنبعثة من المرنان .

الموجات الصوتية موجات ميكانيكية متتالية ودورية .

لأن التشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار يتغير بشكل

دوري مع الزمن .

2 – قارن بين الرسمين التذبذبيين المحصلين .

الموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية موجة ميكانيكية متتالية

دورية بينما الموجة المنبعثة من المرنان هي موجة متتالية

دورية جيبية . لأن تغير التشوه هو عبارة عن دالة زمنية

بالنسبة للزمن t .

3 – علما أن زر الحساسية الأفقية لراسم التذبذب ضبط على القيمة $0,5ms$ ، أحسب الدور T

لكل من الموجتين الصوتيتين واستنتج تردد الموجة الصوتية المنبعثة من المرنان .

* الموجة الصوتية المنبعثة من الآلة الموسيقية : $T=2.0,5.10^{-3}s=10^{-3}s$

* الموجة المنبعثة من المرنان : $T=2.10^{-3}s$.

نسمي T بالدورية الزمنية للموجة الميكانيكية المتتالية .

II – الموجة الميكانيكية المتتالية الجيبية

1 – تعريف بالموجة المتتالية الجيبية

النشاط التحريبي 2 الموجات الميكانيكية طول الحبل

تتحرك شفرة معدنية تحت تأثير كهرومغناطيس بتردد $100Hz$. يتكون وسط الانتشار من حبل

مشدود تثبت أحد طرفيه بنهاية الشفرة ، بينما يوضع على الطرف الثاني في كأس به ماء

لامتصاص الموجة .

نستعمل في هذه التجربة جهاز كهربائي يسمى بالوماض :

جهاز إلكتروني يصدر ومضات ضوئية سريعة في مدد زمنية متتالية ومتساوية T_e ، ويحتوي على

زر يمكن من تغيير وضبط تردد الومضات v_e .

نضيء الخيط بواسطة الوماض ونضبط التردد v_e للومضات على أكبر قيمة تمكن من ملاحظة

توقف ظاهري للحبل . في هاته الحالة تردد الومضات هو تردد حركة الحبل .

نغير قيمة تردد الوماض قليلا بالنسبة للقيمة v_e : $v_e + \epsilon$ و $v_e - \epsilon$

$v_e + \epsilon$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للحبل في نفس منحى انتشار الموجة .

$v_e - \epsilon$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للحبل في المنحى المعاكس لمنحى انتشار الموجة .

استثمار

1 – كيف هو شكل الحبل في غياب الوماض ؟

– نلاحظ أن شكل الحبل مضرب ، غير واضح ،

2 -

للحبل . بين أن حركة كل نقطة M من الحبل مستقيمة جيبية ، ترددها مساو لتردد الشفرة المهتزة .

– عندما يكون تردد الوماض يساوي تردد حركة الحبل أي تردد المنبع S نلاحظ توقف ظاهري للحبل .

المنبع S له استتالة دورية دورها T ، أي أن الدالة $Y_S=f(t)$ دالة جيبية بالنسبة للزمن t نفس الشيء بالنسبة لجميع النقط المنتمية للحبل . نقول أن **الموجة المتوالية جيبية**

تعريف :

الموجة المتوالية الدورية الجيبية هي موجة يكون المقدار الفيزيائي المقرون بها دالة جيبية بالنسبة للزمن .

2 – الدورية الزمانية

للموجة المتوالية الجيبية دورية زمانية T_M يساوي دور المنبع S أي $T_M=T_S$. وهذا الدور T_S يساوي دور الوماض T_e .

3 – الدورية المكانية

– الشكل جانبه يمثل مظهر الحبل في لحظة t بالسلم الحقيقي . بحيث يكون على شكل جيبي $y=f(x)$ (دالة جيبية) والتي تمثل مظهر الحبل في لحظة t . يتميز هذا المنحنى **بدورية مكانية** تسمى **طول الموجة ويرمز لها ب λ**

4 – تعريف بطول الموجة

نسمي **طول الموجة المسافة الفاصلة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الحركة في نفس الوقت** . ونعرف كذلك **طول الموجة بالمسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة T**

$$\lambda = V.T = \frac{V}{\nu}$$

λ : طول الموجة (m)

V : سرعة انتشار الموجة (m/s)

ν : تردد الموجة (Hz)

1 – قس المسافتين M_1M_2 و M_2M_3 و M_1M_3

2 – قارن الحالات الاهتزازية للنقط M_1 ، M_2 ، M_3 . هذه النقط لها نفس الحركة في نفس الوقت .

3 – أكتب المسافات M_1M_2 و M_2M_3 و M_1M_3 بدلالة λ .

$$M_1M_2=\lambda \text{ و } M_1M_3=2\lambda$$

بصفة عامة إذا كانت المسافة التي تفصل بين نقطتين M و N من الحبل تساوي عددا صحيحا لطول الموجة λ أي أن

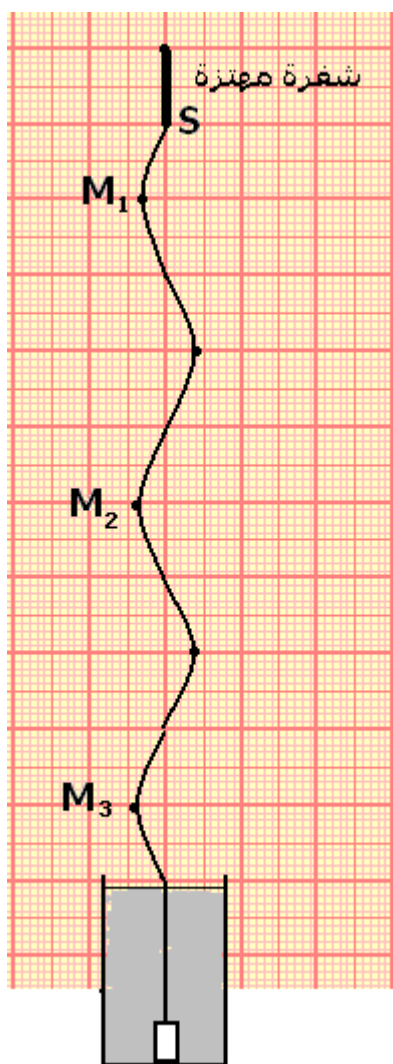
$$SN - SM = k\lambda \quad k \in N^*$$

فإن النقطتين تهتزتان على توافق في الطور .

وإذا كانت المسافة التي تفصل بين نقطتين من الحبل M و P

تساوي عددا فرديا لنصف طول الموجة :

$$SM - SP = \frac{(2k+1)\lambda}{2} \quad k \in N^*$$



فإن النقطتين تهتزان على تعاكس في الطور .

III - الإبراز التجريبي لظاهرة حيود موجة ميكانيكية متوالية جيبية

1 - الموجة المتوالية الدائرية والموجة المتوالية المستقيمة

أ - الموجة المتوالية الحسية الدائرية

1 - دراسة تحريكية : الموجة المتوالية على سطح الماء

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة مسمار متصل بهزاز كهربائي ، حركة اهتزازية دائمة أو مصونة ترددها 100Hz . وتقاديا لانعكاس الموجة نكسو جوانب الحوض بالقطن التي يمتصها .

1 - ماذا نلاحظ في غياب الوماض ؟

نلاحظ على سطح الماء تموجات دائرية تنشأ عند

رأس المسمار وتنتشر على سطح الماء .

لدينا موجات ميكانيكية متوالية جيبية .

ملحوظة :

خط الموجة وشعاع الموجة

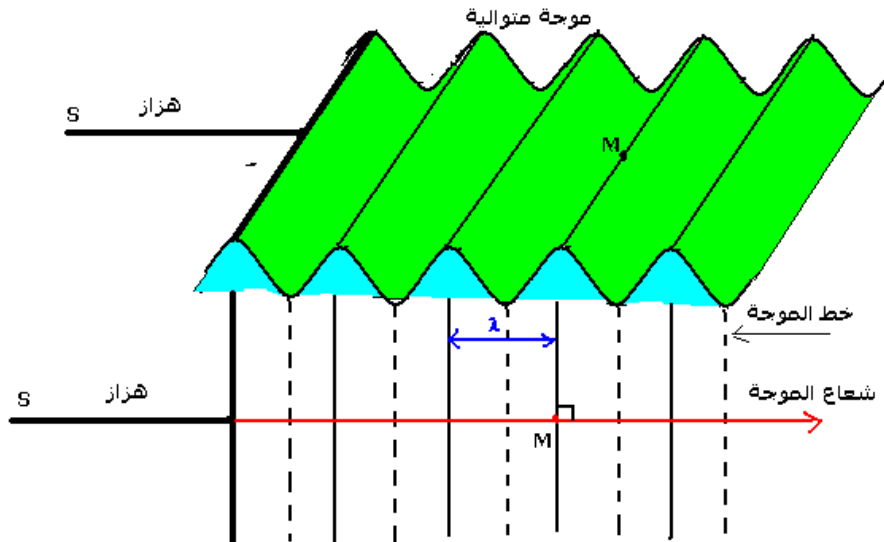
- جميع نقط وسط الانتشار المتواجدة على نفس الدائرة تهتز بكيفية مماثلة . نقول أن هذه النقط تنتمي إلى نفس خط الموجة ويسمى المستقيم SM العمودي على خط الموجة شعاع الموجة منناه هو منحى انتشار الموجة

ب - الموجة المتوالية المستقيمة

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة صفيحة أفقية متصلة بهزاز كهربائي حركة اهتزازية دائمة . وتقاديا لانعكاس الموجة ، نكسو جوانب الحوض بالقطن من امتصاصها .

نلاحظ أن حركة الصفيحة تحدث على سطح الماء تموجات مستقيمة ، وهكذا نحصل بواسطة هذه الطريقة على موجات متوالية مستقيمة .

خطوط الموجة عبارة عن مستقيمات متوازية مع مستوى الصفيحة وأشعة الموجة متوازية فيما بينها وعمودية على خطوط الموجة .



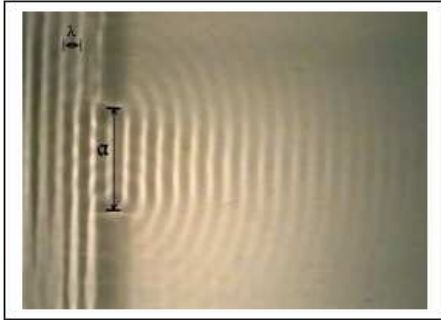
2 _ ظاهرة الحيود

2 _ 1 حيود الموجات الميكانيكية على سطح الماء بواسطة فتحة صغيرة

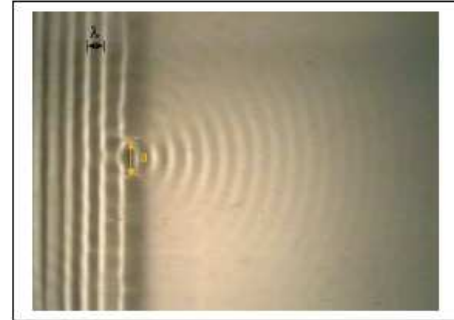
تجربة :

نضع رأسيا في حوض الموجات ، وعلى استقامة واحدة صفيحتين على شكل مستطيل ، مكسوتين بمادة (قطن أو إسفنجة) ماصة للموجات الواردة . ونقرب الصفيحتين بحيث نحتفظ بفتحة بينهما عرض الفتحة هو ℓ .
نحدث على سطح الماء ، بواسطة هزاز ، موجة مستقيمة واردة موازية لسطح الصفيحتين .

Photographie 1



Photographie 2



ملاحظات

الحالة الأولى: $\ell \gg \lambda$. يلاحظ

عند إضاءة سطح الماء بومضض ضبط على تردد الومضات التي تظهر توقف الموجات الواردة ، نلاحظ موجة تجتاز الفتحة الصغيرة لتنتشر وراء الصفيحتين الحاجزتين .

الفتحة تحد من انتشار الموجة

المستقيمة في الوسط الثاني على

عرض الفتحة . نقول إن الفتحة تحجب الموجة الواردة .

الحالة الثانية: $\ell \approx \lambda$ نلاحظ تحت الومض ، تولد موجة دائرية عن الموجة المستقيمة

الواردة على مستوى الفتحة . فتبدوا كأن

موجة دائرية منبعثة من منبع وهمي يوجد

في الفتحة : نسمي هذه الموجة

بالموجة المحيدة وهذه التجربة تبرز

ظاهرة الحيود .

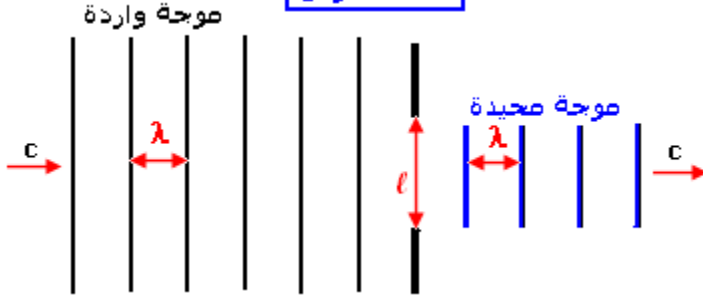
خصائص الموجة المحيدة

* التوقف الظاهري للموجتين الواردة

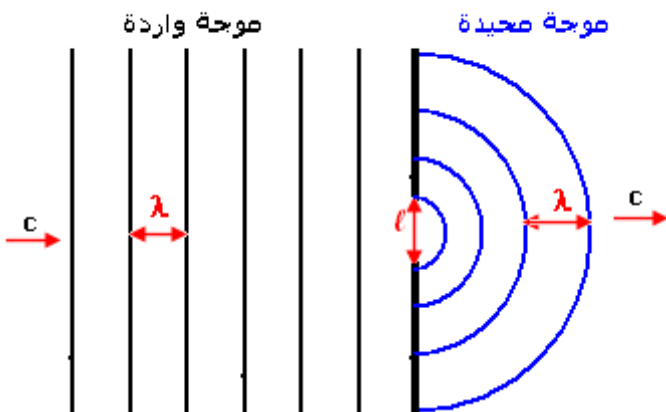
والمحيدة تحت ضوء الومض ، يدل على أن

لهما نفس التردد N .

الحالة الأولى



الحالة الثانية



* وبما أنهما ينتشران في نفس الوسط إذن لهما نفس سرعة الانتشار C وبالتالي فلهما نفس طول الموجة λ .
خلاصة :

يحدث حيود موجة واردة على مستوى فتحة عرضها يقارب بقليل طول الموجة للموجة الواردة .

للموجتين الواردة والمحيطة نفس سرعة الانتشار c ونفس التردد N ونفس طول الموجة λ

2 _ 2 حيود الموجات الصوتية

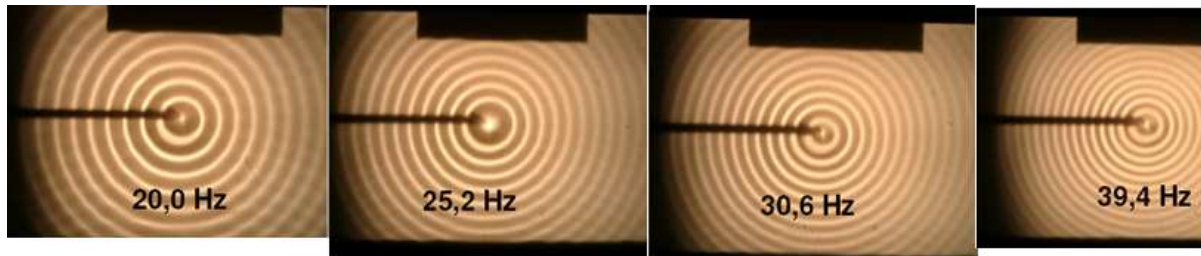
مثال : لاستقبال صوت وارد من خارج حجرة
نقط الحجرة ويعزى هذا إلى حيود الصوت عند اجتيازه الباب .
يحدث في الهواء حيود موجات صوتية الخفيفة ذات طول الموجة يقارب المتر $\lambda \approx 1m$
والموجات الصوتية المتوسطة ذات طول الموجة يقارب الديسيمتر $\lambda \approx 1dm$ على مستوى الفتحات (البواب والنوافذ ...) .
أما الموجة الصوتية الحادة ، فلا يحدث لها حيود نقول أن انتشارها موجه . مثال ، الموجات فوق الصوتية ذات التردد أكبر من $2.10^{14}Hz$.

3 _ ظاهرة التبدد Phénomène de dispersion

تجربة :

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة مسمار متصل بهزاز كهربائي ذي تردد قابل للضبط حركة اهتزازية دائمة .
نضئ سطح الماء بومض ، نضبط تردد ومضاته على تردد يساوي تردد الهزاز فنحصل على توقف ظاهري للموجات المتوالية الدائرية .
نقيس طول الموجة λ بالنسبة لمختلف قيم التردد N ونحسب السرعة V سرعة انتشار الموجة على سطح الماء .

N(Hz)	20,0	25,0	30,0	35,0
$4\lambda(m)$	4	3,6	3,2	2,8
$\lambda(m)$				
$V(m/s)$				



استنتاج : أن V سرعة انتشار موجة متوالية على سطح الماء تتعلق بالتردد N و هو يساوي تردد المنبع . نقول أن الوسط مبدد .
أمثلة لأوساط غير مبددة للموجات :
• الموجات الصوتية $20000Hz > N > 20Hz$ في الهواء ، في هذه الحالة الهواء غير مبدد لهذه الموجات .
ملحوظة : بالنسبة للموجات الصوتية ذات وسع أكبر يصبح الهواء في هذه الحالة مبدد لها .
نفس الشيء بالنسبة للموجات فوق الصوتية .

وصول صوت الرعد ناتج عن أن الهواء وسط مبدد للموجات الصوتية ذات وسع أكبر . الصوت الخفيض ينتشر بسرعة أقل من الصوت الحاد .

- تلعب ظاهرة التبدد دور أكبر في البصریات .

الموجات الضوئية أو البصرية تختلف عن الموجات الميكانيكية فهي تنتشر بنفس السرعة في الفراغ .