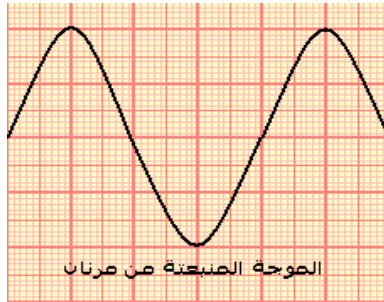
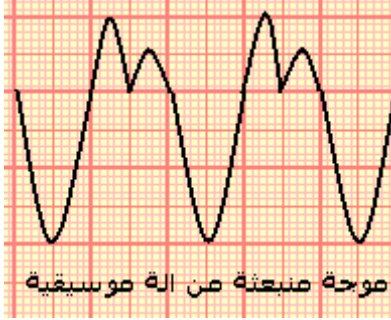


## الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية Les ondes mecaniques progressives periodiques



### I – الموجة الميكانيكية المتوالية 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 متوالية 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 متوالية

دورية بينما الموجة المنبعثة من المرنان هي موجة متوالية

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 المتوالية .

### II – الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية

#### 1 – تعريف بالموجة المتوالية الجيبية

#### النشاط التحريبي 2 الموجات الميكانيكية طول الحبل

تتحرك شفرة معدنية تحت تأثير كهرمغناطيس 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  $v_e$  .

نضياء 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 .

تغير 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 -

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

– عندما يكون تردد الوماض يساوي تردد حركة الجبل أي تردد المنبع S نلاحظ توقف ظاهري للجبل .

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 للجبل . 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 الجبل في لحظة t بالسلم الحقيقي . بحيث يكون على شكل جيبية  $y=f(x)$  ( دالة جيبية )

والتي تمثل مظهر الجبل في لحظة t . يتميز هذا المنحنى **بدورية مكانية** تسمى **طول الموجة** ويرمز لها ب  $\lambda$

## 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

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

$\lambda$  : طول الموجة (m)

v : سرعة انتشار الموجة (m/s)

$\nu$  : 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  $\lambda$  .

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

بصفة عامة إذا كانت المسافة التي تفصل بين نقطتين M و N من الجبل تساوي عددا صحيحا لطول الموجة  $\lambda$  أي أن

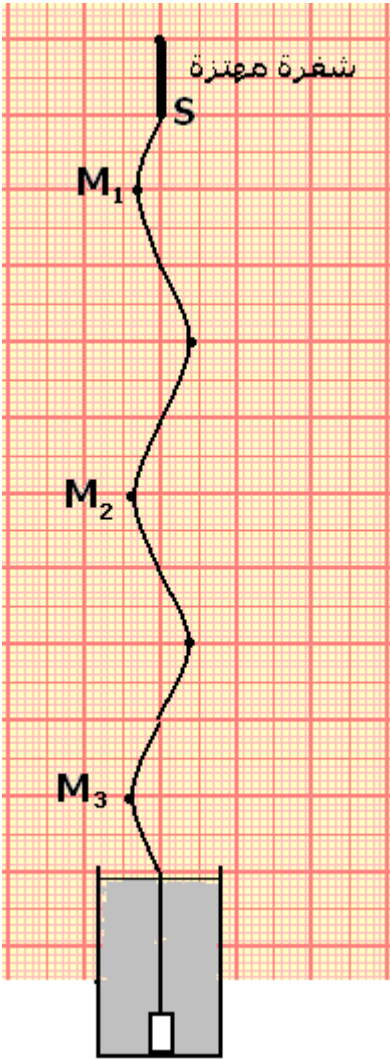
$$SN - SM = k\lambda \quad k \in N^*$$

فإن النقطتين تهتزتان على توافق في الطور .

وإذا كانت المسافة التي تفصل بين نقطتين من الجبل 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 الجسبة الدائرية

1 – دراسة تجريبية : 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 . وتغاديا 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

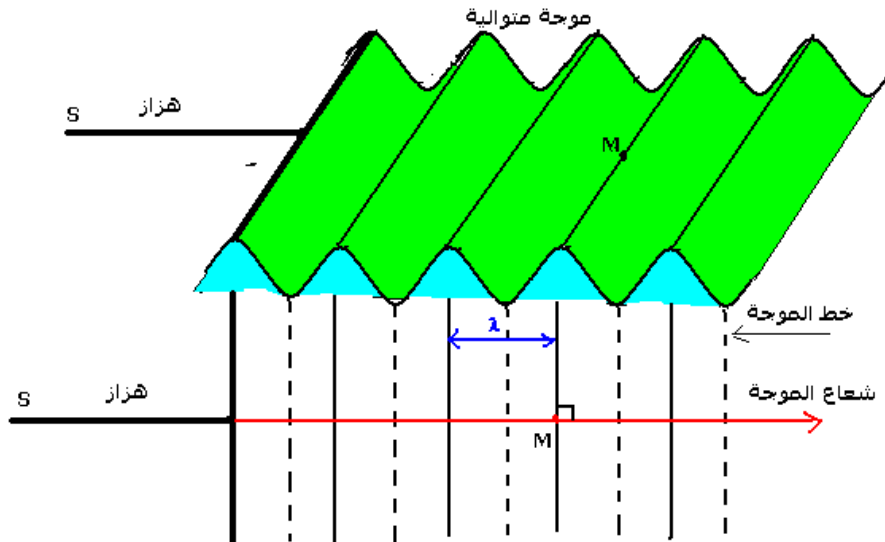
- جميع نقط وسط الانتشار المتواجدة على نفس الدائرة تهتز بكيفية مماثلة . نقول أن هذه النقط تنتمي إلى نفس خط الموجة ويسمى المستقيم SM العمودي على خط الموجة شعاع الموجة منناه هو منحنى انتشار الموجة

##### ب – الموجة المتوالية المستقيمة

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة صفيحة أفقية متصلة بهزاز كهربائي حركة اهتزازية دائمة . وتغاديا 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 .



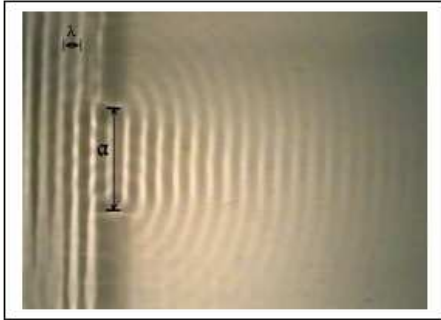
## 2 \_ ظاهرة الحيود

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

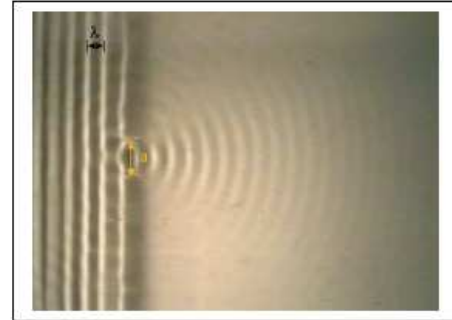
تجربة :

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:**  $l \gg \lambda$  . 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:**  $l \approx \lambda$  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 المحيطة** وهذه التجربة تبرز

**ظاهرة الحيود** .

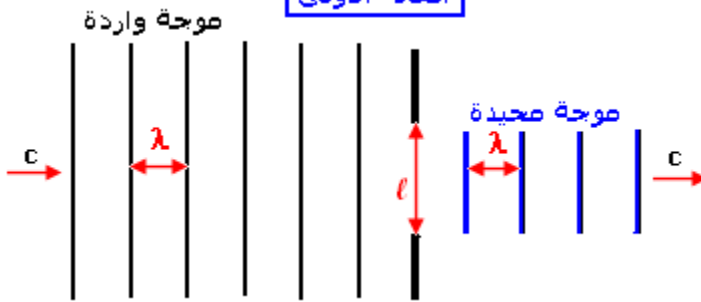
خاصيات الموجة المحيطة

\* التوقف الظاهري للموجتين الواردة

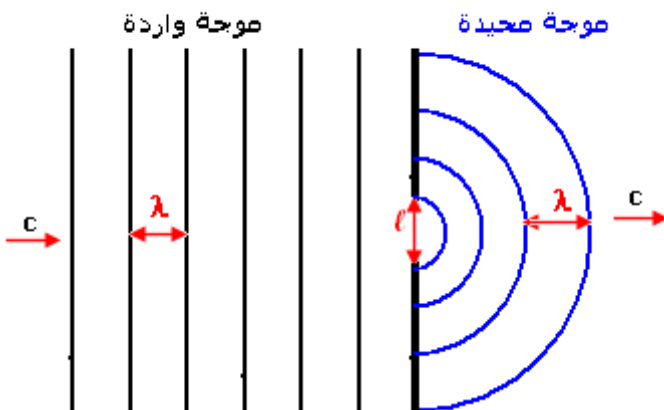
والمحيطة تحت ضوء الومض ، يدل على أن

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  $\lambda$  .

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  $\lambda$**

## **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**

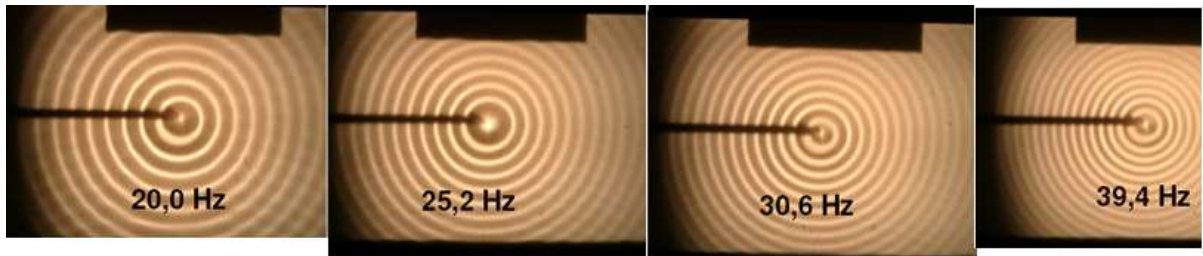
**تجربة :**

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة مسمار متصل بهزاز كهربائي ذي تردد قابل للضبط حركة اهتزازية دائمة .

نضياء سطح الماء بوماض ، نضبط تردد ومضاته على تردد يساوي تردد الهزاز فنحصل على توقف ظاهري للموجات المتوالية الدائرية .

نقيس طول الموجة  $\lambda$  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  $20Hz < N < 20000Hz$  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 البصرات .

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