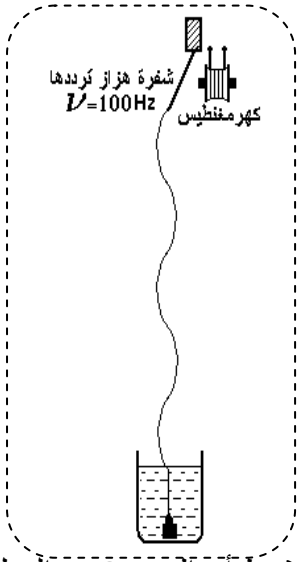
الوحدة : 2

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية
LES ONDES MECANIQUES PROGRESSIVES PERIODIQUES

النشاط الإشكالي : يمكن اعتبار أمواج البحر موجات متوالية دورية . فما الموجة المتوالية الدورية؟ و ما خاصياتها ؟

1. الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية: L' onde mécanique progressive périodique

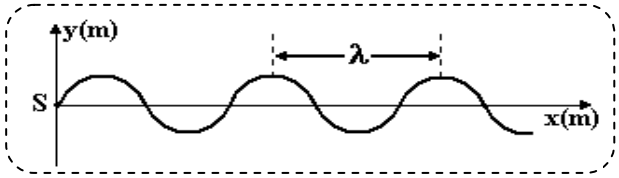


*** نشاط تجريبي :**

نضع قطعة ورق بيضاء على نقطة **M** من الحبل ، نشغل الهزاز و نضيء الحبل بواسطة وماض .

*** استثمار:**

- يمكن مشاهدة موجة متوالية دورية طول الحبل .
- إن أخذ صورة للحبل في لحظة ما ، يظهر وجود دورية مكانية .

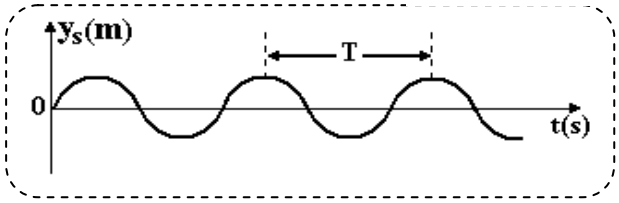


- عند ضبط تردد الوماض على القيمة υ_e = **100Hz** التي تساوي تردد المنبع S، نلاحظ أن المنبع S والحبل يظهران متوقفين، مما يدل على أن حركة كل نقطة من الحبل لها نفس دور المنبع S :

$$T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{100Hz} = 10^{-2}s = 10ms$$

- ينجز الطرف S لشفرة الهزاز حركة مستقيمية جيبية. تكتب استطالة النقطة S على الشكل التالي :

$y_S(t) = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$ حيث **A** : وسع حركة S و **T**: دورها و يميز الدورية الزمانية.



معجم المصطلحات العلمية

هزاز: vibreur - وماض: stroboscope - استطالة : élongation - دورية: periodicité
مكانية: spatiale - زمانية : temporelle - طول الموجة : longueur d'onde

1.1. تعريف :

تكون الموجة المتوالية دورية إذا كان التطور الزمني للتشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الإنتشار دوريا .

1.2. الدورية المكانية :

تظهر في وسط الإنتشار دورية مكانية في لحظة t، إذا كانت حركة منبع الموجة دورية .

1.3. الدورية الزمانية :

الدور الزمني T لموجة متوالية دورية هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من وسط الإنتشار الى نفس الحالة الإهتزازية.

2. الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية: L' onde mécanique progressive sinusoidale

2.1. تعريف:

الموجة المتوالية الدورية الجيبية هي موجة يكون المقدار الفيزيائي الذي يقاس به التشوه دالة جيبية بالنسبة للزمن .

2.2. طول الموجة:

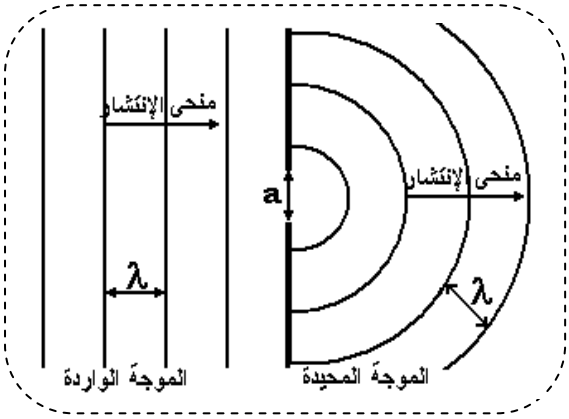
نسمي طول الموجة λ المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة T.

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

m $m.s^{-1}$ s Hz

تقوم نقطتان بنفس الحركة في نفس الوقت إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما تساوي $n\lambda$ (n عدد صحيح) ، نقول إن النقطتين تهتزان على توافق في الطور .

3. ظاهرة الحيود : Phénomène de diffraction



*** نشاط تجريبي :**

نحدث موجات مستقيمية في حوض للموجات، ترددها يقارب 10 Hz و نضيء سطح الماء بالوماض لنشاهد توقفا ظاهريا لجميع نقط سطح الماء. نقيس طول الموجة λ بعد وضع مسطرة شفافة داخل الحوض. نضع في الحوض صفيحتين تكونان حاجزا به فتحة عرضها a ، نعيد التجربة عدة مرات، وفي كل مرة نغير عرض الفتحة a حيث تأخذ هذا الأخير القيم : 0,5λ و λ و 2λ و 5 λ .

معجم المصطلحات العلمية

حوض الموجات : cuve à onde - توقف ظاهري: immobilité apparente - محيدة: diffractée
موجة محجبة : onde diaphragmée

* **استثمار :**

ـ إذا كان عرض الفتحة يقارب طول الموجة للموجة الواردة ($a = \lambda$) أو أقل منها ($a < \lambda$) ، نلاحظ تولد موجة دائرية عن الموجة المستقيمية الواردة على مستوى الفتحة، حيث تبدو كأنها انبعثت من منبع وهمي يوجد في الفتحة . للموجة الدائرية نفس طول الموجة للموجة المستقيمية .

ـ إذا كانت $a > \lambda$ ، نحصل على موجة مستقيمية محجبة.

* **حصيلة النشاط**

يحدث حيود موجة واردة على مستوى فتحة عرضها a يقارب طول الموجة للموجة الواردة أو أقل منها . للموجتين الواردة والمحيدة نفس التردد و نفس طول الموجة و نفس سرعة الانتشار .

4. الوسط المبدد : Le milieu dispersif

* **نشاط تجريبي :**

نحدث موجة دائرية في حوض للموجات ، نضبط υ تردد الموجة الدائرية على قيم مختلفة ، و في كل مرة نضيء سطح الماء بالوماض حيث نشاهد توقفا ظاهريا لجميع نقط سطح الماء . ثم نقيس طول الموجة λ الموافق بعد وضع مسطرة شفافة داخل الحوض. ندون النتائج في جدول:

35	30	25	20	N (Hz)
0,7	0,8	0,9	1	λ (cm)
0,25	0,24	0,23	0,20	v ($m.s^{-1}$)

لحساب سرعة الانتشار v نستعمل العلاقة : $\mathbf{v = \lambda . \nu}$

* **استثمار:**

تتعلق سرعة انتشار الموجة على سطح الماء بترددها . نقول إن سطح الماء وسط مبدد .

***حصيلة النشاط :**

تحدث ظاهرة تبدد الموجات المتوالية الجيبية في وسط ما إذا كانت سرعة انتشارها في هذا الوسط تتعلق بتردد المنبع، نقول إن الوسط مبدد .

* **ملحوظة :**

في نفس الظروف لدرجة الحرارة و الضغط ، لا يؤثر تغيير تردد الموجة الصوتية على سرعة انتشارها في الهواء و منه فالهواء وسط غير مبدد للموجات الصوتية .

تمرين :

يحدث هزاز ، في نقطة S من سطح الماء ، موجة متوالية جيبية ترددها N=200Hz وسرعة انتشارها $v=12m.s^{-1}$.

نعتبر نقطتين M_1 و M_2 من سطح الماء موجودتين على التوالي على مسافة : $d_1=SM_1=9cm$ و $d_2=SM_2=18cm$ من النقطة S .

1 ـ هل الموجة المحدثة مستعرضة أم طولية ؟

2 ـ أحسب طول الموجة λ .

3 ـ قارن حركتي M_1 و M_2 مع حركة المنبع .

4 - في لحظة تاريخها t توجد النقطة M_1 على مسافة 3mm تحت موضع سكونها .
ما موضع النقطة M_2 بالنسبة لموضع سكونها ؟

الحل :

1 - على سطح الماء ، اتجاه التشويه متعامد مع اتجاه الانتشار إذن الموجة مستعرضة .

2 - لدينا العلاقة $\lambda = \frac{v}{N}$

ت . ع $\lambda = \frac{12}{200} m$ أي $\lambda = 0,06m = 6cm$

3 - لدينا $\frac{SM_1}{\lambda} = \frac{d_1}{\lambda} = \frac{9cm}{6cm} = \frac{3}{2}$ إذن $d_1 = \frac{3}{2}\lambda$ وبالتالي M_1 و S على تعاكس في الطور .

كذلك $\frac{SM_2}{\lambda} = \frac{d_2}{\lambda} = \frac{18cm}{6cm} = 3$ إذن $d_2 = 3\lambda$ وبالتالي M_2 و S على توافق في الطور .

4 - من خلال السؤال 3- فإن M_1 و M_2 على تعاكس في الطور . بما أن النقطة M_1 توجد على مسافة 3mm تحت موضع سكونها ، فإن النقطة M_2 توجد على مسافة 3mm فوق موضع سكونها .