

## الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية



### Les ondes mécaniques progressives périodiques

#### I - الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

1 - أمثلة:

مثال (1): الموجة المتوالية طول الحبل

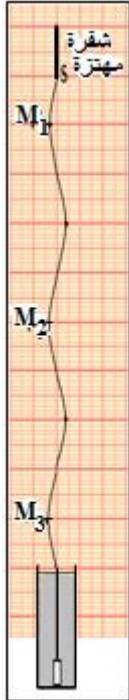
نثبت طرف الحبل بالشفة المرنة وفي طرفه الآخر نعلق كتلة معلمة مغمورة في كأس به ماء لامتصاص الموجات. (الشكل 1)

نضئ الحبل بواسطة الوماض، فنلاحظ:  
- بالضوء العادي حبل ضبابي.

- باستعمال الوماض (Stroboscope) نلاحظ انتشار تشويه **دوري وجيبي** فتهتز مختلف نقط الحبل

مثال (2):

نحدث بواسطة مكبر الصوت مرتبط بمولد GBF صوتا أمام ميكروفون مرتبط بمربطي راسم التذبذب فنحصل على الرسم التذبذي التالي (الشكل 2): الصوت المنبعث عبارة عن **موجة متوالية جيبية**.



الشكل 1



الشكل 2

تعريف

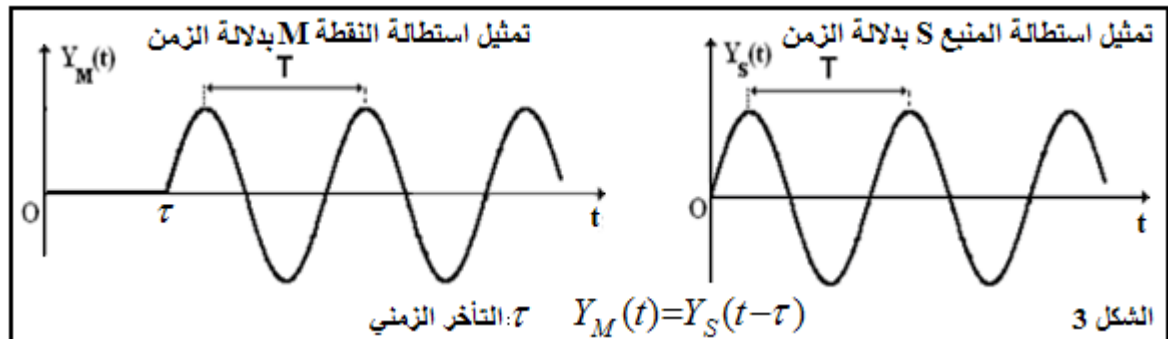
تكون الموجة المتوالية دورية إذا كان التطور الزمني للتشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار دوريا.

2 - الدورية الزمانية: Périodicité Temporelle

الدور الزمني T لموجة متوالية دورية هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من وسط الانتشار إلى نفس الحالة الاهتزازية. (الشكل 3)

لدينا **التردد**:

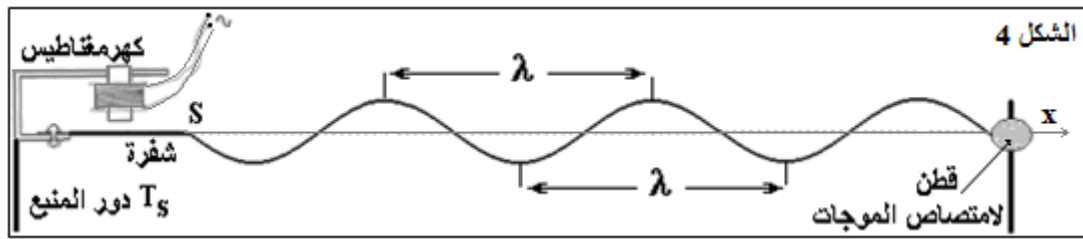
$$N = \frac{1}{T}$$



الشكل 3

3 - الدورية المكانية: Périodicité Spatiale

تظهر في وسط الانتشار دورية مكانية في لحظة t، إذا كانت حركة منبع الموجة دورية. إن دورية الموجة في الزمان تستتبع دورية في المكان أيضا، تتميز **بالدور المكاني lambda** وهي أقصر مسافة تفصل بين نقطتين تتميزان بنفس حالة التشوه (الشكل 4).



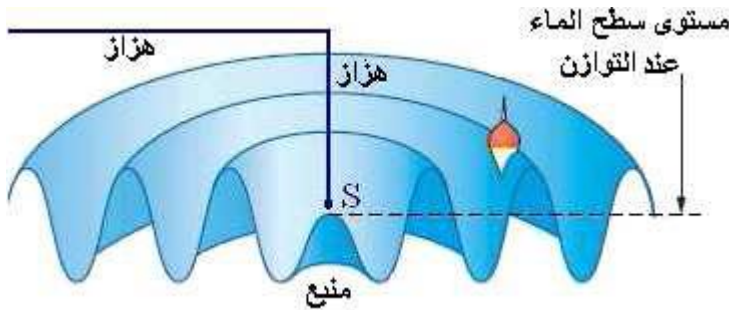
## II - الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية

1 - تعريف:

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

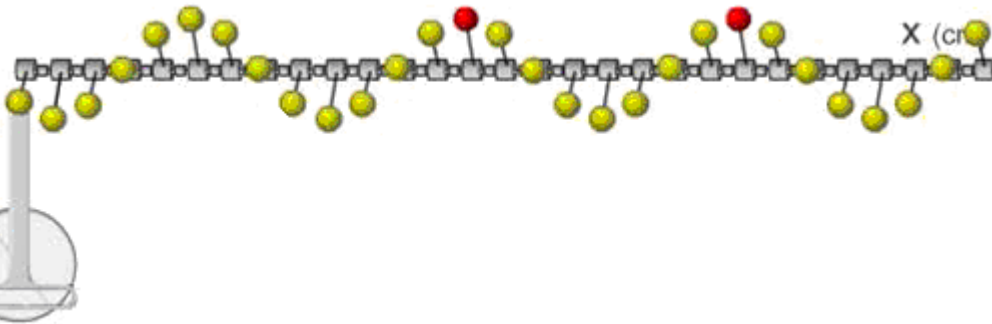
أمثلة:

\* يحدث مسمار موجة متوالية على سطح الماء.  
الشكل 5



\* يحدث المنبع موجة متوالية جيبية على سلم ببيغاء.

الشكل 6



2 - طول الموجة

\* تعريف:

نسمي طول الموجة  $\lambda$  المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة  $T$ .

$$\lambda = \frac{V}{N}$$

أو

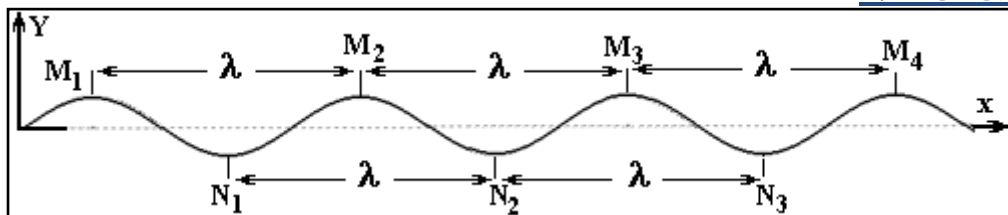
$$\lambda = V T$$

$\lambda$ : طول الموجة (m).

$V$ : سرعة انتشار الموجة ( $\text{m.s}^{-1}$ ).

$N$ : تردد الموجة (Hz).

\* مقارنة حركتي نقطتين من الحبل:



نعتبر  $M_1$  و  $M_2$  نقطتين على الحبل.

➤ - إذا كانت المسافة تفصل النقطتين تساوي عددا صحيحا لطول الموجة  $SM_2 - SM_1 = K\lambda$  ( $K \in \mathbb{Z}$ )

نقول إن النقطتين تهتزتان **على توافق في الطور** ( $\text{en phase}$ )  $Y_{M1} = Y_{M2}$ .

➤ - إذا كانت المسافة تساوي عددا فرديا لنصف طول الموجة  $SM_2 - SM_1 = (2K + 1)\frac{\lambda}{2}$

نقول إن النقطتين  $M_1$  و  $M_2$  تهتزتان **على تعاكس في الطور**

$Y_{M1} = -Y_{M2}$  ( $\text{en opposition de phase}$ )

\* دراسة ظاهرة دورية باستعمال وماض:

الوماض جهاز كهربائي يمكن من إصدار ومضات (les éclaires) سريعة خلال مدد زمنية متساوية يمكن ضبطها.  
ليكن:



✓ T : دور الحركة، مثلا دوران بقعة سوداء؛

✓ N : تردد حركة البقعة؛

✓  $T_e$  : دور الومضات؛

✓  $N_e$  : تردد الومضات.

✚ إذا كان:  $T_e = KT$  أي:  $N = KN_e$  التوقف الظاهري للبقعة.

K : عدد دورات البقعة بين ومضتين متتاليتين.

نضع  $K = 1$  أي:  $N = N_e$

✚ إذا كان:  $T = KT_e$  أي:  $N_e = KN$  نشاهد بقعا موزعة عددها K .

مثلا:  $K = 2$  بقعتين

$K = 3$  ثلاث بقع

### \* دراسة حركة ببطئ ( الحركة الظاهرية ) Mouvement apparent

عند مشاهدة بقعة واحدة متوقفة  $N = N_e$  :

- انخفاض تردد الومضات قليلا، نلاحظ أن البقعة تدور ببطئ في المنحى الموجب للدوران.

- وإذا زدنا في تردد الومضات قليلا نشاهد البقعة تدور في المنحى المعاكس.

نعبر عن تردد الحركة الظاهرية البطيئة بالعلاقة:

$$N_a = N - N_e$$

$N_a$  : تردد الحركة الظاهرية للبقعة؛

$N_e$  : تردد الومضات؛

N : التردد الحقيقي للبقعة.

✦  $N_a > 0$  : منحى الحركة الظاهرية البطيئة المنحى الموجب.

✦  $N_a < 0$  : منحى الحركة الظاهرية البطيئة المنحى المعاكس.

3 - قياس سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء.

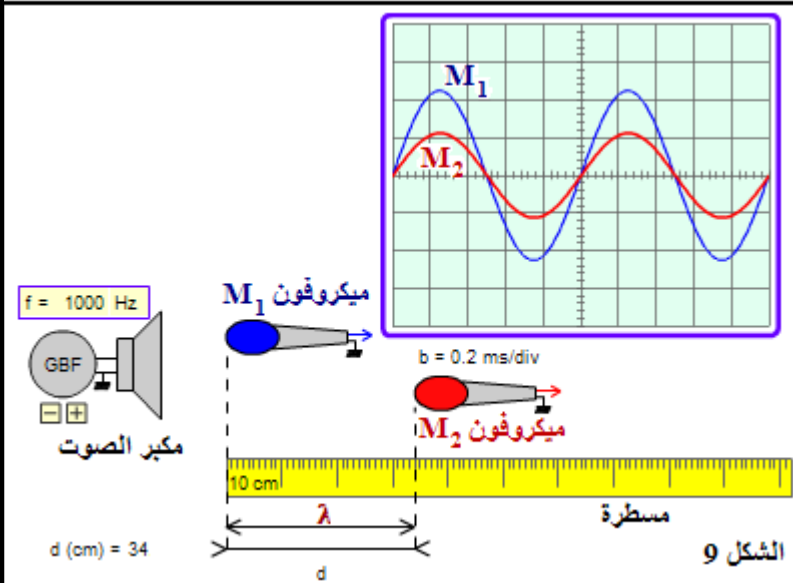
ننجز التركيب التجريبي التالي (الشكل 9):

نربط اللاقطين الصوتيين بمدخلي راسم التذبذب.

استثمار:

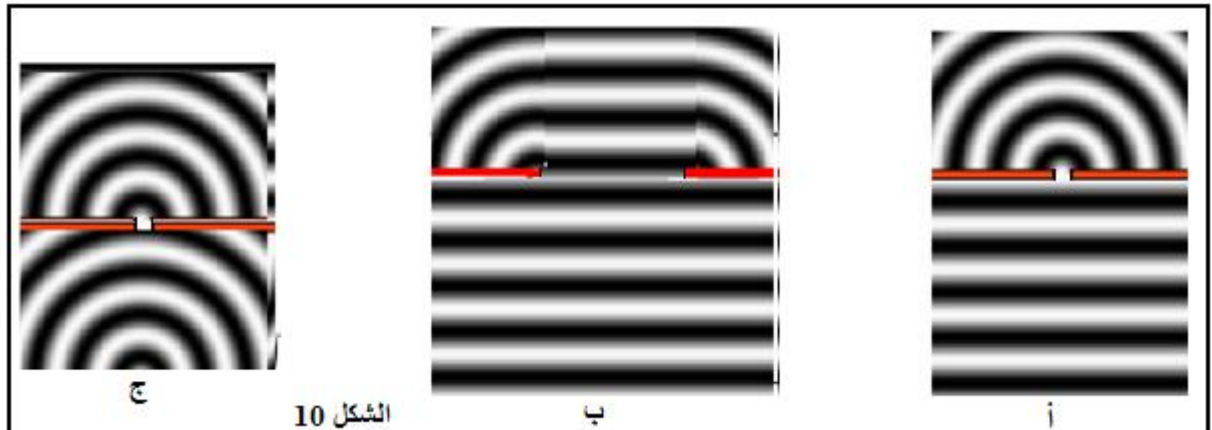
1 - حدد قيمة دور وتردد وطول الموجة الصوتية.

2 - احسب سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء.



1 - الإبراز التجريبي لظاهرة الحيود.

نحدث على سطح الماء موجة واردة **دائرية** أو **مستقيمة** ثم نضع في حوض الماء صفيحة بها فتحة مستطيلة عرضها **a** قابل للتغيير فنحصل على النتائج التالية (الشكل 10):



استثمار:

- 1 - قس طول الموجة  $\lambda$  في الحالات أ و ب و ج، ثم قارن عرض الفتحة  $a$  في الحالتين أ و ب.
- 2 - صف في كل حالة ما يحدث للموجات عندما تعبر الفتحة.
- في أية حالة تصبح الموجة دائرية بعد عبورها الفتحة؟
- 3 - تسمى الموجة الدائرية المتولدة **الموجة المحيدة** والظاهرة **ظاهرة الحيود**. ما شروط حدوث هذه الظاهرة؟
- 4 - قارن بين طول الموجة الواردة وطول الموجة المحيدة. ماذا تستنتج؟

ملحوظة:

للموجتين الواردة والمحيدة نفس التردد، نفس طول الموجة ونفس السرعة.

**IV - الوسط المبدد Milieu dispersif**

نشاط تجريبي:

الهدف: إبراز الماء وسط مبدد

العدة التجريبية: حوض الموجات، هزاز، وماض.

المنافلة:

- أحدث موجة دائرية ذات تردد  $N_1 = 10\text{Hz}$  ؛
- أضئ سطح الماء بالوماض بحيث يظهر سطح الماء متوقفا؛
- عين طول الموجة المنتشرة على سطح الماء؛
- غير التردد إلى القيمة  $N_2 = 20\text{Hz}$ ؛
- أضئ من جديد سطح الماء بالوماض بحيث يظهر سطح الماء متوقفا وعين  $\lambda_2$  طول الموجة المنتشرة.

استثمار:

- 1 - احسب  $V_1$  و  $V_2$  سرعتي الانتشار بالنسبة للتردد  $N_1$  و  $N_2$  .
- 2 - قارن بين  $V_1$  و  $V_2$  . ماذا تستنتج؟

