

# الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

## Les ondes mécaniques progressives périodiques

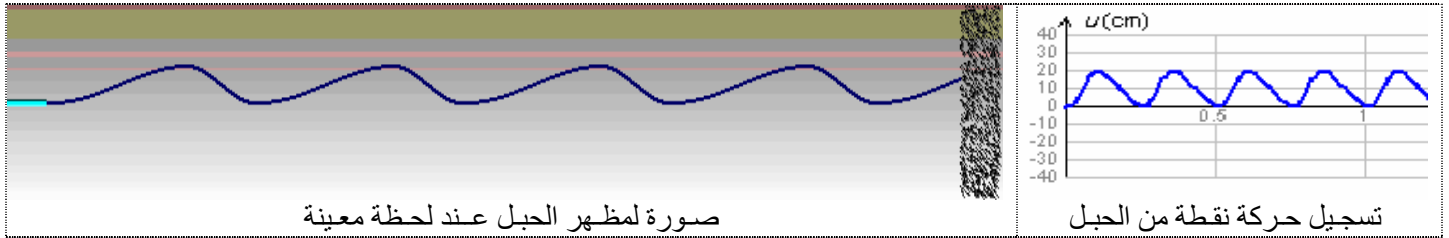
### (I) الموجات الدورية.

**النشاط:** إبراز الموجات طول حبل بالومض و الموجات صوتية براسم التذبذب

#### 1. أمثلة:

##### \* موجة طول حبل.

بواسطة كهرومغناطيس، يغذيه توتر متغير تردده  $f$  ثابت، نحدث اهتزازات عند طرف حبل و ذلك بواسطة شفرة معدنية. يسمح الومض بملاحظة الموجات المنتقلة عبر الحبل.



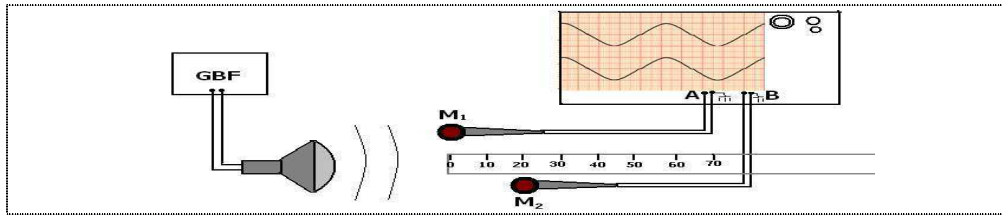
صورة لمظهر الحبل عند لحظة معينة

تسجيل حركة نقطة من الحبل

جميع نقط الحبل لها حركة دورية دورها  $T = \frac{1}{f}$ ، بحيث تعيد حركة المنبع. توجد نقط ( $A_3, A_2, A_1$ ) ... لها حركة مزامنة لحركة المنبع، نقول أنها على توافق في الطور معه.

##### \* موجة صوتية.

نغذي مكبر الصوت بواسطة GBF تردده ثابت، ثم نلتقط الصوت الناتج على بعد مسافة معينة بواسطة ميكروفونين.



نحرك الميكروفون  $M_2$  فنلاحظ بواسطة راسم التذبذب أن الموجة الصوتية تكون على اختلاف في الطور بينهما حتى نصل إلى مسافة معينة  $d_1$  حيث تصبح على توافق في الطور و كذلك عند المسافات  $2.d_1, 3.d_1, \dots$

#### \* تعريف:

تكون الموجة المتوالية دورية إذا كانت حركة كل نقطة من وسط الانتشار تتكرر مماثلة لنفسها مع مرور الزمن، أي حركتها دورية.

### 2. الدورية الزمانية و الدورية المكانية.

\* الدور الزمني  $T$  لموجة متوالية دورية هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من وسط الانتشار إلى نفس الحالة الاهتزازية.

\* الدور المكاني  $\lambda$  (طول الموجة) للموجة الدورية هي أصغر مسافة بين نقطتين من وسط الانتشار تهتزان على توافق في الطور.

\* استنتاج: تقطع الموجة المسافة  $\lambda$  (الدور المكاني) في وسط الانتشار خلال المدة الزمنية  $T$

$$\lambda = V \cdot T \quad \text{و منه} \quad V = \frac{\lambda}{T} \quad \text{نستنتج بذلك أن:} \quad (\text{الدور الزمني})$$

### 3. الوسط المبدد.

\* **تجربة:** نحدث موجة دائرية ترددها  $\nu$  في حوض الموجات، نضيء سطح الماء بومض و عند التوقف الظاهري للموجة يمكن قياس طولها  $\lambda$ .

#### \* النتائج التجريبية:

|                         |    |      |     |      |
|-------------------------|----|------|-----|------|
| $\nu$ ( Hz )            | 20 | 25   | 30  | 35   |
| $\lambda$ ( cm )        | 1  | 0.9  | 0.8 | 0.7  |
| $V$ ( m/s ) * $10^{-2}$ | 20 | 22.5 | 24  | 24.5 |

\* **استنتاج:** تتعلق سرعة انتشار الموجات الميكانيكية على سطح الماء بتردد الموجة، نقول أن سطح الماء وسط مبدد.

#### \* خلاصة:

نحدث ظاهرة تبدد الموجات المتوالية في وسط ما إذا كانت سرعة انتشارها في هذا الوسط تتعلق بتردد الموجة، نقول أن هذا الوسط مبدد.

## (II) الموجة المتوالية الجيبية.

#### \* تعريف:

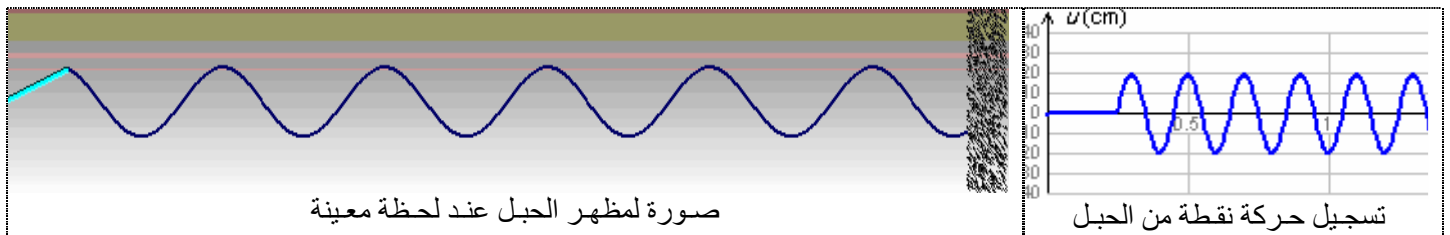
تكون موجة ميكانيكية متوالية جيبية إذا كانت المعادلة الزمنية لحركة منبع الموجة عبارة عن دالة جيبية.

\* **استنتاج:** تكتب معادلة حركة المنبع S على الشكل  $y_s(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ ، بحيث:  $\omega \cdot T = 2 \cdot \pi$

ومنه:  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$  تمثل نبض الحركة.

نقطة M لها تأخر زمني  $\tau$  بالنسبة للمنبع تكون لحركتها معادلة زمنية مشابهاة بحيث:  $y_M(t) = y_s(t - \tau)$ .

#### \* مثال: موجة متوالية جيبية طول حبل.



صورة لمظهر الحبل عند لحظة معينة

تسجيل حركة نقطة من الحبل

لنحدد المعادلة الزمنية لحركة المنبع:

$$3.7 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ s} \quad ; \quad 0.9 \rightarrow \tau = 0.25 \text{ s} \quad ; \quad 0.75 \rightarrow T = 0.2 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 10 \cdot \pi = 31.4 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$y_s(t) = 20 \cdot 10^{-2} \cos(10 \cdot \pi \cdot t + \varphi)$$

المعادلة الزمنية للمنبع:

عند  $t = 0$  لدينا  $y_s(0) = 0$  نستنتج أن  $\cos(\varphi) = 0$  بذلك:  $\varphi = +\frac{\pi}{2}$  ou  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

بما أن الشفرة ( المنبع ) تتحرك بداية نحو الأعلى نستنتج أن:  $\varphi = -\frac{\pi}{2} = \frac{3 \cdot \pi}{2}$

$$y_s(t) = 20 \cdot 10^{-2} \cos\left(10 \cdot \pi \cdot t + \frac{3 \cdot \pi}{2}\right) \quad (m)$$

المعادلة الزمنية لحركة المنبع بذلك هي:

## استنتاج:

\* النقط بحيث:  $SM = K \cdot \lambda + \frac{\lambda}{2}$  (  $K \in N$  ) تهتز على تعاكس في الطور مع المنبع.

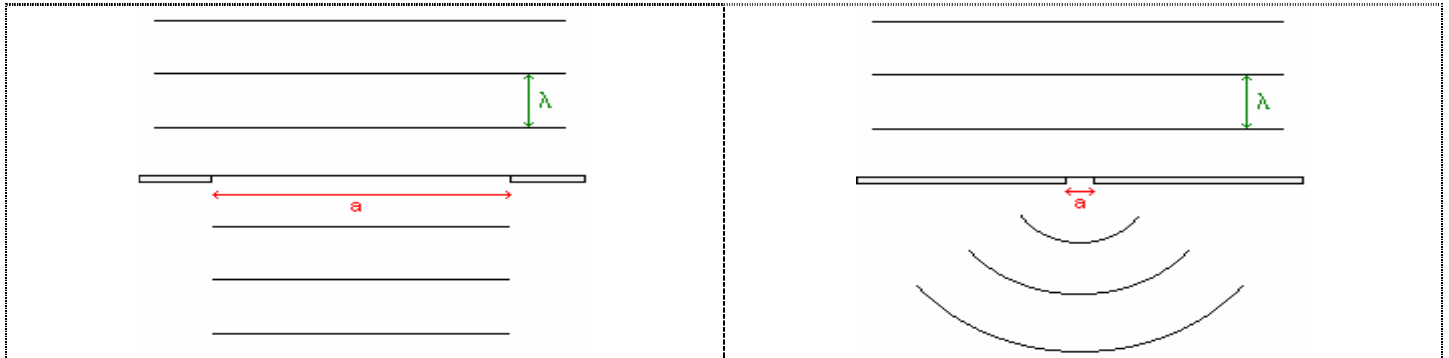
\* النقط بحيث:  $SM = K \cdot \lambda$  (  $K \in N$  ) تهتز على توافق في الطور مع المنبع.

## (III) ظاهري حيوود متوالية جيبية.

### \* تجربة:

نحدث موجات متوالية مستقيمة و جيبية على سطح الماء في حوض الموجات, نضع حاجزا به فتحة و هو موازي لخطوط الموجة.

نحقق توقفا ظاهريا للموجات على سطح الماء باستعمال الوماض.



ملاحظة: في حالة ما كانت الفتحة صغيرة تظهر موجة لها شكل مخالف للموجة الأصلية ( دائرية ) تبدو كأنها تنبعث من منبع وهمي يوجد وسط الفتحة, نسميها موجة محيدة.

### خلاصة:

يحدث حيود موجة واردة على مستوى فتحة عرضها  $a$  يقارب طول الموجة الواردة أو أقل منها (  $a \leq \lambda$  ). للموجتين الواردة و الخيدة نفس التردد و نفس طول الموجة و نفس السرعة.



En différence de phase  
Onde sonore  
Périodicité  
Temporelle / Spatiale  
longueur d'onde  
Milieu dispersif  
Sinusoïdale  
Diffraction

اختلاف في الطور  
موجة صوتية  
الدورية  
الزمانية و المكانية  
طول الموجة  
وسط مبدد  
جيبية  
حيود

Le stroboscope  
Fréquence  
Vibrations  
Source  
Milieu de propagation  
période  
Pulsation  
Synchrones

الوماض  
تردد  
اهتزازات  
منبع  
وسط الانتشار  
دور  
نبض  
متزامنة