

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

Les ondes mécaniques progressives périodiques

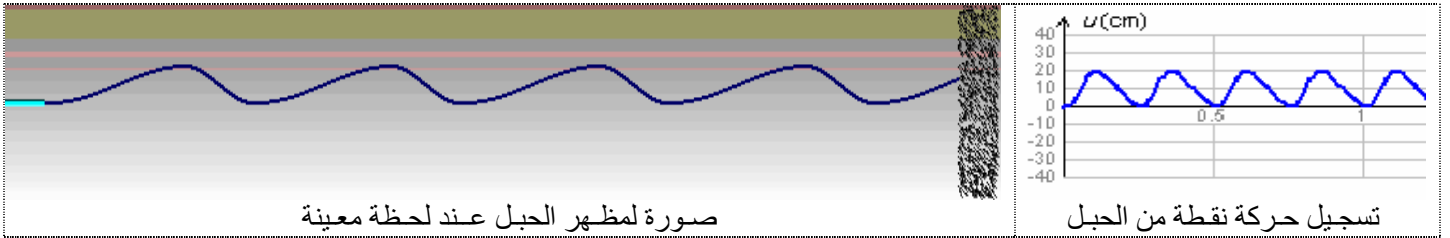
(I) الموجات الدورية.

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

1. أمثلة:

* موجة طول حبل.

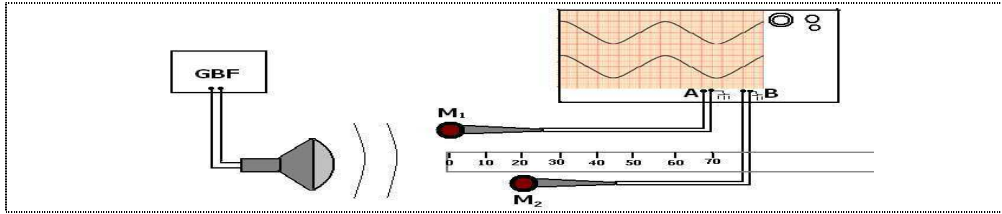
بواسطة كهرمغناطيس، يغذيه توتر متغير تردده f ثابت، نحدث اهتزازات عند طرف حبل و ذلك بواسطة شفرة معدنية. يسمح الومض بملاحظة الموجات المنتقلة عبر الحبل.



جميع نقط الحبل لها حركة دورية دورها $T = \frac{1}{f}$ ، بحيث تعيد حركة المنبع. توجد نقط (A_3, A_2, A_1, \dots) 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 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 λ (طول الموجة) للموجة الدورية هي أصغر مسافة بين نقطتين من وسط الانتشار تمتازان على توافق في الطور.

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

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

3. الوسط المبدد.

* **تجربة:** نحدث موجة دائرية ترددها ν في حوض الموجات, نضيء سطح الماء بومض و عند التوقف الظاهري للموجة يمكن قياس طولها λ .

* النتائج التجريبية:

ν (Hz)	20	25	30	35
λ (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:

تحدث 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:

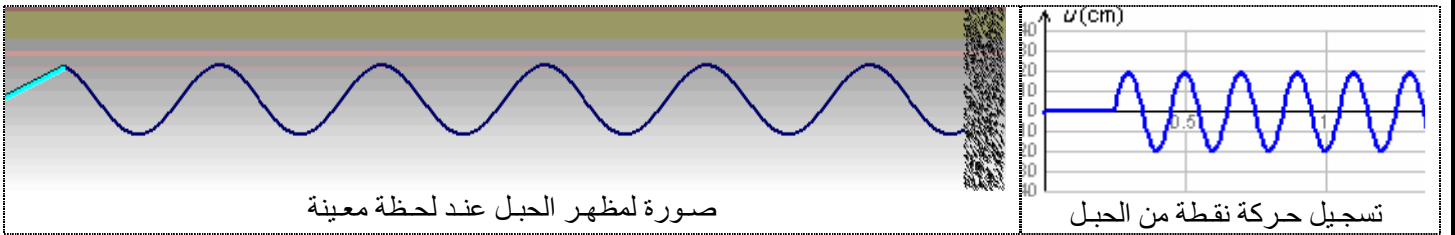
تكون موجة ميكانيكية متوالية جيبية إذا كانت المعادلة الزمنية لحركة منبع الموجة عبارة عن دالة جيبية.

* **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 τ بالنسبة للمنبع تكون لحركتها معادلة زمنية مشابهة 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:

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

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

$$y_S(t) = 20 \cdot 10^{-2} \cos(10 \cdot \pi \cdot t + \varphi) \quad \text{المعادلة الزمنية للمنبع:}$$

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.

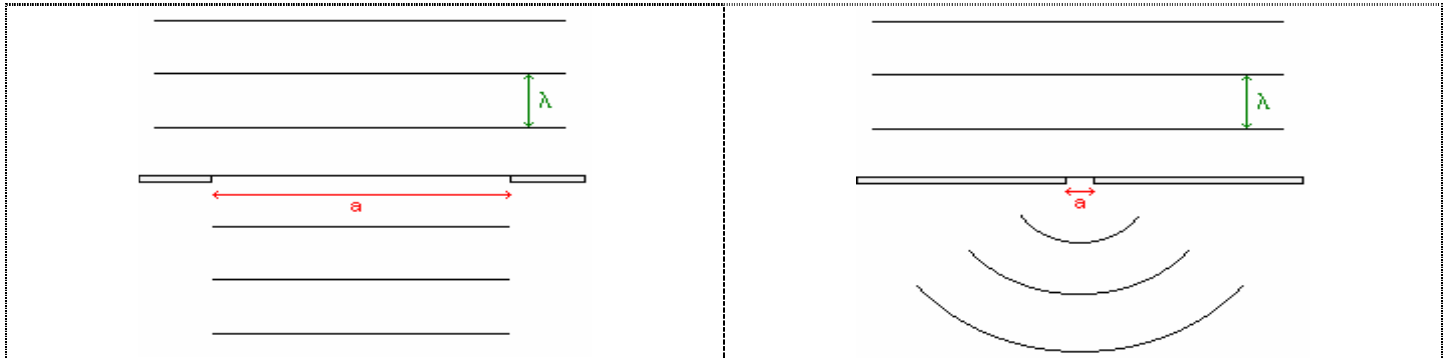
* النقط بحيث: $SM = K \cdot \lambda$ ($K \in N$) تهتز على توافق في الطور مع المنبع.

(III) ظاهريود موجة متوالية جيئية.

* تجربة:

نحدث موجات متوالية مستقيمة و جيئية 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	اختلاف في الطور	Le stroboscope	الوماض
Onde sonore	موجة صوتية	Fréquence	تردد
Périodicité	الدورية	Vibrations	اهتزازات
Temporelle / Spatiale	الزمانية و المكانية	Source	منبع
longueur d'onde	طول الموجة	Milieu de propagation	وسط الانتشار
Milieu dispersif	وسط مبدد	période	دور
Sinusoïdale	جيئية	Pulsation	نبض
Diffraction	حيود	Synchrones	متزامنة