

Les ondes mécaniques progressives

I الموجات الميكانيكية :

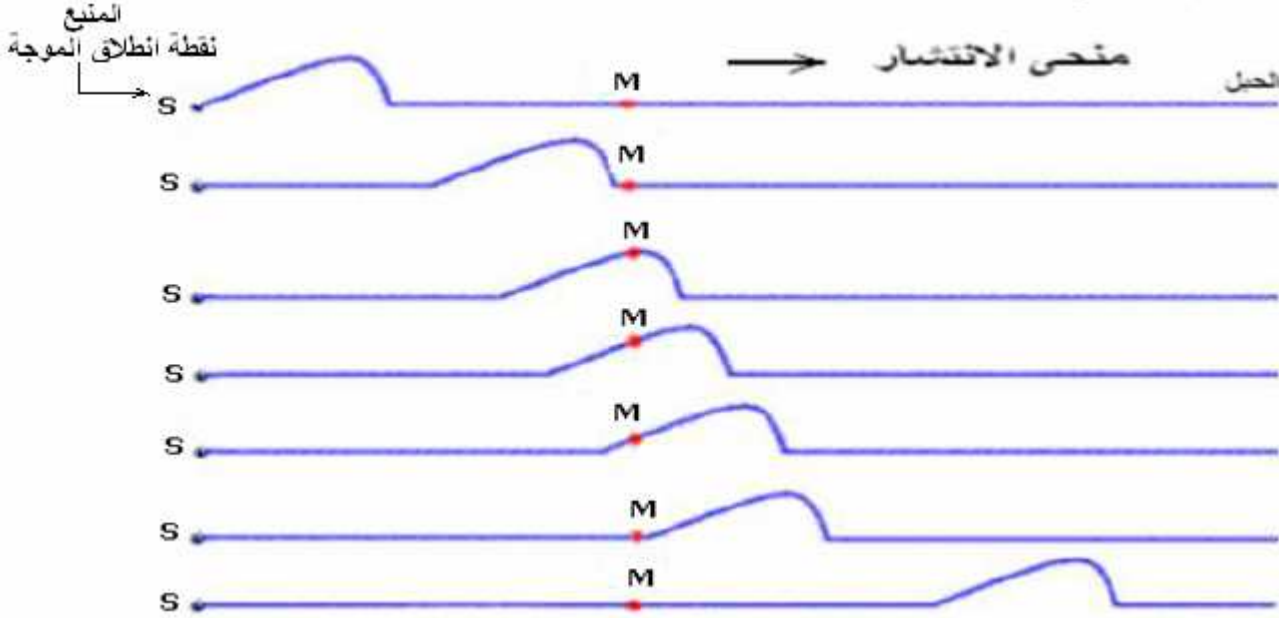
1- تعريف :

الموجة الميكانيكية هي ظاهرة انتشار تشوييه في وسط مادي مرن دون انتقال للمادة التي تكون هذا الوسط. وتكون مستعرضة إذا كان اتجاه التشوييه عموديا على اتجاه انتشارها وطولية إذا كان اتجاه التشوييه على استقامة واحدة مع اتجاه انتشارها.

(2) أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية المستعرضة :

(أ) مثال 1:

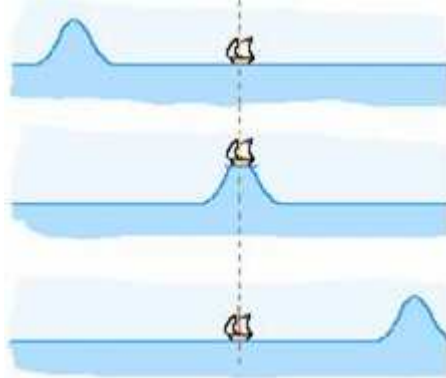
نستعمل حبلا مرنا متوترا ثم نحدث في أحد طرفيه تشوييها عموديا عليه ، نلاحظ انتشار موجة طول الحبل كما يبينه الشكل التالي :



- كل نقطة M عندما تصلها الموجة تهتز رأسيا (أي عموديا) على اتجاه الانتشار نقول أن الموجة مستعرضة.
- بعد مرور الموجة كل نقطة M من الحبل تبقى مستقرة في مكانها ، إذن ، خلال انتشارها الموجة لا تنقل المادة بل تنقل الطاقة من نقطة إلى أخرى.

- تنتشر الموجة في وسط الانتشار بسرعة ثابتة يرمز إليها ب: v وتسمى : سرعة الانتشار ووحدتها في النظام العالمي للوحدات : m/s .

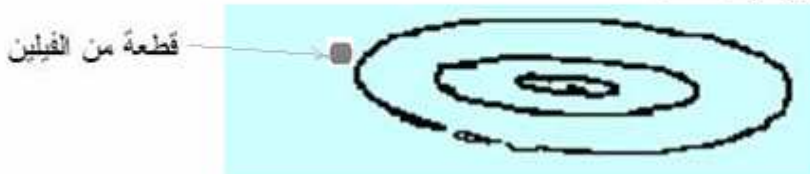
(ب) مثال 2: الموجات المنتشرة على سطح الماء مستعرضة.



الباخرة تهتز رأسيا عندما تصلها الموجة ، وبعد مرور الموجة تبقى في مكانها.

ج- مثال 3:

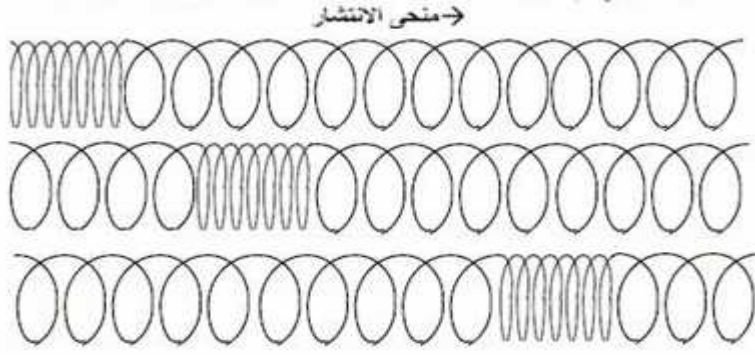
نسقط جسما صغيرا في ماء راكد بعد وضع قطعة من الفلين على سطحه ، نلاحظ نشوء موجة دائرية سرعان ما تنتشر في جميع الإتجاهات.



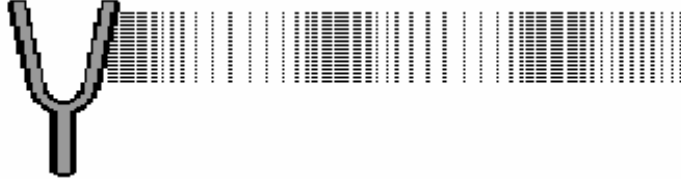
ونلاحظ أن قطعة الفلين تهتز رأسيا وتبقى في موضعها بعد مرور الموجة.

(3) أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية الطولية :

(أ) مثال 1: نكس بعض لفات نابض حلزوني ثم نحررها ، نلاحظ انتشار موجة طول النابض وهي على استقامة واحدة مع اتجاه الانتشار .



(ب) مثال 2: الصوت موجة طولية تنتشر في جميع الاتجاهات نتيجة انضغاط وتمدد وسط الانتشار لكنها لا تنتشر في الفراغ.



(4) سرعة انتشار موجة :

(أ) تعريف :

سرعة انتشار موجة تساوي خارج المسافة المقطوعة على المدة الزمنية المستغرقة لقطعها ، وتعطى العلاقة التالية :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

ووحدها في النظام العالمي للوحدات : m/s .

d : هي المسافة التي تقطعها الموجة خلال المدة الزمنية Δt .

(ب) سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر :

سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر تعطى العلاقة التالية :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : توتر الحبل ب (N) .

$\mu = \frac{m}{\ell}$: كتلة الحبل لوحدة الطول : ب (kg/m) .

تطبيق: تنتشر موجة طول حبل متوتر كتلته $m = 100g$ وطوله $\ell = 8m$ وتوتره $T = 5N$

- (1) احسب سرعة انتشار الموجة .
- (2) ما هي المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة الحبل كله؟

تصحيح: (1) لدينا : $\mu = \frac{m}{\ell} = \frac{0.1}{8} = 0.0125 kg/m$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{5}{0.0125}} = 20 m/s$$

- (3) المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة الحبل كله هي:

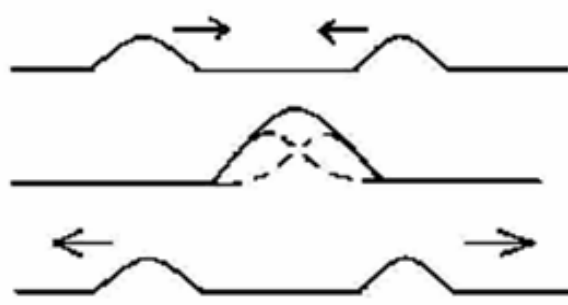
$$\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{8}{20} = 0.4s$$

ملحوظة 1: لتكن t_1 لحظة وصول الموجة الى نقطة M_1 .

في لحظة t_2 تصل الموجة الى نقطة M_2 . فتكرر هذه النقطة M_2 نفس حركة النقطة M_1 بتأخر زمني τ .

$$\tau = \frac{M_1 M_2}{v} \quad \text{ولدينا:} \quad t_2 = t_1 + \tau$$

ملحوظة 2: عند الالتقاء موجتين ، فإنهما تتراكبان (أي تتضاف إحداها إلى الأخرى) وبعد الالتقاء يستمر انتشار كل منهما دون تأثير ناتج عن تراكبهما، بحيث يستمر انتشار كل موجة بنفس المظهر ونفس سرعة الانتشار.



II الموجات الميكانيكية المتوالية :

(1) تعريف :

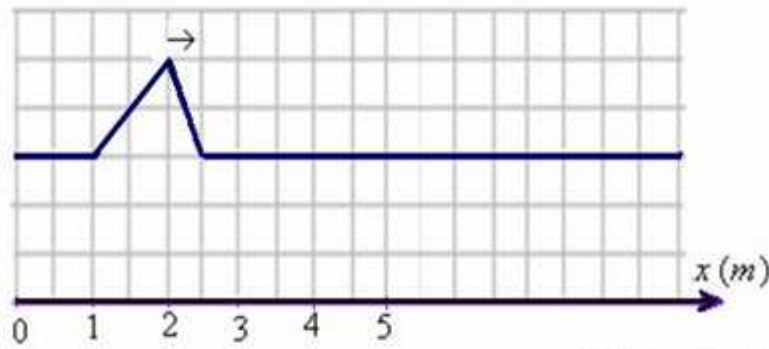
الموجة الميكانيكية المتوالية هي تتابع مستمر ، لا ينقطع ، لإشارات ميكانيكية ، ناتج عن اضطراب مصان ومستمر لمنبع الموجات .

(2) مثال :

عندما نسقط بالنتابع على سطح ماء راكد الماء ، قطرة قطرة ، بواسطة صنبور نحصل على موجة ميكانيكية متوالية .

تمرين تطبيقي :

نعطي مظهر حبل في لحظة $t = 20ms$ تنتشر عبره موجة مستعرضة بسرعة $v = 20m/s$.



1- أعط أفضولا نقطتي بداية ونهاية الإشارة .

2- أوجد مدة الإشارة وطولها .

3- أ- في أية لحظة تصل الإشارة إلى النقطة M ذات الأفضول $x = 5m$ ؟

ب- أوجد أفضول بداية ونهاية الإشارة $0,2s$ بعد انطلاقها .

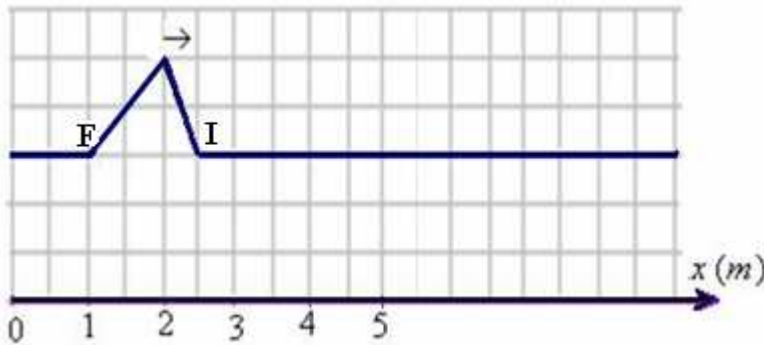
ج- أرسم مظهر الحبل في اللحظة $t = 0,2s$.

أجوبة :

و : $x_F = 1cm$

$x_I = 2,5cm$

1- من خلال الشكل :



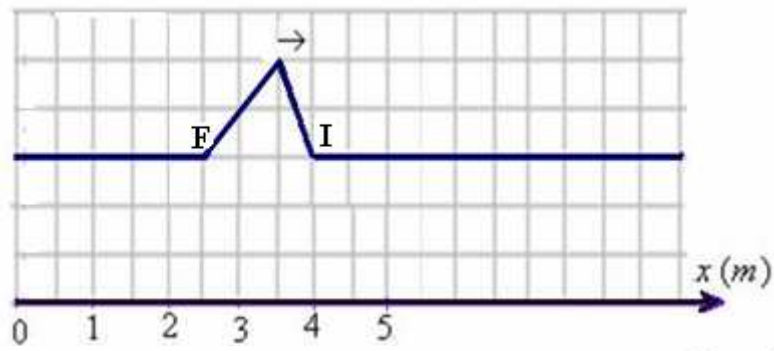
2- طول الإشارة : $\ell = x_I - x_F = 1,5cm$ مدة الإشارة : $t = \frac{\ell}{v} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}m}{20m/s} = 0,075s = 75ms$

3- أ - لحظة وصول الإشارة إلى النقطة M ذات الأفضول : $x = 5m$

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{5m}{20m/s} = 0,25s$$

ب- بعد مرور $0,2s$ يصبح كون أفضول مقدمة الإشارة : $x'_I = v t = 20m/s \cdot 0,2s = 4m$

وبما أن طول الإشارة هو : $1,5m$ فإن أفضول مؤخرة الإشارة يصبح في هذه اللحظة : $x_F = 4 - 1,5 = 2,5m$



التوجيهات

- يتم تقديم مفهوم الموجة باعتماد التجريب .
- تتم مقارنة حركة الموجة بحركة جسم مادي.
- يبين أن سرعة الانتشار مستقلة عن استقطاب التشويه (أوساط أحادية البعد) وأنها تتعلق بالوسط وبحالته الفيزيائية (درجة الحرارة، توتر الحبل، الصلابة...).
- يركز تعريف الموجة على خاصية انتشار تشويه وسط دون انتقال المادة. وهذا التعريف لا يفترض أي طابع دوري للتشويه.
- يقتصر بالنسبة للموجات الطولية والمستعرضة على مقارنة اتجاهي التشويه والانتشار.
- تفسر الموجات الصوتية في الموائع، بطريقة كيفية، على أنها موجات انضغاط وتمدد. ويمكن أن يتم ذلك برسوم توضيحية أو من خلال تقنية متعددة الوسائط.
- لا ينطبق إلى التمثيل الرياضي $y=f(x,t)$.
- يقتصر على دراسة موجة متوالية أحادية البعد تنتشر دون تغير في الشكل: ولا يتم التطرق إلى مصطلح وسط " مبدد " أو " غير مبدد إلا في نهاية دراسة الموجات.
- طبقا لما هو معمول به، نرسم سرعة انتشار الضوء في الفراغ بالحرف c و ولغيرها بالحرف v .
- لا ينطبق للتمثيل المبيتي لحركة نقطة من وسط الانتشار انطلاقا من شكل الموجة أو العكس.

الجزء الأول: الموجات

الغلاف الزمني

التمارين	الدروس	المقرر
1 س	4 س	1- الموجات الميكانيكية المتوالية

لا تنسوني بدعائكم الصالح. وأسأل الله لكم التوفيق .

اعلموا أنه :

((من جد وجد ومن زرع حصد ومن سار على الدرب وصل.)))