

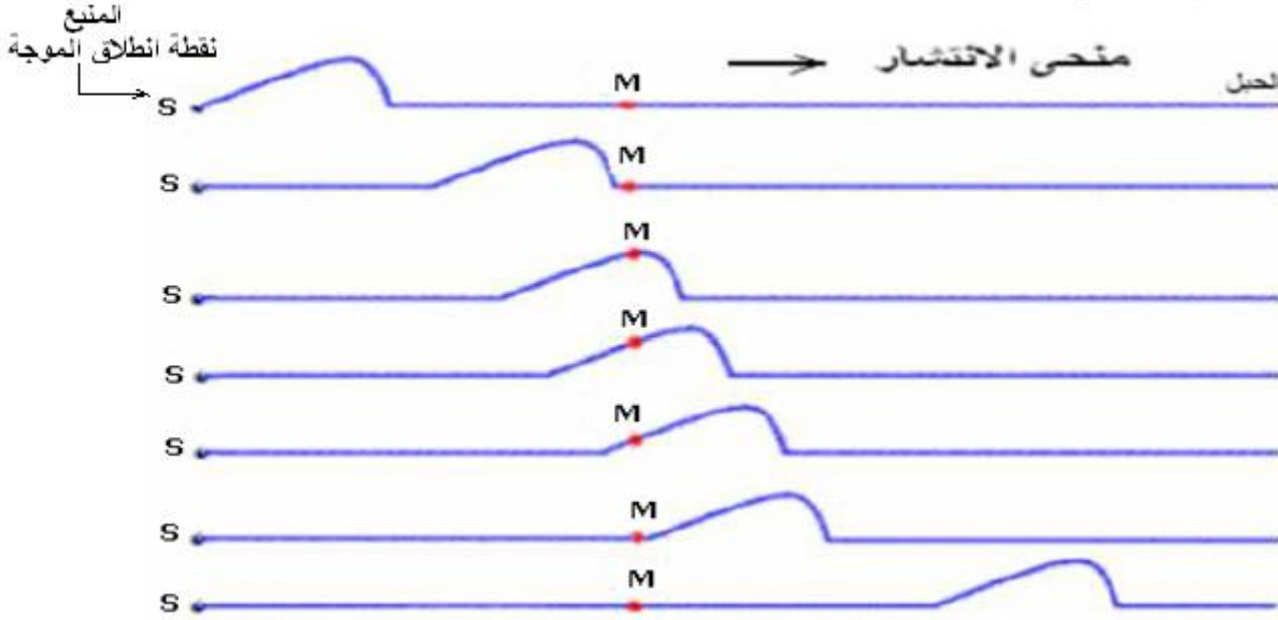
1- تعريف :

الموجة الميكانيكية هي ظاهرة انتشار تشويه في وسط مادي مرن دون انتقال للمادة التي تكون هذا الوسط.
تكون الموجة **مستعرضة** إذا كان اتجاه التشويه عموديا على اتجاه انتشارها.
تكون **طولية** إذا كان اتجاه التشويه على استقامة واحدة مع اتجاه انتشارها. (أي منطبق مع اتجاه انتشارها).

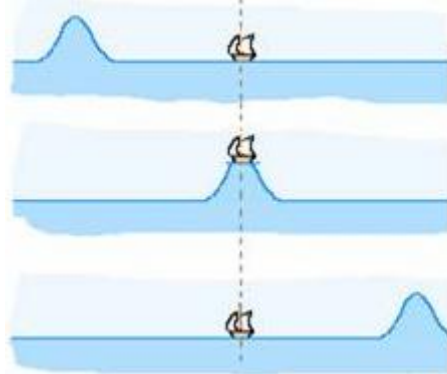
(2) أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية المستعرضة :

(أ) مثال 1: موجة ميكانيكية مستعرضة أحادية البعد.

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



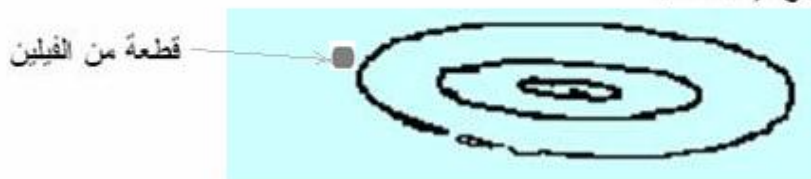
- كل نقطة M عندما تصلها الموجة تهتز رأسيًا (أي عموديا) على اتجاه الانتشار نقول أن الموجة **مستعرضة**.
 - بعد مرور الموجة كل نقطة M من الحبل تبقى مستقرة في مكانها ، إذن ، خلال انتشارها الموجة لا **تنقل المادة** بل **تنقل الطاقة** من نقطة إلى أخرى.
 - تنتشر الموجة في وسط الانتشار بسرعة ثابتة يرمز إليها ب: v وتسمى : **سرعة الانتشار** ووحدتها في النظام العالمي للوحدات : m/s .
- (ب) مثال 2: الموجات المنتشرة على سطح الماء مستعرضة. (ثنائية البعد)



الباحرة تهتز رأسيًا عندما تصلها الموجة ، وبعد مرور الموجة تبقى في مكانها.

ج- مثال 3:

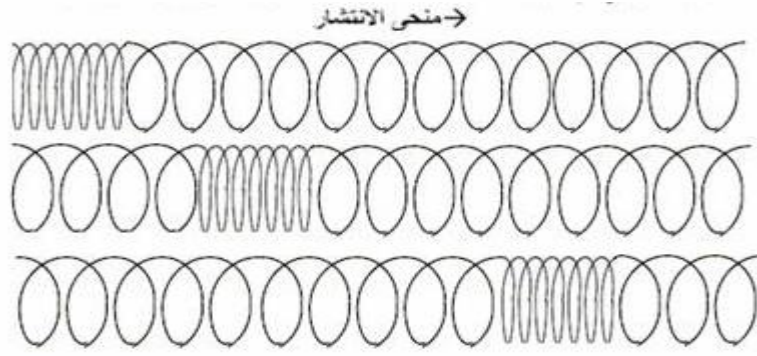
نسقط جسما صغيرا في ماء راكد بعد وضع قطعة من الفلين على سطحه ، نلاحظ نشوء موجة دائرية سرعان ما تنتشر في جميع الاتجاهات.



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

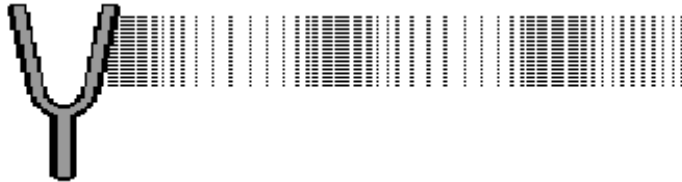
(3) أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية الطولية :

نكس بعض لفات نابض حلزوني ثم نحررها ، نلاحظ انتشار موجة طول النابض وهي على استقامة واحدة مع اتجاه الانتشار .



(ب) مثال 2:

الصوت موجة ميكانيكية طولية ثلاثية البعد تنتشر في جميع الاتجاهات نتيجة انضغاط وتمدد مكونات 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؟

نصحيح: (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:

$$\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{8}{20} = 0,4s$$

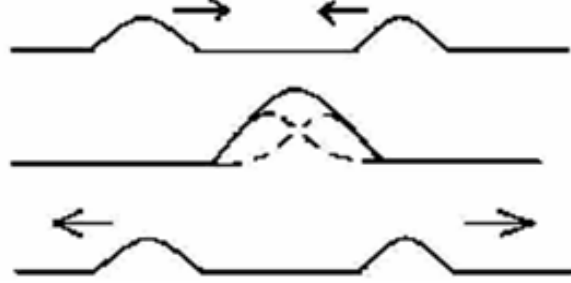
(5) مفهوم التأخر الزمني :

كل نقطة M من وسط الانتشار تصلها الموجة المنطلقة من المنبع S في اللحظة $t=0$ بتأخر زمني $\tau = \frac{SM}{v}$.

فتكرر هذه النقطة نفس حركة النقطة M .

العلاقة بين استطالة نقطة من وسط الانتشار واستطالة المنبع : $y_M(t) = y_S(t - \tau)$. مع : $\tau = \frac{SM}{v}$ التأخر الزمني.

ملحوظة 2: عند إلتقاء موجتين ، فإنهما تتراكبان (أي تنضاف إحداها إلى الأخرى) وبعد الإلتقاء يستمر انتشار كل منهما دون تأثير ناتج



II الموجات الميكانيكية المتوالية :

(1) تعريف :

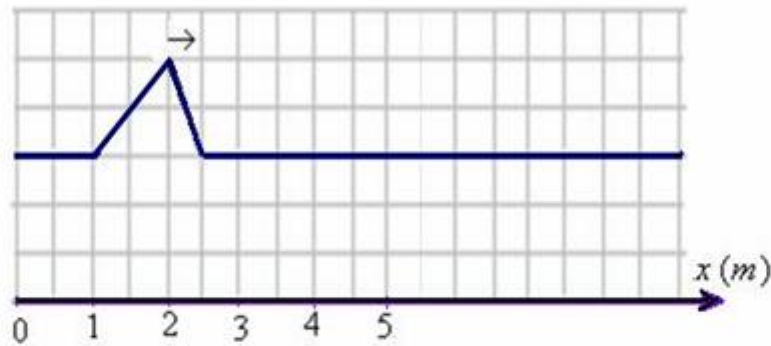
الموجة الميكانيكية المتوالية هي تتابع مستمر ، لا ينقطع ، لإشارات ميكانيكية ، ناتج عن اضطراب مصان ومستمر لمنبع الموجات .

(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 عبر 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 الافصول $x = 5m$ ؟

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

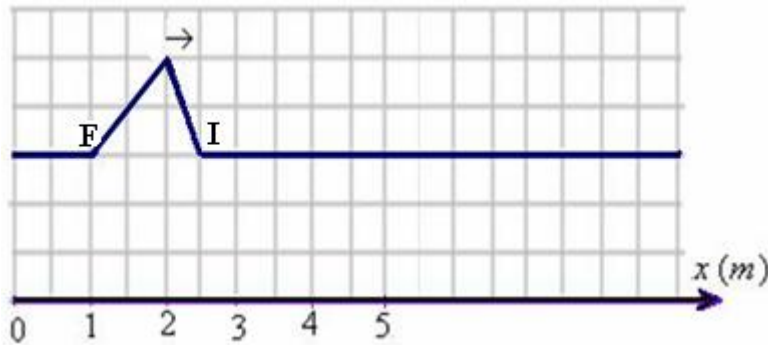
ج- أرسم مظهر الحبل في اللحظة $t = 0,2s$.

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 الافصول $x = 5m$:

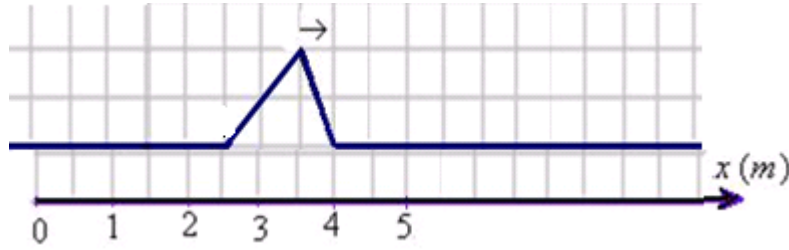
$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{5m}{20m/s} = 0,25s$$

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

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

ج - مظهر الحبل في اللحظة $t = 0,2s$
المسافة المقطوعة :

$$d = v \cdot t = 20 \times 0,2 = 4m$$



SBIRO Abdelkrim lycée agricole Oulad Taima région d'Agadir
المملكة المغربية

Sbiabdou@yahoo.fr

pour toute observation contactez moi

لا تنسوني بدعائكم الصالح. وأسأل الله لكم التوفيق.

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