

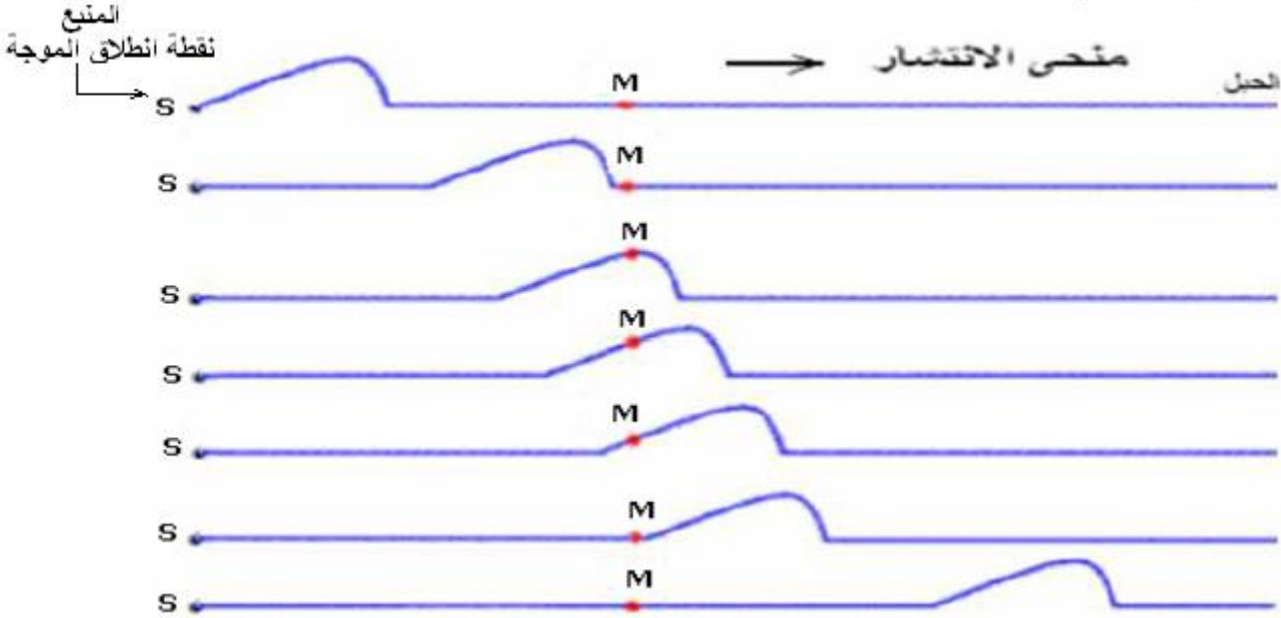
1- تعريف :

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

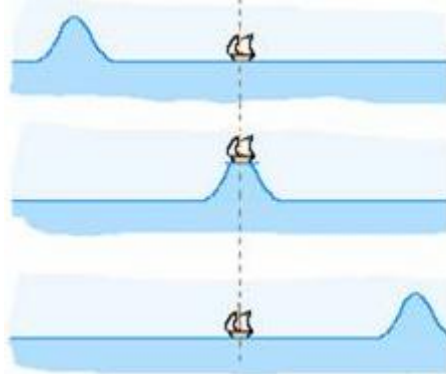
2 أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية المستعرضة :

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

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



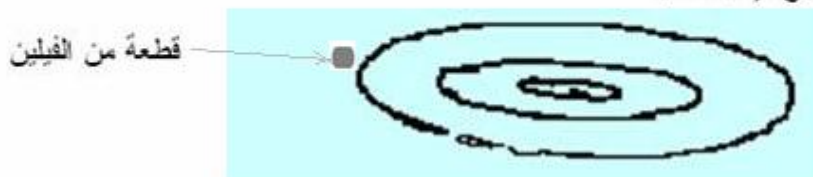
- كل نقطة  $M$  عندما تصلها الموجة تهتز رأسيا (أي عموديا) على اتجاه الانتشار نقول أن الموجة **مستعرضة**.
  - بعد مرور الموجة كل نقطة  $M$  من الحبل تبقى مستقرة في مكانها ، إذن ، خلال انتشارها الموجة لا **تنقل المادة بل تنقل الطاقة** من نقطة إلى أخرى.
  - تنتشر الموجة في وسط الانتشار بسرعة ثابتة يرمز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



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

ج- مثال 3:

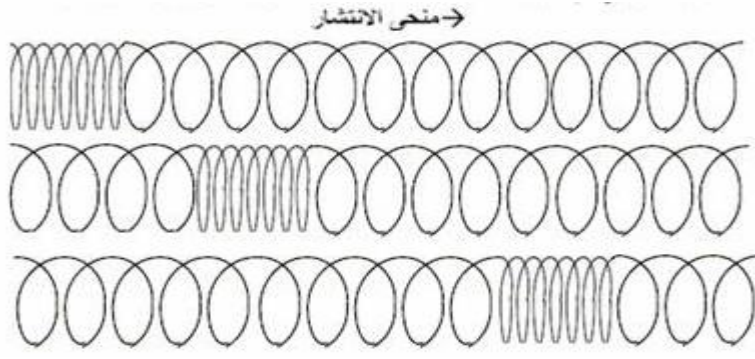
نسقط جسما صغيرا في ماء راكد بعد وضع قطعة من الفيلين على سطحه ، نلاحظ نشوء موجة دائرية سرعان ما تنتشر في جميع الإتجاهات.



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

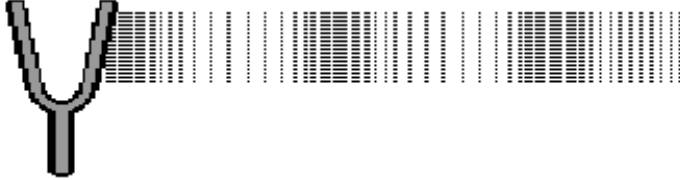
3 أمثلة لبعض الموجات الميكانيكية الطولية :

(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 ميكانيكية طولية ثلاثية البعد تنتشر في جميع الإتجاهات 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 ، وتعطيهما العلاقة التالية :

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

ووحدها في النظام العالمي للوحدات :  $m/s$  .

$d$  : هي المسافة التي تقطعها الموجة خلال المدة الزمنية  $\Delta t$  .

(ب) سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر:

سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر تعطيهما 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 :  $\mu = \frac{m}{\ell} = \frac{0,1}{8} = 0,0125kg/m$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{5}{0,0125}} = 20m/s$$

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

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

(5) مفهوم التأخر الزمني :

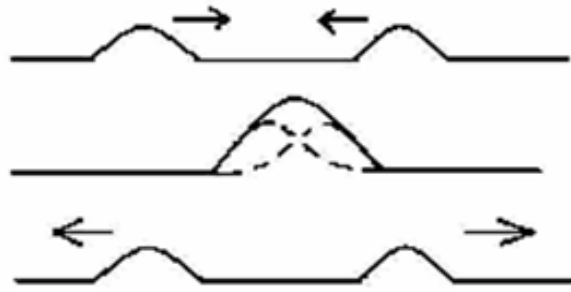
كل نقطة  $M$  من وسط الانتشار تصلها الموجة المنطلقة من المنبع  $S$  في اللحظة  $t=0$  بتأخر زمني  $\tau = \frac{SM}{v}$  .

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

عن تراكبهما، بحيث يستمر انتشار كل موجة بنفس المظهر ونفس سرعة الانتشار.



## II الموجات الميكانيكية المتوالية :

(1) تعريف :

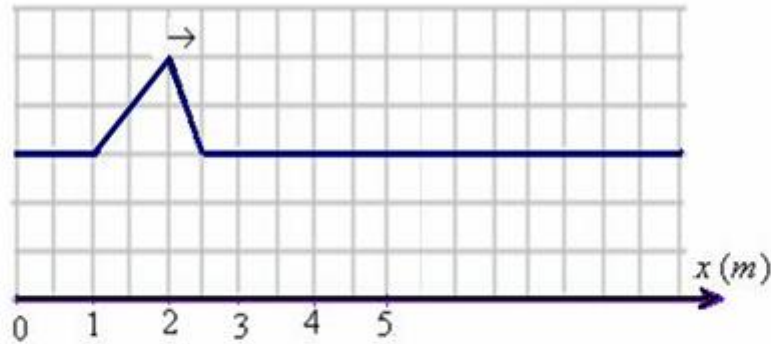
الموجة الميكانيكية المتوالية هي تتابع مستمر ، لا ينقطع ، لإشارات ميكانيكية ، ناتج عن اضطراب مصان ومستمر لمنبع الموجات .

(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 .

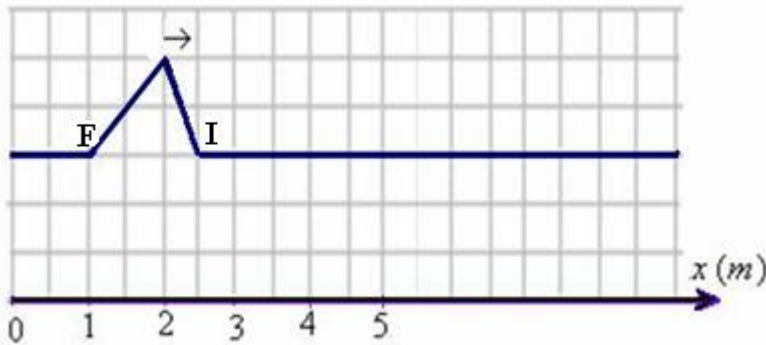
ج- أرسم مظهر الحبل في اللحظة  $t = 0,2s$  .

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 :  $x = 5m$  :

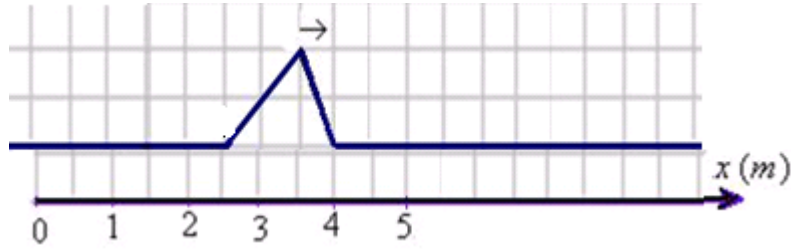
$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{5m}{20m/s} = 0,25s$$

ب- بعد مرور  $0,2s$  يصبح كون أفصول مقدمة الإشارة :  $x'_1 = v t = 20m/s \cdot 0,2s = 4m$

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 :

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



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)))