

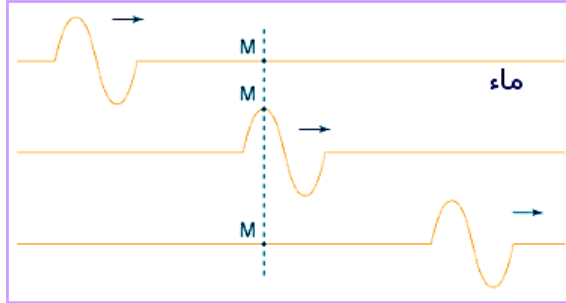
# الموجات الميكانيكية

## I. الموجة الميكانيكية المتوالية

**تعريف** الموجة الميكانيكية هي ظاهرة انتشار اضطراب أو تشوه أو اهتزاز في وسط مادي دون انتقال للمادة. و تعتبر متوالية إذا كانت **تبتعد** عن منبعها بلا نهاية في وسط غير محدود أو أبعاده كبيرة.

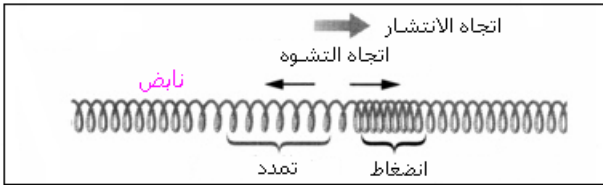
" دون انتقال للمادة " لا تعني " دون حركة": عند مرور الموجة الميكانيكية كل نقطة من وسط الانتشار تنزاح عن موضع توازنها لتعود إليه بعد مرورها.

▪ **مثال:** انتشار تشوه على سطح الماء ناتج عن رمي حصى في بركة مائية:



**وسع** موجة ميكانيكية هو القيمة القصوى للتشوه الذي تحدثه هذه الموجة. الموضع الذي تنبعث منه الموجة الميكانيكية يسمى **المنبع**. تنتشر الموجة من **المنبع تدريجياً**: فهي متوالية.

### • الموجة المستعرضة و الموجة الطولية



موجة طولية : للتشوه و الانتشار نفس الاتجاه.



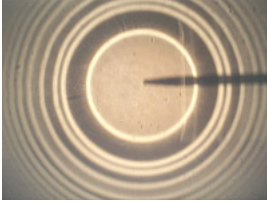
موجة مستعرضة: اتجاهها التشوه و الانتشار متعامدان.

في وسط صلب تنتشر الموجات المستعرضة أو الطولية لكن في وسط مائع (سائل أم غاز) لا تنتشر سوى الموجات الطولية. غير أنه يمكن لموجة مستعرضة أن تنتشر على **سطح** سائل.

### • خصائص الموجات الميكانيكية المتوالية

**خاصية 1** لا تنقل الموجة الميكانيكية المادة لكنها تنقل طاقة ميكانيكية.

**خاصية 2** تنتشر الموجة الميكانيكية في جميع الاتجاهات المتاحة لها.



• أمثلة:

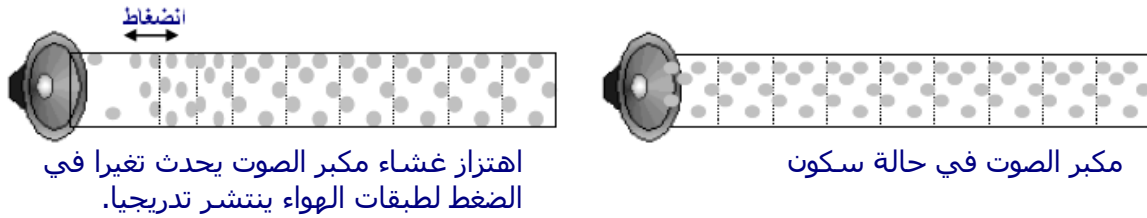
- الموجة التي تنتشر على طول حبل أو نابض موجة أحادية البعد.
- الموجة التي تنتشر على سطح الماء موجة ثنائية البعد (الصورة جانبه).
- الموجة الصوتية موجة ثلاثية البعد.

**خاصية 3** عند تلاقي موجتين وسعاهما ضعيفان لا يحدث بينهما أي تأثير بيني.



• الموجات الصوتية

الصوت عبارة عن موجة ميكانيكية **طولية** ناتجة عن انتشار انضغاط و تمدد (تغير في الضغط). لا تنتشر في فراغ بل انتشارها يتطلب وسطا ماديا (هواء، ماء...)



• سرعة انتشار موجة ميكانيكية

في وسط مادي تنتشر موجة ميكانيكية بسرعة **ثابتة** تسمى سرعة الانتشار

**تعريف** وتعبيرها: 
$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad (\text{m.s}^{-1})$$

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

**خاصية 1** تتعلق سرعة الانتشار بطبيعة وسط الانتشار و حالته الفيزيائية.

ترتفع سرعة الانتشار مع صلابة وسط الانتشار و تنخفض مع قصره. كما يمكن أن تتعلق بدرجة الحرارة.

• أمثلة: - سرعة انتشار موجة على طول حبل تتعلق بتوتره F و بكتلته الطولية  $\mu = \frac{m}{L}$  حسب

العلاقة التالية: 
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

- ترتفع سرعة انتشار الصوت **في الهواء** مع ارتفاع درجة الحرارة:

$330 \text{ m.s}^{-1}$  عند  $0^\circ\text{C}$  و  $344 \text{ m.s}^{-1}$  عند  $20^\circ\text{C}$

**خاصية 2** لا تتعلق سرعة الانتشار بشكل الموجة و لا بوسعها ما دام هذا الأخير ضعيفا.

### • الموجة الميكانيكية أحادية البعد

تنتشر الموجة في اتجاه واحد نعتبره محورا للأفاصيل  $x$  لنقط وسط الانتشار و أصله  $O$  يطابق المنبع الذي نعتبره كنقطة. نميز حركة نقطة  $M$  من وسط الانتشار بالنسبة لموضع توازنها  $M_0$  بالمقدار  $y = M_0M$  الذي يسمى استطالة.

#### ▪ حركة نقطة من وسط الانتشار بدلالة الزمن

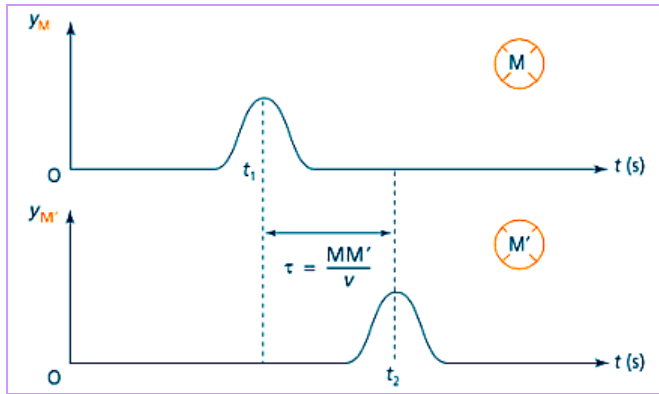
كل نقطة  $M$  من وسط الانتشار، أفصولها  $x = OM$ ، تصلها الموجة، تكرر اهتزازات المنبع  $O$  بتأخر

$$\tau = \frac{x}{v} \quad (s) \quad \text{زمني:}$$

و كذلك التأخر الزمني لنقطة  $M'$  بالنسبة لنقطة  $M$  هو:  $\tau = \frac{MM'}{v}$

استطالة  $M'$  في لحظة  $t_2$  تساوي استطالة  $M$  في اللحظة  $t_1 = t_2 - \tau$ .

إذن يستنتج المنحنى  $y_{M'}(t)$  من المنحنى  $y_M(t)$  بإزاحة تساوي  $\frac{MM'}{v}$ :



#### ▪ مظهر وسط الانتشار في لحظة

المنحنى  $y(x)$  يمثل مظهر الوسط في لحظة  $t$ .

بين لحظتين  $t_1$  و  $t_2$  تقطع الموجة المسافة:  $d = v(t_2 - t_1)$

إذن يستنتج المنحنى  $y_{t_2}(x)$  من المنحنى  $y_{t_1}(x)$  بإزاحة تساوي  $v(t_2 - t_1)$ :

