

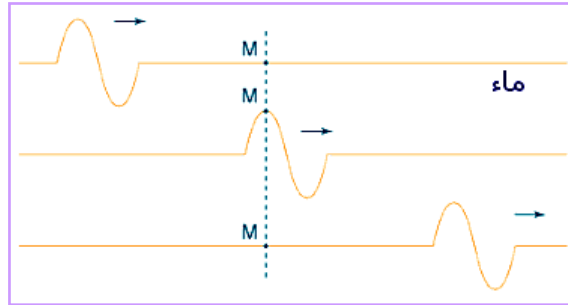
الموجات الميكانيكية

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.

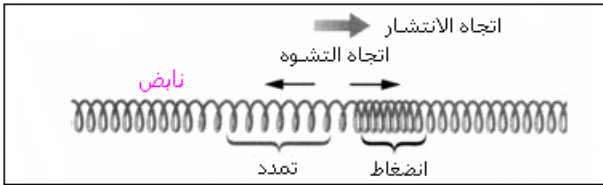
" دون انتقال للمادة " لا تعني " دون حركة": عند مرور الموجة الميكانيكية كل نقطة من وسط الانتشار تنزاح عن موضع توازنها لتعود إليه بعد مرورها.

▪ **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 **تدرجياً**: فهي متوالية.

• الموجة المستعرضة و الموجة الطولية



موجة طولية : للتشوه و الانتشار نفس الاتجاه.



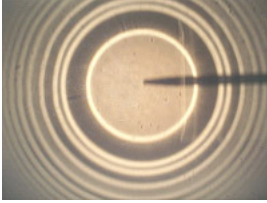
موجة مستعرضة: اتجاهها التشوه و الانتشار متعامدان.

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.

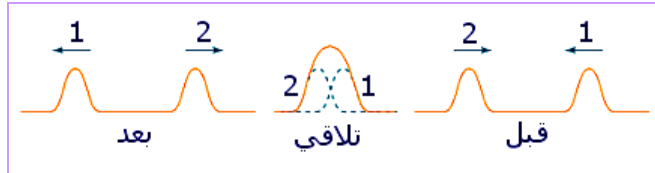
خاصية 2 تنتشر الموجة الميكانيكية في جميع الاتجاهات المتاحة لها.



• أمثلة:

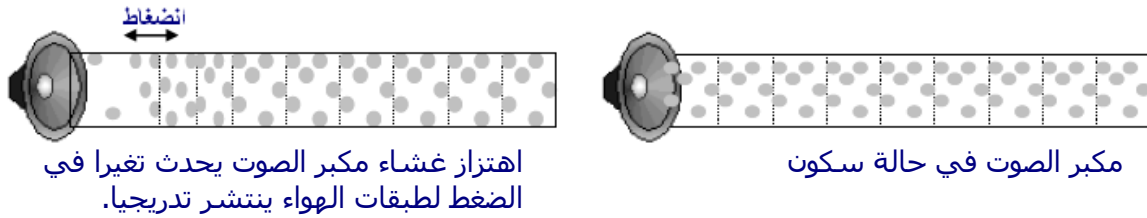
- الموجة التي تنتشر على طول حبل أو نابض موجة أحادية البعد.
- الموجة التي تنتشر على سطح الماء موجة ثنائية البعد (الصورة جانبه).
- الموجة الصوتية موجة ثلاثية البعد.

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...)



اهتزاز غشاء مكبر الصوت يحدث تغيرا في الضغط لطبقات الهواء ينتشر تدريجيا.

مكبر الصوت في حالة سكون

• سرعة انتشار موجة ميكانيكية

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

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

تعريف

وتعبيرها:

d المسافة التي تقطعها الموجة خلال المدة الزمنية Δt .

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

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

العلاقة التالية:

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

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

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

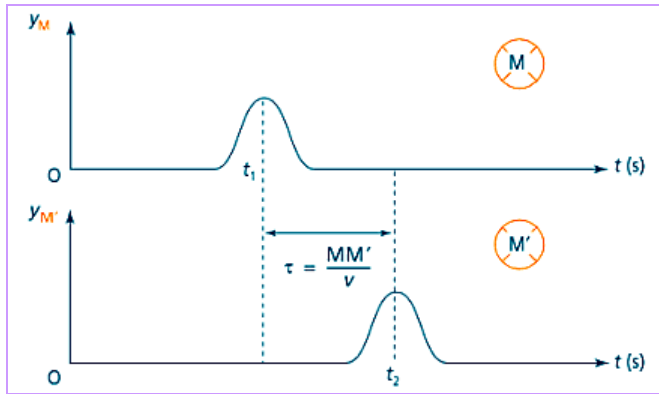
كل نقطة M من وسط الانتشار، أفصولها $x = OM$ ، تصلها الموجة، تكرر اهتزازات المنبع O بتأخر

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

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 $v(t_2 - t_1)$:

