

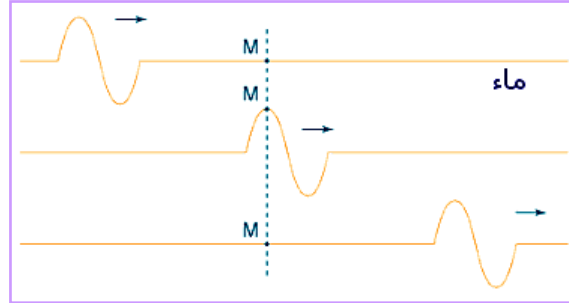
الموجات الميكانيكية

I. الموجة الميكانيكية المتوالية

تعريف

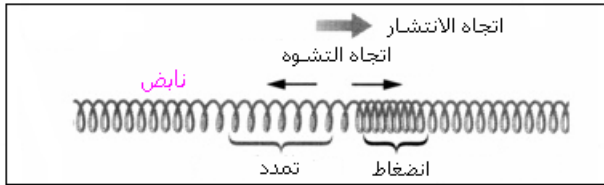
الموجة الميكانيكية هي ظاهرة انتشار اضطراب أو تشوه أو اهتزاز في وسط مادي دون انتقال للمادة، و تعتبر متوالية إذا كانت **تبتعد** عن منبعها بلا نهاية في وسط غير محدود أو أبعاده كبيرة.

☞ " 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 تدريجيا**: فهي متوالية.

• الموجة المستعرضة و الموجة الطولية



موجة طولية : للتشوه و الانتشار نفس الاتجاه.



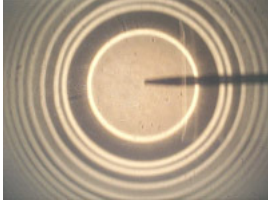
موجة مستعرضة : اتجاهها التشوه و الانتشار متعامدان.

☞ 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.

• خاصيات 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.

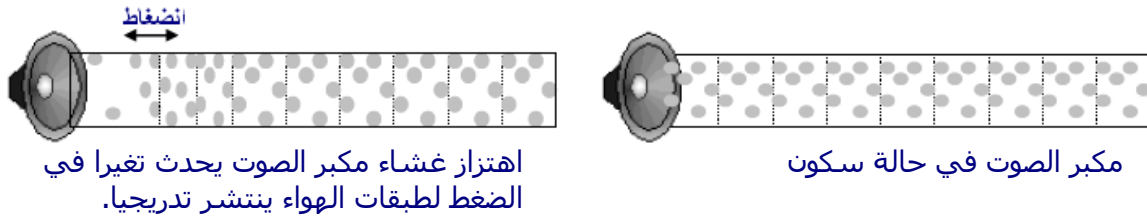
خاصية 3

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

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

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 قصوره. كما يمكن أن تتعلق بدرجة الحرارة.

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

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

- 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

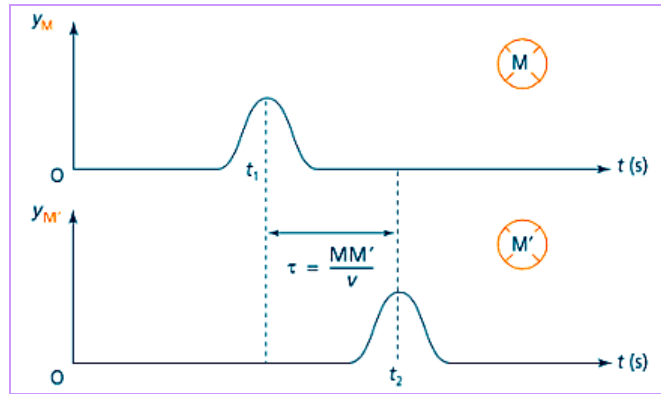
كل نقطة M من وسط الانتشار، أفصولها $x = OM$ ، تصلها الموجة، تكرر اهتزازات المنبع O بتأخر

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

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 $v(t_2 - t_1)$:

