الموجات الميكانيكية

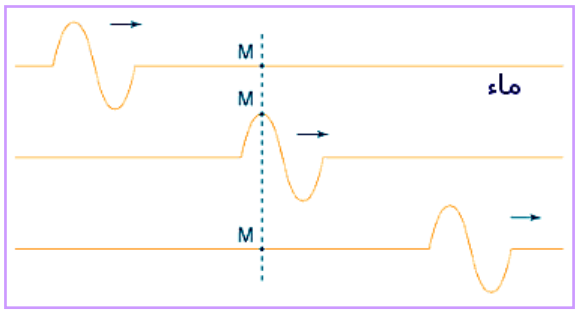
I. الموجة الميكانيكية المتوالية

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:



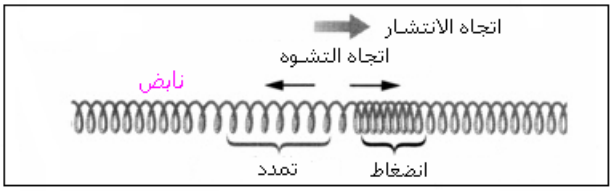
وسع موجة ميكانيكية هو القيمة القصوى للتشوه الذي تحدثه هذه الموجة.

الموضع الذي تنبعث منه الموجة الميكانيكية يسمى **المنبع**.

تنتشر الموجة من المنبع **تدريجيا**: فهي متوالية.

• الموجة المستعرضة و الموجة الطولية

موجة مستعرضة: اتجاها التشوه و الانتشار متعامدان.



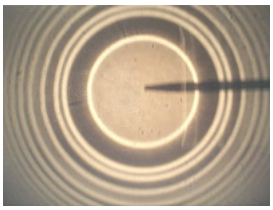
موجة طولية : للتشوه و الانتشار نفس الاتجاه.

☜ 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

خاصية1 لا تنقل الموجة الميكانيكية المادة لكنها تنقل طاقة ميكانيكية.

خاصية2 تنتشر الموجة الميكانيكية في جميع الاتجاهات المتاحة لها.



▪ أمثلة:

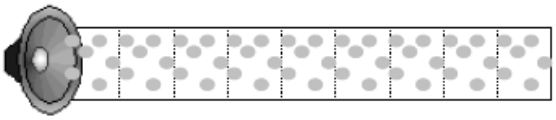
- الموجة التي تنتشر على طول حبل أو نابض موجة أحادية البعد.
- الموجة التي تنتشر على سطح الماء موجة ثنائية البعد (الصورة جانبه).
- الموجة الصوتية موجة ثلاثية البعد.

خاصية3 عند تلاقي موجتين وسعاهما ضعيفان لا يحدث بينهما أي تأثير بيني.

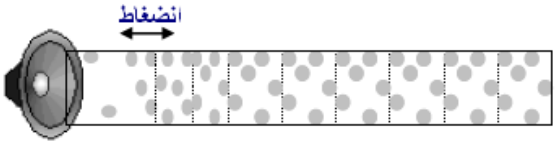
• الموجات الصوتية

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...)



مكبر الصوت في حالة سكون



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

• سرعة انتشار موجة ميكانيكية

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

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

d المسافة التي تقطعها الموجة خلال المدة الزمنية Δt.

خاصية1 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 العلاقة التالية: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

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

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

خاصية2 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.

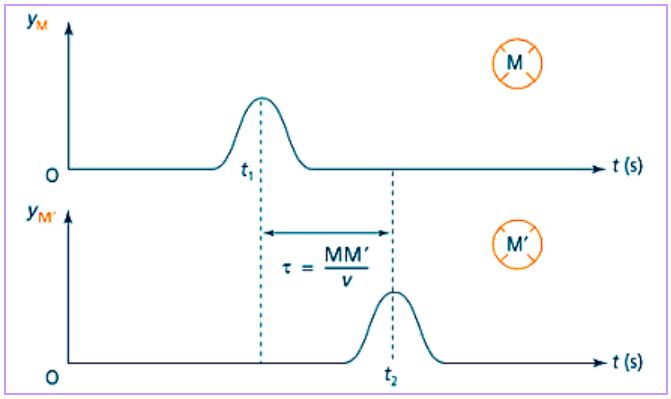
▪ حركة نقطة من وسط الانتشار بدلالة الزمن

كل نقطة M من وسط الانتشار ،أفصولها $x = OM$، تصلها الموجة، تكرر اهتزازات المنبع Oبتأخر زمني: $\tau = \frac{x}{v}$ (s)

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

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 $\frac{M'}{v}$:



▪ 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 $v(t_2 - t_1)$: