

الموجات الميكانيكية المتتالية

Les ondes mécaniques progressives

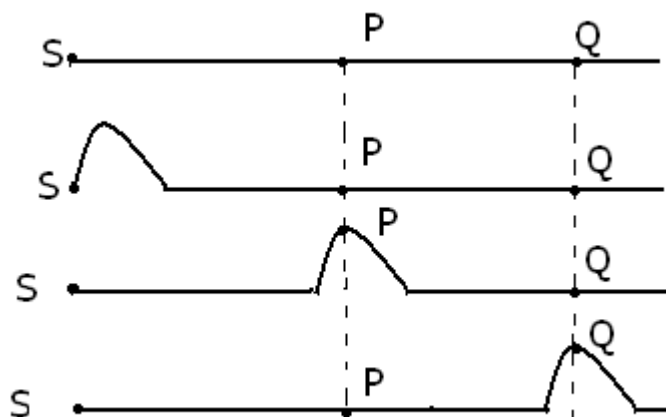
I _ الموجات الميكانيكية المتتالية

1 _ الموجة الميكانيكية

النشاط التجريبي 1

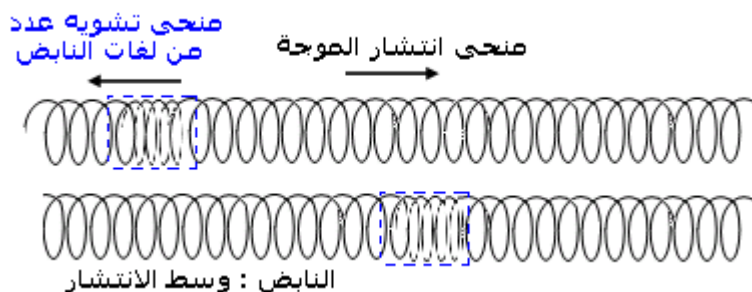
نعرض التجارب التالية بواسطة فيديو أو القيام بها داخل القسم في حالة توفر المعدات اللازمة

التجربة 1
نأخذ حبلا ونضعه على الأرض ، ونثبت أحد طرفيه ، ثم نقوم بتحريك طرفه الآخر من الأعلى نحو الأسفل .



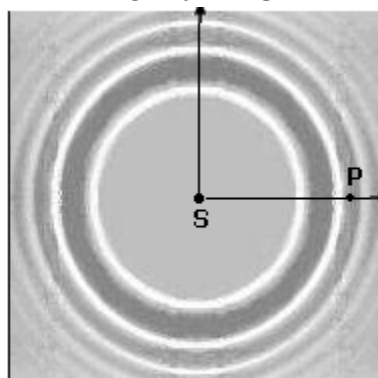
التجربة 2

نضع نابضا لفاته غير متصلة على الأرض ونضغط على بعض اللفات عند طرفه ونحررها



التجربة 3

نترك قطرة ماء تسقط على سطح ماء راکض .



استثمار

1 - صف في كل حالة ، التشوه البدئي للوسط ، واذكر طبيعة الوسط

| التجربة | الوسط | التشوه البدئي للوسط | طبيعة الوسط | حالة الوسط |
|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|------------|
| التجربة 1 | الحبل | عمودي على الوسط | مادي يتكون من ذرات أي مرنة | صلبة |
| التجربة 2 | الناض | متطابق مع الوسط | مادي يتكون من ذرات ، مرنة | صلبة |
| التجربة 3 | الماء | عمودي على الوسط | مادي يتكون من جزيئات ، مرنة | سائلة |

نسمي الوسط الذي ينتشر في التشويه بوسط الانتشار .

نسمي الحيز الذي انطلق منه التشويه بمنبع الموجة .

2 - بالنسبة لكل تجربة :

2 - 1 قارن بين حالات الوسط .

حالات وسط الانتشار في التجارب أعلاه كلها مادية ومرنة

2 - 2 هل يصاحب انتشار التشويه انتقال للمادة ؟ علل جوابك .

من خلال التجربة 1 ، فالنقطة P من وسط الانتشار أنها تتحرك أثناء مرور التشويه بها ، ثم ترجع إلى موضعها البدئي ، وتستقر بعد اجتيازه لها .

نستنتج أنه خلال انتشار الموجة ليس هناك انتقال للمادة التي تكون الوسط .

3 - اقترح تعريفا للموجة الميكانيكية .

نسمي موجة ميكانيكية ظاهرة انتشار تشوه في وسط مادي مرن دون انتقال

للمادة التي تكون هذا الوسط

ملحوظة : نسمي موجة كل انتشار تشوه دون انتقال للمادة

2 - الموجة الميكانيكية المستعرضة والموجة الميكانيكية الطولية .

1- الموجة المستعرضة :

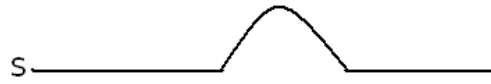
عندما تحدث موجة تشويها اتجاهه متعامد مع منحى انتشارها نقول أنها موجة

مستعرضة .

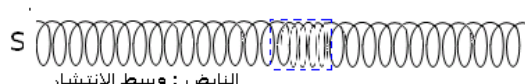
2 - الموجة الطولية

عندما تحدث موجة تشويها له نفس اتجاه منحى انتشارها نقول أنها موجة طولية

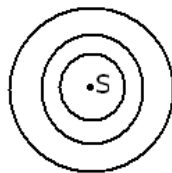
على التبيانات التالية حدد اتجاه التشويه واتجاه الانتشار في التجارب السابقة



الحبل : وسط الانتشار



الناض : وسط الانتشار



وسط الانتشار : الماء

من بين الموجات المدروسة سابقا ، حدد المستعرضة منها والطولية .

| التجربة | طبيعة الموجة ، طولية أم مستعرضة |
|-----------|---------------------------------|
| التجربة 1 | مستعرضة |
| التجربة 2 | طولية |
| التجربة 3 | مستعرضة |

1 - 3 الموجات الصوتية

أ - الصوت موجة ميكانيكية

تجربة (فيديو)

عند تفريغ الإناء الزجاجي من الهواء يختفي صوت المرنة . مما يدل على أن الصوت لا ينتشر في الفراغ أي أنه يحتاج إلى وسط مادي مرن إذن **الصوت موجة ميكانيكية تنتشر في جميع الاتجاهات (ثلاثي الأبعاد) وفي جميع الأجسام المادية (السائلة والصلبة والغازية).**

تجربة (فيديو)

عند النقر على الرنان ينبعث منه صوت يؤدي إلى تحريك الكرة مما يبين أن اتجاهي التشويه والانتشار يوجدان على استقامة واحدة إذن **الصوت موجة ميكانيكية طولية .**

نعل انتشار موجة صوتية في وسط مادي بكونها أنها نتيجة انضغاط وتمدد لوسط الانتشار .

2 - الموجة الميكانيكية المتوالية

نعرف الإشارة أو الموجة ظاهرة تحدث في مدة قصيرة جدا . عندما نعيد بث هذه الموجة أو الإشارة مرات عديدة نحصل على موجة متوالية. يصاحب انتشار موجة انتقال الطاقة .

أمثلة لاهتزازات مصانة تمكّن من الحصول على موجات ميكانيكية متوالية .

- حركة شفرة معدنية مرنة تحرر بعد تقويسها .

- حركة حبال مركب خاضع لتأثير الرياح .

- عند نقر أوتار الكمان .

ملحوظة

وكيف تنتقل الطاقة في وسط الانتشار ؟ ما هي أنواع هذه الطاقة ؟

عند إحداث تشويه بالطرف S للحبل فإنها تكتسب طاقة ميكانيكية (طاقة الوضع : تغير الموضع ، والطاقة الحركية) على شكل شغل .

وعند وصول الموجة إلى كل نقطة من نقط وسط الانتشار تعيد نفس حركة المنبع S أي أنها تكتسب بدورها الطاقة الميكانيكية للمنبع S .

أي أنه عند انتشار الموجة طول الحبل يصاحبها انتقال طاقة ، على شكل طاقة ميكانيكية .

3 - سرعة انتشار موجة ميكانيكية

أ - تجربة 4

قياس سرعة انتشار موجة ميكانيكية مستعرضة طول حبل متجانس ومتوتر بين حاملين

نستعمل خليتين كهر ضوئيتين B_1 و B_2 بحيث تفصل بينهما مسافة d ونوصلهما بميقت

إلكتروني .

عند مرور الموجة أمام الخلية B_1 ، يشتغل الميقت ويتوقف عند مرورها أمام الخلية B_2 .

نقيس المدة الزمنية Δt التي يستغرقها انتشار الموجة بين B_1 و B_2 لمختلف قيم المسافة d .

نحصل على النتائج التالية :

| | | | | | | | |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|
| d(m) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $\Delta t(s)$ | 0 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,36 | 0,45 | 0,54 |

على ورق مليمتري نمثل $d=f(\Delta t)$

نحصل على مستقيم يمر من أصل المحورين

نستخلص أن d تتغير خطيا مع المدة الزمنية Δt أي أن $c = \frac{d}{\Delta t}$ حيث يدل c على سرعة انتشار

الموجة طول الحبل .

ب - العوامل التي تؤثر في سرعة الانتشار طول الحبل .

نعيد نفس التجربة السابقة بنفس الحبل .

نحتفظ بنفس الطول للحبل ونفس التوتر ونغير استطالة التشويه نلاحظ أن سرعة انتشار الموجة تبقى ثابتة .

نحتفظ بنفس الطول ونغير توتر الحبل ونقيس سرعة انتشار موجه ميكانيكية

نلاحظ أنه كلما ارتفع توتر الحبل ، تزداد سرعة انتشار الموجة طول الحبل

بالنسبة لحبلين لهما نفس التوتر ، تكون سرعة انتشار الموجة أصغر في الحبل ذي الكتلة الطولية الكبرى أي أن سرعة الانتشار تنقص كلما ازداد قصور وسط الانتشار .

خلاصة:

بالنسبة لوسط مادي متجانس تكون سرعة انتشار موجة مستقلة عن شكل التشوه وعن مدته ، فهي تتعلق بطبيعة وسط الانتشار ، خاصة من حيث مرونته و قصوره ، ودرجة حرارته .

ملحوظة : سرعة انتشار موجة صوتية

الموجة الصوتية موجة طو

الهواء .

تبين التجربة أن سرعة انتشار الصوت تتعلق بطبيعة وسط الانتشار.

| الوسط | سرعة انتشار الصوت ب m/s |
|-------------------------------------|-------------------------|
| الأجسام الصلبة | $6,5 \cdot 10^3$ |
| - الزجاج | $4 \cdot 10^3$ |
| - القشرة الأرضية | 15 |
| السوائل عند درجة حرارة $20^\circ C$ | $1,53 \cdot 10^3$ |
| الماء | 340.10 |
| ماء البحر | $1,33 \cdot 10^3$ |
| الغازات عند درجة $20^\circ C$ | |
| الهواء | |
| الهيدروجين | |

4 - المقارنة بين حركة جسم وإشارة ميكانيكية

| إشارة ميكانيكية | حركة جسم |
|---|--|
| تحدث انطلاقا من منبع ويمكن أن تنتشر في جميع الاتجاهات | مسار جد محدد |
| عدم انتقال المادة | انتقال المادة |
| الموجات لا تنتقل في الفراغ أي سرعة انتشارها منعدمة بينما هي أكبر في | ينتقل الجسم بسهولة في الفراغ أي أن سرعة جسم في الفراغ أكبر من سرعته في |

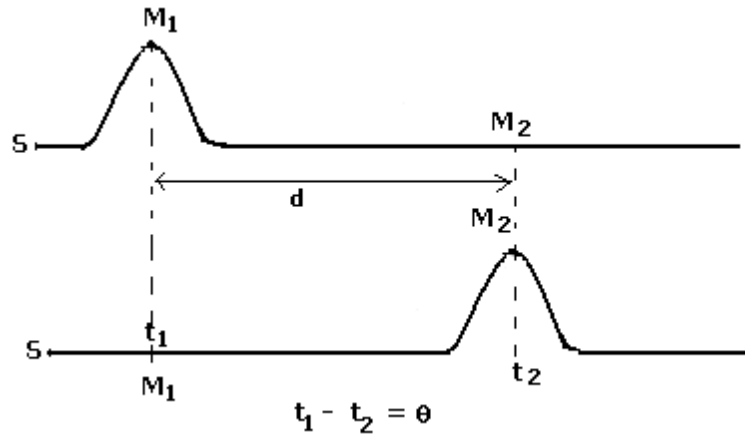
| | |
|------------------------------------|--|
| الغاز | الأجسام الصلبة من الأجسام السائلة والأجسام الغازية $v(\text{solide}) > v(\text{liquide}) > v(\text{gaz})$ |
| سرعة الجسم تتعلق بالشروط البدئية . | سرعة انتشار موجة لا تتعلق بالشروط البدئية في حالة استتالة صغيرة |

5- التأخر الزمني لموجة ميكانيكية

نحدث موجة ميكانيكية طول حبل انطلاقا من S طرف الحبل و V سرعة انتشار هذه الموجة طول الحبل .

نعتبر شكل الحبل في لحظتين t_1 و t_2 . خلال هذه المدة قطعت الموجة مسافة $d = M_1 M_2$. عند وصول الموجة النقطة M_2 فإنها ستتحرك بنفس الاستتالة لحركة المنبع S . نسمي $\theta = \Delta t = t_2 - t_1$ بالتأخر الزمني للموجة ونعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$\theta = \frac{M_1 M_2}{V}$$



6 - الخواص العامة لموجة ميكانيكية

5 - 1 اتجاه انتشار موجة

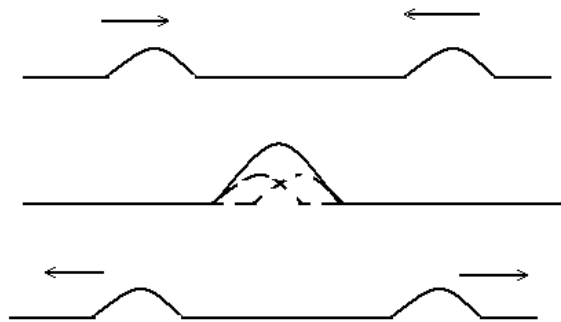
تنتشر موجة انطلاقا من منبعها في جميع الاتجاهات المتاحة لها .

5 - 2 تراكب موجتين ميكانيكيتين .

ماذا يحدث عندما تتراكب موجتين ؟

تجربة (فيديو)

على طرفي حبل نحدث موجتين متقابلتين ، عند التقائهما في نقطة P من الحبل تتراكبان ونلاحظ :



عدم حدوث تصادم بين الموجتين لأنهما بعد التقائهما يستمر انتشار كل منهما دون تأثير ناتج عن تراكبهما ، بحيث تحتفظ كل موجة بنفس المظهر ونفس سرعة الانتشار .

ملحوظة : تتحقق هذه الخاصية فقط بالنسبة لموجات ذات تشوه جد ضعيف أو استتالة التشويه ضعيفة .