الموجات الميكانيكية المتوالية
Les ondes mécaniques progressives

I ـ الموجات الميكانيكية المتوالية

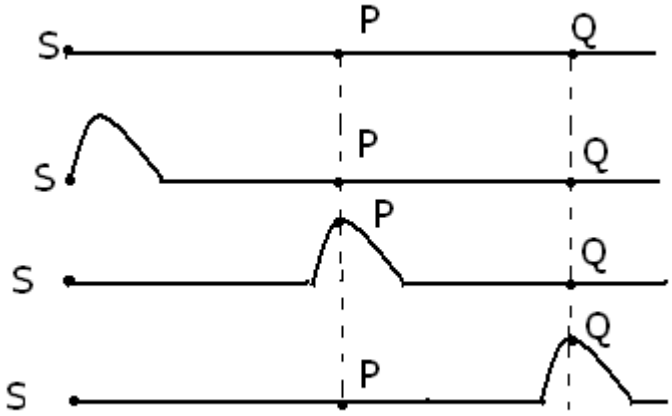
1 ـ الموجة الميكانيكية

النشاط التجريبي 1

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

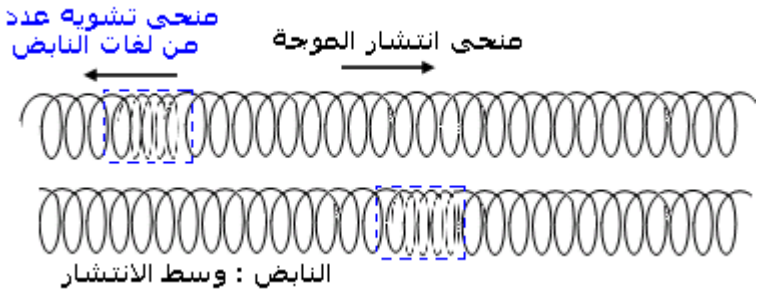
التجربة 1

نأخذ حبلا ونضعه على الأرض ، ونثبت أحد طرفيه ، ثم نقم بتحريك طرفه الآخر من ألأعلى نحو الأسفل .



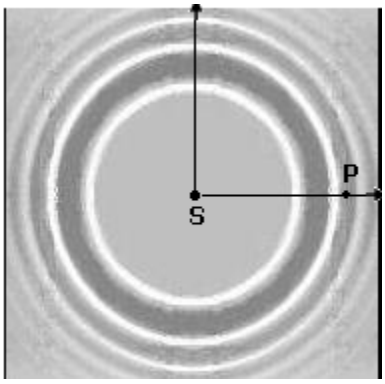
التجربة 2

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



التجربة 3

نترك قطرة ماء تسقط على سطح ماء راكض .



استثمار

1 ـ 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	النابض	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 ـ بالنسبة لكل تجربة :

2 ـ 1 قارن بين حالات الوسط .

حالات وسط الانتشار في التجارب أعلاه كلها **مادية ومرنة**

2 ـ 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 ـ 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 ـ الموجة الميكانيكية المستعرضة والموجة الميكانيكية الطولية .

1ـ الموجة المستعرضة :

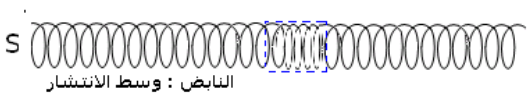
عندما تحدث موجة تشويها اتجاهه متعامد مع منحى انتشارها نقول أنها موجة مستعرضة .

2 ـ الموجة الطولية

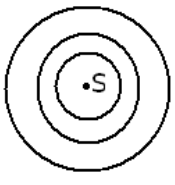
عندما تحدث موجة تشويها له نفس اتجاه منحى انتشار ها نقول أنها موجة طولية

على التبيانات التالية حدد اتجاه التشويه واتجاه الانتشار في التجارب السابقة

الحبل : وسط الانتشار



النابض : 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 ـ 3 الموجات الصوتية

أ ـ الصوت موجة ميكانيكية

تجربة (فيديو)

عند تفريغ الإناء الزجاجي من الهواء يختفي صوت المرنة . مما يدل على أن الصوت لاينتشر 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 .**

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

2 ـ 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 .

ـ حركة شفرة معدنية مرنة تحرر بعد تقويسها .

ـ حركة حبال مركب خاضع لتأثير الرياح .

ـ 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 ـ سرعة انتشار موجة ميكانيكية

أ ـ 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
Δt(s)	0	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54

على ورق مليمتري نمثل d=f(Δt)

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 ـ 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	
ـ الزجاج	$6,5.10^3$
ـ القشرة الأرضية	4.10^3
السوائل عند درجة حرارة 20°C	
الماء	15
ماء البحر	$1,53.10^3$
الغازات عند درجة 20°C	
الهواء	340.10
الهيدروجين	$1,33.10^3$

4 ـ 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 لاتنتقل 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

الأجسام الصلبة من الأجسام السائلة والأجسام الغازية v(solide)>v(liquide)>v(gaz)	الغاز
سرعة انتشار موجة لاتتعلق بالشروط البدئية في حالة استطالة صغيرة	سرعة الجسم تتعلق بالشروط البدئية .

5 ـ التأخر الزمني لموجة ميكانيكية

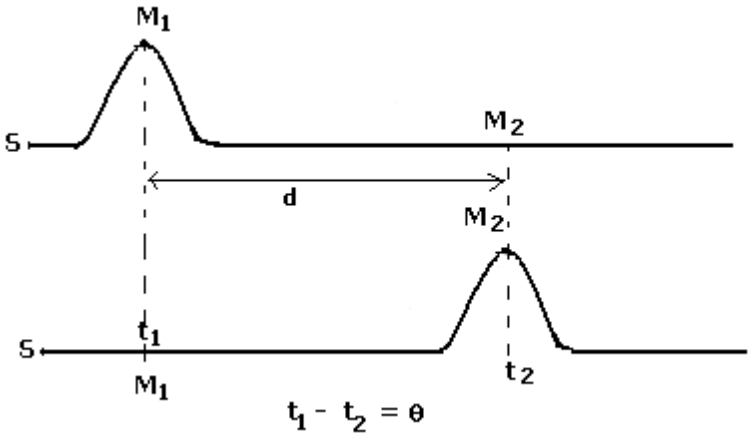
نحدث موجة ميكانيكية طول حبل انطلاقا من S طرف الحبل و V سرعة انتشار هذه الموجة طول الحبل .

نعتبر شكل الحبل في لحظتين t_1 و t_2 . خلال هذه المدة قطعت الموجة مسافة $d=M_1M_2$.

عند وصول الموجة النقطة M_2 فإنها ستتحرك بنفس الاستطالة لحركة المنبع S .

نسمي $\theta=\Delta t=t_2-t_1$ بالتأخر الزمني للموجة ونعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$\theta=\frac{M_1M_2}{V}$$



6 ـ الخواص العامة لموجة ميكانيكية

5 ـ 1 اتجاه انتشار موجة

تنتشر موجة انطلاقا من منبعها في جميع الاتجاهات المتاحة لها .

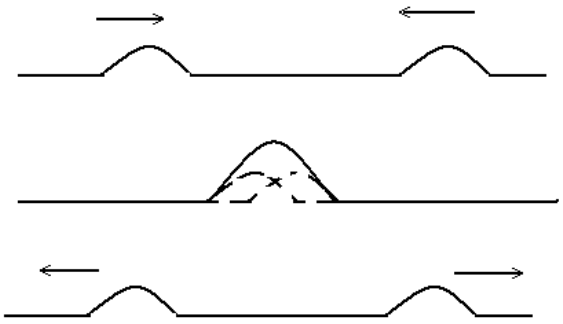
5 ـ 2 تراكب موجتين ميكانيكيتين .

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 استطالة التشويه ضعيفة .