

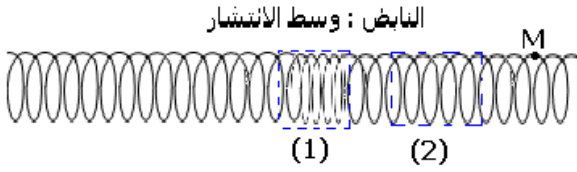
الموجات الميكانيكية المتوالية

تمارين

تمرين 1 موجة ميكانيكية طول نابض .

نحدث موجة طول نابض وذلك بضغط بعض من لفاته وتحريرها فجأة .

يمثل الشكل أسفله حالة النابض في لحظة معينة t .



1 - هل الموجة المنتشرة طول نابض مستعرضة أم طولية ؟

2 - صف عند اللحظة t ، حالة النابض في المنطقة (1) وفي المنطقة (2)

3 - حدد منحى واتجاه حركة النقطة M عندما تصلها الموجة .

تمرين 2 حساب سرعة الصوت .

يلتقط ميكروفونان M_1 و M_2 صوتا منبعئا من منبع صوتي نقطي S . يوجد الميكروفونان M_1 و M_2 على استقامة واحدة مع المنبع الصوتي S ، يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة $d=68\text{cm}$. يوجد المنبع S خارج القطعة المحدودة بالنقطتين M_1 و M_2 .

نعين على شاشة كاشف

التذبذب الإشارات

الملتقطة بواسطة M_1 و

M_2 عبر وسيط معلوماتي (

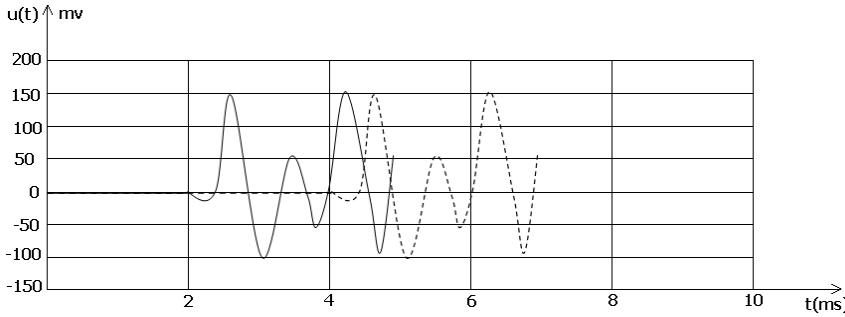
أنظر الشكل)

1 - ارسم تبيانة التركيب

التجريبي المستعمل .

2 - أحسب سرعة انتشار

الصوت في ظروف التجربة .



تمرين 3 سرعة انتشار موجة طول حبل

تعطي العلاقة $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ، سرعة انتشار موجة طول حبل موثر حيث T شدة توتر الحبل و μ

كتلته الطولية .

1 - أحسب سرعة انتشار موجة طول حبل ، طوله

$\ell = 10\text{m}$ حيث أن كتلته $m=1,0\text{kg}$ موثر بقوة شدتها

$2,5\text{N}$. واستنتج المدة الزمنية التي تعبر خلالها

الموجة الحبل كله .

2 - كيف تتغير هذه السرعة إذا استعملنا نفس الحبل

موثر بقوة شدتها أربع مرات شدة القوة السابقة ؟

3 - نوتر الحبل بواسطة كتلة معلمة كتلتها $M=160\text{g}$

أنظر الشكل 1

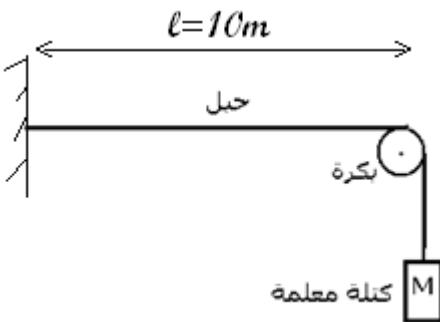
أحسب قيمة سرعة انتشار الموجة طول الحبل

نعتبر أن أبعاد البكرة مهملة . ونأخذ $g=10\text{N/kg}$

تمرين 4 سرعة انتشار موجة ودرجة الحرارة

سرعة انتشار الصوت في الهواء تتناسب اطرادا مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة T

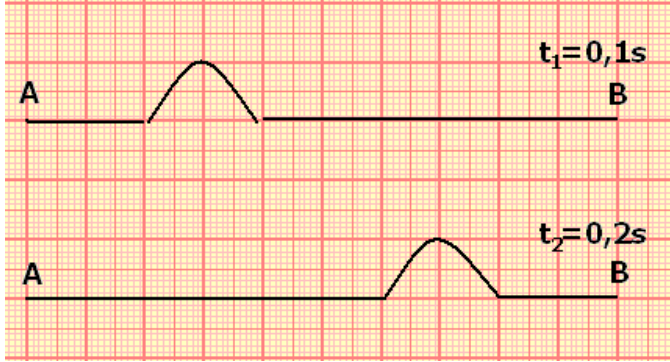
للغواء .



- 1 - عبر رياضيا عن هذه العلاقة .
- 2 - أحسب سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة الحرارة 0°C ، ثم عند 25°C .
نعطي سرعة الصوت في الهواء عند درجة الحرارة 15°C هي $v=340\text{m/s}$

تمرين 5 استغلال رسم ميانبي .

يمثل الشكل التالي حبلا (AB) طوله $\ell = 10\text{m}$ ، تنتشر طوله موجة مستعرضة في اللحظتين اللتين تاريخهما t_1 و t_2 .

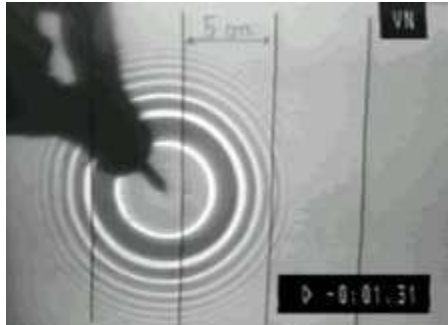


- 1 - أعط تعريف موجة مستعرضة .
- 2 - عين سرعة انتشار الموجة طول الحبل .
- 3 - عين طول الموجة واستنتج مدتها
- 2 - في أي تاريخ انبعثت الموجة من النقطة A ؟

تمرين 6 تحديد نقطة سقوط

صاعقة .

- خلال يوم عاصفي تم سماع الرعد بعد مرور $14,7\text{s}$ قبل رؤية البرق .
- 1 - احسب المسافة الفاصلة بين النقطة التي حدث فيها البرق والملاحظ .
نعطي سرعة انتشار الصوت في الهواء $v=340\text{m/s}$ و سرعة انتشار الضوء في الهواء $c=3.10^8\text{m/s}$



تمرين 7 دراسة موجة ميكانيكية دائرية .

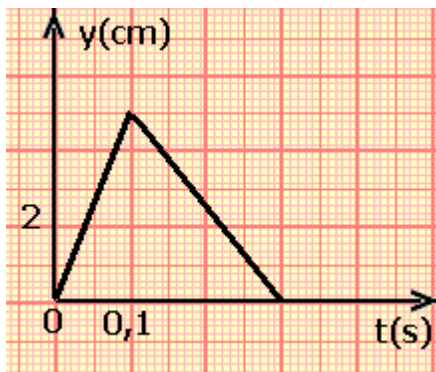
- نحدث بواسطة مسمار موجة دائرية على سطح الماء لحوض الموجات فنحصل على الشكل المبين جانبه .
- 1 - هل الموجة الدائرية على سطح الماء مستعرضة أم طولية ؟ علل جوابك .
 - 2 - نقيس تغيرات أشعة الدوائر الممركزة في المنبع S بدلالة الزمن فنحصل على الجدول التالي :

r(m)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
t (s)	0	0,5	1	1,5	2	2,5

- أ - أحسب سرعة انتشار الموجة .
- ب - أحسب شعاع الدائرة عند اللحظة ذات التاريخ $t=3\text{s}$.
- ج - أحسب لحظة وصول الموجة إلى النقطة M التي توجد على مسافة $d=10\text{cm}$ من المنبع S
- د - أحسب التأخر الزمني بين S و M .

تمرين 8 استغلال رسم ميانبي

نحدث عند الطرف S لحبل مرن ، موجة مستعرضة تنتشر بسرعة $v=10\text{m/s}$.

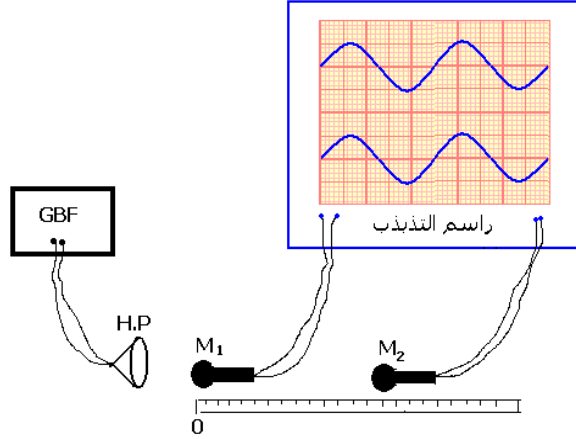


- عند $t=0\text{s}$ يوجد مطلع الإشارة عند المنبع S .
يمثل المنحنى أسفله ، تغيرات استطالة المنبع بدلالة الزمن t .
نعتبر نقطة M من الحبل ، توجد على مسافة $SM=4\text{m}$.
- 1 - حدد مدة التشويه Δt لنقطة من نقط الحبل .
 - 2 - أحسب التأخر الزمني τ بين النقطتين S و M .
 - 3 - كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استطالة S ؟ مثل المنحنى $y_M(t)$.
 - 4 - مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ $t=0,8\text{s}$.

تصحيح تمارين السلسلة 1 الموجات الميكانيكية المتوالية

تمرين 2 (حساب سرعة الصوت)

1 - تبيانة التركيب التجريبي المستعمل



2 - حساب سرعة انتشار الصوت في الهواء

نعتبر أن M_1 هي أصل الزمن $t_1=0$

يلتقط الميكروفون M_1 الصوت في اللحظة t_1 بينما يلتقط الصوت في اللحظة t_2 أي بتأخر

$$\tau = t_2 - t_1$$

وحسب الشكل فإن التأخر الزمني هو $\tau = 2\text{ms}$

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

وبالتالي فإن :

$$\tau = \frac{M_1 M_2}{V} \Rightarrow V = \frac{M_1 M_2}{\tau} = \frac{d}{\tau}$$

$$V = 340 \text{ m/s}$$

تمرين 3

1 - حساب سرعة انتشار الموجة طول الحبل :

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \text{ بحيث أن } \mu \text{ الممتلة الطولية للحبل ونعبر عنها بالعلاقة التالية : } \mu = \frac{m}{\ell} \text{ وبالتالي}$$

$$V = \sqrt{\frac{T \cdot \ell}{m}} \text{ فالتعبير السرعة هو :}$$

T = 2,5N توتر الحبل

$\ell = 10 \text{ m}$ طول الحبل

m = 1,0kg كتلة الحبل

$$V = 5 \text{ m/s}$$

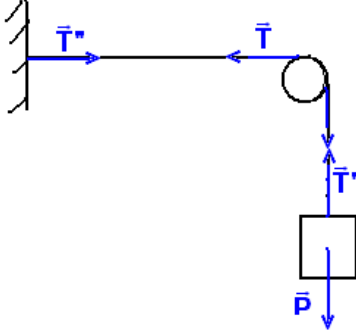
المدة الزمنية المستغرقة من طرف الموجة عند عبورها الحبل كله :

$$V = \frac{d}{\Delta t} \text{ بحيث أن } d = \ell \text{ وبالتالي فإن } \Delta t = \frac{\ell}{V} = 2 \text{ s}$$

2 - في حالة $T'=4T$ فإن :

$$V' = \sqrt{\frac{T'}{\mu}} \Rightarrow V' = \sqrt{\frac{4T}{\mu}} = 2\sqrt{\frac{T}{\mu}} = 2V$$

السرعة تزداد مع ازدياد توتر الحبل وهذا يتضح من خلال العلاقة السابقة
3 - 1 قيمة سرعة انتشار الموجة طول الحبل في حالة توتره
بكتلة معلومة (أنظر الشكل)



تم استعمال جزء من حبل طوله يساوي طول الحبل السابق
أي له نفس الكتلة الطولية في هذه الحالة سيكون الجزء
المتوتر ، شدة توتره $T=Mg$ وتصبح العلاقة :

$$v'' = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow v'' = \sqrt{\frac{Mg\ell}{m}} = 4m/s$$

تمرين 4 سرعة انتشار موجة ودرجة الحرارة

1 - التعبير الرياضي لسرعة انتشار الصوت في الهواء :

$$v = K\sqrt{T}$$

بحيث أن T درجة الحرارة المطلقة $T = 273 + \theta^\circ C$

2 - سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة حرارة $0^\circ C$:

لدينا درجة الحرارة المطلقة في هذه الحالة $T=273K$ نعتبر أن v_1 سرعة انتشار الصوت في

الهواء عند درجة حرارة $0^\circ C$ وحسب العلاقة السابقة لدينا : $v_1 = K\sqrt{T_1}$

ولدينا حسب المعطيات أن سرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة $15^\circ C$ هي $340m/s$ أي أن
 $T=285^\circ K$ ونحسب K :

$$v_0 = K\sqrt{T_0} \Rightarrow K = \frac{v_0}{\sqrt{T_0}}$$

$$K = 20,0SI$$

وبالتالي عند $0^\circ C$ لدينا $v_1=330m/s$

وعند درجة حرارة $25^\circ C$ لدينا $v_2=345m/s$.

تمرين 5 استغلال الرسم المبياني :

1 - تعريف بموجة مستعرضة : عند ما يكون منحى انتشارها عمودي اتجاه التشوه .

2 - حساب سرعة انتشار الموجة طول حبل :

حسب الشكل ، خلال المدة الزمنية $\Delta t = t_2 - t_1$ تقطع الموجة مسافة $4m$ (السلم $1cm$

يمثل $1m$) أي أن السرعة v هي :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$v = 40m/s$$

تعيين طول الموجة PQ من خلال الشكل فإن $PQ=2m$

مدة الموجة : هي المدة المستغرقة من طرف التشوه : نرسم لها τ

$$PQ = v.\tau \Rightarrow \tau = \frac{PQ}{v} = 0,05m/s$$

4 - تاريخ انبعاث الموجة من النقطة A :

لنعتبر t_0 هو تاريخ انبعاث الموجة من النقطة A وحسب الشكل الذي يمثل مظهر الحبل عند

: نكتب $t_1=0,6s$

$$AQ = v(t_1 - t_0) \Rightarrow AQ = vt_1 - vt_0$$

$$t_0 = t_1 - \frac{AQ}{v}$$

تطبيق عددي : $t_0 = 0s$.

تمرين 6 تحديد نقطة سقوط صاعقة .

نعتبر اللحظة t_1 تاريخ رؤية البرق أي أن $d = C.t_1$ بحيث أن d هي المسافة الفاصلة بين النقطة

التي حدثت فيه الصاعقة والملاحظ

نعتبر t_2 تاريخ سماع الرعد أي أن $d = V.t_2$

نعتبر $\Delta t = t_2 - t_1$ وحسب العلاقتين السابقتين لدينا :

$$\Delta t = \frac{d}{V} - \frac{d}{C} \Rightarrow d = \frac{\Delta t}{\frac{1}{V} - \frac{1}{C}}$$

بما أن $C \gg V$ فإن $\frac{1}{C} \ll \frac{1}{V}$ أي من الممكن إهمال $\frac{1}{C}$ أمام $\frac{1}{V}$ وتصبح العلاقة $d = V.\Delta t$

تطبيق عددي : $d = 5000m$

تمرين 7 دراسة موجة ميكانيكية دائرية

1 - الموجة على سطح الماء مستعرضة لأن اتجاه التشوه بواسطة المسمار عمودي على اتجاه انتشار الموجة .

2 - نعلم أن $V = \frac{d}{\Delta t}$ وبالتالي فإن $V = 0,02m/s$

ب - بتطبيق العلاقة $V = \frac{d}{\Delta t}$ بحيث أن $\Delta t = t - t_0 = t$ نجد أن

$$d = r = V.t \Rightarrow r = 0,06m$$

ج - لحظة وصول الموجة إلى النقطة M :

$$\Delta t = \frac{d}{V} \Rightarrow t_M = \frac{d}{V}$$

$$t_M = 5s$$

د - التأخر الزمني τ بين النقطتين S و M :

$$\tau = t_M - t_S = 5s$$