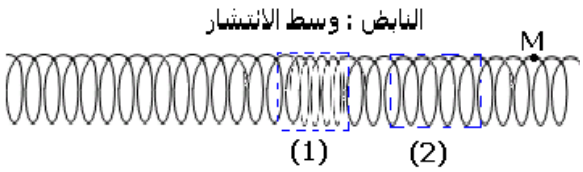
## الموجات الميكانيكية المتوالية
## تمارين

**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 ـ هل الموجة المنتشرة طول نابض مستعرضة أم طولية ؟

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

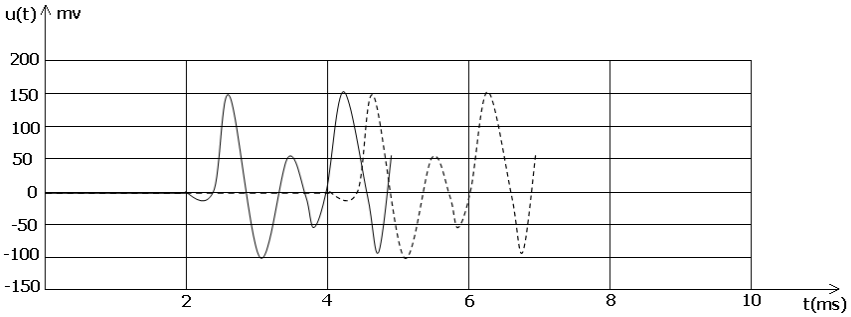
3 ـ حدد منحى واتجاه حركة النقطة M عندما تصلها الموجة .

**تمرين 2 حساب سرعة الصوت .**

يلتقط ميكروفونان $M_1$ و $M_2$ صوتا منبعثا 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=68cm .

يوجد المنبع S خارج القطعة المحدودة بالنقطتين $M_1$ و $M_2$ .

نعاين على شاشة كاشف التذبذب الإشارات الملتقطة بواسطة $M_1$ و $M_2$ عبر وسيط معلوماتي ( أنظر الشكل )

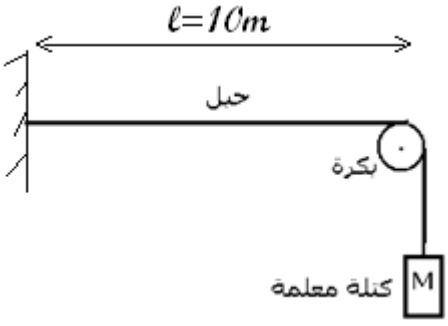



1 ـ ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل .

2 ـ أحسب سرعة انتشار الصوت في ظروف التجربة .

**<u>تمرين 3 سرعة انتشار موجة طول حبل</u>**

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




1 ـ أحسب سرعة انتشار موجة طول حبل ، طوله $\ell = 10m$ حيث أن كتلته m=1,0kg موتر بقوة شدتها 2,5N . واستنتج المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة الحبل كله .

2 ـ كيف تتغير هذه السرعة إذا استعملنا نفس الحبل موتر بقوة شدتها أربع مرات شدة القوة السابقة ؟

3 ـ نوتر الحبل بواسطة كتلة معلمة كتلتها M=160g أنظر الشكل 1

أحسب قيمة سرعة انتشار الموجة طول الحبل

نعتبر أن أبعاد البكرة مهملة . ونأخذ g=10N/kg

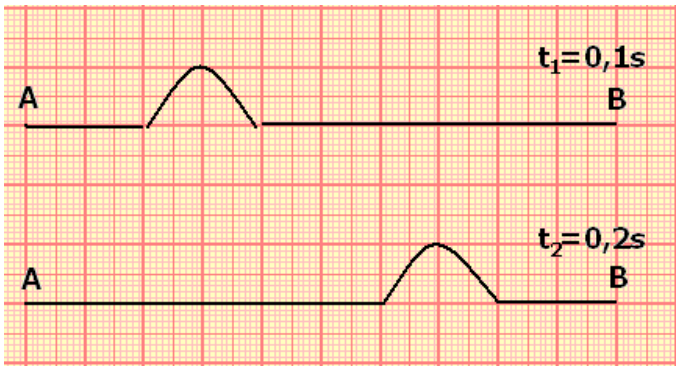
**<u>تمرين 4 سرعة انتشار موجة ودرجة الحرارة</u>**

سرعة انتشار الصوت في الهواء تتناسب اطرادا مع الجدر ألتربيعي لدرجة الحرارة المطلقة للهواء .

1 ـ عبر رياضيا عن هذه العلاقة .
2 ـ 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=340m/s

**تمرين5 استغلال رسم مساني .**

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

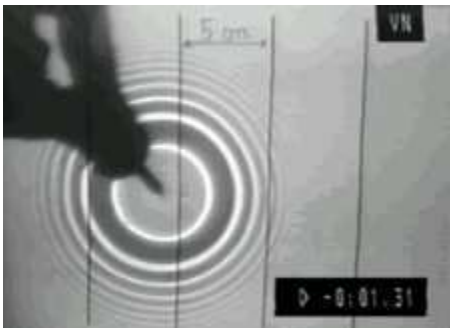



1 ـ أعط تعريف موجة مستعرضة .
2 ـ عين سرعة انتشار الموجة طول الحبل .
3 ـ عين طول الموجة واستنتج مدتها
2 ـ في أي تاريخ انبعثت الموجة من النقطة A ؟

**تمرين6 تحديد نقطة سقوط صاعقة .**

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

**تمرين 7 دراسة موجة ميكانيكية دائرية .**

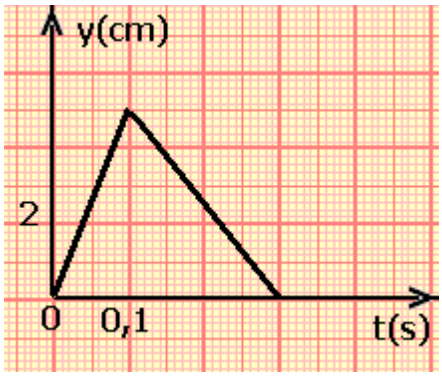


نحدث بواسطة مسمار موجة دائرية على سطح الماء لحوض الموجات فنحصل على الشكل المبين جانبه .
1 ـ هل الموجة الدائرية على سطح الماء مستعرضة أم طولية ؟ علل جوابك .
2 ـ نقيس تغيرات أشعة الدوائر الممركزة في المنبع S بدلالة الزمن فنحصل على الجدول التالي :

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

**تمرين 8 استغلال رسم مساني**

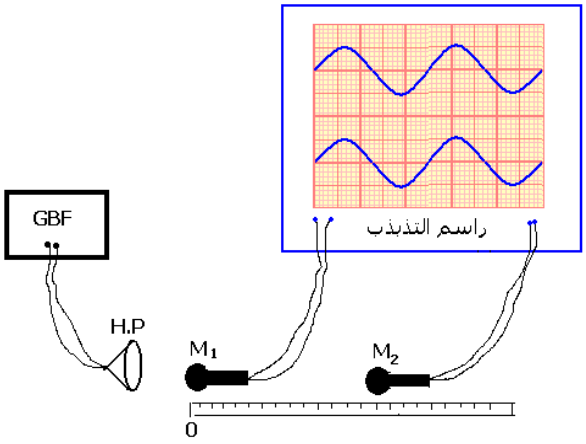



نحدث عند الطرف S لحبل مرن ، موجة مستعرضة تنتشر بسرعة v=10m/s .
عند t=0s يوجد مطلع الإشارة عند المنبع S .
يمثل المنحنى أسفله ، تغيرات استطالة المنبع بدلالة الزمن t .
نعتبر نقطة M من الحبل ، توجد على مسافة SM=4m .
1 ـ حدد مدة التشويه $\Delta t$ لنقطة من نقط الحبل .
2 ـ أحسب التأخر الزمني $\tau$ بين النقطتين S و M .
3 ـ كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استطالة S ؟ مثل المنحنى $y_M(t)$ .
4 ـ مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ t=0,8s .

# تصحيح تمارين السلسلة 1
# الموجات الميكانيكية المتوالية

## تمرين 2 ( حساب سرعة الصوت )

1 ـ تبيانة التركيب التجريبي المستعمل




2 ـ 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 $M_2$ يلتقط الصوت في اللحظة $t_2$ أي بتأخر زمني $\tau=t_2-t_1$

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

ونعلم أن $\tau = \frac{M_1M_2}{V}$

وبالتالي فإن :

$$\tau = \frac{M_1M_2}{V} \Rightarrow V = \frac{M_1M_2}{\tau} = \frac{d}{\tau}$$

$$V = 340m/s$$

## تمرين 3

1 ـ حساب سرعة انتشار الموجة طول الحبل :

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

$$V = \sqrt{\frac{T.\ell}{m}}$$ فاتعبير السرعة هو :

T : توتر الحبل T=2,5N

$\ell$ طول الحبل $\ell = 10m$

m كتلة الحبل m=1,0kg

V=5m/s

المدة الزمنية المستغرقة من طرف الموجة عند عبورها الحبل كله :

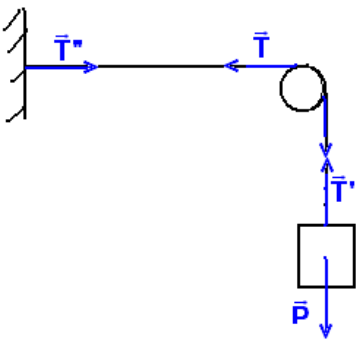
$V = \frac{d}{\Delta t}$ بحيث أن $d = \ell$ وبالتالي فإن $V = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\ell}{V} = 2s$

2 ـ 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 ـ 1 قيمة سرعة انتشار الموجة طول الحبل في حالة توتره بكتلة معلمة ( أنظر الشكل )




تم استعمل 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 ـ التعبير الرياضي لسرعة انتشار الصوت في الهواء :

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

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

2 ـ سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة حرارة 0°C :

لدينا درجة الحرارة المطلقة في هذه الحالة T=273K نعتبر أن $v_1$ سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة حرارة 0°C وحسب العلاقة السابقة لدينا : $v_1 = K\sqrt{T_1}$

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

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

$$K = 20,0SI$$

وبالتالي عند o°C لدينا $v_1$=330m/s

وعند درجة حرارة 25°C لدينا $v_2$=345m/s .

## تمرين 5 استغلال الرسم المبياني :

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

2 ـ 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 :

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

$$v = 40m/s$$

تعين طول الموجة PQ من خلال الشكل فإن PQ=2m

مدة الموجة : هي المدة المستغرقة من طرف التشوه : نرمز لها ب $\tau$

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

4 ـ تاريخ انبعات الموجة من النقطة A :

لنعتبر $t_0$ هو تاريخ انبعاث الموجة من النقطة A وحسب الشكل الذي يمثل مظهر الحبل عند $t_1$=0,6s نكتب :

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

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

تطبيق عددي : $t_0$=0s .

تمرين 6 تحديد نفطة 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 :

$t_1 = \frac{d}{C}$ و $t_2 = \frac{d}{V}$ أي أن $\Delta t = \frac{d}{V} - \frac{d}{C} \Rightarrow d = \frac{\Delta t}{\frac{1}{V} - \frac{1}{C}}$

بما أن C>>V فإن $\frac{1}{C} << \frac{1}{V}$ 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

اتجاه انتشار الموجة .

2 ـ1 نعلم أن $V = \frac{d}{\Delta t}$ وبالتالي فإن V=0,02m/s

ب ـ 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 ـ لحظة وصول الموجة إلى النقطة M :

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

$t_M$=5s

د ـ التأخر الزمني $\tau$ بين النقطتين S و M :

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