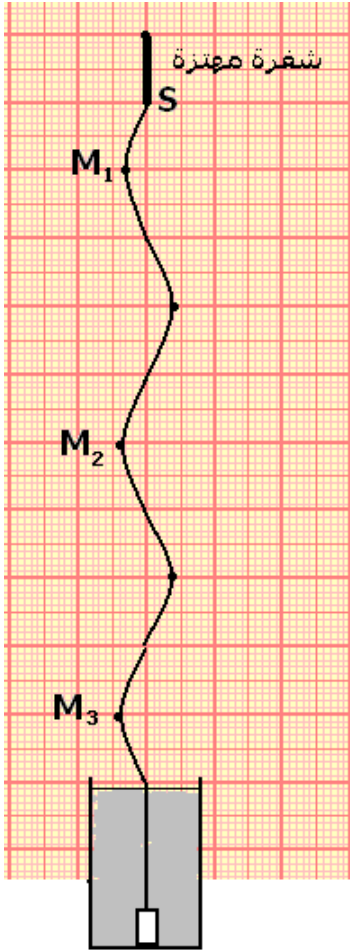
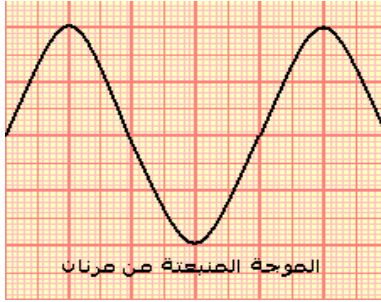
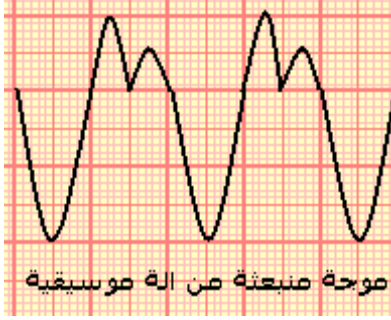


الموجات الميكانيكية الدورية أنشطة تجريبية



النشاط التجريبي 1 الموجات الصوتية

بواسطة راسم التذبذب و ميكروفون نعاين موجتين صوتيتين:
– موجة منبعثة من آلة موسيقية :

– موجة منبعثة من مرنان Diapason

1 – هل هذه الموجات دورية ؟

2 – قارن بين الرسمين التذبذبيين المحصلين .

3 – علما أن زر الحساسية الأفقية لراسم التذبذب ضبط على القيمة 0,5ms ، أحسب الدور T لكل من الموجتين الصوتيتين واستنتج تردد الموجة الصوتية المنبعثة من المرنان .

النشاط التجريبي 2 الموجات الميكانيكية طول الحبل

تتحرك شعرة معدنية تحت تأثير كهرومغناطيس بتردد 100Hz .
يتكون وسط الانتشار من حبل مشدود تثبت أحد طرفيه بنهاية الشعرة ، بينما يوضع على الطرف الثاني في كأس به ماء لامتصاص الموجة .

نستعمل في هذه التجربة جهاز كهربائي يسمى بالوماض :

جهاز إلكتروني يصدر ومضات ضوئية سريعة في مدد زمنية متتالية ومتساوية T_e ، ويحتوي على زر يمكن من تغيير وضبط تردد الومضات ν_e .

نضيء الخيط بواسطة الوماض ونضبط التردد ν_e للومضات على أكبر قيمة تمكن من ملاحظة توقف ظاهري للحبل . في هاته الحالة تردد الومضات هو تردد حركة الحبل .

نغير قيمة تردد الوماض قليلا بالنسبة للقيمة ν_e : $\nu_e + \epsilon$ و $\nu_e - \epsilon$
 $\nu_e + \epsilon$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للحبل في المنحى المعاكس لمنحى انتشار الموجة .

$\nu_e - \epsilon$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للحبل في نفس منحى انتشار الموجة .

استثمار

1 – كيف هو شكل الحبل في غياب الوماض ؟

2 – عند إضاءة الحبل بالوماض وضبط تردد ومضاته على أكبر قيمة حيث نلاحظ توقف ظاهري للحبل . بين أن حركة كل نقطة M من الحبل مستقيمة جيئية ، ترددها مساو لتردد الشعرة المهتزة .

3 – الشكل جانبه يمثل مظهر الحبل في لحظة t بالسلم الحقيقي بحيث يكون على شكل جيبي $y=f(x)$ (دالة جيئية)

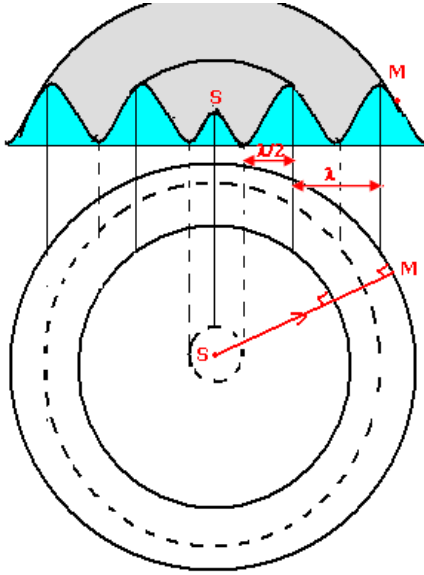
والتي تمثل مظهر الحبل في لحظة t . يتميز هذا المنحى **بدورية**

مكانية تسمى طول الموجة ويرمز لها ب λ

1 – قس المسافتين M_1M_2 و M_2M_3 و M_1M_3

2 – قارن الحالات الاهتزازية للنقط M_1 ، M_2 ، M_3 .

3 – أكتب المسافات M_1M_2 و M_2M_3 و M_1M_3 بدلالة λ .



خط ذري الموجات ———
خط قعور الموجات - - -

النشاط التحريبي 3

أ - الموجة المتوالية الحسية الدائرية

1 - دراسة تجريبية : الموجة المتوالية على سطح الماء في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة مسمار متصل بهزاز كهربائي ، حركة اهتزازية دائمة أو مصونة ترددها 100Hz . وتفاديا لانعكاس الموجة نكسو جوانب الحوض بالقطن التي يمتصها .

1 - ماذا نلاحظ في غياب الوماض ؟
ماذا نلاحظ عندما نضيء سطح الماء بواسطة ومامض بحيث نضبط ومضاته على $v+\epsilon$ و $v-\epsilon$ ؟

ب - الموجة المتوالية المستقيمة

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة صفيحة أفقية متصلة بهزاز كهربائي حركة اهتزازية دائمة . وتفاديا لانعكاس الموجة ، نكسو جوانب الحوض بالقطن من امتصاصها .

ماذا نلاحظ في غياب الوماض ؟

ماذا نلاحظ عندما نضيء سطح الماء بواسطة ومامض بحيث نضبط ومضاته على $v+\epsilon$ و $v-\epsilon$ ؟

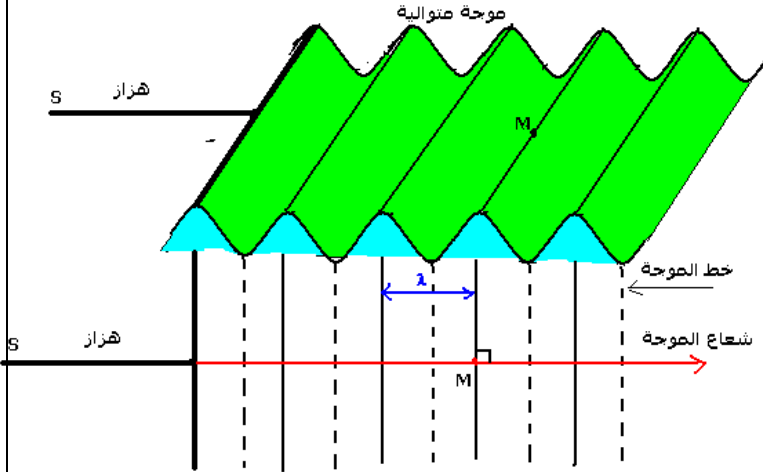
النشاط التحريبي 4 : ظاهرة

الحيود

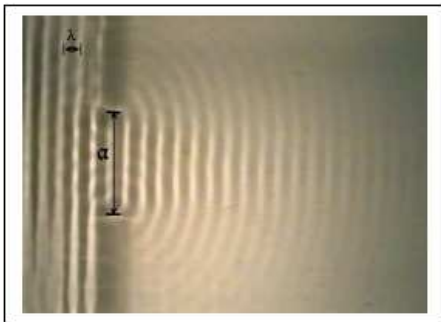
تجربة :

نضع رأسيا في حوض الموجات ، وعلى استقامة واحدة صفيحتين على شكل مستطيل ، مكسوتين بمادة (قطن أو إسفنج) ماصة للموجات الواردة . ونقرب الصفيحتين بحيث نحتفظ بفتحة بينهما عرض الفتحة هو l .

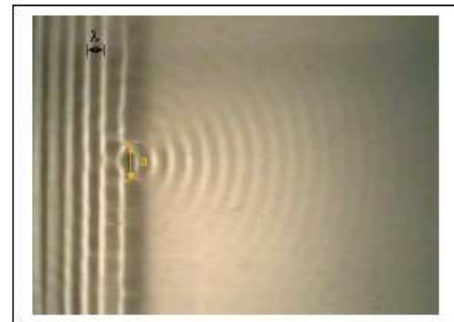
نحدث على سطح الماء ، بواسطة هزاز ، موجة مستقيمة



Photographie 1



Photographie 2



الحالة الأولى : $l \gg \lambda$. ماذا تلاحظ ؟

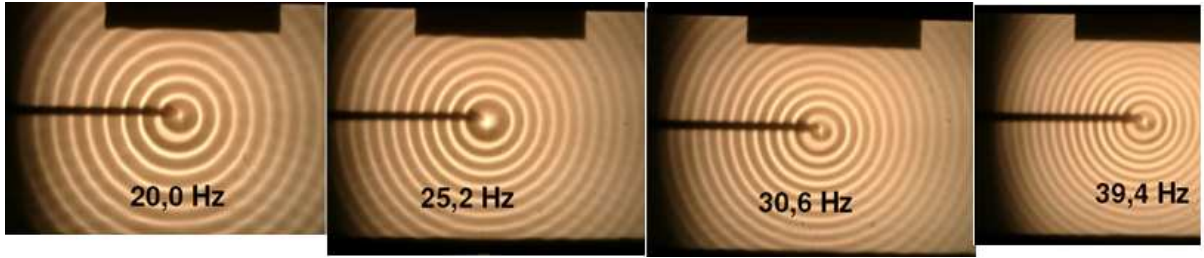
الحالة الثانية : $l \approx \lambda$. ماذا تلاحظ ؟

قارن بين طول الموجة الواردة وطول الموجة المحيطة . ماذا تستنتج .

النشاط التحريسي 4 : ظاهرة التدد

في حوض للموجات يحتوي على ماء سمكه ثابت ، نحدث بواسطة مسمار متصل بهزاز كهربائي ذي تردد قابل للضبط حركة اهتزازية دائمة .
نضيء سطح الماء بوماض ، نضبط تردد ومضاته على تردد يساوي تردد الهزاز فنحصل على توقف ظاهري للموجات المتوالية الدائرية .
نقيس طول الموجة λ بالنسبة لمختلف قيم التردد N ونحسب السرعة V سرعة انتشار الموجة على سطح الماء .

N(Hz)	20,0	25,0	30,0	35,0
$4\lambda(m)$	4	3,6	3,2	2,8
$\lambda(m)$				
V(m/s)				



ماذا تستنتج ؟

الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

سلسلة التمارين 2

تمرين 1

نعطي سرعة انتشار الصوت في الهواء $V=340m/s$.

1 - يتغير تردد موجة صوتية في الهواء بين قيمتين : $v_1 = 20Hz$ و $v_2 = 20kHz$.

حدد مجال تغير طول الموجة الصوتية λ في الهواء .

2 - يصدر مرنان صوتا يناسب النوتة الموسيقية La_3 ذات التردد $440Hz$. ما طول موجة هذا الصوت .

3 - هل تقع ظاهرة الحيود ، للموجة الصوتية في الهواء عبر فتحة عرضها $d=80cm$ في الحالتين التاليتين ؟

- موجة صوتية ذات تردد $v_1 = 3.10^3 Hz$

- موجة صوتية ذات تردد $v_2 = 100Hz$

تمرين 2

يحدث هزاز في نقطة S من سطح الماء ، موجة متوالية جيبية ، ترددها $v = 200Hz$ وسرعة انتشارها $V=12m/s$.

نعتبر نقطتين M_1 و M_2 من سطح الماء ، موجودتين على التوالي على مسافة :

$$d_1=SM_1=9cm \text{ و } d_2=SM_2=18cm$$

1 - هل الموجة على سطح الماء طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك .

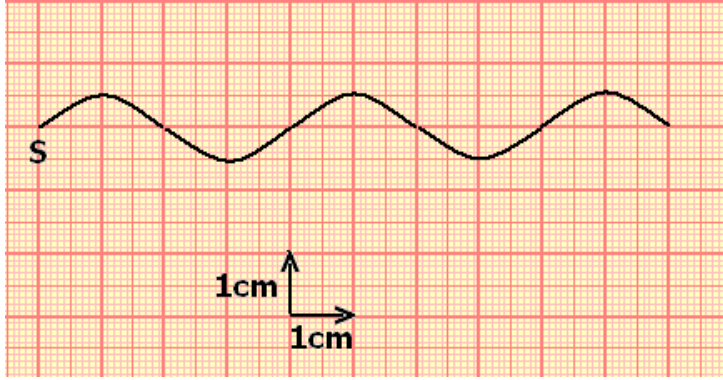
2 - أحسب طول الموجة λ .

3 - قارن حركتي M_1 و M_2 مع حركة المنبع S .

4 - في لحظة تاريخها t توجد النقطة M_1 على مسافة 3mm تحت موضع سكونها ، ما موضع النقطة M_2 بالنسبة لموضع سكونها

تمرين 3

يحدث الطرف S لشفرة مهتزة ، موجة متوالية جيئية ، ترددها ν تنتشر طول الحبل .
نضيء الحبل بوماض ، وضبط دور ومضاته على أصغر قيمة ليظهر الحبل متوقفا فنجد $s=0,04\text{s}$.
يمثل الشكل أسفله ، مظهر الحبل عند لحظة t .



1 - أحسب تردد الموجة
2 - أحسب سرعة انتشار الموجة
3 - نعتبر أصل التواريخ لحظة بداية اهتزاز المنبع S نحو الأعلى . مثل شكل الحبل عند اللحظتين :

$$t_1=40\text{ms}$$

$$t_2=60\text{ms}$$

4 - ضبط تردد الومضات على

القيمتين $\nu_{1s} = 26\text{Hz}$ و بعد ذلك على القيمة $\nu_{2s} = 24\text{Hz}$. كيف يظهر شكل الحبل في كل حالة ؟ علل جوابك .

تمرين 4

يحدث هزاز مرتبط بصفحة S ، موجة متوالية جيئية مستقيمية ، على سطح الماء لحوض الموجات . ضبط تردد الوماض على أكبر قيمة ، تمكن من الحصول على توقف ظاهري ل الماء ، فنجد $\nu_s = 50\text{Hz}$ ونقيس المسافة d الفاصلة بين الخط الأول للموجة والخط الخامس للموجة ، اللذان يوجدان في نفس الحالة الاهتزازية فنجد $d=1,6\text{cm}$.

1 - أحسب قيم ν تردد الموجة و λ طول الموجة و ν_1 سرعة الإنتشار .
2 - عند $t_0=0\text{s}$ تبدأ الصفحة المتواجدة عند $x=0$ في الاهتزاز نحو الأسفل ، علما أن القيمة القصوى لوسع حركتها هو $0,2\text{cm}$.

2 - 1 مثل في مستوى عمودي على سطح الماء ، مظهر سطح الماء عند $t=0,04\text{s}$.
باستعمال السلم : $1\text{cm} \leftrightarrow 0,2\text{cm}$ (على الورق المليمترى)

2 - 2 مثل مظهر سطح الماء عند اللحظات :

$$t_1=0,08\text{s}$$

$$t_2=0,05\text{s}$$

3 - نضع أمام الموجة السابقة حاجزا ، ذا فتحة عرضها l قابل للضبط . حدد شكل والخصائص (λ, ν, ν) للموجة بعد الحاجز في الحالتين :

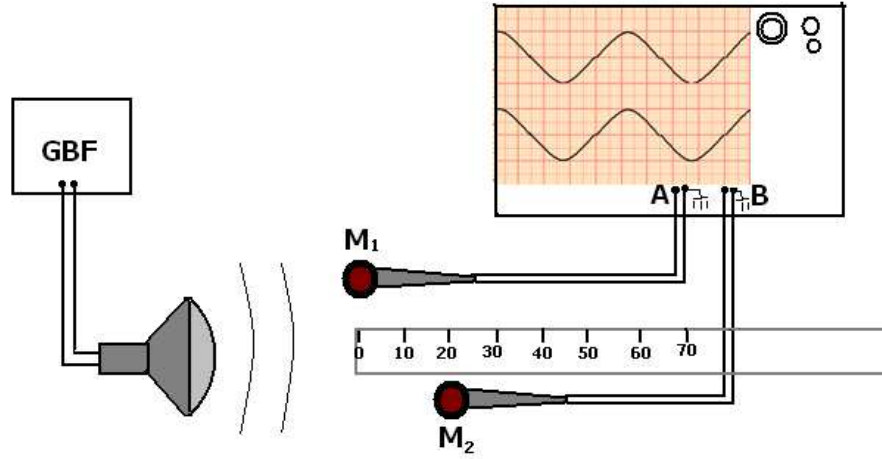
$$l_1 = 0,3\text{cm}$$

$$l_2 = 1\text{cm}$$

4 - ضبط تردد الوماض على قيمة ν' حيث $(\nu' > \nu)$ فتصبح سرعة الانتشار $\nu'=0,15\text{m/s}$.
قارن قيم ν و ν' . ماذا تستنتج ؟

تمرين 5

لقياس سرعة انتشار في الهواء ننجز التركيب التالي :



الصوت المنبعث من مكبر الصوت يلتقطاه ميكروفونين M_1 و M_2 مرتبطين بالمدخلين A و B لرأس التذبذب . نحدد الأفصولين x_1 و x_2 على التوالي للميكروفونين على محور مطابق للمسطرة المدرجة .

1

الأفصول $x_1=x_2=0$.

أحسب تردد الصوت علما أن الحساسية الأفقية هي : $0,1\text{ms/div}$.

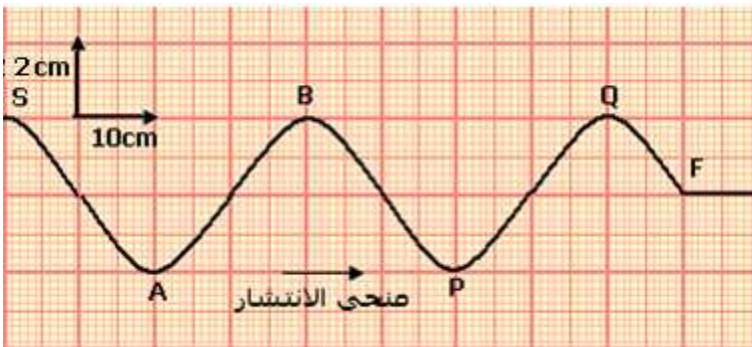
2 - نحتفظ بالميكروفون M_1 عند الأفصول $x_1=0$ ، ونحرك M_2 طول المسطرة المدرجة . يلخص الجدول أسفله قيم الأفصول x_2 للميكروفون M_2 ، عندما يظهر الرسمان التذبذبان على توافق في الطور على الشاشة .

N°	1	2	3	4	5
$x_2(\text{cm})$	17,0	34,0	51,0	68,0	85,0

2 - 1 ما هي قيمة طول الموجة التي يمكن استنتاجها من هذه القياسات ؟

2 - 2 استنتج قيمة السرعة المتوسطة للصوت في الهواء .

تمرين 6



تمثل الوثيقة جانبه مظهر حبل في

لحظة تاريخها $t_1=45\text{ms}$.

1 - 1 أعط اسم النقطة F .

1 - 2 عين مبيانيا طول الموجة λ

1 - 3 أحسب سرعة انتشار الموجة

طول الحبل واستنتج دورها .

1 - 4 حدد منحى S عند أصل

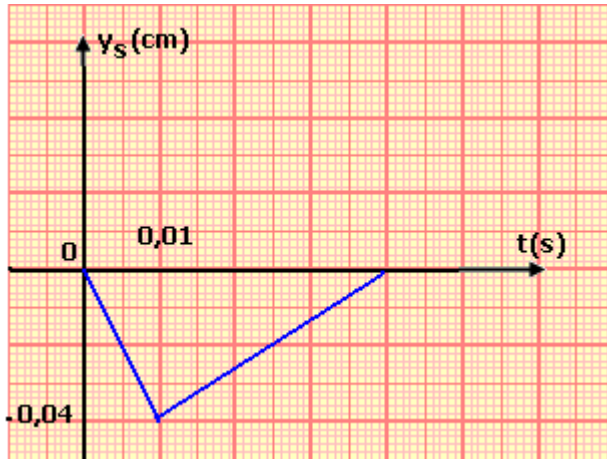
التواريخ $t=0$.

2 - قارن حركة النقطتين S و P ثم S و Q معللا جوابك .

3 - مثل في نفس نظمة المحورين تغيرات استطالتي النقطتين S و A .

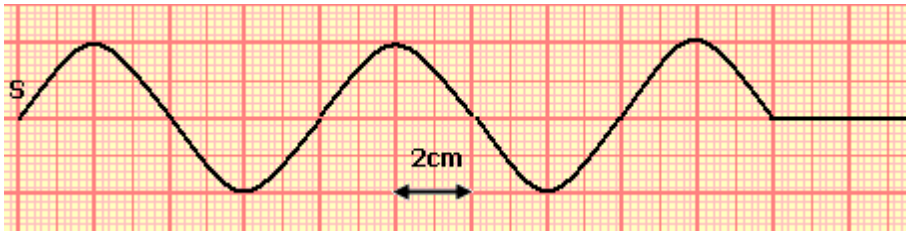
تمرين 7

I - نحدث في لحظة تاريخها $t=0$ ، بالطرف S لحبل مرن إشارة مستعرضة . تنتشر هذه الإشارة طول حبل بسرعة $C=\text{m/s}$. يمثل الشكل (1) تغير الاستطالة y_S للمنبع S بدلالة الزمن



- 1 - عين مدة هذه الإشارة .
- 2 - أحسب طول هذه الإشارة .
- 3 - مثل مبيانيا بدلالة الزمن ، الاستطالة y_M لنقطة M من الحبل تبعد عن الطرف S بمسافة $d=32\text{cm}$.
(نختار نفس السلم المستعمل في الشكل II - نوصل الطرف S للحبل بهزاز يصدر موجات متوالية جيبية ترددها N . تنتشر هذه الموجات طول الحبل بدون إخماد وبدون انعكاس بسرعة $C=4\text{m/s}$ نتخذ اللحظة التي بدأت فيها حركة الهزاز أصلا للتواريخ $t=0$.

يمثل الشكل (2) مظهر الحبل عند اللحظة التي تاريخها t_1 .



- 1 - عين طول الموجة λ ، واستنتج قيمة التردد N .
- 2 - حدد التاريخ t_1 .
- 3 - قارن حركتي النقطتين P و Q من الحبل حيث $SP=8\text{cm}$ و $SQ=20\text{cm}$. علل جوابك .

تصحيح تمارين السلسلة 2 الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية

تمرين 1

1 - مجال تغير طول الموجة الصوتية في الهواء :

$$v_1 \leq v \leq v_2 \Rightarrow \frac{1}{v_2} \leq \frac{1}{v} \leq \frac{1}{v_1} \Rightarrow \frac{V}{v_2} \leq \frac{V}{v} \leq \frac{V}{v_1}$$

$$\lambda_2 \leq \lambda \leq \lambda_1 \Rightarrow 0,017m \leq \lambda \leq 17m$$

2 - طول موجة المرنان الذي يصدر صوتا يناسب La_3 :

$$\lambda = \frac{V}{v} \Rightarrow \lambda = \frac{340}{440} = 0,773m$$

3 - ظاهرة الحيود :

الحالة الأولى : $v_1 = 3.10^3 Hz$ وعرض الفتحة $d=80cm$

حساب $\lambda_1 = \frac{340}{3.10^3} = 0,113m$ يلاحظ أن $\lambda_1 \ll d$ أي لا يحدث حيود الموجة الصوتية .

الحالة الثانية : $v_1 = 100Hz$ وعرض الفتحة $d=80cm$

حساب $\lambda_2 = \frac{340}{100} = 3,40m$ يلاحظ أن $\lambda_2 \gg d$ أي يحدث حيود الموجة الصوتية .

تمرين 2

1 - الموجة على سطح الماء مستعرضة (أنظر الدرس)

2 - حساب طول الموجة :

$$\lambda = \frac{V}{v} \Rightarrow \lambda = \frac{12}{200} = 0,06m = 6cm$$

3 - مقارنة حركتي M_1 و M_2 مع المنبع S :

$$\frac{SM_1}{\lambda} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \Rightarrow SM_1 = \frac{3\lambda}{2} \text{ لنحسب } SM_1 = 9cm$$

أي أن M_1 و S يهتزان على تعاكس في الطور .

$$\frac{SM_2}{\lambda} = \frac{18}{6} = 3 \Rightarrow SM_2 = 3\lambda \text{ لنحسب } SM_2 = 18cm$$

أي أن M_2 و S يهتزان على توافق في الطور .

4 - موضع النقطة M_2 بالنسبة لموضع سكونها :

بما أن M_1 و M_2 يهتزان على تعاكس في الطور في لحظة t تكون استطالة النقطة M_1 عي $y_{M_1}(t)=-3mm$ ، في نفس اللحظة تكون استطالة النقطة M_2 : $y_{M_2}(t)=-y_{M_1}(t)$ أي أن النقطة M_2 توجد على مسافة 3mm فوق موضع سكونها

تمرين 3

1 - حساب تردد الموجة :

بما أن الحبل يظهر متوقفا عند إضاءته بالوماض حيث دور ومضاته ضبطت على أصغر قيمة s والذي يساوي دور المنبع S أي أن $T=T_S$. وبالتالي فإن

$$v = \frac{1}{T_S} \Rightarrow v = 25Hz$$

2 - حساب سرعة انتشار الموجة :

$$\lambda = \frac{V}{v} \Rightarrow V = \lambda.v$$

نحدد طول الموجة انطلاقا من مظهر الحبل :

$$\lambda = 4 \times 1cm = 4cm = 0,04m$$

وبالتالي فإن سرعة انتشار الموجة :

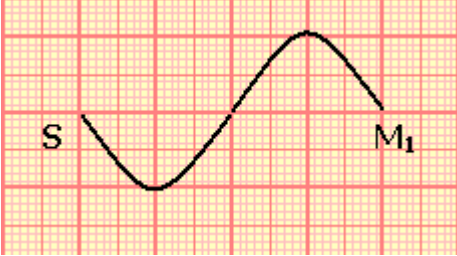
$$V = \lambda \cdot \nu \Rightarrow V = 0,04 \times 25 = 1 \text{ m/s}$$

3 - نعتبر أصل التواريخ لحظة بداية اهتزاز المنبع S نحو الأعلى .

مظهر الحبل عند اللحظة $t_1 = 0,04 \text{ s}$ ، المسافة التي قطعها الموجة خلال هذه المدة هي :

$$d_1 = V \cdot t_1 \Rightarrow d_1 = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

$$\frac{d_1}{\lambda} = 1 \Rightarrow d_1 = \lambda$$



بما أن لحظة بداية اهتزاز المنبع S نحو الأعلى فإن مقدمة الموجة

تعيد نفس حركة S بتأخر زمني وستهتز نحو الأعلى وبالتالي

سيكون مظهر الحبل في هذه اللحظة .

مظهر الحبل عند اللحظة $t_2 = 0,06 \text{ s}$:

$$d_2 = V \cdot t_2 \Rightarrow d_2 = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{d_2}{\lambda} = 1,5 \Rightarrow d_2 = \lambda + \frac{\lambda}{2}$$

بنفس الطريقة تمثل مظهر الحبل في اللحظة t_2 :

4 - الحركة الظاهرية للحبل :

وهي في منحى معاكس للمنحى الحقيقي لانتشار

الموجة طول الحبل.

نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للحبل بحيث تنتشر الموجة في نفس منحى انتشار

الموجة.

تمرين 5 قياس سرعة انتشار الصوت في الهواء .

1 - حساب تردد الصوت باعتبار أن الحساسية الأفقية هي : $0,1 \text{ ms/div}$ لدينا حسب الشكل المحصل

على شاشة راسم التذبذب :

$$T = 5 \times 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = 2 \text{ kHz}$$

2 - طول الموجة الممكن استنتاجه من جدول القياسات :

حسب جدول القياسات لدينا :

$$d_2 = x_2 - x_1 = 17,0 \text{ cm}$$

$$d_3 = x_3 - x_1 = 34 \text{ cm}$$

.

.

$$d_5 = x_5 - x_1 = 85,0 \text{ cm}$$

في كل حالة يظهر الرسمان على شاشة راسم التذبذب على توافق في الطور أي أن

$$d_i = M_1 M_i = k \lambda \quad 1 \leq k \leq 5$$

$$d_2 = M_1 M_2 = \lambda = 17,0 \text{ cm}$$

$$d_3 = M_1 M_3 = 2\lambda = 34,0 \text{ cm}$$

وبالتالي فإن $\lambda = 17 \text{ cm}$

3 - قيمة السرعة المتوسطة للصوت في الهواء :

$$V = \lambda \nu \Rightarrow V = 0,17 \times 2 \cdot 10^3 = 340 \text{ m/s}$$

تمرين 6

1 - اسم النقطة F

تسمى النقطة F مقدمة الموجة .

1 - 2 تعيين طول الموجة :

حسب المبيان $\lambda = 40cm$

1 - 3 حساب سرعة انتشار الموجة والدور T :

$$C = \frac{SF}{t_1} = \frac{90.10^{-2}}{45.10^{-3}} = 20m/s \text{ أن } SF \text{ المسافة أي أن } t_1 \text{ لحظة عند}$$

يعبر عن دور اهتزازات الجبل بالعلاقة التالية :

$$T = \frac{\lambda}{C} \Rightarrow T = 20ms$$

1 - 4 منحى حركة S عند أصل التواريخ :

نلاحظ حسب مظهر الجبل أن F مقدمة الموجة تنتقل نحو الأعلى . وبما أن جميع نقط الجبل تعيد نفس حركة المنبع ، نستنتج أن منحى حركة S عند $t=0$ يكون نحو الأعلى .

2 - مقارنة حركتي S و P :

$$SP = \frac{(2k+1)\lambda}{2} \text{ أي أنها على شكل } SP = \frac{3\lambda}{2}$$

إذن S و P يهتزان على تعاكس في الطور .

مقارنة حركتي S و Q

من خلال الشكل يتبين أن $SQ = 2\lambda$ أي على شكل $SQ = k\lambda$ وبالتالي فإن S و Q يهتزان على توافق في الطور .

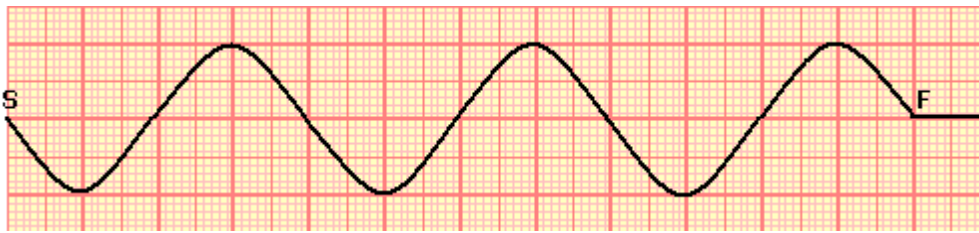
3 - تمثيل مظهر الجبل عند اللحظة t_2 :

عند اللحظة t_2 تقطع المقدمة الموجة المسافة

$$SF = C.t_2 = 1,2m = 120cm$$

$$SF = 3\lambda$$

وبالتالي يكون أعداد أطوال الموجة بين S و F هو 3

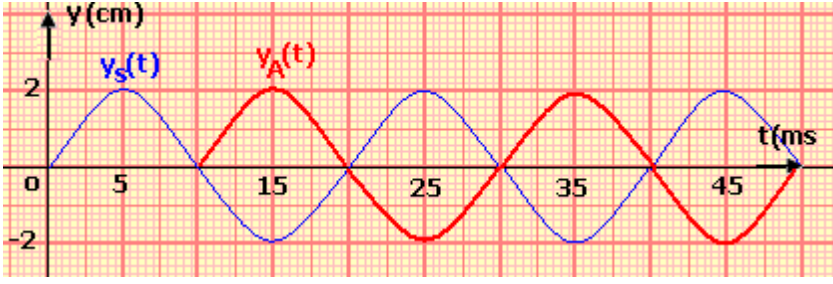


4 - تمثيل استطالتي

النقطتين S و A بدلالة الزمن :

يتطلب تمثيل استطالة S بدلالة الزمن معرفة :

- شكل المنحنى : جيبي
- وسع الحركة : مبيانيا $a=2cm$
- دور الحركة : $T=20ms$
- تاريخ بداية حركة S : $t=0$
- منحى انتقال S لحظة بداية حركته : نحو الأعلى .



بالنسبة للنقطة A فإنها تعيد نفس حركة S بعد مرور المدة

$$\theta = \frac{SA}{C} = 10ms$$

أي أن A تعيد نفس حركة S بتأخر زمني 10ms بالنسبة ل S :

A و S يهتزان على تعاكس في الطور .

تمرين 7

I - تعيين مدة الإشارة

حسب الشكل (1) ، المدة الزمنية التي تستغرقها الإشارة هي : $\tau = 0,01 \times 4 = 4.10^{-2} s$
2 - حساب طول الإشارة :

لدينا : $\ell = C \cdot \tau$ أي أن $\ell = 1,6.10^{-1} m$

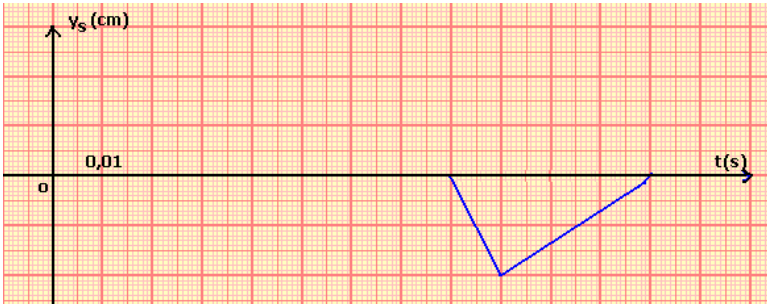
3 - تمثيل مبيان y_M بدلالة الزمن :

لدينا أن $y_M(t) = y_S(t - \theta)$ مع أن

$$\theta = \frac{d}{C} = 8.10^{-2} s$$

الزمني .

ترجم هذه العلاقة مبيانيا بإزاحة المنحنى y_S بالتأخر الزمني θ .



II - 1 تعيين λ واستنتاج N :

حسب الشكل لدينا $\lambda = 4 \times 2cm = 8.10^{-2} m$

وحسب العلاقة $\lambda = \frac{C}{N} \Rightarrow N = \frac{C}{\lambda}$ وبالتالي فإن $N = 50Hz$

2 - تحديد التاريخ t_1 :

حسب الشكل (2) الذي يمثل مظهر الحبل في اللحظة ذات التاريخ t_1 وباعتبار أن اللحظة التي بدأ فيها حركة الهزاز أصلا للتواريخ نلاحظ أن مطلع الإشارة قطع المسافة

$$d = 5 \cdot \frac{\lambda}{2} = C \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{5 \cdot \lambda}{2 \cdot C} \Rightarrow t_1 = \frac{5}{2N} = 5.10^{-2} s$$

3 - مقارنة حركتي P و Q

لمقارنة حركتي P و Q نقارن المسافة الفاصلة بينهما وطول الموجة λ :

لدينا $SQ - SP = 12cm$ و $\lambda = 8cm$

بحيث أن $SQ - SP = \frac{3\lambda}{2}$ على شكل $SQ - SP = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ مع $k=1$ وبالتالي نستنتج أن P و

Q تهتزان على تعاكس في الطور .