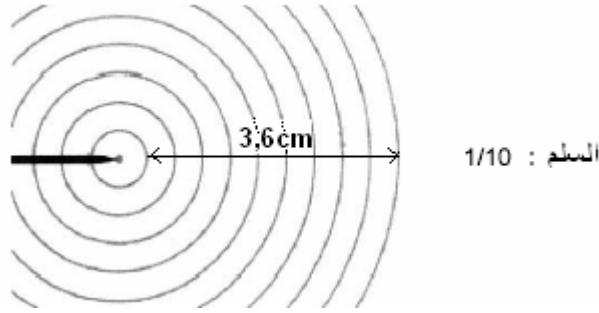


سلسلة تمارين (الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية)

التمرين الأول :

يهتز منبع نقطي بتردد 30Hz على سطح الماء محدثا تموجات دائرية. انظر الوثيقة التالية:



- 1-2- أوجد طول الموجة المنتشرة على سطح الماء.
- 2-2- نعتبر نقطتين M_1 و M_2 تفصل بينهما مسافة 8cm . ما طبيعة اهتزاز هاتين النقطتين ؟
- 3-2- ما سرعة انتشار الموجة على سطح الماء؟
- 4-2- هل الماء وسط مبدد؟ علل جوابك.

الإجابة

1-2- طول الموجة المنتشرة على سطح الماء.

$$\lambda = \frac{3,6\text{cm} \cdot 10}{9} = 4\text{cm}$$

2-2- نعتبر نقطتين M_1 و M_2 تفصل بينهما مسافة 8cm . ما طبيعة اهتزاز هاتين النقطتين ؟

$$M_1 M_2 = 2\lambda \Leftrightarrow \frac{M_1 M_2}{\lambda} = \frac{8\text{cm}}{4\text{cm}} = 2$$

M_1 و M_2 تهتزان على توافق في الطور لأن المسافة بينهما عدد صحيح لطول الموجة.

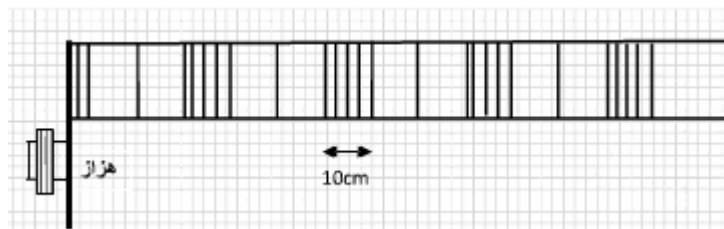
3-2- سرعة انتشار الموجة على سطح الماء:

$$v = \lambda \cdot \nu = 4 \cdot 10^{-2} \text{m} \cdot 30\text{Hz} = 1,2 \text{m/s}$$

4-2- الماء وسط مبدد لأن سرعة انتشار الموجات على سطحه تتعلق بتردد حركة المنبع.

التمرين الثاني :

نحدث عند اللحظة $t = 0$ بواسطة هزاز كهربائي موجة متوالية جيبية طول نابض .
تمثل الوثيقة التالية مظهر النابض عند اللحظة $t = 0,6\text{s}$.

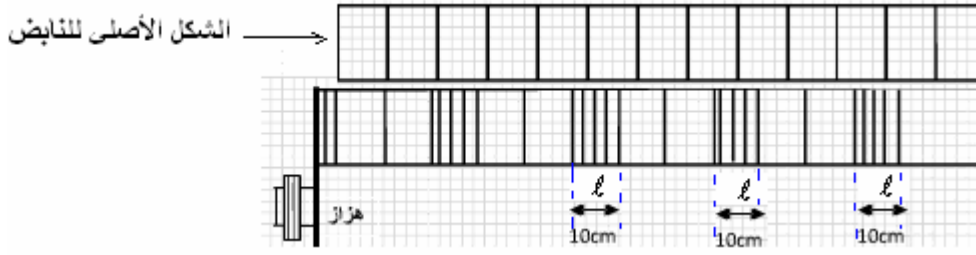


- 1- حدد معللا جوابك طبيعة هذه الموجة.
- 2- حدد طول الموجة λ وسرعة انتشارها ودورها.
- 3- مثل مظهر النابض عند اللحظة $t = 0,7\text{s}$.

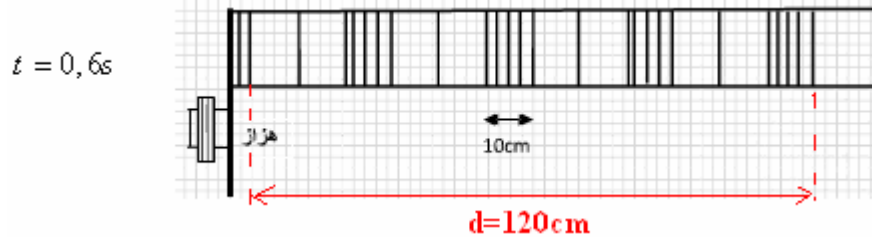
الإجابة

1- الموجة ميكانيكية لأنها تنتشر في وسط مادي وطولية لأن اتجاه التشويه على استقامة واحدة مع اتجاه الانتشار. ومتوالية لأنها مصانة وتتكرر بكيفية دورية.

2- طول الموجة $\ell = 10\text{cm}$ وهي ناتجة عن تكبير 4 لفات للنابض بكيفية متوالية انظر الشكل .



كما نلاحظ أن مطلع الموجة قطع المسافة $d=120\text{cm}$ خلال المدة الزمنية $t=0,6\text{s}$.

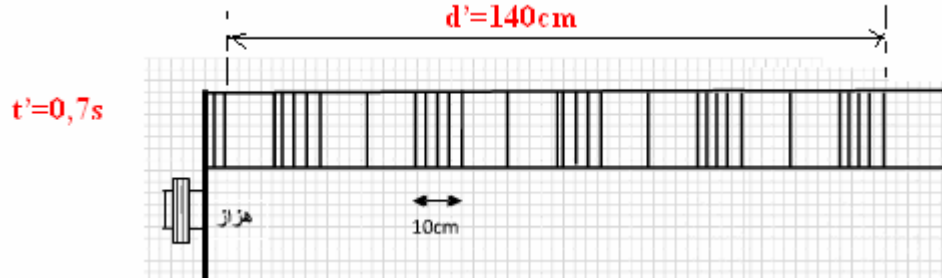


إذن سرعة انتشار الموجة :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1,20\text{m}}{0,6\text{s}} = 2\text{m/s}$$

3- عند اللحظة $t'=0,7\text{s}$ يقطع مطلع الموجة المسافة : $d'=v.t'=2\text{m/s}.0,7\text{s}=1,40\text{m}=140\text{cm}$ وبذلك نحصل على مظهر النابض عند اللحظة $t = 0,7\text{s}$.

لتمثيل مظهر النابض في لحظة معينة نبدأ من المطع ومنه نحصل على شكل الهزاز الكهربائي وموضعه في هذه اللحظة.

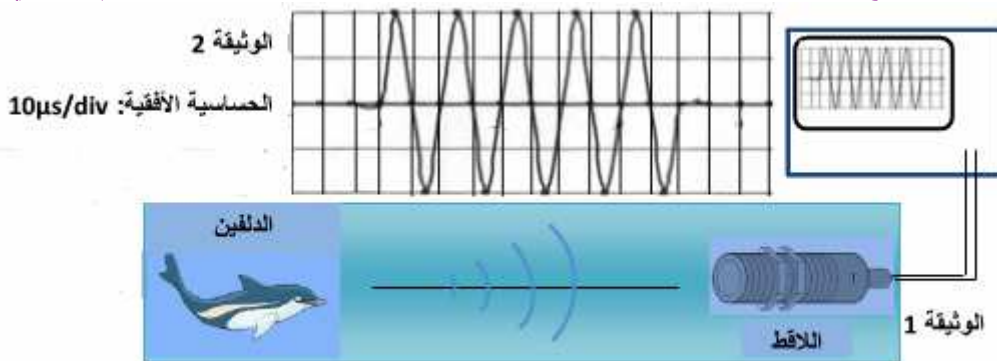


التمرين الثالث :

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية تستعمل في مجالات متعددة كالملاحة البحرية والطب ومراقبة السير ومراقبة جودة المواد وغيرها. وتوجد في الطبيعة عدة حيوانات كالدلافين والخفافيش والفيلة تستعمل الموجات فوق الصوتية للتواصل فيما بينها أو لتحديد موقعها أو اصطياد فريستها.

1- مميزات الموجات فوق الصوتية الصادرة من الدلافين :

ندخل في حوض ماء لتربية الدلافين لاقطاً للموجات فوق الصوتية مرتبط براسم التذبذب (الوثيقة 1) بحيث عندما يصدر الدلفين موجة فوق صوتية يلتقطها اللاقط بعد مرور 2ms من تاريخ صدورهما عندما يتواجد الدلفين على مسافة $d = 3\text{cm}$ فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الوثيقة 2.



حدد مجال ترددات الأصوات المسموعة من طرف الإنسان.

1-1- ما الفرق بين الموجات الصوتية والموجات فوق الصوتية؟

1-2- حدد دور وتردد الموجة فوق الصوتية الصادرة عن الدلفين.

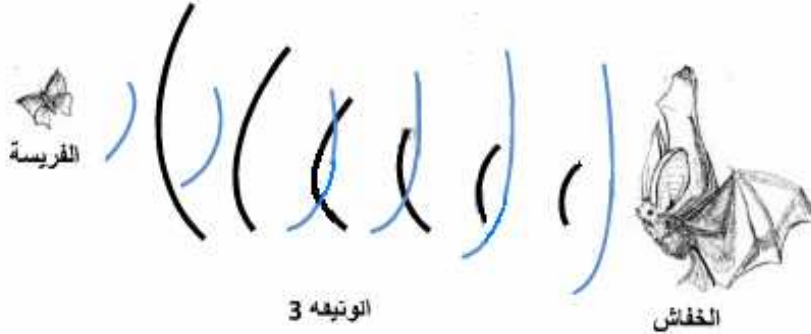
1-3- حدد سرعة انتشار الموجة التي يصدرها الدلفين.

1-4- استنتج طول الموجة λ للموجة الصادرة من الدلفين.

2- السونار البيولوجي:

تتوفر الخفافيش والدلافين على سونار بيولوجي يمكنها من تحديد مكان وجود فريستها باستعمال الصدى ، حيث تنعكس الموجات فوق الصوتية التي يصدرها سونار هذه الحيوانات عندما تصطدم بحاجز أو فريسة .

يرسل الخفاش موجة فوق صوتية فتننتشر في الهواء بسرعة $v = 350m / s$ فيستقبل صداها عند اصطدام الموجة بفريسة بعد مرور $20ms$ (انظر الوثيقة 3).



1-1- حدد المسافة d التي تفصل الخفاش عن الفريسة.

2-2- إذا علمت أن سرعة انتقال الخفاش هي $v' = 5m / s$ وأن الفريسة ثابتة في مكانها ، حدد المدة الزمنية اللازمة لكي ينقض الخفاش على فريسته.

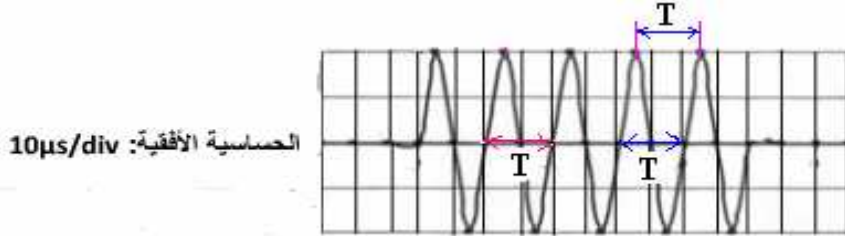
الإجابة

1- مميزات الموجات فوق الصوتية الصادرة عن الدلافين :

1-1- الأصوات المسموعة من طرف الإنسان محصورة في مجال الترددات التالي : بين $20 Hz$ و $20 kHz$.

1-2- تعتبر الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية مثل الموجات الصوتية لهما نفس سرعة الانتشار في الهواء والفرغ $340m / s$.
وتتميز الموجات فوق الصوتية بتردد كبير يفوق $20\ 000 Hz$ أي : ($>20 kHz$) بحيث يتعذر سماعها بالأذن البشرية.

1-3- دور الموجة فوق الصوتية الصادرة عن الدلفين:



$$T = 10\mu s / div . 2div = 20\mu s = 10 \cdot 10^{-6} s = 2 \cdot 10^{-5} s$$

تردد الموجة فوق الصوتية الصادرة عن الدلفين.

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-5} s} = 50000 Hz = 50 kHz$$

1-4- سرعة انتشار الموجة التي يصدرها الدلفين : من خلال المعطيات :

عندما يتواجد الدلفين على مسافة $d = 3cm$ من اللاقط ، يلتقط اللاقط الموجة فوق صوتية التي يصدرها الدلفين بعد مرور $2ms$ من تاريخ صدورها .

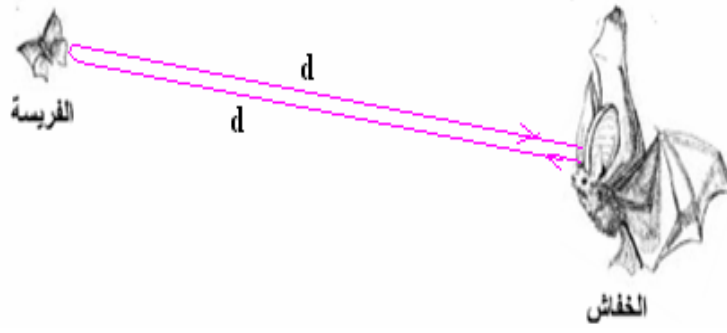
$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3 \cdot 10^{-2} m}{2 \cdot 10^{-3} s} = 15 m / s$$

1-5- طول الموجة λ للموجة الصادرة من الدلفين :

$$\lambda = v T = 15 m / s \cdot 2 \cdot 10^{-5} s = 3 \cdot 10^{-4} m = 0,3 mm$$

السونار البيولوجي:

1-2- بما أن الخفاش يرسل موجة فوق صوتية فتننتشر في الهواء بسرعة $v = 350m / s$ فيستقبل صداها عند اصطدام الموجة بفريسة



$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2} = \frac{350 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{2} = 3,5 \text{ m}$$

2-2- بما أن سرعة انتقال الخفاش هي $v' = 5 \text{ m/s}$ و الفريسة ثابتة في مكانها ، المدة الزمنية اللازمة لكي ينقض الخفاش على فريسته هي :

$$\Delta t' = \frac{d}{v'} = \frac{3,5 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 0,7 \text{ s}$$

التمرين الرابع :

لتحديد شدة الثقالة على كوكب يقوم رائد فضاء داخل مركبته معتمدا على تركيب إلكتروني بقياس المدة الزمنية اللازمة لانتشار إشارة مستعرضة عبر حبل طوله $\ell = 1,6 \text{ m}$ وله كتلة طولية $\mu = 0,3 \text{ g/m}$ ، أثبتت في طرفه كرية كتلتها $m = 60 \text{ g}$ ، فيحصل على $\tau = 80 \text{ ms}$.

تمثل العلاقة $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ سرعة انتشار الموجة عبر الحبل بحيث شدة توتر الحبل : $T = P = mg$

- 1 : ما المقدار المميز لقصور الوسط (المقدار المرتبط بالكتلة) ؟ علل جوابك .
- 2 : ما المقدار المميز لصلابة الوسط ؟ علل جوابك .
- 3 : باستعمال معادلة الأبعاد تحقق من كون العلاقة $\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ لها وحدة السرعة أي m/s .
- 4 : احسب سرعة انتشار الموجة .
- 5- استنتج قيمة شدة الثقالة g في مكان القياس .

الإجابة

1- المقدار المميز لقصور الوسط هو المقدار المرتبط بالكتلة وهو: $\mu = \frac{m}{\ell}$ أي الكتلة لوحدة الطول لأن μ صلب عن مقاومة هذا الجسم لتغير السرعة ، فكلما كانت صغيرة v كبيرة أي الكتلة كبيرة كلما كانت السرعة μ صلب عن مقاومة هذا الجسم لتغير السرعة ، فكلما كانت

2 - المقدار المميز لصلابة الوسط هو توتر الحبل T المميز للمقاومة التي يبديها الوسط عندما نقوم بتشويبه.

$$T = P = mg \quad \text{نعلم أن:}$$

$$[T] = [P] = [m \cdot g] = (\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2) \quad \text{إذن:}$$

$$[\mu] = \frac{[m]}{[\ell]} = \frac{(\text{kg})}{(\text{m})} = (\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}) \quad \text{ولدينا:}$$

إذن:

$$\left[\sqrt{\frac{T}{\mu}} \right] = \sqrt{\frac{(\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2)}{(\text{kg} \cdot \text{m}^{-1})}} = \sqrt{(\text{m} / \text{s})^2} = \text{m} / \text{s}$$

بما أن $\tau = 80ms$ هي المدة الزمنية اللازمة لانتشار إشارة مستعرضة طول حبل طوله $\ell = 1,6m$.
سرعة انتشار الموجة :

$$v = \frac{\ell}{\tau} = \frac{1,6m}{80 \cdot 10^{-3}s} = 20m/s$$

5- نستنتج قيمة شدة الثقالة g في مكان القياس .

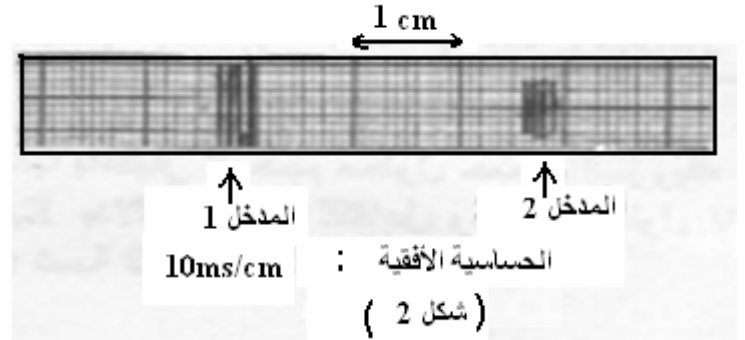
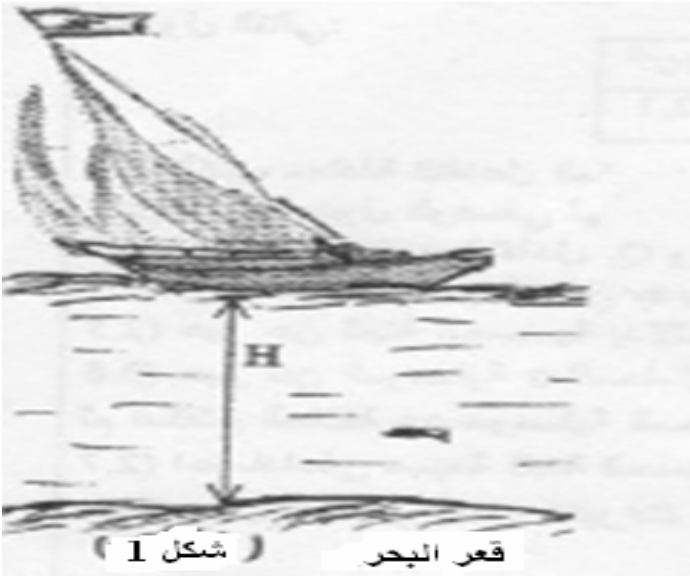
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$$

$$g = \frac{\mu v^2}{m} = \frac{0,3g/m \cdot (20m/s)^2}{60g} = 2m/s^2 \quad \Leftarrow \quad v^2 = \frac{mg}{\mu}$$

كلما ازداد الارتفاع كلما تناقصت شدة الثقالة.

التمرين الخامس :

السونار جهاز يستعمل في الملاحة وهو يتكون من مجس باعث ولاقط للموجات فوق الصوتية، وشاشة لمعاينة تضاريس و قعر البحر . يرسل السونار الموجات فوق الصوتية بكيفية غير متصلة على شكل دفعات جد وجيزة راسيا في اتجاه قعر البحر. تنتشر الموجة فوق الصوتية في الماء بسرعة $v_e = 1500m/s$ وعند اصطدامها بحاجز ينعكس جزء من هذه الموجة وتلتقط من طرف اللاقط . بتعيين التأخر الزمني τ بين إرسال واستقبال الإشارة يمكن تعيين العمق H . يمثل الشكل 1 باخرة يرسل سونارها دفعات الموجات فوق الصوتية بكيفية منتظمة وبواسطة راسم التذبذب نعاين الإشارتين المنبعثة والمستقبلة ، انظر الشكل 2.

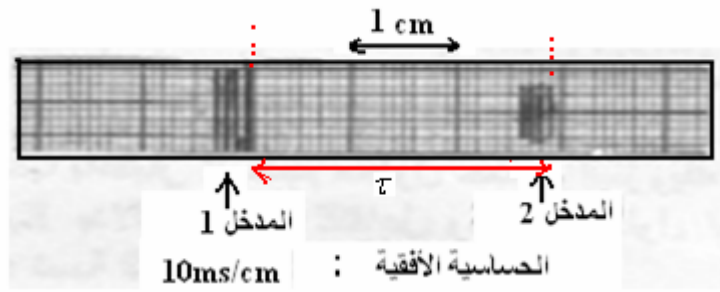


- 1- تعرف مغللا جوابك على الإشارتين اللتين تمت معاينتهما في كل من المدخل 1 والمدخل 2 .
- 2- اعتمادا على الرسم التذبذبي حدد المدة الزمنية τ بين انبعاث الدفعات وتلقي الصدى من طرف المستقبل .
- 3- عبر عن العمق H بدلالة τ و v_e واحسب قيمته .

////////////////////
الإجابة
////////////////////

- 1- الإشارة المنبعثة هي ذات الوسع الكبير، تمت معاينتها في المدخل 1 .
- 2- الإشارة المستقبلية هي ذات الوسع الصغير ، تمت معاينتها في المدخل 2 وسعها تناقص لأنه عند اصطدامها بحاجز ينعكس جزء منها فقط وتلتقط من طرف اللاقط.

2- التأخر الزمني τ بين إرسال واستقبال : $\tau = 2,8cm \cdot 10ms/cm = 28ms$ وهي ت وافق مدة الذهاب الإياب أي $2H$.



-3

$$H = \frac{v_e \cdot \tau}{2} = \frac{1500 \text{ m/s} \cdot 28 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{2} = 21 \text{ m} \quad \Leftarrow \quad v_e = \frac{2H}{\tau}$$

التمرين السادس: sujet de Bac USA 2004

1- الحشرة المتزلجة حشرة خفيفة تحسن التزلج على سطح المياه الراكدة، كما تُحسن التخفي إلا أن الظل الذي تحدثه ساقيها نتيجة تشويهِه سطح الماء يفسد عليها تنكرها . تحدث الحشرة خلال حركتها على سطح الماء موجة تنتشر في جميع الاتجاهات .



شكل 1

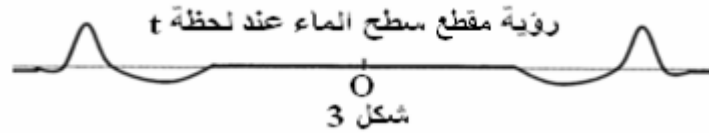
شكل 2



مقطع عرضي لسطح الماء وعليه الحشرة .

1-1-- ما اسم الجهاز المستعمل في المختبر لدراسة انتشار الموجات على سطح الماء ، هل يعتمد بدوره على إسقاط الظل؟ يمثل (الشكل 3) الموجة التي تنتشر

على سطح الماء منبعها النقطة O موطأ ساق الحشرة وهي موجات دائرية (نسبها إشارات طلب الإغاثة).



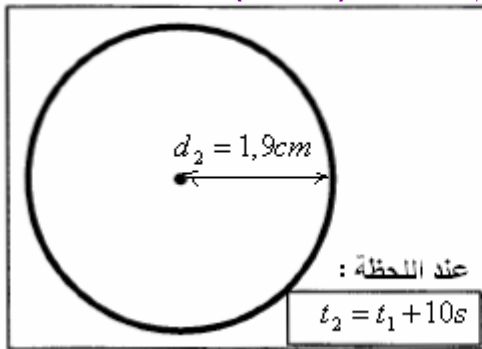
شكل 3

2-1- ما طبيعة الموجة الناتجة عن حركة الحشرة على سطح الماء ، طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك.

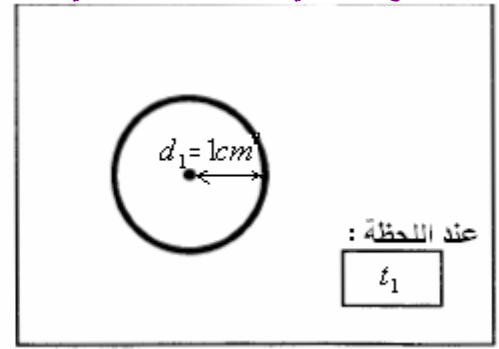
3-1- ورقة شجرة تطفو فوق سطح الماء .صف حركتها عند مرور الموجة معللا جوابك.

4-1- تم تصوير سطح الماء في لحظتين مختلفتين في الوثيقة التالية بالسلم 1/100 (الشكل 4) . احسب سرعة انتشار الموجة على سطح الماء.

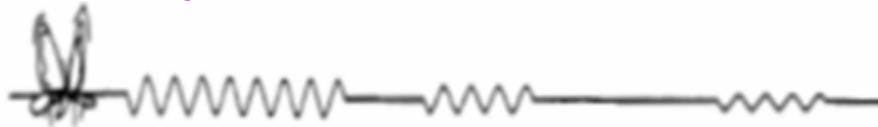
السلم 1/100



الشكل 4

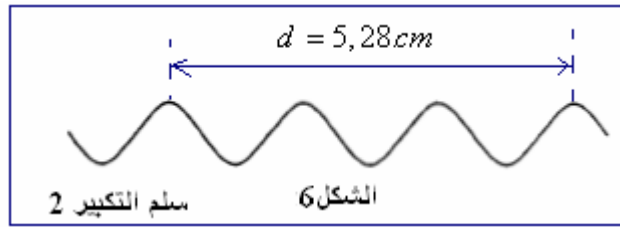


2- تشكل الفراشات الطائرة عند سقوطها على سطح الماء فريسة سهلة للحشرة المتزلجة. يمثل (الشكل 5) مجموعة ثلاثة اهتزازات على شكل دفعات متتالية تحدثها فراشة حبيسة سطح الماء ، تردد هذه الاهتزازات 5Hz.

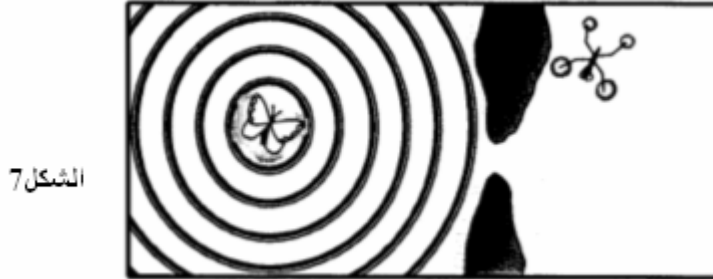


شكل 5

2-1 حدد طول موجة موجات الإغاثة التي تصدرها الفراشة علما أن (الشكل 6) الذي يمثل مقطع سطح الماء ممثل بسلم التكبير 2.



3) تصطم دفعة من موجات الإغائة التي تصدرها الفراشة على حاجز مكون من طرفين ينبعث من بينهما الماء انظر (الشكل 7).



- 1-3- ما الشرط الذي يجب أن تحققه المسافة الفاصلة بين طرفي الحاجز لكي تصل إشارات الإغائة إلى الفراشة الموجودة خلف الحاجز كما يوضحه الشكل 7؟
- 2-3- ما الاسم الذي نعطيه لهذه الظاهرة الخاصة بالموجات؟
- 3-3- أتمم بدقة كبيرة الشكل 7 ممثلاً شكل الموجات بعد اجتيازها الحاجز.
- 4- المنافسة شديدة بين ثلاث حشرات ، مقدمات أرجلها الأمامية تمكنها من رصد وتحديد اتجاه ومنحى موجة الإغائة التي تصدرها الفريسة.
- 1-4- الفراشة تقاوم إلى مسافة $d_1 = 6 \text{ cm}$ من الحشرة رقم 1. والموجة الناتجة عن الفراشة تستغرق ثانية واحدة للوصول إلى الحشرة رقم 2.
- أوجد المسافة d_2 الفاصلة بين الفراشة والحشرة رقم 2.
- 2-4- أوجد المسافة d_3 الفاصلة بين الفراشة والحشرة رقم 3 علماً أن الحشرة رقم 3 تصلها نفس الموجة بتعطل زمني $1,5 \text{ s}$ على شقيقتها الحشرة 2.

////////////////////

الإجابة

////////////////////

1-1-- الجهاز المستعمل في المختبر لدراسة انتشار الموجات على سطح الماء هو حوض الموجات ، ويعتمد على إسقاط الظاهرة بواسطة مرآة على شاشة بيضاء.

2-1- الموجة الناتجة عن حركة الحشرة على سطح الماء ، مستعرضة؟ لأن اتجاه التشوه الذي ينشأ على سطح الماء عمودي على اتجاه انتشار الموجة.

3-1- عند مرور الموجة تهتز الورقة رأسياً ثم تبقى في مكانها لان الموجة لا تنقل المادة بل تنقل الطاقة من نقطة إلى أخرى. .

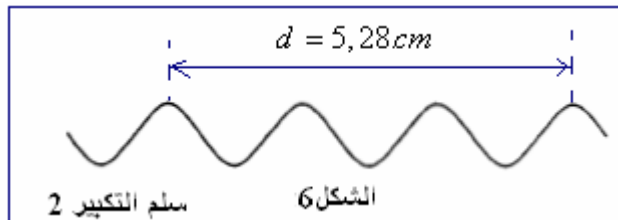
4-1--

1-2- خلال المدة الزمنية $\Delta t = t_2 - t_1 = 10 \text{ s}$ باعتبار السلم قطعت الموجة المسافة :

$$\Delta d = d_2 - d_1 = (1,9 - 1) \text{ cm} \cdot 100 = 90 \text{ cm} = 0,90 \text{ m}$$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{0,90 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 0,09 \text{ m/s} : \text{ سرعة انتشار الموجة}$$

(2
(1-2



المسافة d توافق 3λ والشكل مكبر بالسلم 2. إذن يجب قسمة القيمة المحصل عليها على 2 للحصول على القيمة الحقيقية لطول الموجة.

$$\lambda = \frac{(5,28cm)}{3.(2)} \approx 0,88cm$$

2-2) سرعة انتشار موجات الإغائة:

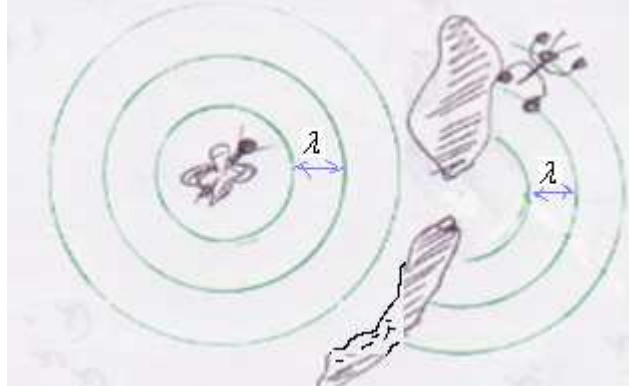
$$v = \lambda.v = 0,88.10^{-2}m.5Hz = 0,044m / s = 4,4cm / s$$

-3

1-3- لكي تصل إشارات الإغائة إلى الفراشة الموجودة خلف الحاجز يجب أن تنتشر الموجة بعد اجتيازها الحاجز في جميع الاتجاهات وذلك يتحقق عندما يكون عرض $a \leq \lambda$.

2-3- الاسم الذي نعطيه لهذه الظاهرة الخاصة بالموجات : ظاهرة الحيود.

3-3- طول الموجة الواردة = طول الموجة المحيدة.



-4

1-4- سرعة انتشار موجات الإغائة $v = 4,4cm / s$ والموجة الناتجة عن الفراشة تستغرق ثانية واحدة للوصول إلى الحشرة رقم 2.

$$لمسافة d_2 \text{ الفاصلة بين الفراشة والحشرة رقم 2: } d_2 = v t = 4,4cm / s.(1s) = 4,4cm$$

2-4- الموجة الناتجة عن الفراشة تستغرق ثانية واحدة للوصول إلى الحشرة رقم 2. والحشرة رقم 3 تصلها نفس الموجة بتعطل زمني $1,5s$ على شقيقتها الحشرة 2.

إذن الموجة الناتجة عن الفراشة تصل على الحشرة رقم 3 بتعطل زمني : $t' = 1,5 + 1 = 2,5s$.

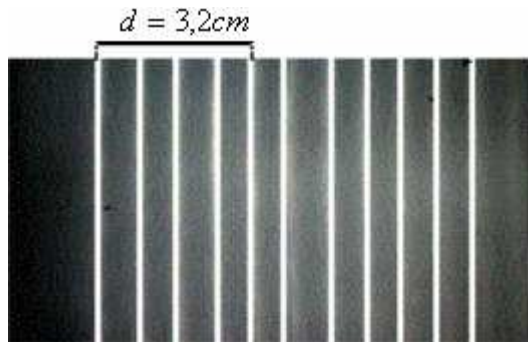
المسافة d_3 الفاصلة بين الفراشة والحشرة رقم 3 :

$$d_3 = v t' = 4,4cm / s.(2,5s) = 11cm$$

التمرين السابع :



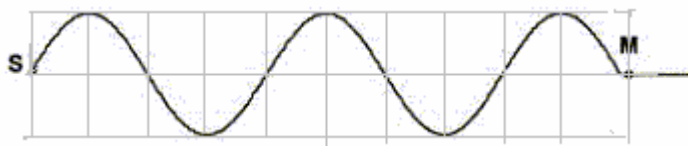
يحدث هزاز مرتبط بصفيحة S وجة متوالية جيبيية مستقيمية على سطح الماء لحوض الموجات. نضبط تردد الوماض على أكبر قيمة تمكن من الحصول على التوقف الظاهري لسطح الماء $v_s = 50Hz$. نقيس المسافة d الفاصلة بين الخط الأول والخط الخامس اللذين يوجدان في نفس الحالة الاهتزازية فنجد: $d = 3,2cm$.



1) هل هذه الموجة الميكانيكية طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك.

2) أعط قيمة كل من تردد الموجة v ، وطول الموجة λ وسرعة انتشارها V

3) نعطي مقطعا لسطح الماء في اللحظة t_1 .



- (1-3) أوجد السلم المستعمل لتمثيل هذا الشكل (أي المربع على الشكل يمثل كم من cm؟
 (2-3) أوجد المسافة SM .
 (3-3) حدد قيمة t_1 .
 (4-3) ارسم مظهر مقطع سطح الماء في اللحظة: $t_2 = 10ms$.
 (5-3) قارن حركة المنبع S والنقطة M_1 التي تبعد عنه ب: $d_1 = 14mm$.
 (5-3) قارن حركة المنبع S والنقطة M_2 التي تبعد عنه ب: $d_2 = 18mm$. ثم استنتج حالة اهتزاز M_1 و M_2 .
 (6-3) في لحظة تاريخها t توجد النقطة M_1 على مسافة $2mm$ فوق موضع النقطة M_2 ؟
 (7-3) ماذا نشاهد عند ضبط تردد الومضات الضوئية على التردد: $\nu_e = 51Hz$.
 (4) نضع أمام الموجة السابقة حاجزا ، مزودا بشق عرضه a قابلا للضبط. ماذا يحدث للموجة بعد اجتيازها الحاجز في كل من الحالتين التاليتين ؟ $a_2 = 1cm$ ، $a_1 = 0,3cm$. أعط رسما توضيحيا للظاهرة التي تبرزها هذه التجربة.
 (5) ضبط المنبع المهتز على تردد قيمته $\nu' > \nu$ فتصبح سرعة الانتشار $V' > V$ ماذا تستنتج ؟ علل جوابك.

التصحيح:

(1) الموجة مستعرضة لأن اتجاه التشويبه عمودي على اتجاه الانتشار.

(2) عندما يتحقق التوقف الظاهري للموجة المتوالية \leftarrow التردد. $\nu = \nu_e = 50Hz$

$$\text{طول الموجة: } \lambda = \frac{d}{4} = \frac{3,2cm}{4} = 0,8cm$$

$$\text{سرعة الانتشار: } \nu = \lambda \cdot \nu = 0,8 \cdot 10^{-2} m \cdot 50Hz = 0,4m/s$$

(3) (1-3) طول الموجة λ ممثل على الشكل ب: 4 مربعات. إذن: 4م تمثل $0,8cm$ ومنه: فإن السلم المستعمل في الشكل هو: 1المربع يمثل $0,2cm$



$$SM = 2,5\lambda = 2,5 \cdot (0,8) = 2cm \quad (2-3)$$

$$t_1 = \frac{SM}{\nu} = \frac{2 \cdot 10^{-2} m}{0,4m/s} = 0,05s = 50ms. \quad (3-3)$$

(4-3) من أجل تمثيل مظهر مقطع سطح الماء في اللحظة $t_2 = 10ms$ نحدد قيمة الحاصل: $\frac{t_2}{T}$.

$$\frac{t_2}{T} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \quad \Leftrightarrow \quad T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{50Hz} = 0,02s = 20ms \quad \text{نعلم أن:}$$

$\Leftrightarrow t_2 = \frac{T}{2}$ وبذلك يتضح أن هذه اللحظة تمثل نصف الدور ، ثم نمثل انطلاقا من المطلع مظهر سطح الماء في هذه اللحظة ، فهو كما يلي :



$$t_2 = 0,5T$$

$$(5-3) \quad S \text{ و } M_1 \text{ تهتزان على توافق في الطور لأن الم} \quad \Leftrightarrow \quad SM_1 = 2\lambda \quad \Leftrightarrow \quad \frac{SM_1}{\lambda} = \frac{16mm}{8mm} = 2$$

بينهما تساوي عددا صحيحا لطول الموجة ($SM_1 = k.\lambda$ مع $k = 2$).

$$(6-3) \quad S \text{ و } M_2 \text{ لا تهتزان على توافق في الطور .} \quad \Leftrightarrow \quad SM_2 = 1,5\lambda \quad \Leftrightarrow \quad \frac{SM_2}{\lambda} = \frac{12mm}{8mm} = 1,5$$

$$S \text{ و } M_2 \text{ تهتزان على تعاكس في الطور لأن المسافة} \quad \Leftrightarrow \quad SM_2 = 3\frac{\lambda}{2} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{SM_2}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{12mm}{4mm} = 3$$

بينهما تساوي عددا فرديا لنصف طول الموجة $SM_2 = (2k'+1).\frac{\lambda}{2}$ مع $2k'+1 = 3$ $k'=1$

لدينا M_1 على توافق مع S ومن جهة أخرى : M_2 على تعاكس مع S .
ومنه نستنتج أن : M_1 و M_2 تهتزان على تعاكس في الطور.

(7-3) M_1 و M_2 تهتزان على تعاكس في الطور.

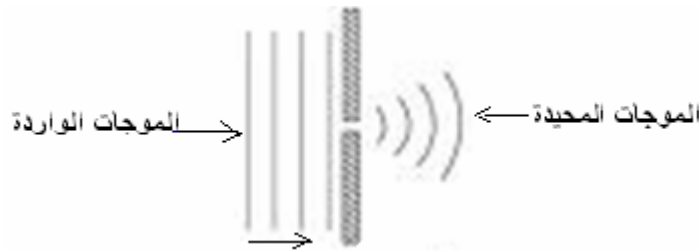
في اللحظة t التي توجد فيها النقطة M_1 على مسافة $2mm$ فوق موضع سكونها. يكون موضع النقطة M_2 ، هو $2mm$ تحت موضع سكونها. أو بصيغة أخرى إذا كانت استطالة M_1 هي : $y_1 = +2mm$ تكون استطالة M_2 في نفس اللحظة : $y_2 = -2mm$.

(8-3) عند ضبط تردد الومضات الضوئية على التردد $\nu_e = 51Hz$ (أكبر قليلا من تردد الموجة المتوالية) نشاهد حركة ظاهرية

بطيئة للموجة المتوالية في المنحى المعاكس.

(4) نحصل على ظاهرة الحيود إذا كان عرض الفتحة : $a \leq \lambda$
بما أن : $\lambda = 0,8cm = 8mm$

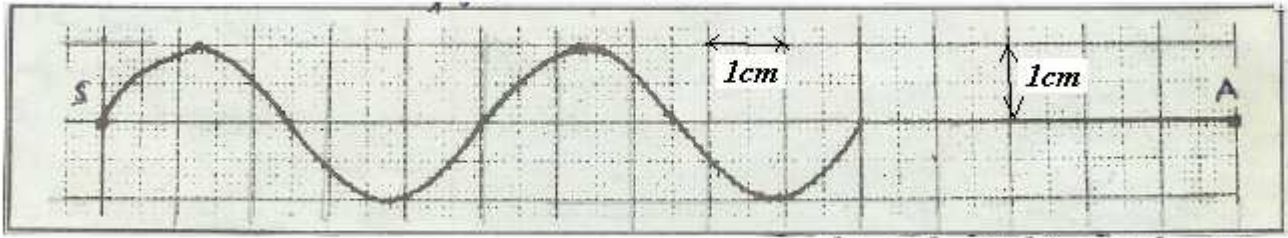
* الحالة الاولى : $a_1 = 0,3cm = 3mm$ \Leftrightarrow نحصل على الحيود.
* الحالة الثانية : $a_2 = 1cm = 10mm$ \Leftrightarrow لا نحصل على الحيود.
الظاهرة التي تبرزها هذه التجربة هي: حيود الموجات الميكانيكية على سطح الماء. (انظر الشكل):



(5) عندما نضبط المنبع المهتز على $\nu > \nu'$ تصبح سرعة الانتشار $\nu > \nu'$ نستنتج أن الماء وسط مبدد لأن سرعة انتشار الموجة تردد تتعلق بتردد المنبع.

التمرين الثامن:

- (I) يحدث الطرف S لشفرة ، مهتزة بالتردد $\nu = 100\text{Hz}$ ، موجة مستعرضة متوالية تنتشر طول حبل ممتوتر .
تمثل الوثيقة التالية مظهر جزء من الحبل بالسلم الحقيقي في لحظة تاريخها t_1 .



1) أعط تعريفا للموجة المستعرضة والموجة المتوالية.

2) أوجد قيمة الدور T .

3) أوجد قيمة كل من طول الموجة λ وسرعة الانتشار ν .

(أ) أوجد قيمة اللحظة t_1 .

(ب) في أية لحظة تصل الموجة إلى النقطة A .

4) علما أن أصل التواريخ اللحظة التي يبدأ فيها المنبع S في الاهتزاز.

5) مثل مظهر الحبل في اللحظات التالية: $t_2 = 0,025\text{s}$ ، $t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$ ، $t_4 = t_3 + \frac{T}{2}$

6) توجد نقطتان M و N على التوالي على مسافة $SM = 7,5\text{cm}$ و $SN = 10\text{cm}$ من المنبع S .

(أ) قارن حركة كل من النقطتين M و N مع حركة المنبع S .

(ب) قارن حركتي M و N .

(ج) أعط استطالة كل من M و N في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوية.

7) إذا علمت أن طول الحبل المستعمل يساوي 2m ، وتوتره يساوي $2N$ ، ما هي كتلته؟

8) عندما نضئ الحبل بواسطة وماض ، ماذا نلاحظ في كل من الحالات التاليتين $\nu_e = 99\text{Hz}$ و $\nu_e = 100\text{Hz}$ ثم $\nu_e = 101\text{Hz}$.

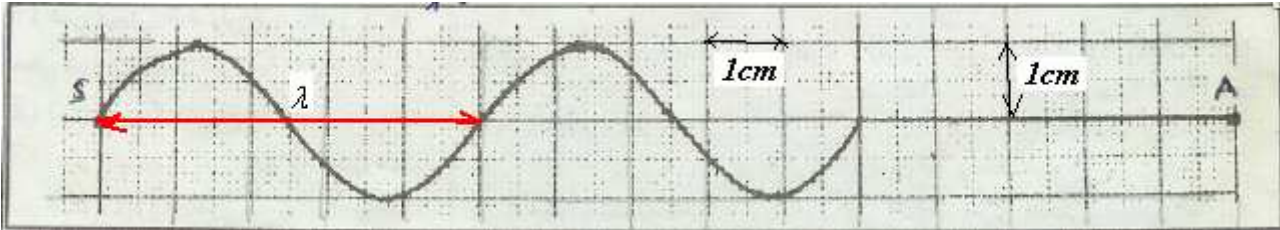
تصحيح :

1) الموجة المتوالية هي ظاهرة تتابع إشارات منطلقة من منبع له حركة اهتزازية دورية ومصانة ، وتتميز الموجة المتوالية بطولها وهي المسافة التي تقطعها الموجة خلال مدة زمنية تساوي دور اهتزاز المنبع .
الموجة المستعرضة هي التي خلال انتشارها تهتز نقط الانتشار عموديا على اتجاه الانتشار.

2) الدور T :

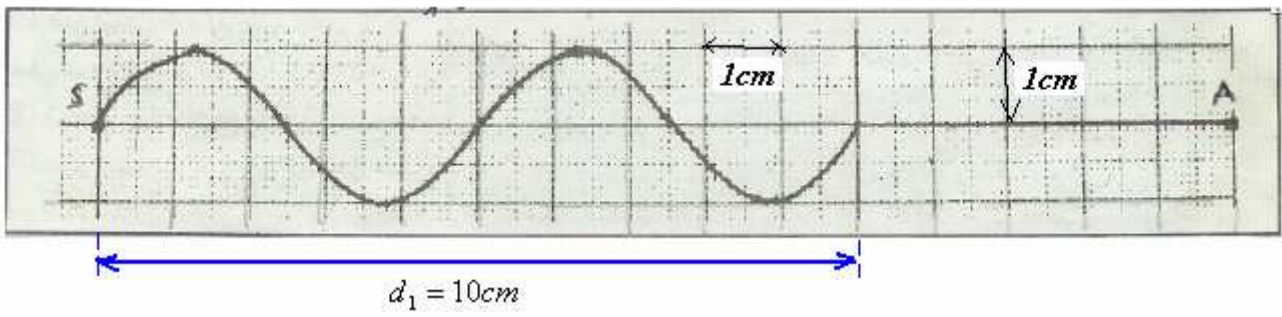
$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{100} = 0,01\text{s}$$

3) مبيانيا لدينا : $\lambda = 5\text{cm}$



وسرعة الانتشار : $\nu = \lambda \cdot \nu = 5 \times 10^{-2} \text{m} \times 100\text{Hz} = 5\text{m/s}$

4) (أ) خلال المدة الزمنية t_1 مطلع الموجة يقطع المسافة $d_1 = 10\text{cm}$ بسرعة الانتشار ν .



ولدينا : $v = \frac{d_1}{t_1}$ إذن : $t_1 = \frac{d_1}{v} = \frac{10 \times 10^{-2} \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 0,02 \text{ s}$

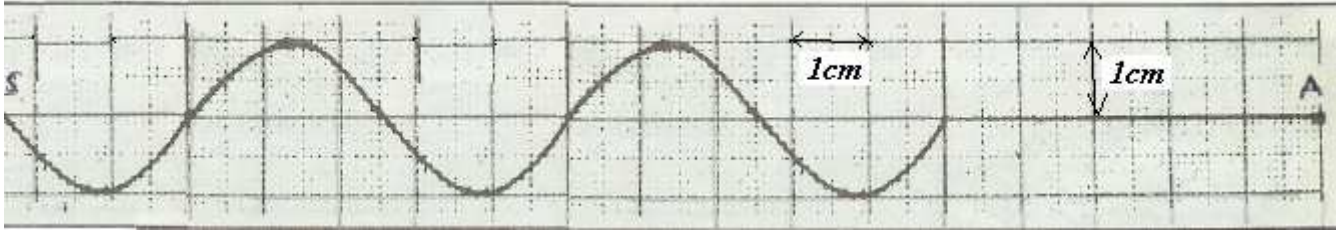
(ب) لدينا : $SA = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

إذن: الموجة المتوالية تصل إلى النقطة A في اللحظة : $t = \frac{SA}{v} = \frac{0,15 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 0,03 \text{ s}$

$t_2 = 0,025 \text{ s}$ مظهر الحبل في اللحظة

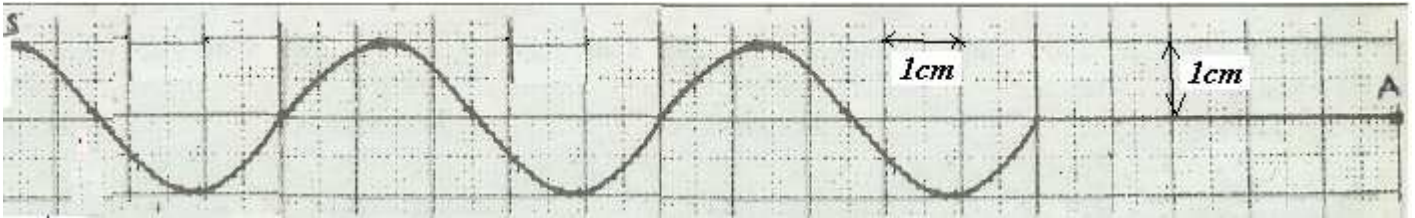
(5)

نبدأ من المطلع الذي يحتفظ بنفس الشكل ثم نمثل مظهر الحبل. $t_2 = 2,5T$ أي : دورين ونصف الدور ، $\frac{t_2}{T} = \frac{0,025 \text{ s}}{0,01 \text{ s}} = 2,5$ إذن:



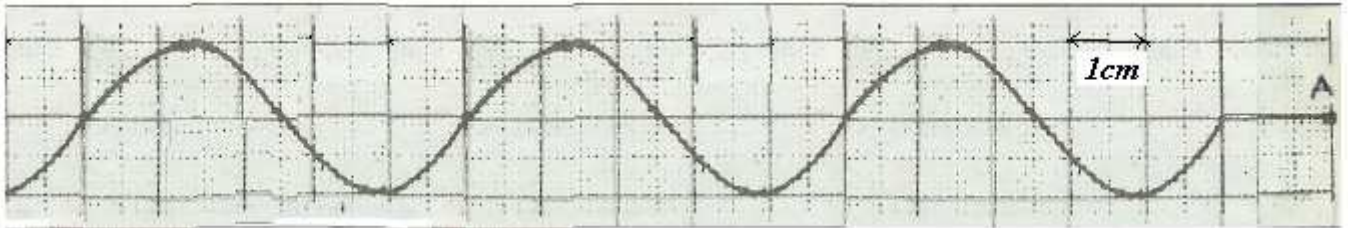
$t_2 = 0,025 \text{ s}$ مظهر الحبل عند اللحظة

ومنه نستنتج مظهر الحبل عند اللحظة : $t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$



$t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$: مظهر الحبل عند اللحظة

ومنه نستنتج مظهر الحبل عند اللحظة : $t_4 = t_3 + \frac{T}{2}$



(يمكن استعمال الطريقة التالية: نحدد أولا قيمة : $t_3 = t_2 + \frac{T}{4} = 0,025 + \frac{0,01}{4} = 0,0275 \text{ s}$)

ثم: $t_2 = 2,75T$: ومنه : $\frac{t_2}{T} = \frac{0,0275}{0,01} = 2,75$

ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقا من المطلع فهو يوافق 2 أدوار + 3/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.

$$t_4 = t_3 + \frac{T}{2} = 0,0275 + \frac{0,01}{2} = 0,0325s \quad \text{: كما لدينا}$$

$$t_2 = 3,25T \quad \text{ثم: } \frac{t_2}{T} = \frac{0,0325}{0,01} = 3,25 \quad \text{ومنه}$$

ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقا من المطلع فهو يوافق 3 أدوار + 1/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.)

$$(6) \quad \frac{SM}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 1,5 \quad \text{إذن: } SM = 1,5\lambda \quad \text{المسافة بينهما ليست بعدد صحيح لطول الموجة ، لا تهتزان على توافق في الطور.}$$

$$SM = 3\frac{\lambda}{2} \quad \text{إذن: } \frac{SM}{\lambda} = \frac{7,5cm}{2,5cm} = 3 \quad \text{المسافة بينهما فردي لنصف طول الموجة ، فهما تهتزان على تعاكس في الطور.}$$

$$\text{أي: } \frac{\lambda}{2} = (2K+1) \quad \text{مع } k=1$$

$$\frac{SN}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 2 \quad \text{إذن: } SM = 2\lambda \quad \text{المسافة بينهما تساوي عددا صحيحا لطول الموجة ، فهما تهتزان على توافق في الطور.}$$

(ب) بما أن S و M تهتزان على تعاكس في الطور.
ومن جهة اخرى S و N تهتزان على توافق في الطور فإن M و N تهتزان على تعاكس في الطور.

(ج) استطالة S القصوية تساوي الوسع ونحصل عليه من خلال الشكل الأول : $Y_{S \max} \approx 1cm$
بما أن S و M تهتزان على تعاكس في الطور فإن استطالة M في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوية هي: $Y_M \approx -1cm$
بما أن S و N تهتزان على توافق في الطور فإن استطالة N في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوية هي: $Y_N = +0,8cm$

$$(7) \quad \text{لدينا: } v = \sqrt{\frac{T}{\frac{m}{\ell}}} \quad \text{إذن: } v^2 = \frac{T}{\frac{m}{\ell}} \quad \text{ومنه} \quad m = \frac{T \times \ell}{v^2} = \frac{2N \times 2m}{25(m/s)^2} = 0,16kg$$

(8) بالنسبة للتردد $v_e = 100Hz$ نلاحظ التوقف الظاهري للموجة المتوالية.
بالنسبة للتردد $v_e = 99Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في نفس منحى الحركة.
بالنسبة للتردد $v_e = 101Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في عكس منحى الحركة.

والله ولي التوفيق

Sbiro Abdelkrim lycée agricole Oulad Taima région d'Agadir Royaume du Maroc

mail : sbiabdou@yahoo.fr

MSN messenger : sbiabdou@hotmail.fr

لا تنسى أخي بأن دعائك الصالح مكافأة لنا.