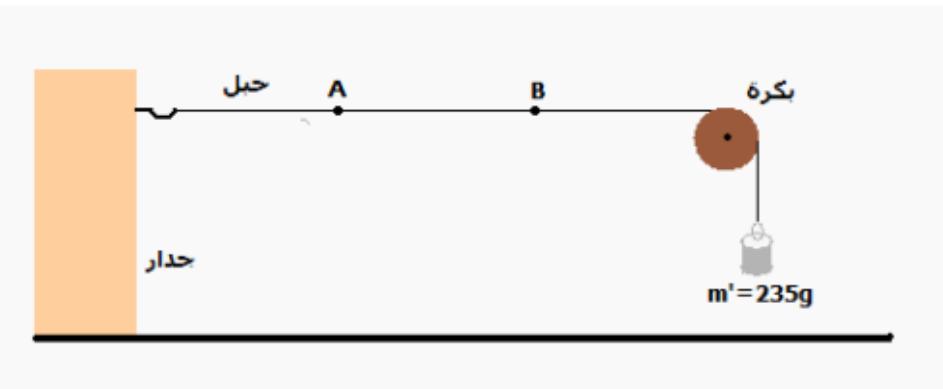


- 2 – أحسب سرعة انتشار الصوت في ظروف التجربة .
- التمرين 4 : سرعة انتشار موجة طول حبل**

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

نجعل حبلاً موتراً بواسطة كتلة معلمة $m' = 235g$ كما هو مشار إليه في التبيانية أسفله :



- 1 – أحسب شدة توتر الحبل F حيث أن كتلته $m = 176g$. أحسب الكتلة الطولية μ للحبل .
- 2 – طول الحبل $l = 10m$.

3 – اعتماداً على التحليل البعدي ، بين أن العلاقة $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ لها بعد السرعة (m/s)

4 – أحسب سرعة انتشار الموجة طول هذا الحبل

- 5 – نعلم نقطتين من الحبل A و B حيث المسافة بينهما هي $d = 8,2m$ ، أحسب المدة الزمنية اللازمة Δt لكي تنتشر الموجة من A إلى B .

- 6 – أوجد تعبير سرعة انتشار الموجة طول الحبل بدلالة m و μ . واستنتج الكيفية التي تتغير بها السرعة v بدلالة T (طالة تناقصية أم دالة تزايدية)

7 – أحسب الكتلة μ التي يجب إضافتها للكتلة m لكي تتضاعف سرعة انتشار الموجة .

التمرين 5 : سرعة انتشار موجة درجة الحرارة

سرعة انتشار الصوت في الهواء تناسب اطراداً مع الحذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة T للهواء .

1 – عبر رياضياً عن هذه العلاقة .

2 – أحسب سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة الحرارة 0°C ، ثم عند 25°C .

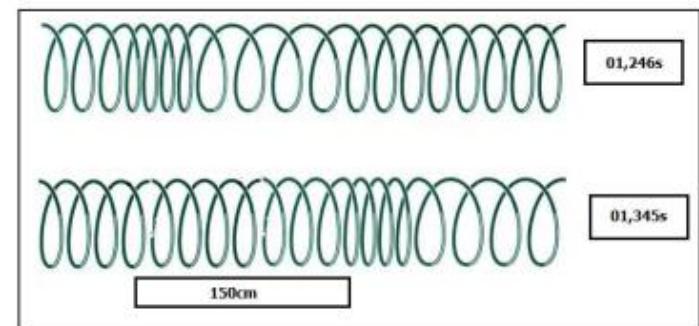
نعطي سرعة الصوت في الهواء عند درجة الحرارة 15°C هي $v = 340\text{m/s}$

التمرين 6 : استغلال رسم مسانى

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

الموجات الميكانيكية المتوازية
Ondes mécaniques progressives
السلسلة 1
2BAC-PC

تمرين 1: موجة ميكانيكية طول نابض .
نحدث موجة طول نابض وذلك بضغط بعض من لفاته وتحريرها فجأة .
يمثل الشكل أسفله حالة النابض في لحظتين t_1 و t_2



- 1 – هل الموجة المنتشرة طول نابض مستعرضة أم طولية ؟
 - 2 – صف حركة لفات النابض عندما تصلها الموجة
 - 3 – أحسب سرعة انتشار الموجة طول النابض
- التمرين 2 : العلاقة بين التأخير الزمني والمسافة والسرعة**
- نقطتين M و M' من حبل ، تصلهما بالتتابع موجة ميكانيكية مستعرضة ، سرعة انتشارها $v = 1,5\text{m/s}$.

- 1 – حدد التأخير الزمني τ بين النقطتين M و M' علماً أن المسافة الفاصلة بينهما هي $d = 12\text{cm}$
- 2 – تصل الموجة إلى النقطة M عند اللحظة $t = 80\text{ms}$ ، في أي لحظة ستصل الموجة إلى النقطة M'

التمرين 3 : حساب سرعة الصوت .
يلقط ميكروفونان M₁ و M₂ صوراً منبعنا من منبع صوتي نقطي S .

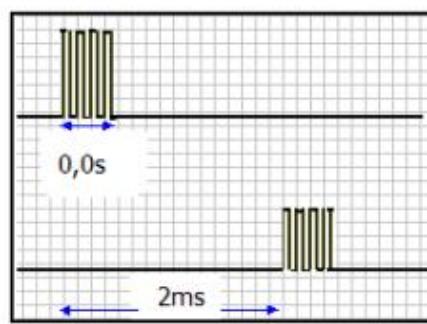
يوجد الميكروفونان M₁ و M₂ على استقامامة واحدة مع المنبع الصوتي S ، يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة $d = 68\text{cm}$.

يوجد المنبع S خارج القطعة المحدودة بال نقطتين M₁ و M₂ .

نعاين على شاشة كاشف التذبذب الإشارات الملنقطة بواسطة M₁ و M₂ .

عبر وسيط معلوماتي (انظر الشكل)

1 – ارسم تبيانية التركيب التجريبي المستعمل .



حالة سكون ولا سرعة جريان المائع عندما يكون في حركة . تكون سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية تساوي $V+u$ عند انتشار الموجة في منحى جريان السائل و $V-u$ عند انتشارها في المنحى المعاكس .

في شبكة القنوات يعبرها مائع بسرعة u ، نضع بداخلها باعث E ومستقبل R تفصل بينهما مسافة L . باعتبار أن منحى جريان المائع من E نحو R .

يبعد E إشارة قصيرة يلتقطها R ، بواسطة راسم التذبذب يمكن قياس المدة الزمنية المسغرقة لانتشار الإشارة θ_1 .
نعكس دوري الباخت E والمستقبل R ، بنفس الطريقة نقيس المدة الزمنية المسغرقة لانتشار الإشارة θ_2 .

1 - أوجد تعبيري θ_1 و θ_2 بدلالة L و V و u .

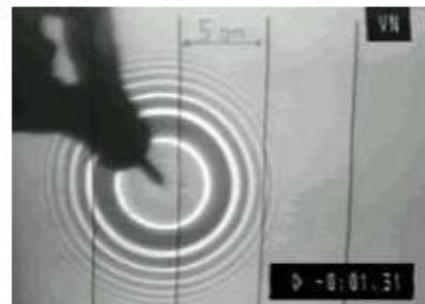
2 - استنتج الفرق الزمني Δt بين θ_1 و θ_2 .

3 - أعط تعبير u بدلالة L و V و Δt . أحسب u .

4 - كيف يصبح الفرق الزمني Δt في حالة إهمال u أمام V ؟
نعطي : $L=1,5\text{m}$ ، $V=1500\text{m/s}$ ، $\Delta t=4,0\mu\text{s}$.

التمرين 10 : دراسة موجة ميكانيكية دائرة

نحدث بواسطة مسمار موجة دائرة على سطح الماء لخوض الموجات فنحصل على الشكل المبين أعلاه .



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

2 - نقيس تغيرات أشعة الدوائر الممقركة في المتبع S بدلالة الزمن فنحصل على الجدول التالي :

$r(\text{m})$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$t(\text{s})$	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 المتبع S .

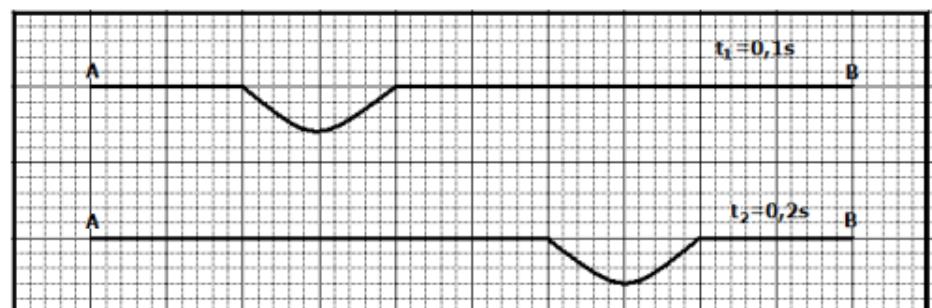
د - أحسب التأخير الزمني بين S و M .

التمرين 11 : استغلال رسم مسامي

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

عند $t=0\text{s}$ يوجد مطلع الإشارة عند المتبع S . يمثل المنحنى أسفله ، تغيرات استطالبة المتبع

بدلالة الزمن t . نعتبر نقطة M من الحبل ، توجد على مسافة $SM=4\text{m}$.



1 - أعط تعريف موجة مستعرضة .

2 - عين سرعة انتشار الموجة طول الحبل .

3 - عين طول الموجة واستنتاج مدتها

4 - في أي تاريخ انبعثت الموجة من النقطة A ؟

التمرين 7 : سرعة انتشار موجة مدية لتسونامي

في يوم 26 ديسمبر 2004 على الساعة 07h58min حسب التوقيت العالمي حدث زلزال في المحيط الهندي نتج عنه موجة مدية لتسونامي ("موجة ميناء" باليابانية) تختلف عن موجات البحار و المحيطات فهي موجة ضخمة تحتوي على سلسلة من الأمواج حيث ضربت شواطئ كل من أندونيسيا والهند وسيريلانكا فخلفت كم هائلًا من الدمار .

توجد بؤرة الزلزال على عمق 30m و تبعد عن سومارته Sumarta (جزيرة هندية) بمسافة 160km غربا .

تنشر الموجة المدية لتسونامي على سطح البحر حيث تقطع ألف الكيلومترات خلال الزمن ومع اقترابها من الشواطئ تنقص سرعة انتشارها .

تنمذج الموجة المدية بموجة ميكانيكية متواالية مستعرضة حيث سرعة انتشارها على سطح البحر v ونعبر عنها بالعلاقة التالية $v=\sqrt{gh}$ حيث $g=9,81\text{N/kg}$ و h عمق قاع المحيط .

1 - أحسب سرعة هذه الموجة على مستوى سطح البحر الواقع فوق بؤرة الزلزال مباشرة .

2 - وصلت الموجة المدية لتسونامي إلى شواطئ سومارته على الساعة 08h29 min . أحسب سرعة الموجة طول هذا المسير .

3 - أعط تفسيراً للفرق بين السرعتين اللتين تم حسابهما سابقا .

التمرين 8 : حساب سرعة الصوت في فلز النحاس .

عند نقر قناة من النحاس مملوءة بالماء ، نحصل على موجتين صوتيتين نحللهما بواسطة جهاز التسجيل والذي يوجد على مسافة $d=200\text{m}$. يتبع من خلال هذا التسجيل أن الفرق الزمني بين هاتين الموجتين هو $\Delta t=9,34 \cdot 10^{-2}\text{s}$.

نعتبر أن الماء في حالة سكون في القناة .

1 - فسر لماذا تم الحصول على موجتين صوتيتين ؟

2 - أحسب سرعة الصوت في النحاس علماً أن سرعته في الماء هي : $V_e=1500\text{m/s}$.

التمرين 9: حساب سرعة مائع في شبكة القنوات canalisation.

سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية les ultrasons في مائع في حالة سكون ليست هي نفسها عندما يكون المائع في حركة . نعتبر V سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية في مائع عندما يكون في

نهم الاحتكاكات بين الكريبة والهواء خلال السقوط وتأخذ حالة مرجعية لطاقة الوضع التقليدية سطح الماء الراكض .

نعطي شعاع الكريبة $r = 5,0\text{mm}$ ، كتلتها الحجمية $\rho = 2,0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ و $g = 9,8\text{N/kg}$

$$\text{حجم الكريبة : } V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

- 1 – أحسب سرعة الكريبة v لحظة اصطدامها مع سطح الماء
- 2 – عند اصطدام الكريبة وسطح الماء تفقد الكريبة نصف طاقتها .
- 2 – 1 ما نوع هذه الطاقة ؟ حدد الجسم الذي سيكتسب هذه الطاقة بعد التصادم ؟
- 2 – 2 ماذا نلاحظ على سطح الماء بعد التصادم ؟
- 3 – تصل الموجة إلى جانب الحوض المائي عند اللحظة $t = 0,1\text{s}$ ، استنتج v سرعة انتشار الموجة على سطح الماء

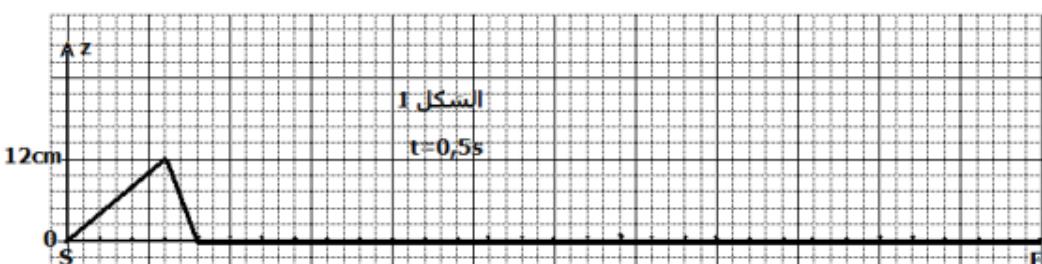
4 – كيف تتغير هذه السرعة في الحالات التالية :

- 4 – 1 عند سقوط الكريبة من ارتفاع $h = 50\text{cm}$
- 4 – 2 عندما نعوض الماء بالزيت (الكتلة الحجمية للزيت أصغر من الكتلة الحجمية للماء)
- 5 – على سطح ماء الحوض ، توجد سدادة من البوليسترين قطرها $d = 1,0\text{cm}$ على بعد 20cm من منبع الموجة (نقطة التصادم)
- 5 – 1 في أي لحظة تصل الموجة السدادة ؟
- 5 – 2 ما الطاقة الفضوية التي يمكن أن تكتسبها السدادة عندما تصلها الموجة ؟

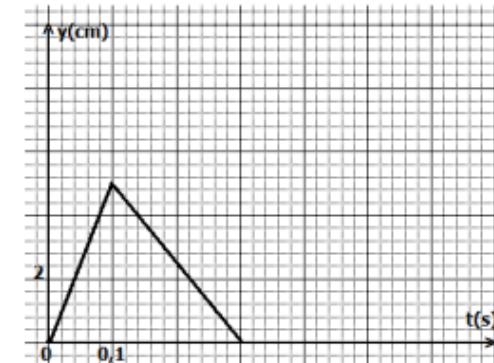
التمرين 14

الجزء الأول : انتشار موجة طول حبل نضع بدئيا حبلا منا طوله $L = SF = 6,0\text{m}$ على الأرض . وثبتت طرفه F ، ثم نقوم بإحداث تشوهها عند اللحظة $t = 0$ بالطرف الآخر S من الأعلى نحو الأسفل . المدة الزمنية لهذا التشوه هي : $\Delta t = 0,50\text{s}$

يمثل الشكل (1) مظهر الحبل عند اللحظة $t_1 = 0,50\text{s}$.



- 1 – ما اسم الموجة المحدثة بعد هذا التشوه ؟ هل هي موجة مستعرضة أم طولية ؟
- 2 – يمثل الشكل 2 مظهر الحبل عند اللحظة $t = 2,0\text{s}$

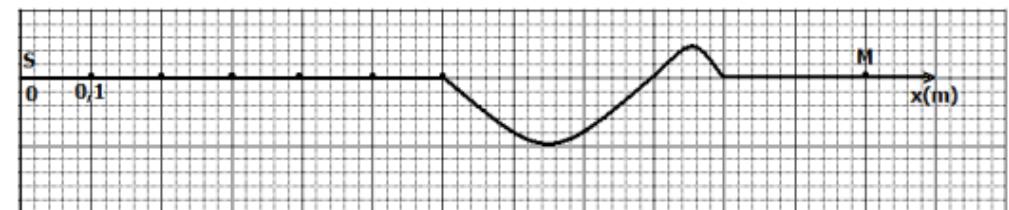


- 1 – حدد مدة التشوه Δt لنقطة من نقطتين على سطح الماء .
- 2 – أحسب التأخير الزمني τ بين النقطتين S و M .
- 3 – كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استطالة S ؟ مثل المنهج .
- 4 – مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ $t = 0,8\text{s}$.

التمرين 12 :

تنتشر موجة ميكانيكية طول حبل أفقي . مقدمة الموجة F توجد عند اللحظة $t_0 = 0$ في النقطة S منبع الموجة .

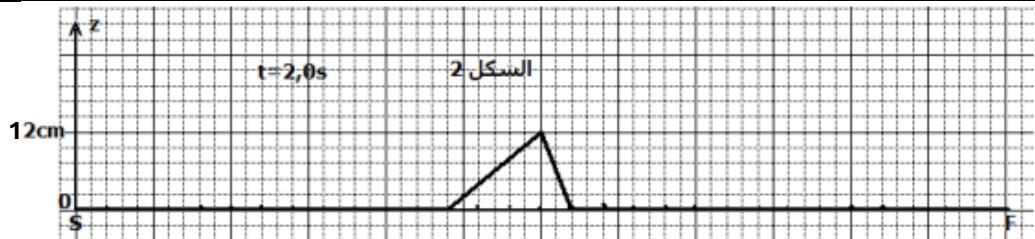
يمثل المنهج أسفلاه مظهر الحبل عند اللحظة $t_1 = 0,20\text{s}$:



- 1 – أحسب v سرعة انتشار الموجة الميكانيكية طول الحبل
- 2 – ما هو طول الموجة ؟
- 3 – في أي لحظة ستصل مقدمة الموجة إلى النقطة M والتي توجد على مسافة SM = 1,2m من منبع الموجة S ؟ مثل مظهر الحبل في هذه اللحظة .
- 4 – في أي لحظة t ستغادر الموجة النقطة M من الحبل ؟
- 5 – مثل المنهج (t) حرارة النقطة M من الحبل بدلالة الزمن t .

التمرين 13 : انتشار موجة على سطح الماء

من ارتفاع $h = 80\text{cm}$ ، تترك كريبة تسقط رأسيا بدون سرعة بدئية نحو حوض مائي اسطواني الشكل شعاعه R = 60cm .



- 2 - 1 قارن بين الشكل 1 و الشكل 2 .
 2 - 2 حدد v سرعة انتشار الموجة .
 2 - 3 مثل مظهر الحبل عند اللحظة $t = 3,0\text{s}$.
 3 - مثل المنهجى $(z_i(t))$ ، تغيرات المتبوع S بدلالة الزمن t .
 4 - لتكن A نقطة من الحبل والتي تبعد بمسافة $SA = 2,0\text{m}$ من المتبوع S . كيف تتحرك A بالنسبة للمتبوع S ؟ أحسب التأخر الزمني $\Delta\theta$.
- الجزء الثاني : تأثير بعض البراميلات
- 1 - نعيد نفس التجربة السابقة بحيث أن مدة التشوه في هذه الحالة $\Delta t' = 0,70\text{s}$ ، هل تغير سرعة انتشار الموجة ؟ إذا كان الجواب بنعم كيف يتم هذا التغير ؟
- 2 - تعبير سرعة انتشار موجة طول حبل هو : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ، T توتر الحبل ب النيوتن N و μ الكتلة الطولية للحبل L kg / m .
- 2 - 1 نعيد المجرى نفس التجربة السابقة (الجزء الأول) حيث نحتفظ بنفس مدة التشوه $\Delta t = 0,50\text{s}$ ونضاعف توتر الحبل . هل تغير سرعة انتشار الموجة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
- 2 - 2 أحسب الكتلة الطولية للحبل .
- هل تغير السرعة v ، إذا تم استعمال ، في نفس شروط التجربة السابقة (الجزء الأول) ، حل له نفس الطول وكتلته ضعف الكتلة السابقة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
- نعطي كتلة الحبل : $m = 300\text{g}$