

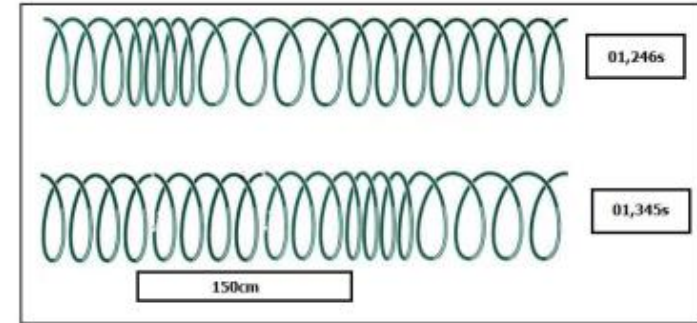
## الموجات الميكانيكية المتوالية Ondes mécaniques progressives

### 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 نابض

#### التمرين 2 : العلاقة بين التأخر الزمني والمسافة والسرعة

نقطتين  $M$  و  $M'$  من حبل ، تصلهما بالتتابع موجة ميكانيكية مستعرضة ، سرعة انتشارها  $v = 1,5 \text{ m/s}$

1 \_ حدد التأخر الزمني  $\tau$  بين النقطتين  $M$  و  $M'$  علما 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 .

يلتقط ميكروفونان  $M_1$  و  $M_2$  صوتا منبعنا من منبع صوتي نقطي  $S$  .

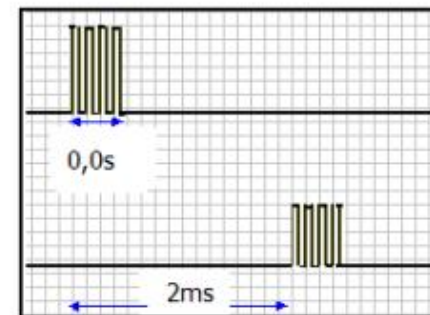
يوجد الميكروفونان  $M_1$  و  $M_2$  على استقامة واحدة مع المنبع الصوتي  $S$  ،

يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة  $d = 68 \text{ cm}$  .  
يوجد المنبع  $S$  خارج القطعة المحدودة بالنقطتين  $M_1$  و  $M_2$  .

نعابن على شاشة كاشف التذبذب الإشارات الملتقطة بواسطة  $M_1$  و  $M_2$

عبر وسيط معلوماتي ( أنظر الشكل )

1 \_ ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل .

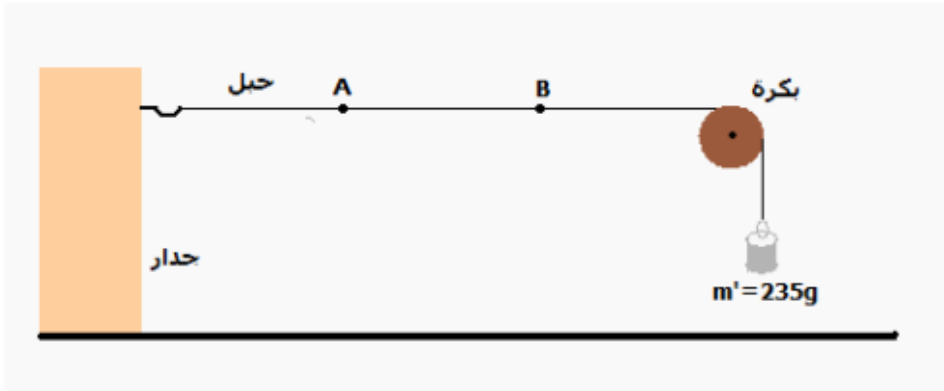


2 \_ أحسب سرعة انتشار الصوت في ظروف التجربة .

#### 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  $\mu$  كتلته الطولية .

نجعل حبلًا موثرًا بواسطة كتلة معلمة  $m' = 235 \text{ g}$  كما هو موضح في التبيانة أسفله :



1 \_ أحسب شدة توتر الحبل  $F$

2 \_ طول الحبل  $\ell = 10 \text{ m}$  حيث أن كتلته  $m = 176 \text{ g}$  . أحسب الكتلة الطولية  $\mu$  للحبل .

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

4 \_ أحسب سرعة انتشار الموجة طول هذا الحبل

5 \_ نعلم نقطتين من الحبل  $A$  و  $B$  حيث المسافة بينهما هي  $d = 8,2 \text{ m}$  ، أحسب المدة الزمنية اللازمة  $\Delta t$  لكي تنتشر الموجة من  $A$  إلى  $B$  .

6 \_ أوجد تعبير سرعة انتشار الموجة طول الحبل بدلالة  $m'$  و  $g$  و  $\mu$  . واستنتج الكيفية التي تتغير بها السرعة  $v$  بدلالة  $m'$  ( طالة تناقصية أم دالة تزايدية )

7 \_ أحسب الكتلة  $m_0$  التي يجب إضافتها للكتلة  $m'$  لكي تتضاعف سرعة انتشار الموجة .

#### التمرين 5 : سرعة انتشار موجة ودرجة الحرارة

سرعة انتشار الصوت في الهواء تتناسب طراديًا مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة  $T$  للهواء .

1 \_ عبر رياضيا عن هذه العلاقة .

2 \_ أحسب سرعة انتشار الصوت في الهواء عند درجة الحرارة  $0^\circ \text{C}$  ، ثم عند  $25^\circ \text{C}$  .

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

#### التمرين 6 : استغلال رسم مبياني .

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

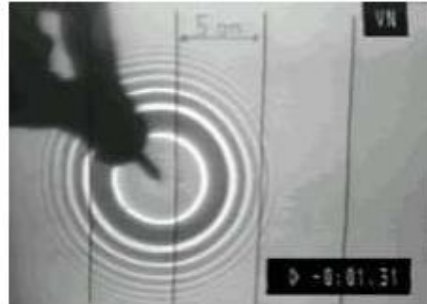
حالة سكوت ولا سرعة جريان المائع عندما يكون في حركة . تكون سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية تساوي  $V+u$  عند انتشار الموجة في منحى جريان السائل و  $V-u$  عند انتشارها في المنحى المعاكس .

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  $R$  .  
يبعث  $E$  إشارة قصيرة يلتقطها  $R$  ، بواسطة راسم التذبذب يمكن قياس المدة الزمنية المسغرة لانتشار الإشارة  $\theta_1$   
نعكس دوري الباعث  $E$  والمستقبل  $R$  ، بنفس الطريقة نقيس المدة الزمنية المسغرة لانتشار الإشارة  $\theta_2$  .

- 1 \_ أوجد تعبير  $\theta_1$  و  $\theta_2$  بدلالة  $L$  و  $V$  و  $u$  .
- 2 \_ استنتج الفرق الزمني  $\tau$  بين  $\theta_1$  و  $\theta_2$  .
- 3 \_ أعط تعبير  $u$  بدلالة  $L$  و  $V$  و  $\tau$  . أحسب  $u$  .
- 4 \_ كيف يصبح الفرق الزمني  $\tau$  في حالة إهمال  $u$  أمام  $V$  ؟  
نعطي :  $L=1,5m$  ،  $V=1500m/s$  ،  $\tau=4,0\mu s$  .

#### التمرين 10 : دراسة موجة ميكانيكية دائرية .

نحدث بواسطة مسمار موجة دائرية على سطح الماء لحوض الموجات فنحصل على الشكل المبين أسفله .



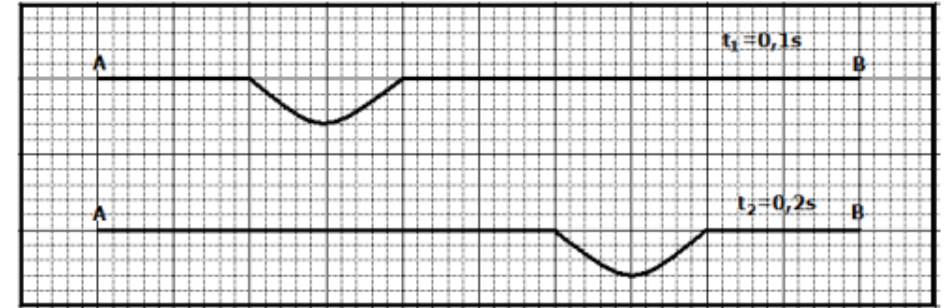
- 1 \_ هل الموجة الدائرية على سطح الماء مستعرضة أم طولية ؟ علل جوابك .
- 2 \_ نقيس تغيرات أشعة الدوائر الممركزة في المنبع  $S$  بدلالة الزمن فنحصل على الجدول التالي :

$r(m)$	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  $t=3s$  .
- ج \_ أحسب لحظة وصول الموجة إلى النقطة  $M$  التي توجد على مسافة  $d=10cm$  من المنبع  $S$
- د \_ أحسب التأخر الزمني بين  $M$  و  $S$  .

#### تمرين 11 : استغلال رسم مبانى

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 \_ 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  $A$  ؟

#### التمرين 7 : سرعة انتشار موجة مديّة لتسونامي

في يوم 26 ديسمبر 2004 على الساعة 7h58min حسب التوقيت العالمي حدث زلزال في المحيط الهندي نتجت عنه موجة مديّة لتسونامي ( "موجة ميناء" باليابانية ) تختلف عن موجات البحار والمحيطات فهي موجة ضخمة تحتوي على سلسلة من الأمواج حيث ضربت شواطئ كل من أندونيسيا والهند وسيريلانكا فخلقت كما هائلا من الدمار .  
توجد بؤرة الزلزال على عمق 30m و تبعد عن سومارته Sumarta ( جزيرة هندية ) بمسافة 160km غربا .

تنتشر الموجة المديّة لتسونامي على سطح البحر حيث تقطع ألف الكيلومترات خلال الزمن ومع اقترابها من الشواطئ تنقص سرعة انتشارها .  
ننمذج الموجة المديّة بموجة ميكانيكية متوالية مستعرضة حيث سرعة انتشارها على سطح البحر  $v$  ونعبر عنها بالعلاقة التالية  $v=\sqrt{gh}$  حيث  $g=9,81N/kg$  شدة الثقالة و  $h$  عمق قاع المحيط .  
1 \_ أحسب سرعة هذه الموجة على مستوى سطح البحر الواقع فوق بؤرة الزلزال مباشرة .  
2 \_ وصلت الموجة المديّة لتسونامي إلى شواطئ سومارته على الساعة 8h29min . 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 نحللها بواسطة جهاز التسجيل والذي يوجد على مسافة  $d=200m$  . يتبين من خلال هذا التسجيل أن الفرق الزمني بين هاتين الموجتين هو  $\Delta t=9,34.10^{-2}s$  .  
نعتبر أن الماء في حالة سكوت في القناة .  
1 \_ فسر لماذا تم الحصول على موجتين صوتيتين ؟  
2 \_ أحسب سرعة الصوت في النحاس علما أن سرعته في الماء هي :  $V_e=1500m/s$  .

#### التمرين 9 : حساب سرعة مائع في شبكة القنوات mesure d'une vitesse dans une canalisation .

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

نهمل الاحتكاكات بين الكرة والهواء خلال السقوط ونأخذ كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية سطح الماء الراكض .

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

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

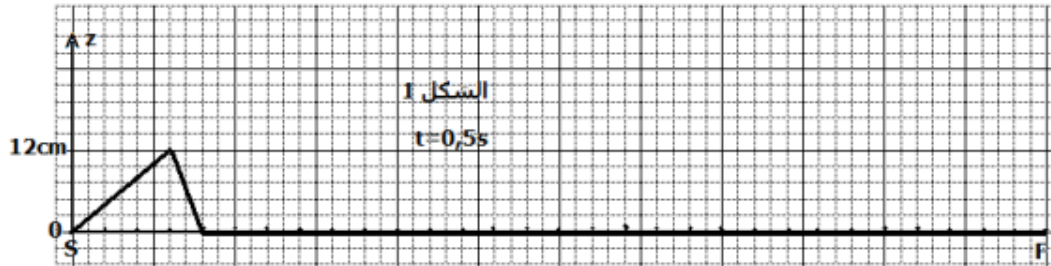
- 1 \_ أحسب سرعة الكرة  $v_0$  لحظة اصطدامها مع سطح الماء
- 2 \_ عند اصطدام الكرة و سطح الماء تفقد الكرة نصف طاقتها .
- 2 \_ 1 ما نوع هذه الطاقة ؟ حدد الجسم الذي سيكتسب هذه الطاقة بعد التصادم ؟
- 2 \_ 2 ماذا نلاحظ على سطح الماء بعد التصادم ؟
- 3 \_ تصل الموجة إلى جانب الحوض المائي عند اللحظة  $t = 0,1 \text{ s}$  ، استنتج  $v$  سرعة انتشار الموجة على سطح الماء
- 4 \_ كيف تتغير هذه السرعة في الحالات التالية :
- 4 \_ 1 عند سقوط الكرة 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 البولسترين قطرها  $d = 1,0 \text{ cm}$  على بعد  $20 \text{ cm}$  من منبع الموجة ( نقطة التصادم )
- 5 \_ 1 في أي لحظة تصل الموجة السدادة ؟
- 5 \_ 2 ما الطاقة القصوى التي يمكن أن تكتسبها السدادة عندما تصلها الموجة ؟

#### التمرين 14

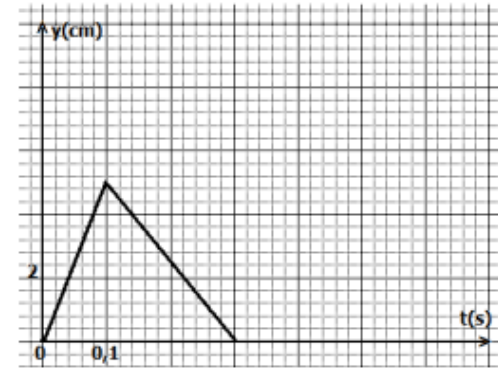
الجزء الأول : انتشار موجة طول حبل

نضع بدئيا حبلًا مرنا طولُه  $L = SF = 6,0 \text{ m}$  على الأرض . وثبت 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 التشويه  $\Delta t$  لنقطة من نقط الحبل .
- 2 \_ أحسب التأخر الزمني  $\tau$  بين النقطتين  $S$  و  $M$  .
- 3 \_ كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة  $M$  بدلالة الزمن انطلاقًا من استطالة  $S$  ؟ مثل المنحنى  $y_M(t)$  .
- 4 \_ مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ  $t = 0,8 \text{ s}$  .

#### التمرين 12 :

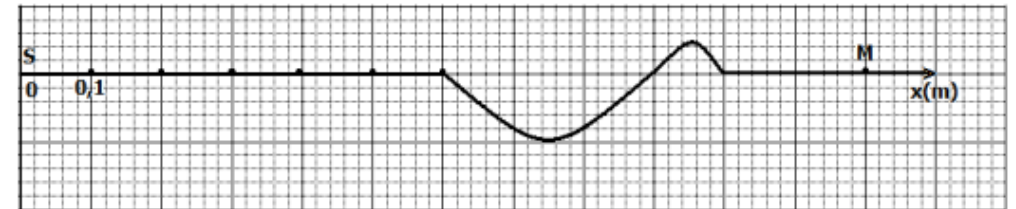
تنتشر موجة ميكانيكية طول حبل أفقي . مقدمة

الموجة  $F$  توجد عند اللحظة  $t_0 = 0$  في النقطة  $S$  ،

منبع الموجة .

يمثل المنحنى أسفله مظهر الحبل عند اللحظة

$t_1 = 0,20 \text{ s}$



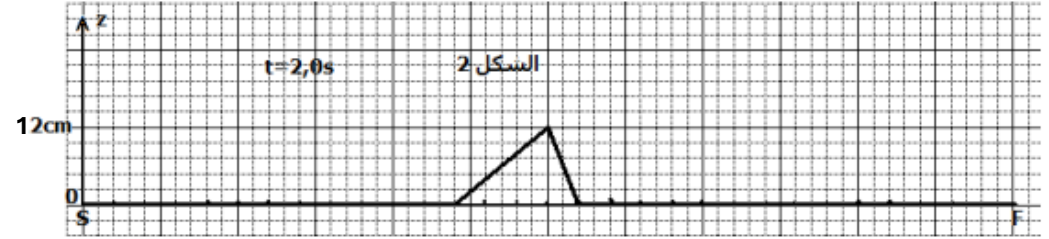
- 1 \_ أحسب  $v$  سرعة انتشار الموجة الميكانيكية طول الحبل
- 2 \_ ما هو طول الموجة  $\lambda$  ؟
- 3 \_ في أي لحظة ستصل مقدمة الموجة إلى النقطة  $M$  والتي توجد على مسافة  $SM = 1,2 \text{ m}$  من منبع الموجة  $S$  ؟ مثل مظهر الحبل في هذه اللحظة .
- 4 \_ في أي لحظة  $t_F$  ستغادر الموجة النقطة  $M$  من الحبل ؟
- 5 \_ مثل المنحنى  $y_M(t)$  حركة النقطة  $M$  من الحبل بدلالة الزمن  $t$  .

#### التمرين 13 : انتشار موجة على سطح الماء

من ارتفاع  $h = 80 \text{ cm}$  ، نترك كرة تسقط رأسيا بدون سرعة بدئية نحو حوض مائي اسطواناني

الشكل شعاعه  $R = 60 \text{ cm}$  .





- 2 \_ 1 قارن بين الشكل 1 و الشكل 2
- 2 \_ 2 حدد  $v$  سرعة انتشار الموجة .
- 2 \_ 3 مثل مظهر الحبل عند اللحظة  $t = 3,0s$  .
- 3 \_ مثل المنحنى  $z_s(t)$  ، تغيرات المنبع  $S$  بدلالة الزمن  $t$  .
- 4 \_ لتكن  $A$  نقطة من الحبل والتي تبعد بمسافة  $SA = 2,0m$  من المنبع  $S$  . كيف تتحرك  $A$  بالنسبة للمنبع  $S$  ؟ أحسب التأخر الزمني  $\Delta\theta$  .
- الجزء الثاني : تأثير بعض البرامترات
- 1 \_ نعيد نفس التجربة السابقة بحيث أن مدة التشوه في هذه الحالة  $\Delta t' = 0,70s$  ، هل تتغير 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  $\mu$  الكتلة الطولية للحبل  $L$   $kg/m$  .
- 2 \_ 1 يعيد المجرب نفس التجربة السابقة ( الجزء الأول ) حيث نحفظ بنفس مدة التشويه  $\Delta t = 0,50s$  ونضاعف توتر الحبل . هل تتغير سرعة انتشار الموجة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
- 2 \_ 2 أحسب الكتلة الطولية للحبل .
- هل تتغير السرعة  $v$  ، إذا تم استعمال ، في نفس شروط التجربة السابقة ( الجزء الأول ) حبل له نفس الطول وكتلته ضعف الكتلة السابقة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
- نعطي كتلة الحبل :  $m = 300g$