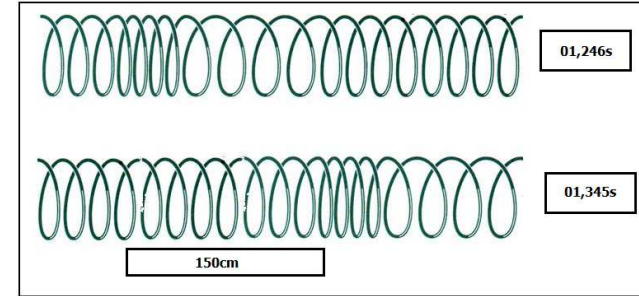


الموجات الميكانيكية المتوالية

الموجات الميكانيكية المتوالية Ondes mécaniques progressives السلسلة 1 علوم الرياضيات (أ) و (ب)

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 التأخر الزمني والمسافة والسرعة

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

1 _ حدد التأخر الزمني τ بين النقطتين M و M' علما أن المسافة الفاصلة بينهما هي $d = 12cm$

2 _ تصل الموجة إلى النقطة M عند اللحظة $t = 80ms$ ، في أي لحظة ستصل الموجة إلى النقطة M' .

التمرين 3 : 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 ،

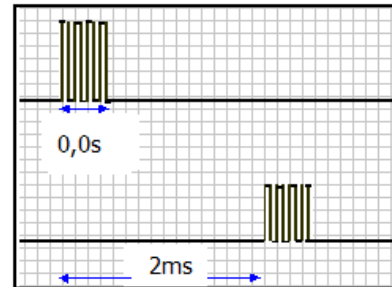
يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة $d = 68cm$.

يوجد المنبع S خارج القطعة المحدودة بالنقطتين M_1 و M_2 .

نعابن على شاشة كاشف التذبذب الإشارات الملتقطة بواسطة M_1 و M_2

عبر وسيط معلوماتي (أنظر الشكل)

1_ ارسم تبيانة التركيب التجريبي المستعمل .



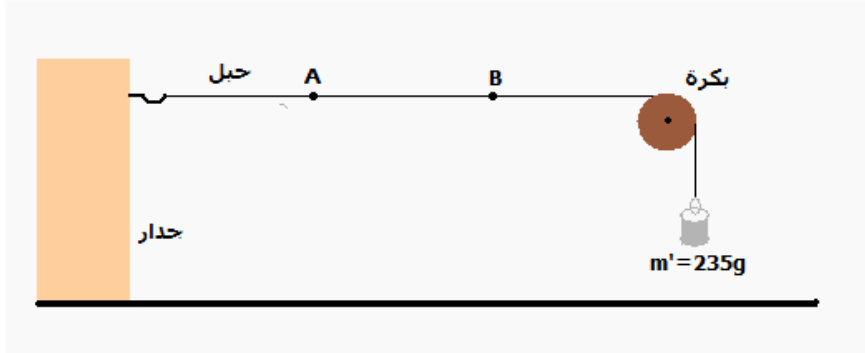
الموجات الميكانيكية المتوالية

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 كتلته الطولية .

نجعل حبلًا موثرًا بواسطة كتلة معلمة $m' = 235g$ كما هو مشار إليه في التبيانة أسفله :



1 _ أحسب شدة توتر الحبل F

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

3 _ اعتمادًا 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 g و μ . 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

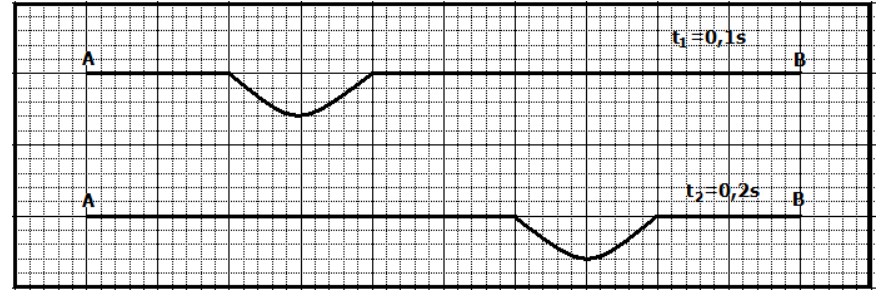
سرعة انتشار الصوت في الهواء تتناسب طرادًا مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة T للهواء .
1 _ عبر رياضيا عن هذه العلاقة .

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

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

التمرين 6 : استغلال رسم ميباني .

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



- 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 مياء" باليابانية) تختلف عن موجات البحار و المحيطات 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 آلاف الكيلومترات خلال الزمن ومع اقترابها من الشواطئ تنقص سرعة انتشارها .
ننمذج الموجة المديّة بموجة ميكانيكية متوالية مستعرضة حيث سرعة انتشارها على سطح البحر v وتعبّر عنها بالعلاقة التالية $v = \sqrt{g \cdot h}$ حيث $g = 9,81 \text{ N/kg}$ 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 $d=200\text{m}$. يتبين 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 علما أن سرعته في الماء هي : $V_e = 1500 \text{ m/s}$.

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

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

في شبكة القنوات يعبرها مائع بسرعة u ، نضع بداخلها باعث E ومستقبل R تفصل بينهما مسافة L . باعتبار أن منحنى جريان المائع من E نحو R .
يبعث E إشارة قصيرة يلتقطها R ، بواسطة راسم التذبذب يمكن قياس المدة الزمنية المسغرفة لانتشار الإشارة θ_1
نعكس دوري الباعث E والمستقبل R ، بنفس الطريقة نقيس المدة الزمنية المسغرفة لانتشار الإشارة θ_2 .

- 1 - أوجد تعبير θ_1 و θ_2 بدلالة L و V و u .
- 2 - استنتج الفرق الزمني τ بين θ_1 و θ_2 .
- 3 - أعط تعبير u بدلالة L و V و τ . أحسب u .
- 4 - كيف يصبح الفرق الزمني τ في حالة إهمال u أمام V ؟
نعطي : $L=1,5\text{m}$ ، $V=1500\text{m/s}$ ، $\tau=4,0\mu\text{s}$.

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 $t=3\text{s}$.
- ج - أحسب لحظة وصول الموجة إلى النقطة M التي توجد على مسافة $d=10\text{cm}$ من المنبع S
- د - أحسب التأخر الزمني بين S و M .

تمرين 11 : استغلال رسم ميانى

نحدث عند الطرف S لحبل مرن ، موجة مستعرضة تنتشر بسرعة $v=10\text{m/s}$.
عند $t=0\text{s}$ يوجد مطلع الإشارة عند المنبع S . يمثل المنحنى أسفله ، تغيرات استطالة المنبع بدلالة الزمن t . نعتبر نقطة M من الحبل ، توجد على مسافة $SM=4\text{m}$.

الموجات الميكانيكية المتوالية

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

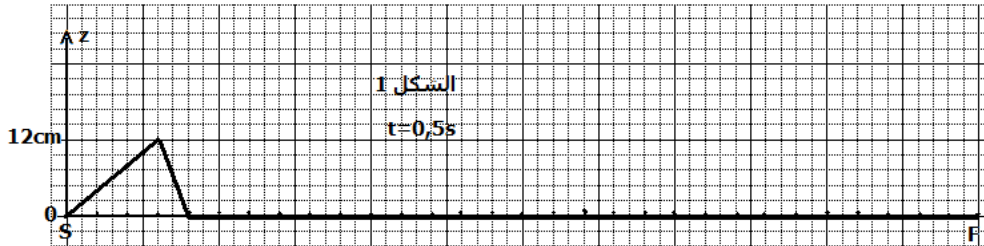
نعطي شعاع الكرة $r = 5,0\text{mm}$ ، كتلتها الحجمية $\rho = 2,0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ و $g = 9,8 \text{N/kg}$

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

- 1 - أحسب سرعة الكرة v_0 لحظة اصطدامها مع سطح الماء
- 2 - عند اصطدام الكرة وسطح 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 ن عوض الماء بالزيت (الكتلة الحجمية للزيت أصغر من الكتلة الحجمية للماء)
- 5 - على سطح ماء الحوض ، توجد سداة من البولسترين قطرها $d = 1,0\text{cm}$ على بعد 20cm من منبع الموجة (نقطة التصادم)
- 5 - 1 في أي لحظة تصل الموجة السداة ؟
- 5 - 2 ما الطاقة القصوية التي يمكن أن تكتسبها السداة عندما تصلها الموجة ؟

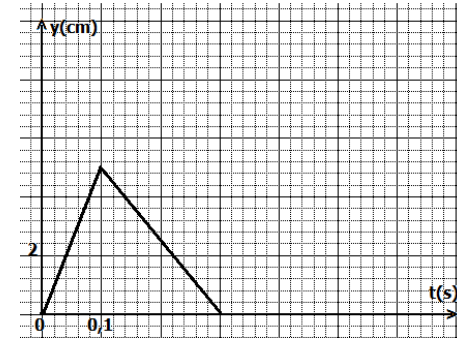
التمرين 14

الجزء الأول : انتشار موجة طول حبل
نضع بدئيا حبلنا مرنا طولها $L = SF = 6,0\text{m}$ على الأرض . ونثبت 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 $t = 2,0\text{s}$

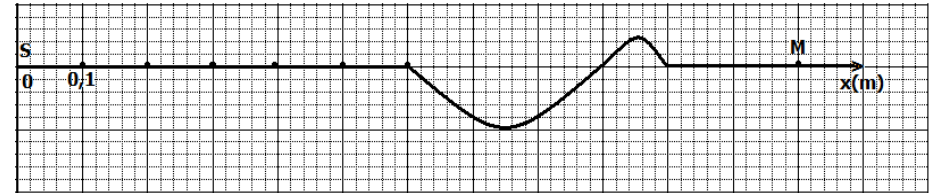
الموجات الميكانيكية المتوالية



- 1 - حدد مدة التشويه Δt لنقطة من نقط الحبل .
- 2 - أحسب التأخر الزمني τ بين النقطتين S و M .
- 3 - كيف يمكن استنتاج استتالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استتالة 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 $t_1 = 0,20\text{s}$

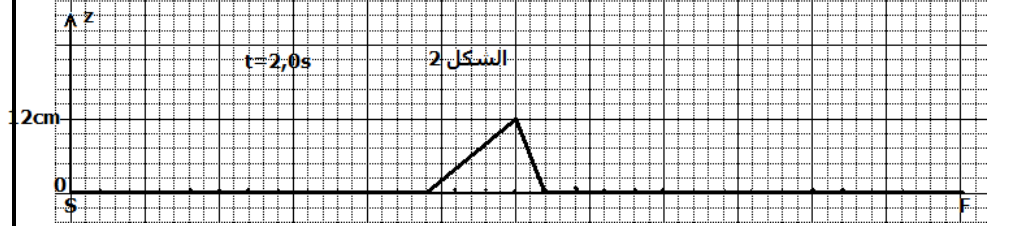


- 1 - أحسب v سرعة انتشار الموجة الميكانيكية طول الحبل
- 2 - ما هو طول الموجة ℓ ؟
- 3 - في أي لحظة ستصل مقدمة الموجة إلى النقطة M والتي توجد على مسافة $SM = 1,2\text{m}$ من منبع الموجة S ؟ مثل مظهر الحبل في هذه اللحظة .
- 4 - في أي لحظة t_F ستغادر الموجة النقطة M من الحبل ؟
- 5 - مثل المنحنى $y_M(t)$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

التمرين 13 : انتشار موجة على سطح الماء

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

الموجات الميكانيكية المتوالية



- 2 - 1 قارن بين الشكل 1 و الشكل 2
 2 - 2 حدد v سرعة انتشار الموجة .
 2 - 3 مثل مظهر الجبل عند اللحظة $t = 3,0s$.
 3 - مثل المنحنى $(z_s(t))$ ، تغيرات المنبع S بدلالة الزمن t .
 4 - لتكن A نقطة من الجبل 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 هد التغير ؟
 2 - تعبير سرعة انتشار موجة طول جبل هو : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ، T توتر الجبل ب النيوتن N و μ الكتلة الطولية للجبل ل kg/m .
 2 - 1 يعيد المجرب نفس التجربة السابقة (الجزء الأول) حيث نحتفظ بنفس مدة التشويه $\Delta t = 0,50s$ ونضاعف توتر الجبل . هل تتغير سرعة انتشار الموجة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
 2 - 2 أحسب الكتلة الطولية للجبل .
 هل تتغير السرعة v ، إذا تم استعمال ، في نفس شروط التجربة السابقة (الجزء الأول) ، جبل له نفس الطول وكتلته ضعف الكتلة السابقة ؟ إذا كان الجواب بنعم فكيف ذلك ؟
 نعطي كتلة الجبل : $m = 300g$