

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

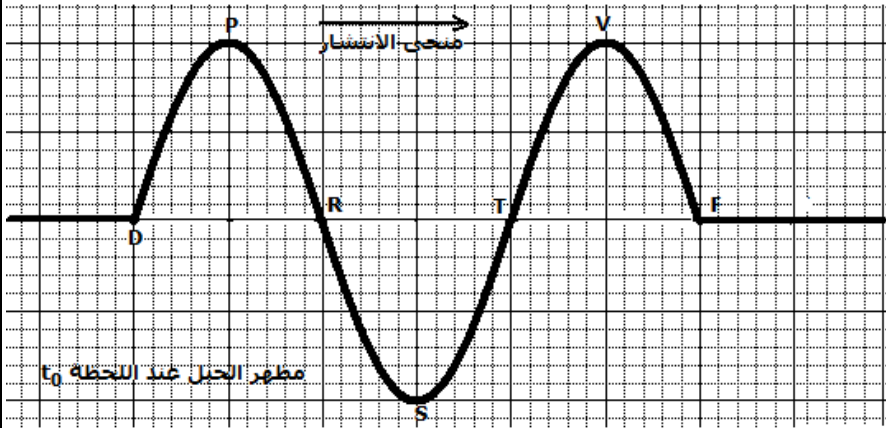
السلسلة 2 الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية العلوم الرياضية (أ) و (ب)

التمرين 1

- 1 - نعطى سرعة انتشار الصوت في الهواء $V=340\text{m/s}$.
يتغير تردد موجة صوتية في الهواء بين قيمتين : $N_1 = 20\text{Hz}$ و $N_2 = 20\text{kHz}$.
حدد مجال تغير طول الموجة الصوتية λ في الهواء .
- 2 - موجة ميكانيكية متوالية جيبية تنتشر بسرعة $v = 40\text{cm/s}$ وترددتها $N = 50\text{Hz}$ ، أحسب طول موجة λ لهذه الموجة الميكانيكية .
- 3 - موجة ميكانيكية متوالية جيبية طول موجتها $\lambda = 1,20\text{m}$ وسرعة انتشارها $v = 96\text{m/s}$ ، ما هو ترددتها ؟

التمرين 2

تبين التبيانة (الشكل 1) مظهر حبل عند اللحظة t_0 ، حيث تنتشر موجة ميكانيكية جيبية دورها T .



النقط D, P, R, S, T, V, F من الحبل .

المسافة $RT = 5\text{cm}$

1 - هل هذه الموجة طولية أم مستعرضة ؟

علل إجابتك

2 - حدد مبيانيا طول الموجة .

3 - حدد النقط التي تهتز على توافق في الطور .

4 - مثل مظهر الحبل عند اللحظة $t = t_0 + \frac{T}{2}$ ،

مبينا مواضع مختلف النقط .

التمرين 3

نحدث على سطح ماء حوض الموجات ، موجات

ميكانيكية متوالية جيبية مستقيمة .

على الشاشة المسافة الفاصلة بين خمسة

أهداب متتالية مضيئة هي $D = 175\text{cm}$. مسطرة طولها $\ell = 130\text{cm}$ موضوعة في حوض الموجات ، طول صورتها على الشاشة

$L = 225\text{cm}$

1 - عبر عن المسافة D بدلالة طول الموجة λ للموجات الميكانيكية المحدثة على سطح الماء للحوض . استنتج قيمة λ

2 - علما أن تردد الموجات الميكانيكية المحدثة على سطح الماء هي $N = 8,0\text{Hz}$ ، أحسب سرعة انتشار هذه الموجات .

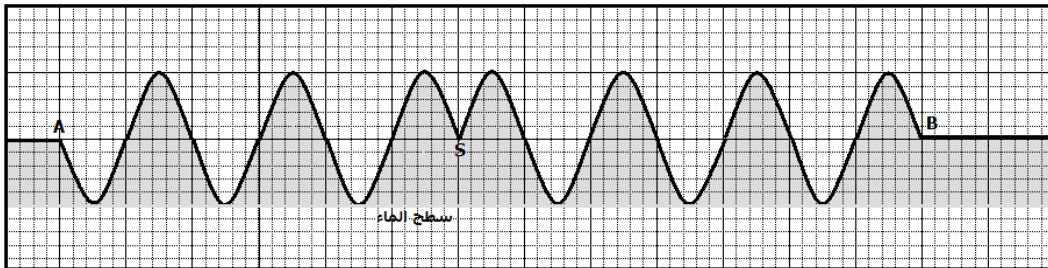
التمرين 4 :

يحدث مسمار هزاز تردده $N = 3,3\text{Hz}$ في نقطة S من سطح الماء موجات ميكانيكية متوالية جيبية حيث تنتشر بلا إخماد ولا

انعكاس في ماء حوض الموجات .

يمثل الشكل أسفله ، عند اللحظة t ، مقطع سطح الماء بمستوى رأسي يمر بالنقطة S . عند هذه اللحظة تكون استطالة

النقطة S منعدمة . المسافة $AB = 3,0\text{cm}$ وسع الموجة ثابت ويساوي $a = 4,0\text{mm}$.



1 - هل الموجة طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك

2 - عرق الدورية الزمانية واحسب قيمتها . واستنتج تردد هذه الموجات .

3 - عرف الدورية المكانية واحسب طول الموجة λ واستنتج سرعة انتشار هذه الموجات .

4 - أحسب قيمة t .

5 - حدد عدد النقط ، عند اللحظة t ، التي تهتز على توافق في الطور مع S .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

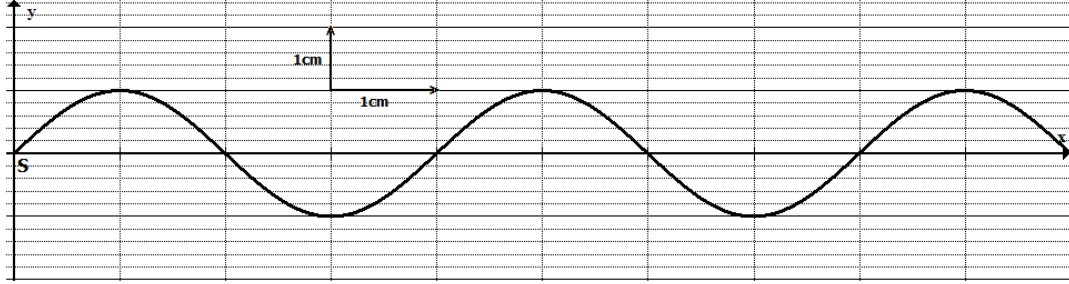
التمرين 5 : استعمال الوماض

يكون الطرف S لشفرة مهتزة منبعاً لموجة ميكانيكية متوالية جيئية ترددها $N = 200\text{Hz}$ تنتشر طول حبل . نعتبر أن هذا الانتشار يتم بدون انعكاس .

نطيه الحبل بواسطة وماغ تردده ومضاته N_0 .

1 - ما قيم تردد الومضات N_0 التي تمكن من مشاهدة حبل واحد متوقف ظاهرياً ؟

2 - نضبط تردد الومضات على القيمة $N_0 = 25\text{Hz}$. يمثل الشكل أسفله مظهر الحبل عند اللحظة t .

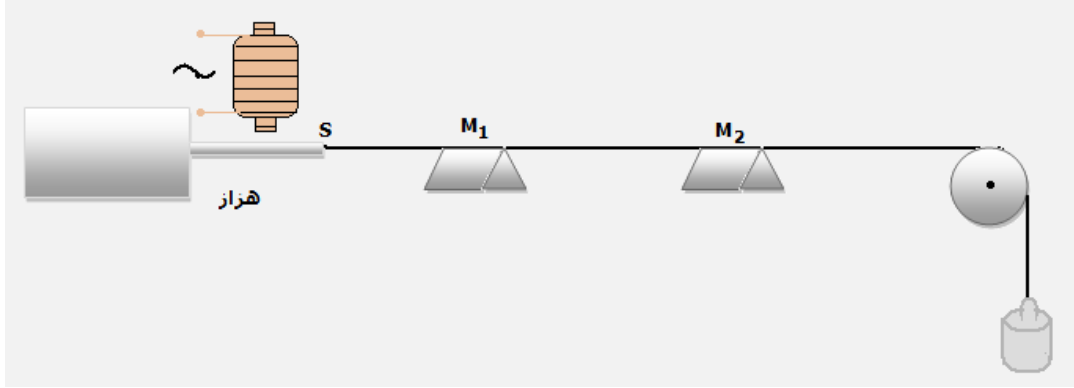


2 - 1 أحسب سرعة انتشار الموجة

2 - 2 نضبط تردد الومضات على القيمتين $N_{1S} = 26\text{Hz}$ ، ثم بعد ذلك على $N_{2S} = 24\text{Hz}$. كيف يظهر شكل الحبل في كل حالة ؟ علل جوابك .

التمرين 6 : انتشار موجة طول حبل

نجعل حبلاً متوتراً بواسطة كتلة معلمة كما هو مشار إليه في التبيانة أسفله :



تردد الهزاز $\nu = 50\text{Hz}$ وطول الحبل $L = 40\text{cm}$ وكتلته 1g موتر بالكتلة المعلمة وزنها $P = 0,6\text{N}$. نضع خيالين M_1 و M_2 على الحبل يبعدان على التوالي بالمسافتين x_1 و x_2 من المنبع S للموجات .

1 - أحسب سرعة انتشار الموجة طول الحبل . نعطي $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ حيث F توتر الحبل و μ الكتلة الطولية للحبل .

2 - استنتج طول الموجة λ

3 - ما هي الشروط التي يجب أن تحققها المسافتين x_1 و x_2 لكي تهتزتا النقطتين M_1 و M_2 على توافق في الطور ؟

4 - ما هي الشروط التي يجب أن تحققها المسافتين x_1 و x_2 لكي تهتزتا النقطتين M_1 و M_2 على تعاكس في الطور ؟

التمرين 7

نحدث على سطح ماء حوض الموجات ، موجات ميكانيكية متوالية جيئية مستقيمية . حيث تنتشر هذه الموجات بدون خمود وبدون انعكاس .

نقيس طول الموجة λ بالنسبة لمختلف الترددات N ، فنحصل على النتائج التالية :

N(Hz)	20	23	27	30
$\lambda(\text{cm})$	1,40	1,20	1,14	1,05
$v(\text{cm/s})$				

1 - أتمم الجدول التالي بحساب سرعة انتشار الموجة v .

2 - ما هو استنتاجك بالنسبة لوسط الانتشار الماء ؟

3 - نحصل على موجة متوالية جيئية محدثة على سطح ماء حوض الموجات عند ضبط تردد الهزاز على $N = 25\text{Hz}$.

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

سرعة انتشار هذه الموجة هي $v = 25 \text{ cm/s}$.

3 - أحسب طول الموجة λ

3 - 2 نضع في وسط حوض الموجات حاجز يحتوي على فتحة ذي عرض a قابل للضبط .

أرسم شكل الموجة المحصل عليه بعد تجاوزها الحاجز في الحالات التالية :

أ - $a = 10 \text{ cm}$

ب - $a = 0,5 \text{ cm}$

ما اسم الظاهرة المحدثة في الحالة (ب) ؟ وما هي شروط حدوثها ؟

التمرين 8

يعتبر الصوت موجة ميكانيكية طولية حيث يمكنه الانتشار في الأوساط المادية المرنة . يمكن تصنيف الموجات الصوتية إلى أربعة أنواع وذلك حسب ترددتها :

- الموجات تحت الصوتية $0 < N < 20 \text{ Hz}$ Infrasons

- الموجات الصوتية المسموعة $20 \text{ Hz} < N < 20 \text{ kHz}$ Audibles

- الموجات فوق الصوتية $20 \text{ kHz} < N < 1 \text{ GHz}$ Ultrasons

- الموجات فرط الصوتية $N > 1 \text{ GHz}$ Hyper sons

1 - حدد مجال تغير طول الموجة الصوتية المسموعة في الهواء .

2 - يصدر مرنا صوتا يناسب النوتة الموسيقية La_3 ذات التردد 440 Hz ، إلى أي مجال تنتمي هذه الموجة الصوتية ؟ ما طول

موجتها في الهواء ؟ علما أن سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء 340 m/s

ما المسافة الفاصلة بين طبقتين من الهواء تهتزتان على توافق في الطور .

3 - في المجال الطبي تستعمل الموجات الصوتية ترددها محصور بين 2 MHz و 20 MHz

إلى أي مجال تنتمي الموجات الصوتية المستعملة في المجال الطبي ؟

خلال عملية الفحص بالصدى نستعمل موجات فوق صوتية ترددها $N = 2,0 \text{ MHz}$ حيث أنه في أنسجة القلب تكون سرعة

انتشارها $V = 1,5 \text{ Km/s}$. أحسب طول موجتها في أنسجة القلب .

التمرين 9

نضع على نفس الاستقامة باعث E ومستقبل للموجات فوق الصوتية R . المستقبل و الباعث مرتبطين بالمدخلين Y_1 و Y_2

لراسم التذبذب . نلاحظ على شاشة راسم التذبذب منحنيين جيبيين متفاوتين أفقيا . المسافة الفاصلة بين قمتي المنحنيين على شاشة راسم التذبذب تساوي $2,4 \text{ cm}$. الحساسية الأفقية $10 \mu\text{s/cm}$.

1 - ما هو تردد هذه الموجة ؟ لماذا تعتبر هذه الموجة فوق صوتية ؟

2 - أحسب دور هذه الموجة .

3 - نبعد المستقبل R بالمسافة D عن الباعث .

3 - 1 فسر لماذا نلاحظ بالنسبة لبعض قيم D أن المنحنيين الجبيين يوجدان على توافق في الطور ؟ ما الدورية التي تم إبرازها خلال هذه التجربة ؟

3 - 2 بالنسبة للمسافتين $D_1 = 20,3 \text{ cm}$ و $D_2 = 28,6 \text{ cm}$ المنحنيين الجبيين يوجدان عشر مرات على توافق في الطور . أحسب طول الموجة λ .

3 - 3 أحسب سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية .

حيود الموجات الميكانيكية

تذكير :

بالنسبة لحيود موجة ميكانيكية على سطح الماء : يكون عرض الفتحة وطول الموجة من نفس رتبة القدر . ($\ell = \lambda$ أو $\ell < \lambda$)

بالنسبة لحيود موجة ميكانيكية صوتية : يكون عرض الفتحة وطول الموجة من نفس رتبة القدر .

التمرين 10

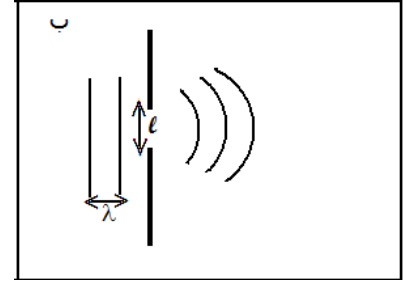
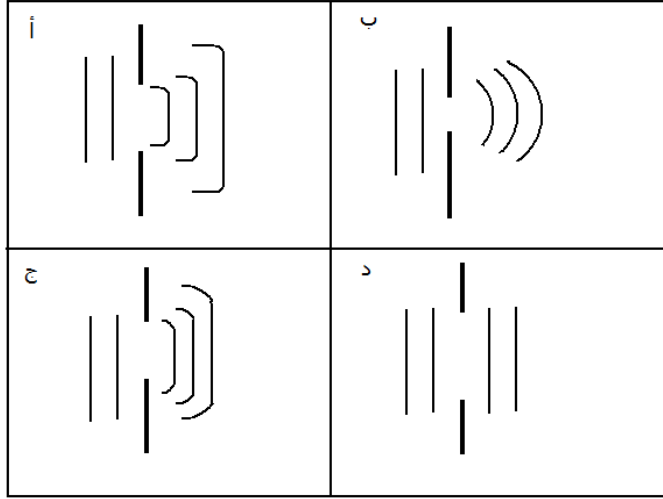
1 - هل تقع ظاهرة الحيود ، للموجة الصوتية في الهواء عبر فتحة عرضها $d = 80 \text{ cm}$ في الحالتين التاليتين ؟

- موجة صوتية ذات تردد $N_1 = 3.10^3 \text{ Hz}$

- موجة صوتية ذات تردد $N_2 = 100 \text{ Hz}$

2 - حدد من بين الأشكال التالية ، الشكل الموافق لحيود موجة ميكانيكية .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية



التمرين 11

نرسل صوب شق موجة صوتية ترددها $N = 22,0\text{Hz}$.

- 1 - نعتبر الهواء وسطا غير مبدد بالنسبة للموجات الصوتية ، ما سرعة انتشار هذه الموجة في الهواء ؟
- 2 - ما رتبة عرض الشق لإبراز ظاهرة الحيود ؟
- 3 - نرسل نحو الشق موجات فوق صوتية ترددها $N = 1,00\text{MHz}$ هل نشاهد ظاهرة الحيود ؟ علل جوابك .

التمرين 12 (بكالوريا علوم فيزيائية 2009 الدورة الاستدراكية)

تحدث الرياح في أعالي البحار أمواجاً تنتشر نحو الشاطئ .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة هذه الأمواج .

نعتبر أن الموجات المنتشرة على سطح البحر متوالية وحيوية دورها $T = 7\text{s}$.

1 - هل الموجة البحرية طويلة أم مستعرضة ؟ علل جوابك

2 - أحسب v سرعة انتشار الموجة علماً أن المسافة الفاصلة بين ذروتين متتاليتين هي $d = 70\text{m}$.

3 - يعطي الشكل 1 مقطعاً رأسياً لمظهر سطح الماء عند لحظة t .

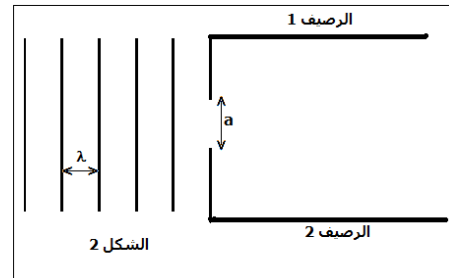
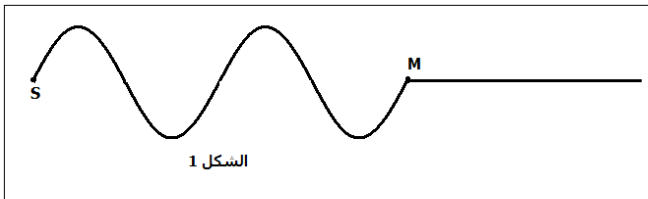
نهمل ظاهرة التبدد ، ونعتبر S منبعاً للموجة و M جبهتها التي تبعد عن S بالمسافة SM .

3 - 1 أكتب ، باعتمادك على الشكل 1 ، تعبير τ التأخر الزمني لحركة M بالنسبة لحركة S بدلالة طول الموجة λ . أحسب قيمة τ .

3 - 2 حدد ، معللاً جوابك ، منحى حركة M لحظة وصول الموجة إليها .

4 - تصل الأمواج إلى بوابة ، عرضها $a = 60\text{m}$ ، توجد بين رصيفي ميناء (الشكل 2)

أنقل الشكل 2 ومثل عليه الموجات بعد اجتيازها البوابة ، وأعط اسم الظاهرة الملاحظة .

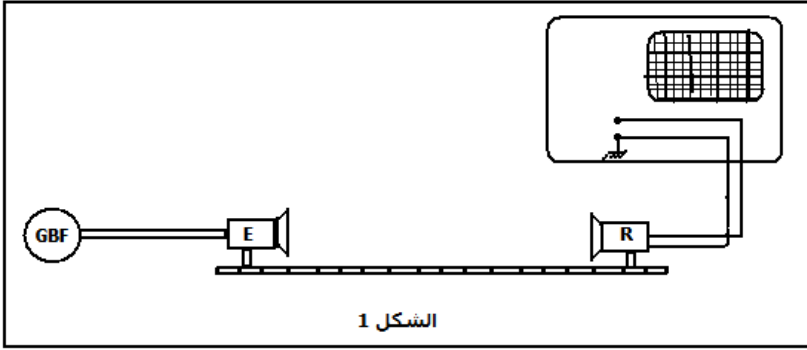


التمرين 13 : انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء وقياس عمق المياه

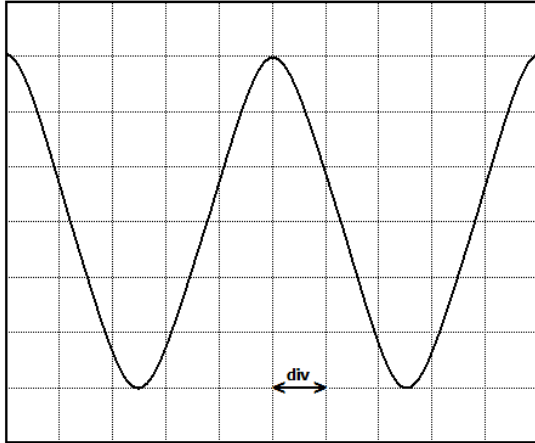
I - دراسة انتشار موجة فوق صوتية

لدراسة موجة فوق صوتية في الهواء ، تم انجاز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 ، حيث E باعث الموجات و R مستقبلها .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

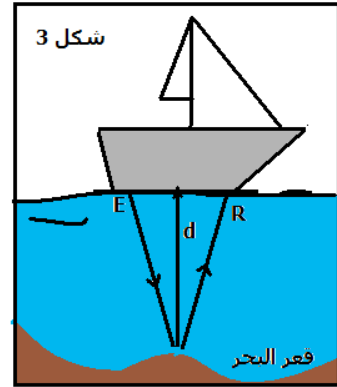
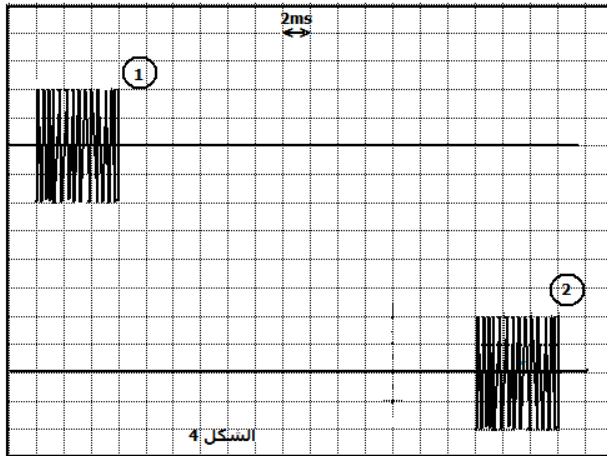


- 1 - عرف الموجة الميكانيكية المتوالية
- 2 - هل الموجة فوق الصوتية موجة طولية أم مستعرضة ؟
- 3 - يمثل الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 2 تغيرات التوتر بين مرطبي المستقبل R ، حيث الحساسية الأفقية : $2\mu\text{s/div}$
- 3 - 1 عين ميانيا قيمة الدور T للموجة المستقبلية من طرف R .
- 3 - 2 حدد قيمة λ طول الموجة ، علما أن سرعة انتشارها في الهواء هي $v_{\text{air}} = 3,40.10^2 \text{ m/s}$



II - تحديد عمق المياه
 السونار جهاز استشعار ، يتكون من مجس يحتوي على باعث E ومستقبل R للموجات فوق الصوتية ، ويستعمل في الملاحة البحرية لمعرفة عمق المياه ، إذ بفضله تستطيع السفن الاقتراب من السواحل بكل اطمئنان . لتحديد عمق المياه في ميناء ، ترسل الباخرة بواسطة الباعث E ، إشارات فوق صوتية دورية نحو قعر البحر . وبعد اصطدامها بالقعر ينعكس جزء منها ليتم التقاطه بواسطة المستقبل R (الشكل 3) . الأشعة المنزوجة لاتجاه وهم الرأسي .
 يمثل الرسم التذبذبي (1) الإشارة المنبعثة من E والرسم التذبذبي (2) الإشارة المستقبلية في R (شكل 4) واللذان تمت معاينتهما بواسطة جهاز ملائم .

- 1 - حدد Δt المدة الزمنية الفاصلة بين لحظة إرسال الإشارة ولحظة استقبال الجزء المنعكس منها .
- 2 - نعتبر أن الموجات فوق الصوتية تتبع مسارا رأسيا . استنتج قيمة d عمق المياه في مكان تواجد السفينة ، علما ان سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الماء هي $v_{\text{eau}} = 1,50.10^3 \text{ m/s}$



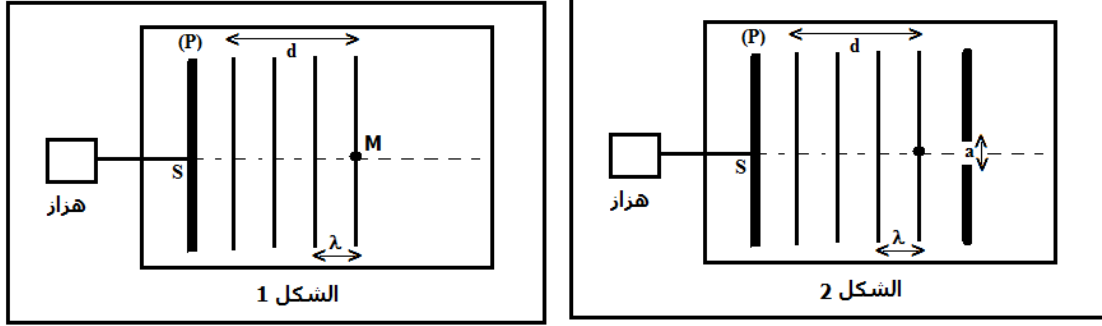
التمرين 14 الموجات الميكانيكية (الإمتحان الوطني الموحد 2010 علوم الحياة والأرض الدورة العادية)

ينتج عن حدوث اضطراب على سطح الماء تكون موجة ميكانيكية تنتقل بسرعة معينة . يهدف هذا التمرين إلى دراسة انتشار موجة ميكانيكية متوالية جيئية على سطح الماء .

- 1 - تحدث صفيحة رأسية (P) ، متصلة بهزاز تردده $N = 50\text{Hz}$ ، موجات مستقيمية متوالية جيئية على سطح الحر للماء في حوض للموجات ، حيث تنتشر دون خمود ولا انعكاس . يمثل الشكل 1 مظهر سطح الماء في لحظة معينة ، حيث $d = 15\text{mm}$.
- 1 - 1 حدد باعتماد الشكل 1 قيمة طول الموجة λ .
- 1 - 2 استنتج قيمة v سرعة انتشار الموجة على سطح الماء .
- 1 - 3 نعتبر النقطة M من وسط الانتشار (الشكل 1) . احسب قيمة τ التأخر الزمني لاهتزاز M بالنسبة للمنبع S .
- 1 - 4 نضاعف تردد الهزاز ($N' = 2N$) ، فيصبح طول الموجة هو $\lambda' = 3\text{mm}$. احسب قيمة v' سرعة انتشار الموجة على سطح الماء في هذه الحالة . هل الماء وسط مبدد في هذه الحالة ؟ علل جوابك .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

2 - ضبط من جديد تردد الهزاز على القيمة $N = 50\text{Hz}$ ونضع في حوض الموجات صفيحتين رأسيين تكونان حاجزا به فتحة عرضها a (الشكل 2) . مثل ، مغللا جواربك ، مظهر سطح الماء بعد اجتياز الموجة الحاجز في الحالتين : $a = 10\text{mm}$ و $a = 4\text{mm}$



التمرين 15 : الموجات فوق الصوتية عن كالكوريا يونيو 2009 علوم رياضة

الموجات فوق الصوتية موجات ميكانيكية ترددها أكبر من تردد الموجات الصوتية المسموعة من طرف الإنسان . تستغل الموجات فوق الصوتية في عدة مجالات كالفحص بالصدى .

يهدف هذا التمرين إلى :

– دراسة انتشار الموجات فوق الصوتية ؛

– تحديد أبعاد أنبوب فلزي .

1 – انتشار الموجات الميكانيكية

1_1 – أ – أعط تعريف الموجة الميكانيكية المتوالية .

ب – اذكر الفرق بين الموجة الميكانيكية الطولية والموجة الميكانيكية المستعرضة.

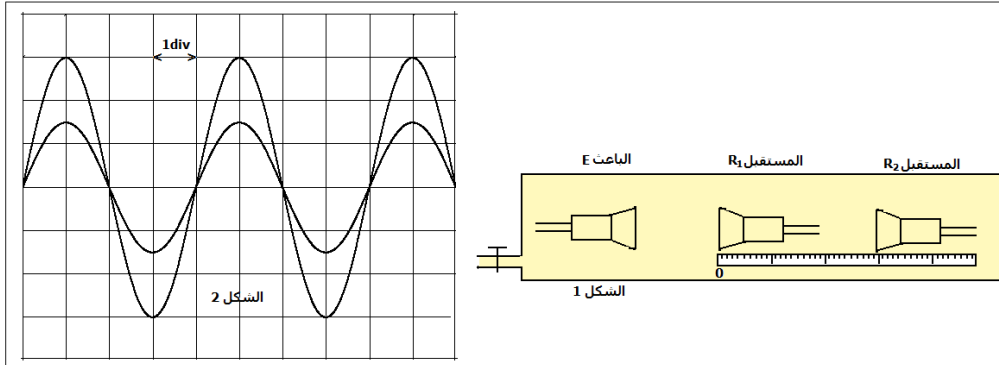
2_1 – انتشار الموجات فوق الصوتية في الماء

نضع باعنا E ومستقبلين R_1 و R_2 للموجات فوق الصوتية في حوض مملوء بالماء ، بحيث يكون الباعث E والمستقبلان على نفس الاستقامة وفق مسطرة مدرجة (الشكل 1)

يرسل الباعث موجة فوق صوتية متتالية جيبية تنتشر في الماء وتصل إلى المستقبلين R_1 و R_2 .

تطبق الإشارتان الملتقطتان من طرف المستقبلين R_1 و R_2 ، تباعا ، على المدخلين ، Y_1 و Y_2 لراسم التذبذب.

عندما يوجد المستقبلان R_1 و R_2 معا عند صفر المسطرة المدرجة ، نلاحظ على شاشة راسم التذبذب الرسم التذبذي الممثل في الشكل 2 ، حيث يكون المنحنيان ، الموافقان للإشارتان الملتقطتين من طرف R_1 و R_2 ، على توافق في الطور.



الحساسية الأفقية لراسم التذبذب مضبوطة على $5\mu\text{s/div}$. نبعد R_2 وفق المسطرة المدرجة ، فنلاحظ أن المنحني الموافقين للإشارة الملتقطة من طرف R_2 ينزاح نحو اليمين، وتصبح الإشارتان الملتقطتان من طرف R_1 و R_2 ، من جديد ، على توافق في الطور عندما تكون المسافة بين R_1 و R_2 هي $d = 3\text{cm}$.

أ – أعط تعريف طول الموجة λ .

ب – أكتب العلاقة بين طول الموجة λ والتردد N للموجات فوق الصوتية وسرعة انتشارها v في وسط معين .

ج – استنتج من هذه التجربة القيمة v_e لسرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الماء .

3_1 – انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء

نحفظ بعناصر التركيب التجريبي في مواضعها ($d = 3\text{cm}$) ونفرغ الحوض من الماء فيصبح وسط انتشار الموجات فوق الصوتية هو الهواء ، عندئذ، نلاحظ أن الإشارتين الملتقطتين من طرف R_1 و R_2 أصبحتا غير متوافقتين في الطور.

أ – اعط تفسيراً لهذه الملاحظة .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

ب - احسب المسافة الدنيوية التي يجب أن نبعد بها R_2 عن R_1 وفق المسطرة المدرجة لتصبح الإشارتان من جديد على توافق في الطور ، علما أن سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية في الهواء هي $v_a=340\text{m.s}^{-1}$.

2 - استعمال الموجات فوق الصوتية لقياس أبعاد أنبوب فلزي

مجس يلعب دور الباعث والمستقبل ، يرسل إشارات فوق صوتية اتجاهها عمودي على محور الأنبوب الفلزي الأسطواناني الشكل ، مدتها جد وجيزة ، (الشكل 3) .

تخترق الإشارة فوق الصوتية الأنبوب وتنتشر عبره وتنعكس كلما تغير وسط الانتشار ، ثم تعود إلى المجس ، حيث تتحول إلى إشارة كهربائية مدتها وجيزة .

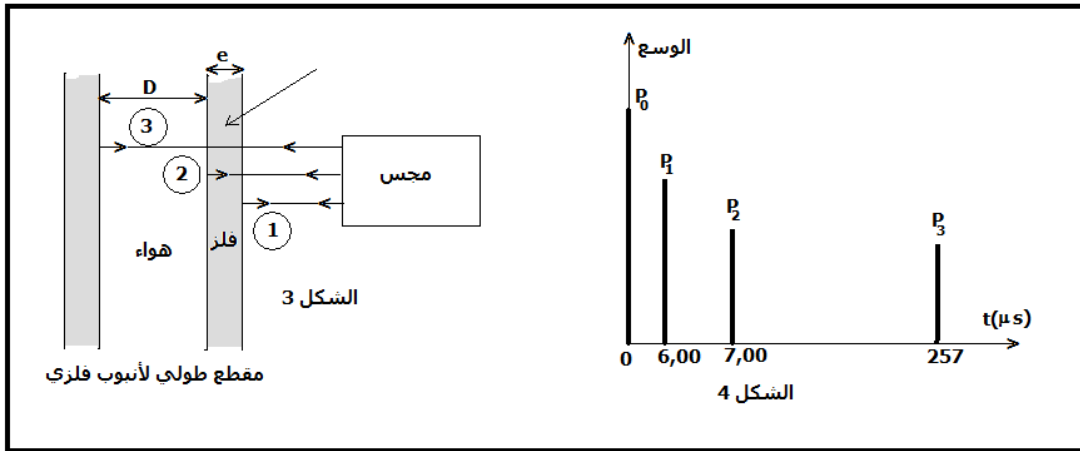
نعين بواسطة راسم التذبذب ذاكرتي الإشارتين المنبعثة والمنعكسة معا . يمكن الرسم التذبذبي المحصل أثناء اختبار أنبوب فلزي من رسم التخطيط الممثل في الشكل 4 .

نلاحظ حزمات راسية P_0 و P_1 و P_2 و P_3 . (الشكل 4)
 P_0 : توافق اللحظة $t=0$ لإنبعاث الإشارة .

P_1 : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (1) من طرف المجس .

P_2 : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (2) من طرف المجس .

P_3 : توافق لحظة التقاط الإشارة المنعكسة (3) من طرف المجس .



سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية :

- في فلز الأنبوب $v_m=1,00.10^4\text{m.s}^{-1}$

- في الهواء : $v_a=340\text{ m.s}^{-1}$.

1-2 - أوجد السمك e لجدار الأنبوب الفلزي.

2-2 - أوجد القطر الداخلي D للأنبوب.

التمرين 16 : دراسة موجة متتالية على سطح الماء

نحدث بواسطة هزاز vibreur مستقيمي وأفقي على سطح الماء لحوض الموجات المضاء بواسطة منبع ضوئي ، موجات متتالية جيئية ترددها $N = 25\text{Hz}$.

I - تمثل التبيانة في الشكل (1) ، صورة سطح الماء المحصل عليها على شاشة الحوض حيث الخطوط توافق درى الموجات المتتالية " creux " :

1 - عرف بموجة متوالية جيئية .

2 - هل هذه الموجة طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك

3 - ذكر بتعريف طول الموجة λ

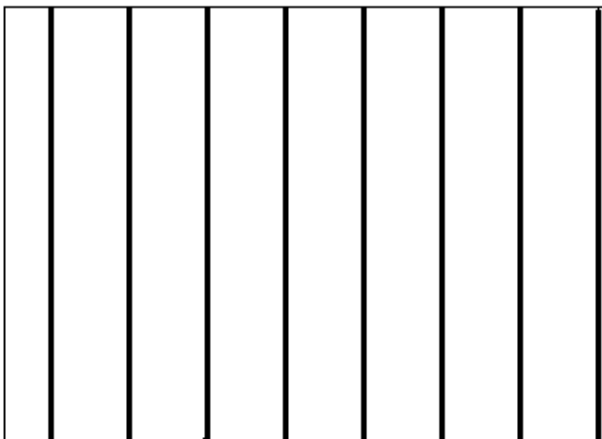
4 - حدد مبيانيا طول الموجة λ لهذه الموجة المتوالية .

5 - ما هي العلاقة بين طول الموجة λ والتردد N .

6 - أحسب السرعة v لهذه الموجة المتوالية .

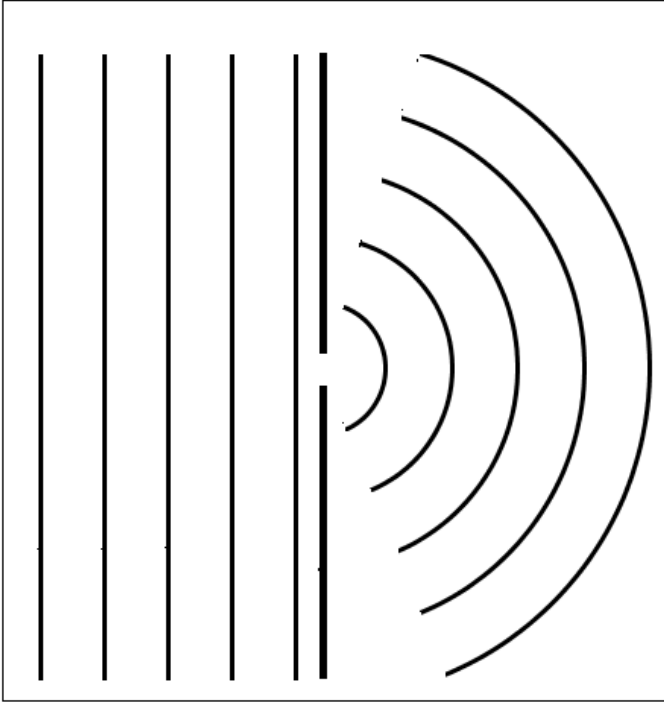
II - نضع أمام الموجات المتوالية حاجزا يحتوي على فتحة عر

الشكل التالي :



السلم 1/2

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية



السلم 1/2

- 1 - ما اسم هذه الظاهرة ؟
- 2 - قارن طول الموجة بعد وقبل الحاجز
- 3 - هل تغيرت سرعة الموجة عند اجتيازها الحاجز ؟
- 4 مثل على ورقة تحريك شكل الصورة الملاحظ على الشاشة في حالة عرض الفتحة هو : $a = 4,0\text{cm}$
III - بواسطة جهاز ملائم نعين صورة سطح الماء بتكبير هو $\gamma = 1,4$. نرسم للمسافة الفاصلة ، التي نعينها على الشاشة ، بين أول ذروة والذروة الحادية عشر ب d .
- 1 - عبر عن طول الموجة بدلالة d و γ .
- نقيس بالنسبة لمختلف قيم التردد N المسافة d
- ونجمع النتائج التجريبية المحصل عليها في الجدول التالي :

التردد (Hz)	15	20	25	30
المسافة d (cm)	17,8	14,7	12,6	11,2
السرعة v (m/s)				
v^α (.....)				

- 2 - أتمم الجدول محددًا سرعة الموجة الموافقة لكل تردد .
- 3 - أعط تعريف الوسط المبدد
- 4 - أستنتج أن سطح الماء للحوض وسط مبدد
- VI - بالنسبة للموجات الجيبية من نوع شَعْرية capillaire والتي تنتشر على ما ئدي عمق ضعيف ، نعبر عن سرعة

$$(1) \quad v = \sqrt{\frac{2\pi A}{\mu \lambda}}$$

لتكن A التوتر السطحي La tension superficielle للماء و μ الكتلة الحجمية للماء .

- 1 - علما أن وحدة A في النظام العالمي للوحدات هي $N.m^{-1}$ ، بواسطة معادلة الأبعاد تحقق من أن العلاقة (1) متجانسة .
 - 2 - نريد التحقق من أن العلاقة (1) منسجمة مع النتائج التجريبية .
 - 2 - 1 بين أن العلاقة يمكن كتابتها على الشكل التالي : $v^\alpha = K \times N$ بحيث أن α عدد طبيعي موجب .
 - 2 - 2 حدد قيمة α والتعبير الحرفي ل K
 - 2 - 3 أتمم الجدول السابق بحساب v^α
 - 2 - 4 مثل على ورق مليمترى المنحنى الممثل لتغيرات v^α بدلالة التردد N
 - 2 - 5 كيف هو شكل هذا المنحنى ؟
 - 2 - 6 استنتج مدى انسجام العلاقة (1) والنتائج التجريبية
 - 2 - 7 اعتمادًا النتائج المحصلة سابقا ، حدد قيمة A .
- نعطي الكتلة الحجمية للماء : $\mu_{\text{eau}} = 1\text{g/cm}^3$

التمرين 17 : الفحص بالصدى

يعتمد الفحص بالصدى على الموجات فوق الصوتية Ondes ultrasonores حيث يستعمل في هذه التقنية مجس يلعب دور الباعث والمستقبل في نفس الوقت . تتعلق الترددات المستعملة بنوعية الأعضاء والأنسجة البيولوجية المراد فحصها ، فهي تمتد من 2MHz إلى 15MHz . فمثلا خلال فحص أنسجة القلب نستعمل تردد 3MHz .

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

تنتشر الموجات فوق الصوتية في الأنسجة وتنعكس جزئيا كلما تغير وسط انتشارها . عند وضع المجس في نقطة من جسم الإنسان ، يستقبل المجس أصداء منعكسة من طرف مختلف الأنسجة البيولوجية interfaces tissulaires . بمعرفة زمن رجوع الصدى ، وسعه وسرعة انتشاره نستنتج معلومات خاصة عن طبيعة و سمك الأوساط التي اجتازتها الموجات فوق الصوتية . ويتم تحليل هذه المعلومات بواسطة حاسوب حيث تعين على شاشته صورة تلخصها . وتعتبر هذه الطريقة في الميدان الطبي مكملة لفحوصات أخرى نذكر منها الفحص بالأشعة X .

I – مبدأ الفحص بالصدى

1 – هل يعتمد مبدأ الفحص بالصدى على ظاهرة الانتقال أم ظاهرة الانعكاس أم ظاهرة الحيود أو ظاهرة الانتشار ؟
علل جوابك

2 – خلال الفحص بالصدى هل نستعمل دائما نفس التردد ؟ لماذا ؟

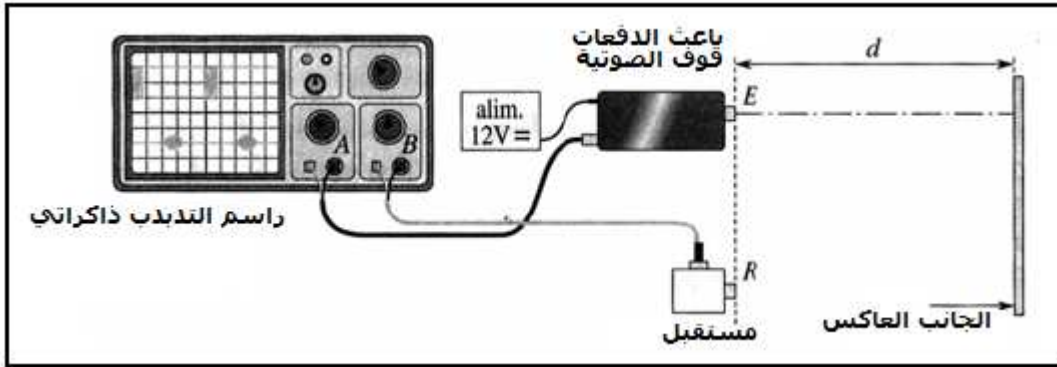
3 – ما هي طبيعة الموجات فوق الصوتية ؟

4 – ما الفرق بين الموجات الصوتية والموجات فوق الصوتية ؟

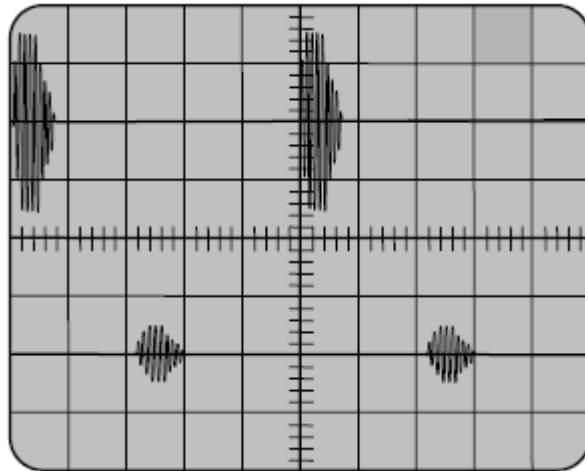
5 – ما هو الفرق بين الموجات المستعملة بالفحص بالصدى والموجات السينية ؟ أي من التقنيتين تشكل خطورة على جسم الإنسان ؟

II – نمذجة فحص بالصدى

نمذج الفحص بالصدى بالتجربة التالية والتي تمكن من تحديد الموضع d لعضو ما . تنجز هذه التجربة في الهواء .
يبعث الباعث E دفعات لموجات فوق صوتية . نضبط سرعة الكسح (الحساسية الأفقية) على 1ms / div



1 – اشرح الرسم التذبذبي المحصل عليه . الرسم التذبذبي الأسفل يوافق الموجة المنعكسة .



2 – أحسب المدة الزمنية θ الفاصلة بين انبعاث واستقبال الموجة .

3 – نعبر عن سرعة انتشار الموجة بالعلاقة التالية : $v = \sqrt{\frac{\gamma.R.T}{M}}$ ، $\gamma = 1,4$ و $R = 8,32SI$ و T درجة الحرارة

المطلقة و $M = 29g / mol$ الكتلة المولية للهواء

علما أن درجة حرارة قاعة المختبر $17^\circ C$ ، أحسب سرعة الموجات فوق الصوتية .

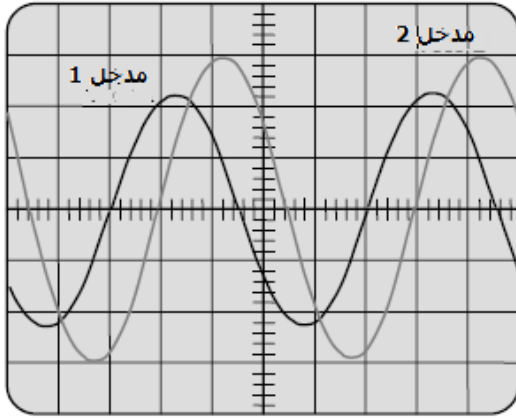
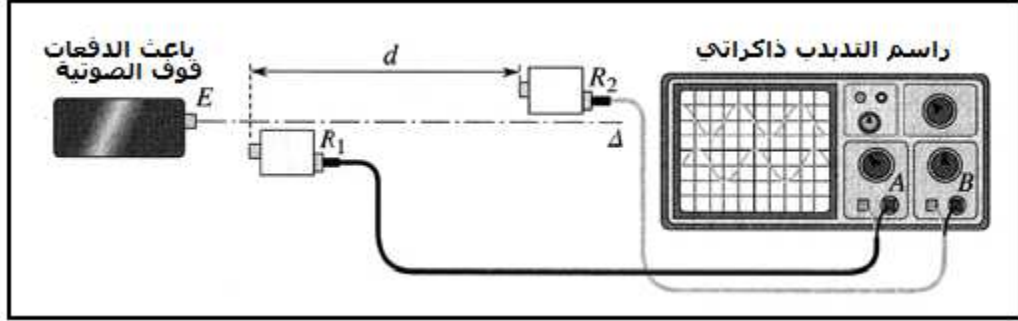
4 – استنتج المسافة d الفاصلة بين الباعث والجانب العاكس .

5 – قارن بين وسائل هذه التجريبية والوسائل المستعملة في الفحص بالصدى :

– ماذا ينمذج الجانب العاكس ؟

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

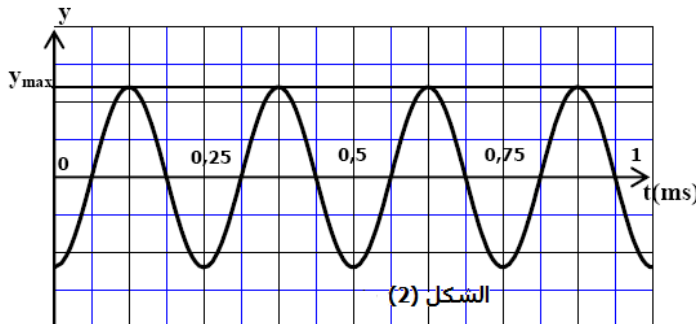
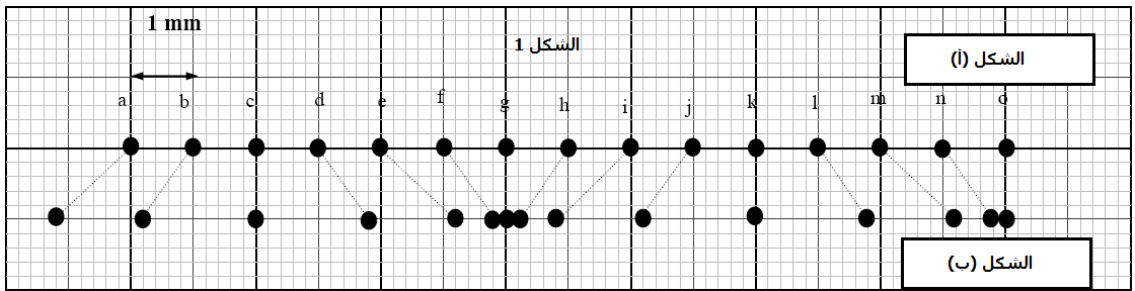
- أين يوجد جلد المريض ؟
 - هل المجس هو نفس المجس المستعمل في الفحص بالصدى ؟
 - هل سرعة الموجات هي نفسها ؟
 - III - قياس طول الموجة
- لقياس طول الموجة وسرعة الموجة للموجات فوق الصوتية ننجز التجربة الممثلة بالبيان أسفله :



- 1 - اشرح الرسم التذبذي المحصل عليه .
- 2 - ضبط الحساسية الأفقية لراسم التذبذب على $5\mu s / div$ ، أحسب تردد الموجات فزق الصوتية .
- 3 - نبع R_1 و R_2 على نفس الاستقامة Δ
- 3 - 1 صف ما سيلتظ على شاشة راسم التذبذب
- 3 - 2 ما الدورية التي تم إبرازها خلال هذه التجربة ؟
- 3 - 3 الإشارات الملتقطة خلال مسافة $8,5cm$ هي عشر مرات على توفق في الطور ، أحسب طول الموجة λ وسرعة انتشار هذه الموجات فوق الصوتية .
- 3 - 4 هل القيمة المحصلة توافق ما تم حسابه في السؤال II-3

التمرين 18 : انتشار موجة طول نابض

- نحدث بواسطة هزاز موجة ميكانيكية متوالية جيئية طول نابض R ذي لفات غير متصلة ، كتلته مهملة وصلابته K .
- يمثل الشكل (1) مواضع لفات النابض في حالتين :
 الحالة (أ) في غياب الموجة الميكانيكية المتوالية الجيئية
 الحالة (ب) شكل النابض عند لحظة معينة t ويشير إلى مواضع اللفات عندما تنتشر عبره الموجة الميكانيكية
- يمثل الشكل (2) حركة اللفة (a) خلال الزمن $t : y = f(t)$



- 1 - هل الموجة الميكانيكية طولية أم مستعرضة ؟ علل جوابك
- 2 - حدد من خلال المعطيات :
 1 - الاستطالة y_{max} للموجة الميكانيكية
- 2 - 2 الدور T والتردد N لهذه الموجة

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

2 - 3 طول الموجة λ

2 - 4 سرعة انتشار الموجة

3 - حدد النقط التي تهتز على توافق في الطور والتي تهتز على تعاكس في الطور

4 - ما المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة المسافة الفاصلة بين اللفة a واللفة e

5 - مثل على نفس الشكل (2) حركة اللفة (e) بدلالة الزمن t .

التمرين 19 : انتشار موجة بحر

عندما تعصف الرياح على سطح ماء البحر ونتيجة الاحتكاكات مع الهواء ، تظهر تموجات صغيرة ثم موجات وبعد ذلك موجات بحرية (la houle) .

يمكن أن نعتبر الموجة البحرية كموجة ميكانيكية دورية جيئية حيث تتغير خاصياتها حسب حالة البحر .

تصنف هذه الموجات إلى موجات قصيرة (ondes courtes) وموجات طويلة (ondes longues) .

الموجات القصيرة عندما يكون طول الموجة λ ضعيف بالنسبة للعمق المحلي h للمحيط $\lambda < 0,5H$ وهذا الصنف يحدث في عرض المحيطات ،

الموجات الطويلة ، عندما يكون طول الموجة λ أكبر بكثير من العمق المحلي H أي $\lambda > 10H$ ، تعرف سرعة انتشارها بالعلاقة

التالية : $v = \sqrt{gH}$ وهي تحدث قريبا من الشواطئ . g شدة التجاذب الأرضي $g = 10 \text{ m/s}^2$.

يمثل الجدول أسفله ، بعض القيم المرتبطة بإحذات موجة بحرية (la houle) حسب سرعة الرياح في المياه الأكثر عمقا .

سرعة الرياح (العقدة)	الدور (s)	طول الموجة (المتر)	متوسط الارتفاع (H) (m)	سرعة انتشار الموجة (m/s)
17 - 21	7,7	39	1,3	
22 - 27	9,9	153	2,5	
28 - 33	12,4	240	4,5	
34 - 40	14,9	345	7,0	
41 - 47	17,7	490	11,0	
48 - 55	20,8	675	15,8	

1 - هل موجة البحر طولية أم مستعرضة ؟ علل إجابتك

2 - أكتب العلاقة بين سرعة انتشار الموجة v وطول الموجة λ والدور T . أتمم الجدول أعلاه وذلك بحساب سرعة الانتشار .

3 - مثل على ورق مليمترى $v = f(t)$ ، ماذا تستنتج ؟

4 - تعرف سرعة انتشار الموجات القصيرة بالعلاقة التالية : $v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$ ،

4 - 1 بناء على نتائج السؤال 3 بين أن $v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$.

4 - 2 تحقق من خلال معادلة الأبعاد أن للمقدار $v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$ وحدة السرعة .

4 - 3 هل البحر في هذه الحالة وسط مبدد للموجات ؟ علل إجابتك

5 - على سطح البحر القريب من الشاطئ حيث العمق يقارب $H = 3,0 \text{ m}$ تنتشر موجات بحرية يمكن اعتبارها موجات جيئية مستقيمية .

5 - 1 حدد صنف موجات البحر المحدثة في هذا العمق وأحسب سرعة انتشارها .

5 - 2 هل البحر وسط مبدد في هذه الحالة ؟ علل إجابتك .