

الموجات الميكانيكية

Bensad salaheddine

ما يجب أن تعرفه

- ✓ الموجة الميكانيكية: ظاهرة انتشار تشوه في وسط مادي مرن دون انتقال المادة التي تكون هذا الوسط.
- ✓ الموجة المتوالية: هي موجة نحصل عليها عندما يكون اضطراب منبع الموجة مصانا.
- ✓ الموجة الطولية: يكون فيها اتجاه تشويه الوسط موازيا (أو متطابقا) مع اتجاه الانتشار.
- ✓ الموجة المستعرضة: يكون فيها اتجاه تشويه الوسط متعامدا مع اتجاه الانتشار

سرعة انتشار موجة

✓ تعرف سرعة انتشار موجة بالعلاقة الرياضية التالية $V = \frac{d}{t}$ وحدته m/s

d المسافة المقطوعة من طرف الموجة وحدتها m و t المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة لقطع المسافة d وحدتها s

- ✓ لا تتعلق السرعة بالكيفية التي تم بواسطتها إحداث التشويه، وإنما تتعلق بطبيعة الوسط وبخواصه

الخواص العامة للموجة:

- ✓ تنتشر الموجة في جميع الاتجاهات المتاحة لها
- ✓ يصاحب انتشار الموجة انتقال للطاقة و عدم انتقال للمادة.

التأخر الزمني

تصل الموجة إلى النقطة M₁ عند اللحظة t₁، و إلى النقطة M₂ عند اللحظة t₂.

نقول إن النقطة M₂ تخضع لنفس التشويه بتأخر زمني $\tau = t_2 - t_1$.

نعبر عن التأخر الزمني بالعلاقة: $\tau = \frac{M_1 M_2}{v}$ حيث: v سرعة انتشار الموجة.

طول الموجة

- ✓ طول الموجة λ هي المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة

حيث $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{f}$ T دور الموجة وحدته S و f تردد الموجة وحدته hz و v سرعة الانتشار

MN

حيث $k = \frac{MN}{\lambda}$ عدد صحيحا فان النقطتين تهتزتان على توافق في الطور

حيث $k = \frac{MN}{\lambda/2}$ عدد صحيحا فان النقطتين تهتزتان على تعاكس في الطور $MN = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ ✓

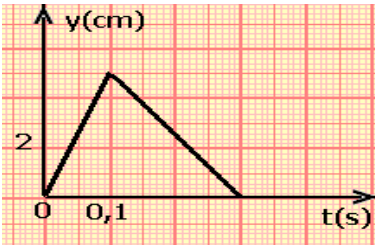
تمرين 1

خلال يوم عاصفي تم سماع الرعد بعد مرور 14,7s قبل رؤية البرق.
احسب المسافة الفاصلة بين النقطة التي حدث فيها البرق والملاحظ.
نعطي سرعة انتشار الصوت في الهواء $v=340\text{m/s}$ و سرعة انتشار الضوء في الهواء $c=3.10^8\text{m/s}$.

تمرين 2 (انتشار موجة ميكانيكية طول حبل)

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



1- حدد مدة التشويه Δt لنقطة من الحبل.

2- أحسب التأخر الزمني τ بين النقطتين S و M.

3- كيف يمكن استنتاج استطالة النقطة M بدلالة الزمن انطلاقا من استطالة S؟ مثل المنحنى $y_M(t)$.

4- مثل شكل الحبل في اللحظة ذات التاريخ $t=0,8\text{s}$.

تمرين 3 (انتشار موجة ميكانيكية مصونة (متوالية))

نحدث وبدون انقطاع، بواسطة هزاز مجهز بمسمار في نقطة من سطح الماء موجات دائرية متوالية ترددتها $f=10\text{Hz}$ ، تنتشر على سطح الماء بسرعة $V=20\text{cm/s}$. النقطتان M_1 و M_2 تنتميان إلى وسط الانتشار و تجدان على نفس شعاع الموجة حيث $SM_1=10\text{cm}$ و $SM_2=15\text{cm}$

1. حدد التأخيرين الزمنيين τ_1 و τ_2 الحاصلين بين كل من اهتزازات M_1 و M_2 و اهتزازات S

2. حدد التأخير (أو التقديم) الزمني الحاصل بين اهتزازات M_1 و M_2

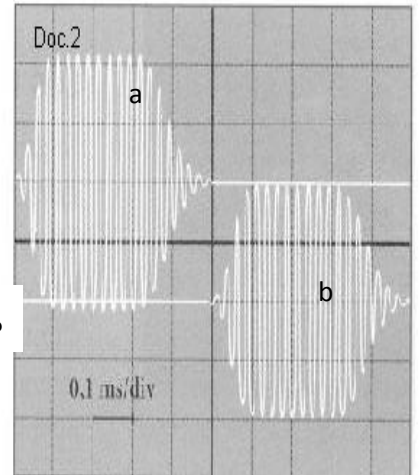
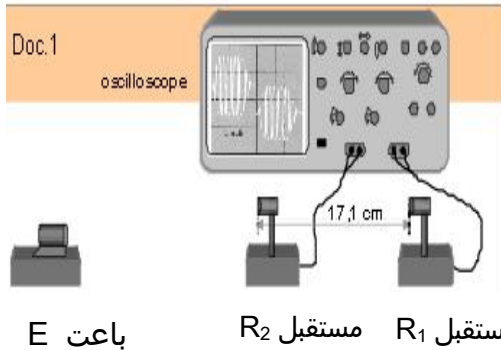
3. حدد النقط التي تهتز على تعاكس في الطور و التي تهتز على توافق في الطور

تمرين 4 (انتشار موجة صوتية في الهواء)

ننجز التركيب التجريبي التالي و المكون من باعت E و مستقبلين R_1 و R_2 تفصلهما المسافة $d=17,1\text{cm}$ أنظر الشكل

• الموجات الصوتية المستقبلية من طرف المستقبلين يتم تحويلها إلى إشارات كهربائية تظهر على راسم التذبذب .

نعطي الحساسية الأفقية $0,1\text{ms/div}$



الموجات الميكانيكية

Bensad salaheddine

من بين الشكلين a و b حدد الشكل الذي يمثل الإشارة المستقبلة من طرف R_1 و R_2 علل جوابك

2. حدد التأخر الزمني الحاصل

3. أحسب سرعة الموجة الصوتية في الهواء

4. انطلاقا من المنحنى حدد الدور T و التردد N ثم استنتج طول الموجة الصوتية

4. قارن بين وسع الموجة الصوتية في الشكلين a و b كيف تفسر ذلك ؟

تمرين 5 (جهاز السونار جهاز للاستشعار، يستخدم الموجات الصوتية، لتحديد مواقع الأشياء تحت سطح الماء و يستعمل هذا الجهاز في طائرات و السفن الحربية لتحديد مواقع الغواصات الحربية، كما يستعمل في السفن العادية لمعرفة عمق المياه. كما تستعمل سفن الصيد السونار لتحديد مواقع أسراب السمك . وتستخدم أسماك الدلفين و الخفافيش نظام السونار الطبيعي للرؤية)

A تحديد العمق بالاعتماد على التأخر الزمني بين لحظة الإرسال

و لحظة الاستقبال

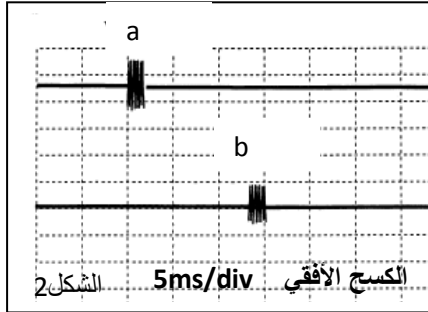
(يرسل السونار موجة فوق صوتية عمودية في اتجاه قعر البحر

و عندما تصل إلى قعر تنعكس من جديد إلى السونار)

خلال عملية استكشافية تتحرك سفينة من النقطة A أفصولها



إلى نقطة B أفصولها $X_M=200m$ في مسار مستقيم OX (أنظر الشكل 1).



بواسطة جهاز المعلوماتي المرتبط بالسونار يمكن خط الرسم التذبذبي التالي

(أنظر الشكل). نعطي $V_e = 1,5km/s$ سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية

في الماء و $V = 340m/s$ سرعة الانتشار في الهواء

1. ماذا تمثل كل من الإشارتين a و b ثم حدد التأخر الزمني τ بين الإشارتين ؟

2. حدد تعبير العمق p عند النقطة A بدلالة τ و V ثم أحسبه ؟

B. استكشاف تضاريس قعر البحر بالاعتماد تغيرات

الأفصول x للموضع بدلالة التأخر الزمني τ $x = f(\tau)$

1. عين العمق البحر في الموضع $x_1=50m$ ؟

2. حدد الأفصول الأكثر عمقا و الأقل عمقا علل جوابك ؟

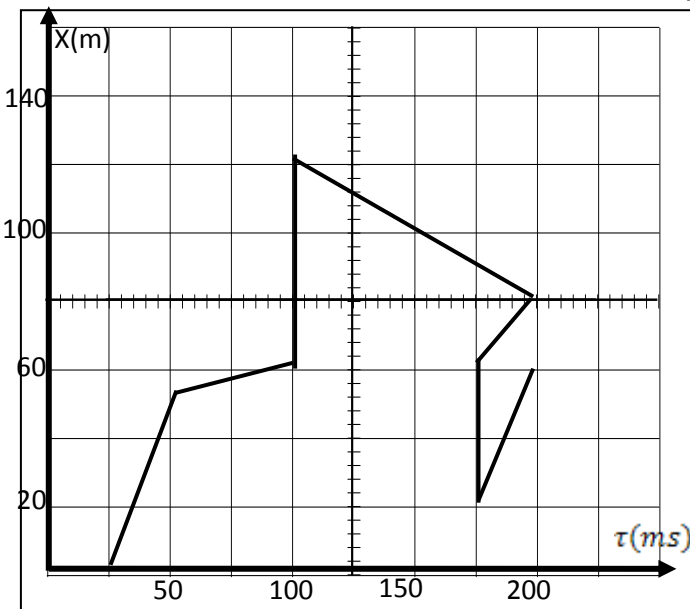
3. حدد النقط التي لها نفس العمق

4. حدد أفصول النقطة الأكثر عمقا

C. السونار الطبيعي (تعتمد الخفافيش على نظام طبيعي

للموجات الصوتية يسمى تحديد موقع الصدى يساعدها في

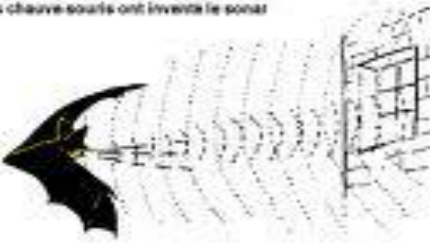
تحديد الاتجاه و بعد الأشياء من حولها و البحث عن



الموجات الميكانيكية

Bensad salaheddine

Les chauve-souris ont inventé le sonar



(الطعام في الليل)

يطير خفاش بسرعة يمكن اعتبارها ثابتة قيمتها

$V_a = 12 \text{ m/s}$ وفق خط مستقيم نحو حاجز موجات فوق صوتية حينما يكون

على مسافة $d = 80 \text{ m}$ من الحاجز يبعث موجات فوق صوتية فتنعكس هذه

الموجات على الحاجز فيستقبلها الخفاش بتأخر زمن $\tau = 60 \text{ ms}$

أحسب المسافة التي تفصل الخفاش عن الحاجز

الأجوبة

تمرين 1

1. مدة التشويه هي $\Delta t = 0,3 \text{ s}$

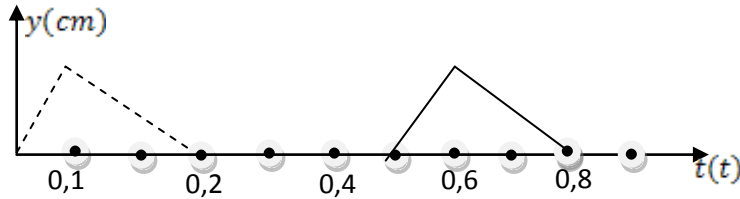
2. التأخر الزمني هو $\tau = \frac{SM}{V} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ s}$ النقطة M تهتز بعد المنبع بعد مرور $\tau = 0,4 \text{ s}$

3. تخضع النقطة M إلى نفس تشويه النقطة S لكن بتأخر زمني. إذن يمكن استنتاج استطالة النقطة M انطلاقا من استطالة النقطة S

حيث $y_M(t) = y_s(t - \tau)$

4. تمثيل الحبل عند اللحظة $t = 0,8$

عند اللحظة t نحصل على مظهر الحبل بإعادة نفس التشويه بحيث تكون مقدمة الموجة في اللحظة t



تمرين 2

1. التأخر الزمني بين النقطتين M_1 و M_4 $\tau_1 = \frac{SM_1}{V} = \frac{0,1}{0,02} = 5 \text{ s}$

التأخر الزمني بين النقطتين M_2 و M_4 $\tau_2 = \frac{SM_2}{V} = \frac{0,15}{0,02} = 7,5 \text{ s}$

2. التأخر الزمني بين النقطتين M_1 و M_2 $\tau_3 = \frac{SM_2 - SM_1}{V} = \frac{0,05}{0,02} = 2,5 \text{ s}$

3. حساب طول الموجة.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{0,02}{10} = 2 \text{ cm}$$

لدينا $SM_1 = 10 \text{ cm} = 2\lambda$ إذن النقطتين S و M_1 تهتران على توافق في الطور

$SM_2 = 10 \text{ cm} = 15 \cdot \frac{\lambda}{2}$ إذن النقطتين S و M_1 تهتران على تعاكس في الطور

إذن النقطتين M_1 و M_2 تهتران على تعاكس في الطور $M_1M_2 = SM_2 - SM_1 = 5 \text{ cm} = 5 \cdot \frac{\lambda}{2}$

تمرين 3

1. بما أن المسافة الفاصلة بين R_1 و الباعث أكبر من المسافة الفاصلة بين R_2 و الباعث فإن الموجة الصوتية تصل إلى R_2 قبل من R_1 ومنه فإن :

الإشارة a تمثل الإشارة المستقبلية من طرف R_2 و الإشارة b تمثل الإشارة المستقبلية من طرف R_1

2. حدد التأخر الزمني الحاصل بين الإشارتين
حيث $\tau = x \cdot s_x$ $s_x = 0,1ms/div$ تمثل الحساسية الأفقية و x عدد التريعات

$$\tau = 5.0,1 = 0,5ms \quad \text{ادن:}$$

3. سرعة الموجة الصوتية في الهواء
 τ المدة الزمنية اللازمة لقطع المسافة الفاصلة بين R_1 و R_2 ادن:

$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{17,5cm}{0,5ms} = 350m/s$$

4. الدور T

$T = 0,25s$ أنظر المنحني معطيات التمرين

$$N = \frac{1}{T} = 40Hz \quad \text{التردد}$$

طول الموجة

$$\lambda = \frac{v}{N} = \frac{350}{40} = 2cm$$

5. وسع الإشارة a أكبر من وسع الإشارة b

تعليل يحدث على مستوى الميكروفون تحويل الطاقة الميكانيكية (الموجة الميكانيكية المنتشرة) إلى طاقة كهربائية تظهر على شكل إشارات تذبذبية على مستوى راسم التذبذب .
كلما ابتعد الميكروفون عن المنبع الصوتي تنقص الطاقة الميكانيكية نتيجة الاحتكاكات مع الهواء و بالتالي تنقص قيمة الطاقة الكهربائية المحولة على مستوى الميكروفون و هـذا يفسر تناقص وسع الإشارات الكهربائية

تمرين 4

A حساب عمق البحر

1. من خلال الرسم التذبذبي نلاحظ أن الإشارة b تظهر بتأخر زمني بالنسبة للإشارة a ادن: الإشارة a هي إشارة الموجة الواردة و الإشارة b هي الإشارة الموجة الصوتية المنعكسة

حساب التأخر الزمني بين الموجتين الواردة (المرسلة من طرف السونار) و المنعكسة (الموجة المستقبلية من طرف السونار بعد انعكاسها على الحاجز):

$$\tau = x \cdot s_x \quad \text{حيث } s_x = 5ms/div \text{ تمثل الحساسية الأفقية و } x \text{ عدد التريعات}$$

$$\tau = 5.2,6 = 13ms$$

$$2. \text{ حساب العمق : } v = \frac{2p}{\tau} \text{ اذن } p = \frac{v \cdot \tau}{2} \text{ ت ع } p = 19,5m$$

B استكشاف تضاريس البحر

1. عمق البحر الموافق للنقطة ذات الأفصول $x_1 = 50m$ و الموافق للتأخر الزمني

$$t_1 = 50ms \text{ هي: } p = \frac{v \cdot t_1}{2} \text{ ت ع } p = 37,5m$$

2. الأفصول الأكثر عمقا يوافق التأخر الزمني الموافق الأكبر . اذن أكبر تأخر زمني هو

$$\tau = 200ms \text{ و بالتالي فان : } x = 20m$$

الأفصول الأقل عمقا يوافق التأخر الزمني الأصغر اذن أصغر تأخر زمني هو

$$\tau = 25ms \text{ و بالتالي فان : } x = 0m$$

3. النقط التي لها نفس العمق هي النقط التي لها نفس التأخر الزمني

✓ من خلال المنحنى نلاحظ أنه بالنسبة للتأخر الزمني $\tau = 100ms$ المنحنى موازي للمحور الأرتيبي، اذن

النقط ذات الأفاصيل المحصورة بين $x = 50m$ و $x = 120$ لها نفس العمق

✓ من خلال المنحنى نلاحظ أنه بالنسبة للتأخر الزمني $\tau = 175ms$ المنحنى موازي للمحور الأرتيبي، اذن

النقط ذات الأفاصيل المحصورة بين $x = 20m$ و $x = 50$ لها نفس العمق

C. السونار الطبيعي

حساب المسافة الفاصلة بين الخفاش و الحاجز

الخفاش يتحرك بسرعة ثابتة اذن خلال المدة الزمنية Δt الفاصلة بين لحظة ارسال الموجة الفوق الصوتية

ولحظة استقبالها يقطع الخفاش المسافة L اذن :

$$\text{خلال } \Delta t \text{ يقطع الخفاش المسافة } L \text{ يمكن حسابها كالتالي : } L = \Delta t \cdot V_a$$

$$\text{خلال } \Delta t \text{ تقطع الموجة الفوق الصوتية المسافة } d + L \text{ يمكن حسابها كالتالي : } d + h = \Delta t \cdot V$$

حيث h هي المسافة الفاصلة بين الخفاش و الحاجز لحظة استقباله الموجة الفوق الصوتية اذن:

$$h = d - L = \Delta t \cdot V - h - \Delta t \cdot V_a$$

$$h = \frac{\Delta t(V - V_a)}{2} = 9,84m$$

من إنجاز الأستاذ صلاح الدين بنساعد