

الموجات الميكانيكية

السلسلة الثانية- تمارين مرفقة بالحلول

فيزياء تارودانت



التمرين الأول:

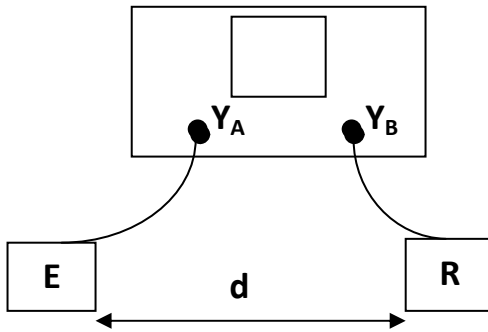
يحدث هزاز موجات متوالية دورية في نقطة S على سطح ماء ساكن. نضيء وسط الانتشار بواسطة وماض بحيث أن أكبر تردد ومضاته الذي يعطي توقفا ظاهريا للموجة المنتشرة على سطح الماء هو $\nu_e = 60\text{Hz}$.

- 1- حدد تردد الهزاز.
- 2- نقيس على طول شعاع موجة (خط مار من النقطة S) المسافة الفاصلة بين الذروتين الثالثة و الثانية عشر للموجة فنجدها تساوي 9cm. استنتج سرعة انتشار الموجة.
- 3- نضع قطعتي فلين في نقطتين A و B من وسط انتشار الموجة ، حيث $SA=3\text{cm}$ و $SB=4,5\text{cm}$.

- أ- قارن حركتي كل من A و B مع حركة النقطة S.
- ب- قارن حركتي النقطتين A و B علما أن النقط S و A و B لا توجد على استقامة واحدة.

التمرين الثاني:

لقياس سرعة انتشار الصوت في الهواء نستخدم التركيب أسفله:



يرسل منبع E موجات فوق صوتية ترددها 40kHz، نعين إشارتها في المدخل Y_A لكاشف التذبذب.

R جهاز يستقبل الموجات المنبعثة من E ، بحيث نعين إشارة الموجة المستقبلة من طرفه في المدخل Y_B لكاشف التذبذب.

يمكننا تحريك R على طول مسطرة أفقية مدرجة بحيث نعبر عن المسافة الفاصلة بين R و E بالرمز d.

- 1- أعط العلاقة بين d و طول الموجة λ لنعين على شاشة كاشف التذبذب منحنين على توافق في الطور.

- 2- بعد معاينة توافق في الطور بين المنحنين عند المسافة $d_1=42,5\text{cm}$ ، نبعد تدريجيا R عن E فنسجل 20 توافقا جديدا في الطور إلى حدود المسافة $d_2=59,5\text{cm}$. (يوجد توافق في الطور عند d_2) استنتج طول الموجة فوق الصوتية و سرعة انتشارها.



التمرين الثالث:

نقبل أن وتر قيثارة (guitare) طوله l يرسل صوتا أساسيا تردده ν عندما يساوي طول الموجة λ المنتشرة على طول الوتر ضعف طول الوتر: $\lambda = 2l$.
نعطي:

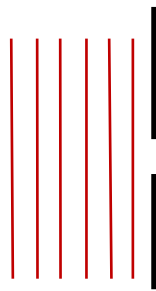
تعبير سرعة انتشار موجة على طول الوتر: $\nu = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$: F توتر الوتر ؛ μ الكتلة الطولية للوتر.
تردد اهتزاز نقطة من الوتر يساوي تردد الموجة الصوتية المنبعثة من الوتر.
النقط O, A_1, A_2, A_3 توجد على استقامة واحدة (انظر الشكل أسفله)

- 1- يرسل وتر قيثارة مشدود بين نقطتين O و A_0 تفصل بينهما مسافة $l_0 = 66\text{cm}$ موجة صوتية أساسية ترددها $\nu_0 = 262\text{Hz}$ (النوتة Do).
استنتج توتر الوتر علما أن كتلته الطولية هي $\mu = 0,4\text{g.m}^{-1}$.
نعتبر أن توتر الوتر يبقى ثابتا خلال بقية التمرين.
- 2- احسب التردد الأساسي ν_1 عندما نشد الوتر بين النقطتين O و A_1 ، علما أن $A_0A_1 = 7,2\text{cm}$
- 3- حدد بالنسبة للنقطة A_0 موضع كل من النقطتين A_2 و A_3 باعتبار أن النوتتين الأساسيتين المرسلتين من طرف الوتر عندما يصبح طوله على التوالي OA_2 و OA_3 هما على التوالي $\nu_2 = 330\text{Hz}$ و $\nu_3 = 350\text{Hz}$.



التمرين الرابع:

في حوض الموجات نحدث بواسطة هزاز تردده $\nu = 50\text{Hz}$ موجة مستقيمة تنتشر بسرعة $\nu = 40\text{cm/s}$.
نضع أمام هذه الموجة حاجزا به فتحة عرضها a .



ارسم شكل الموجة الواردة على الفتحة و الموجة الخارجة منها في الحالتين التاليتين معلا جوابك:

- أ- $a_1 = 8\text{ cm}$
- ب- $a_2 = 0,2\text{cm}$

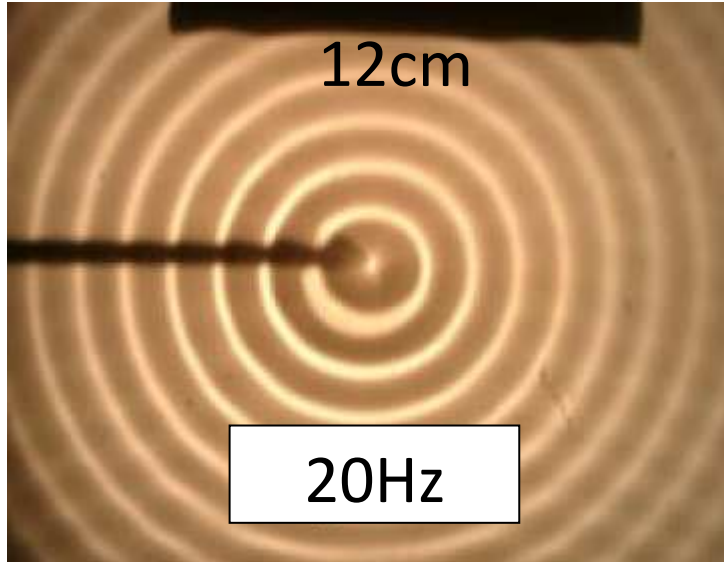


التمرين الخامس:

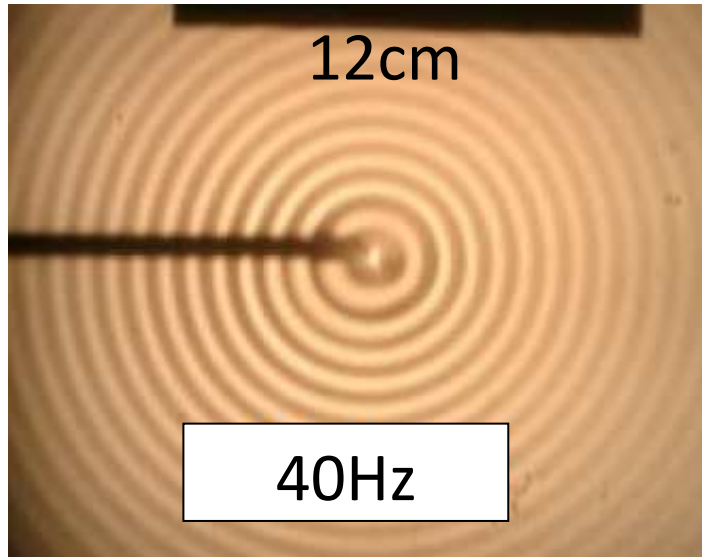
في حوض الموجات نحدث بواسطة هزاز تردد قابل للضبط موجات متوالية جيبية. نضبط تردد الهزاز على التوالي على القيمتين 20Hz و 40Hz ، فنحصل على الشكلين المبينين في الوثيقتين (1) و (2).

1- احسب سرعة انتشار الموجة في كل حالة.

2- ما هي الظاهرة التي تبرزها هذه التجربة.



الوثيقة 1

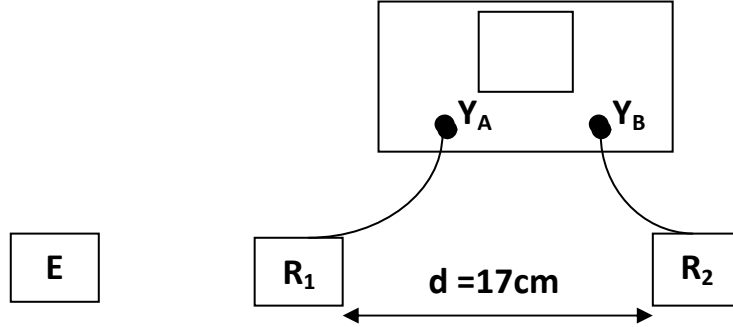


الوثيقة 2

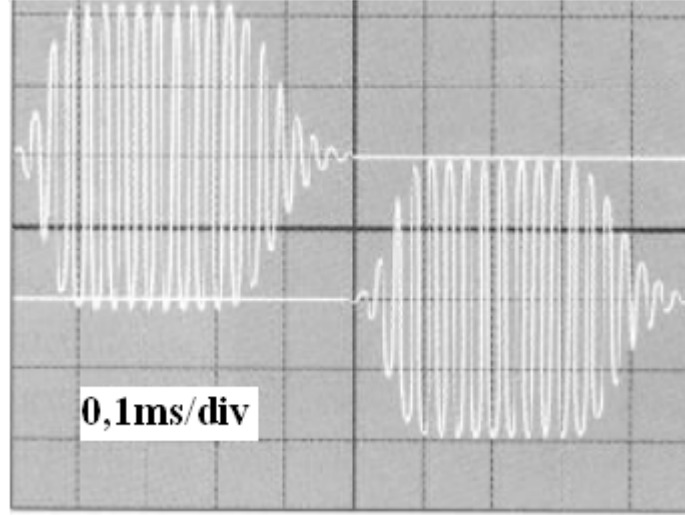


التمرين السادس:

يرسل منبع E موجات فوق صوتية، يتم استقبالها من طرف ميكروفونين R_1 و R_2 مرتبطين بمدخلي كاشف تذبذب و تفصل بينهما مسافة $d = 17\text{cm}$.



نضبط حساسية الكسح الأفقي لكاشف التذبذب على $0,1\text{ms/div}$ ، فنحصل على شاشته المنحنيين التاليين:



- 1- أوجد التأخر الزمني τ للمستقبل R_2 بالنسبة للمستقبل R_1 .
- 2- استنتج سرعة انتشار الصوت في الهواء.
- 3- باستعانتك بالمنحنى المحصل عليه بواسطة كاشف التذبذب احسب دور الموجة الصوتية و ترددها.
- 4- استنتج طول الموجة λ .



الأجوبة



التمرين الأول

1- نحصل على التوقف الظاهري عندما تتحقق العلاقة التالية:

$$v_e = \frac{v}{k}; k \in \mathbb{N}^*$$

و هكذا فأكبر قيمة لتردد الومضات التي تعطي توقفا ظاهريا للموجة هو $v_e = v; (k=1)$ إذن تردد الهزاز هو:

$$v = v_e = 60 \text{ Hz}$$

2- لدينا:

$$9\lambda = 9 \text{ cm}$$

إذن:

$$\lambda = 1 \text{ cm}$$

لدينا:

$$v = \lambda \cdot \nu$$

ت ع:

$$\nu = 0,01 \cdot 60 = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\nu = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$$

3-

أ-

لدينا:

$$SA = 3 \text{ cm} = 3\lambda$$

إذن النقطتان A و S تهتزتان على توافق في الطور.
و لدينا:

$$SB = 4,5 \text{ cm} = 4,5\lambda$$

إذن النقطتان B و S تهتزتان على تعاكس في الطور
ب- النقطتان A و B تنتميان إلى دائرتين مركزهما S ، بحيث تفصل بين هاتين الدائرتين مسافة d:

$$d = SB - SA = 1,5 \text{ cm} = 1,5\lambda$$

إذن فالنقطتان A و B تهتزتان على تعاكس في الطور.



التمرين الثاني:

-1

$$d = k \cdot \lambda ; k \in \mathbb{N}^*$$

-2

لدينا:

$$d_1 = k_1 \cdot \lambda = 42,5 \text{ cm}$$

$$d_2 = (k_1 + 20) \cdot \lambda = 59,5 \text{ cm.}$$

إذن:

$$d_2 - d_1 = 20\lambda = 17 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{d_2 - d_1}{20}$$

ت ع:

$$\lambda = \frac{17}{20} = 0,85 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,85 \text{ cm}$$

و بالتالي:

$$v = \lambda \cdot \nu$$

ت ع:

$$v = 8,5 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^3 = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

التمرين الثالث:

-1

لدينا حسب معطيات التمرين:

$$2l_0 = \lambda_0 = \frac{v}{\nu_0}$$

إذن :

$$v = \lambda_0 \cdot \nu_0 = 2l_0 \nu_0$$

ت ع:

$$v = 2 \cdot 0,66 \cdot 262 = 346 \text{ m / s}$$

$$v = 346 \text{ m / s}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

إذن:

$$F = \mu \cdot v^2$$

ت ع:

$$F = 4 \cdot 10^{-4} \cdot (346)^2 = 48 \text{ N}$$

$$F = 48 \text{ N}$$



-2

بما أن توتر الوتر يبقى ثابتاً، إذن سرعة انتشار الموجة على الوتر تبقى كذلك ثابتة.
لدينا:

$$2l_1 = \lambda_1 = \frac{v}{v_1}$$

إذن:

$$v_1 = \frac{v}{2l_1} = \frac{2l_0 v_0}{2l_1} = \frac{l_0}{l_1} \cdot v_0 = \frac{l_0}{l_0 - A_0 A_1} \cdot v_0$$

ت ع:

$$v_1 = \frac{66}{58,8} \cdot 262 = 294 \text{ Hz}$$

$$v_1 = 294 \text{ Hz}$$

-3

$$2l_2 = \lambda_2 = \frac{v}{v_2} = \frac{2l_0 v_0}{v_2}$$

و منه:

$$l_2 = l_0 \frac{v_0}{v_2}$$

و بالتالي:

$$A_0 A_2 = l_0 - l_2 = l_0 - l_0 \frac{v_0}{v_2} = l_0 \frac{v_2 - v_0}{v_2}$$

ت ع:

$$A_0 A_2 = 0,66 \cdot \frac{330 - 262}{330} = 0,136 \text{ m} = 13,6 \text{ cm}$$

$$A_0 A_2 = 13,6 \text{ cm}$$

بنفس الطريقة نجد:

$$A_0 A_3 = l_0 - l_3 = l_0 - l_0 \frac{v_0}{v_3} = l_0 \frac{v_3 - v_0}{v_3}$$

ت ع:

$$A_0 A_3 = 0,66 \cdot \frac{350 - 262}{350} = 0,166 \text{ m} = 16,6 \text{ cm}$$

$$A_0 A_3 = 16,6 \text{ cm}$$



التمرين الرابع:

لدينا:

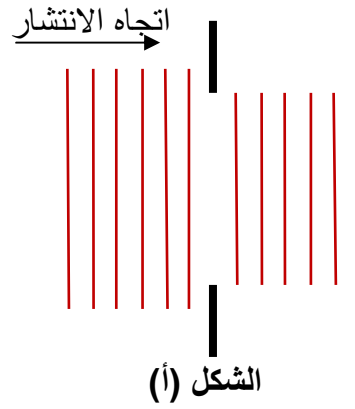
$$\lambda = \frac{v}{\nu}$$

ت ع:

$$\lambda = \frac{0,4}{50} = 0,008m = 0,8cm$$

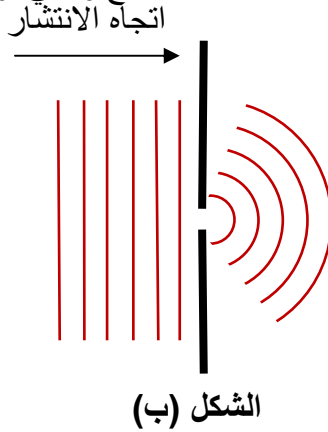
$$\lambda = 0,8cm$$

أ- بما أن $a_1 > \lambda$ إذن لن تحدث ظاهرة الحيود أثناء مرور الموجة من الفتحة، و بالتالي لن يحدث تغيير في بنية الموجة كما هو موضح في الشكل (أ)



الشكل (أ)

ب- بما أن $a_2 < \lambda$ ، إذن سيحدث حيود الموجة الواردة على مستوى الفتحة، حيث ستكون الموجة المحيدة دائرية و ستبدو وكأنها منبعثة من منبع وهمي يوجد في الفتحة كما هو موضح في الشكل (ب)



الشكل (ب)



التمرين الخامس:

-1

في الوثيقة (1) لدينا:

$$3\lambda_1 = 3,6\text{cm}$$

إذن:

$$\lambda_1 = 1,2\text{cm}$$

و نعلم أن:

$$v_1 = \lambda_1 \cdot \nu_1$$

ت ع:

$$v_1 = 0,012 \cdot 20 = 0,24\text{m/s}$$

$$v_1 = 0,24\text{m/s}$$

و في الوثيقة (2) نجد:

$$4\lambda_2 = 3\text{cm}$$

إذن:

$$\lambda_2 = 0,75\text{cm}$$

$$v_2 = \lambda_2 \cdot \nu_2$$

ت ع:

$$v_2 = 0,0075 \cdot 40 = 0,3\text{m/s}$$

$$v_2 = 0,3\text{m/s}$$

2- بما أن سرعة انتشار الموجة تتعلق بترددها، إذن فالظاهرة التي تبرزها هذه التجربة هي ظاهرة التبدد.



التمرين السادس:

-1

نلاحظ في شاشة كاشف التذبذب أن للمنحنين نفس البنية غير أن الثاني متأخر عن الأول بمقدار 5div، إذن:

$$\tau = 5 \cdot 0,1\text{ms} = 0,5\text{ms} = 5 \cdot 10^{-4}\text{s}$$

$$\tau = 5 \cdot 10^{-4}\text{s}$$

-2

لدينا:

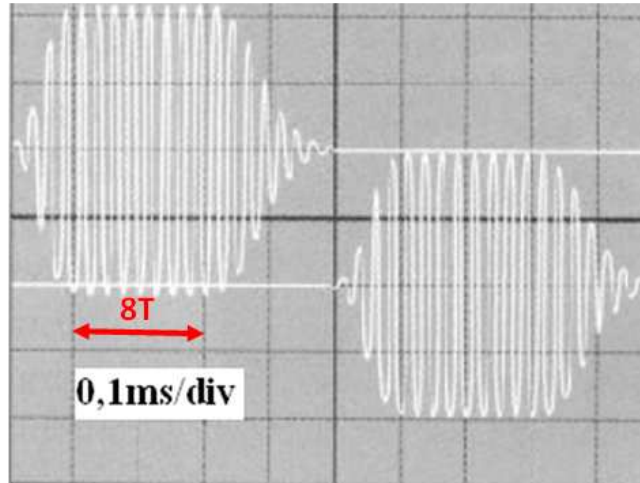
$$v = \frac{d}{\tau}$$

ت ع:

$$v = \frac{0,17}{0,0005} = 340\text{m/s}$$

$$v = 340\text{m/s}$$

-3



من خلال المنحنى نجد أن:

$$8T = 2 \cdot 0,1 = 0,2\text{ms}$$

إذن:

$$T = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{8} = 2,5 \cdot 10^{-5}\text{s}$$

$$T = 2,5 \cdot 10^{-5}\text{s}$$

لدينا:

$$v = \frac{1}{T}$$

ت ع:

$$v = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^4\text{Hz} = 40\text{kHz}$$

$$v = 40\text{kHz}$$



-3
لدينا:

$$\lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{340}{4 \cdot 10^4} = 85 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 8,5 \text{ mm}$$

$$\lambda = 8,5 \text{ mm}$$

ت ع:

PCtaroudant 2010

