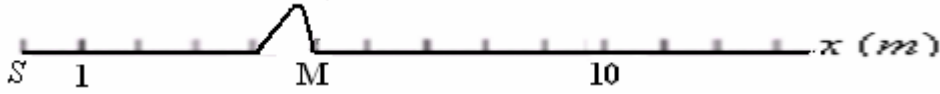


سلسلة تمارين (الموجات الميكانيكية)

التمرين الأول :

تمرين رقم 10 ص 31 كتاب المسار للفيزياء مسلك علوم الحياة والأرض.

تنتقل موجة من نقطة S طرف حبل في لحظة t، بسرعة $v=4m/s$ ، لتصل إلى نقطة M في لحظة تاريخها t، كما يبينه الشكل أسفله.



1- حدد قيمة t.

2- صف حركة نقطة ما من الحبل.

3- ما المدة الزمنية Δt التي تستغرقها حركة نقطة ما من الحبل؟

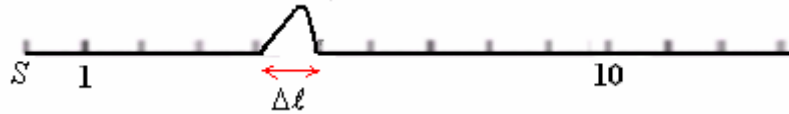
4- مثل مظهر الحبل عند اللحظة $t = 2,5s$.

الإجابة

$$t = \frac{SM}{v} = \frac{5m}{4m/s} = 1,25s \quad -1$$

2- كل نقطة من الحبل، عندما تصلها الإشارة تهتز رأسياً ثم بعد مرور الإشارة تبقى مستقرة في مكانها.

3- المدة الزمنية Δt مدة حركة نقطة من الحبل توافق طول الإشارة $\Delta \ell$

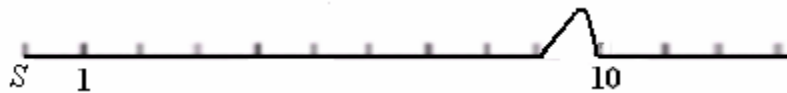


$$\Delta t = \frac{\Delta \ell}{v} = \frac{1m}{4m/s} = 0,25s$$

4- لتكن d المسافة التي تقطعها الإشارة خلال المدة الزمنية $t = 2,5s$

$$d = v t = 4m/s \cdot 2,5s = 10m$$

مظهر الحبل عند اللحظة $t = 2,5s$ هو كما يلي :



التمرين الثاني:

تنتشر موجة طول حبل متوتر كتلته $m = 100g$ وطوله $l = 8m$ وتوتره $T = 5N$

(1) احسب سرعة انتشار الموجة.

(2) ما هي المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة الحبل كله؟

الإجابة

$$(1) \text{ لدينا : } \mu = \frac{m}{l} = \frac{0,1}{8} = 0,0125kg/m$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{5}{0,0125}} = 20m/s$$

(2) المدة الزمنية التي تعبر خلالها الموجة الحبل كله هي:

$$\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{8}{20} = 0,4s$$

التمرين الثالث:

تمرين رقم 11 ص 31 كتاب المسار للفيزياء مسلك علوم الحياة والأرض.
في يوم عاصف رأى شخص ضوء البرق وبعد مرور 3 ثوان سمع صوت الرعد .

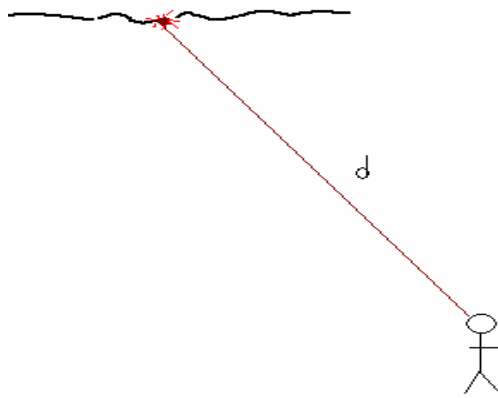
أوجد المسافة الفاصلة بين الشخص والموضع الذي حدث فيه البرق.

نعطي : سرعة انتشار صوت الرعد في الهواء : $v = 340m / s$

وسرعة انتشار ضوء البرق في الهواء : $c = 3.10^8 m / s$

الإجابة

البرق والرعد ظاهرتان تحدثان في آن واحد وتنطلقان من نفس الموضع غير أن سرعة انتشار ضوء البرق أكبر من سرعة انتشار صوت الرعد.



لتكن d المسافة الفاصلة بين موضع حدوث الصاعقة والشخص ، إذا كانت t' هي مدة وصول صوت الرعد إلى الشخص و t : مدة وصول ضوء البرق ، فإن $t' > t$ و : $\Delta t = t' - t$ هي المدة الزمنية الفاصلة بين رؤية البرق وسماع صوت الرعد .

$$\text{لدينا : } d = ct \quad \Leftarrow \quad t = \frac{d}{c}$$

$$\text{ولدينا : } d = vt \quad \Leftarrow \quad t' = \frac{d}{v}$$

$$\Delta t = t' - t = d \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{c} \right)$$

$$d = \frac{\Delta t}{\frac{1}{v} - \frac{1}{c}} \quad \text{ومنه :}$$

تطبيق عددي :

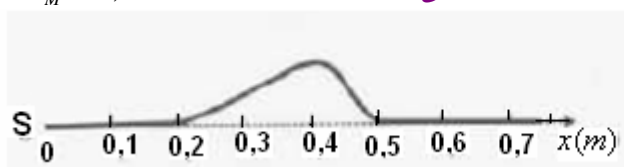
$$d = \frac{\Delta t}{\frac{1}{v} - \frac{1}{c}} = \frac{3s}{\frac{1}{340m \cdot s^{-1}} - \frac{1}{3.10^8 m \cdot s^{-1}}} = 1020m$$

التمرين الرابع:

1- الشكل التالي يمثل مظهر حبل في اللحظة t_1 .

علما أن اللحظة $t = 0$ توافق لحظة انطلاق الإشارة من النقطة S .

مقدمة الإشارة ، المنتشرة طول الحبل ، يصل على النقطة M ذات الأفضول $x_M = 1,2m$ في اللحظة $t_2 = t_1 + \tau$ مع $\tau = 70ms$.



مظهر حبل في اللحظة t_1

1-1- هل هذه الموجة طولية أم مستعرضة ؟

1-2- ما المسافة التي قطعتها الموجة خلال المدة الزمنية τ ؟

1-3- احسب سرعة انتشار الموجة طول الحبل.

1-4- أوجد قيمة اللحظة t_1 .

1-5- أوجد مدة الإشارة. (أي مدة اهتزاز نقطة معينة من الحبل).

الإجابة

1-1- الموجة مستعرضة.

1-2- عند اللحظة t_1 قطعت الموجة المسافة : $SM_1 = 0,5m$.

و عند اللحظة $t_2 = t_1 + \tau$ قطعت الموجة المسافة : $SM_2 = 1,2m$.

إذن خلال المدة الزمنية τ قطعت الموجة المسافة $M_1M_2 = SM_2 - SM_1 = 0,7m$

لأن : $SM_2 = SM_1 + SM_2$

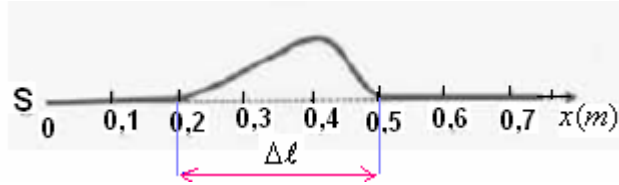
1-3-

بم أنه خلال المدة الزمنية $\tau = 70ms$ قطعت الموجة المسافة $M_1M_2 = 0,7m$ فإن سرعة انتشارها طول الحبل:

$$v = \frac{M_1M_2}{\tau} = \frac{0,7m}{70 \cdot 10^{-3}s} = 10m/s$$

$$t_1 = \frac{SM_1}{v} = \frac{0,5m}{10m \cdot s^{-1}} = 0,05s = 50ms \quad \text{1-4-}$$

1-5- مدة الإشارة هي المدة التي توافق طولها $\Delta \ell$.
لدينا من خلال الشكل :



$$\Delta \ell = 0,5 - 0,2 = 0,3m$$

$$\Delta t = \frac{\Delta \ell}{v} = \frac{0,3m}{10m \cdot s^{-1}} = 0,03s = 30ms \quad \text{ومنه : مدة الإشارة :}$$

التمرين الخامس:

تنتشر موجة طول سلك فولاذي كتلته الحجمية $\rho = 7,8g/cm^3$ مساحة مقطعه $1mm^2$ متوتر بقوة شدتها $200N$.

(1) ما نوع هذه الموجة؟ هل هي مستعرضة أم طولية؟ علل جوابك.

(2) احسب سرعة انتشار الموجة طول السلك.

الإجابة

(1) الموجة ميكانيكية ومستعرضة . لأنها عمودية على اتجاه الانتشار ،
(وعمليا يوجد هذا النوع عند استعمال أوتار الكيتار (le guitare).

$$(2) \text{ لدينا : } v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \text{ مع : } T = 200N$$

$$\mu = \frac{m}{\ell} \text{ كتلة السلك لوحدة الطول}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ أي : } m = \rho \times V$$

ونعلم أن السلك شكله أسطواني إذن حجمه : $V = S \times \ell$
وبذلك تصبح كتلته : $m = \rho \cdot S \cdot \ell$

$$\text{أي كتلته لوحدة الطول : } \mu = \frac{m}{V} = \frac{\rho \times V \times S}{V} = \rho \cdot S$$

$$\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3 = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ ت.ع. :}$$

$$S = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$$

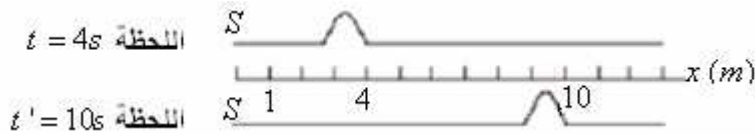
$$\mu = \rho \times S = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 7,8 \times 10^{-3} \text{ kg/m} \text{ إذن:}$$

وسرعة انتشار الموجة طول السلك:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{200}{7,8 \times 10^{-3}}} = 160 \text{ m/s}$$

التمرين السادس:

1- تمثل الوثيقة التالية انتشار موجة ميكانيكية طول حبل عند لحظتين مختلفتين .



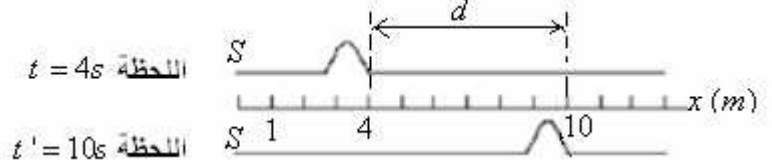
1-1 حدد المسافة المقطوعة من طرف الموجة خلال المدة $\Delta t = t' - t$.

2-1 استنتج سرعة انتشار الموجة.

3-1 مثل شكل الحبل عند اللحظة $t'' = 15s$.

الإجابة

(1-1) خلال المدة الزمنية $\Delta t = t' - t$ تقطع الموجة المسافة : $d = 6m$

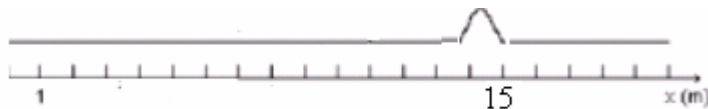


$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{6m}{(10-4)s} = 1m/s \text{ (2-1)}$$

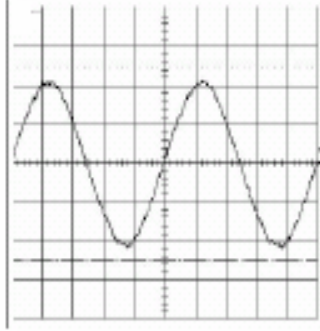
(3-1) لتكن d'' المسافة المقطوعة من طرف الموجة خلال المدة الزمنية t'' .

$$\text{لدينا : } d'' = v \times t'' = 1m/s \times 15s = 15m$$

إذن مظهر الحبل في اللحظة t'' هو كما يلي :



تم تسجيل صوت على راسم التذبذب بواسطة ميكروفون ، تشتمل شاشة راسم التذبذب على 10 تدريجات



باستعمال العيار: $50\mu s / div$ نشاهد على الشاشة الشكل التذبذي جانبه .

(1) احسب تردد الصوت المسجل

(2) تغير تردد الصوت بحيث نشاهد في نفس الظروف السابقة على شاشة راسم

التذبذب : دورين ونصف الدور للظاهرة الصوتية .

(1.2) ما قيمة التردد الجديد ؟

(2.2) أي قيمة للكسح (الحساسية الرأسية) يجب ضبطه لكي نعاين دورين

(تذبذبين) على الشاشة .

الإجابة

(1) الدور: $T = 50\mu s / div \times 5 div = 250\mu s$

والتردد: $v = \frac{1}{T} = \frac{1}{250 \times 10^{-6} s} = 4000 Hz = 4 kHz$

(2-1) لدينا على الشاشة 10 تدريجات أي $500\mu s$ توافق $2,5T \Leftarrow$ الدور الجديد: $T' = \frac{500}{2,5} = 200\mu s$

والتردد الجديد: $v' = \frac{1}{T'} = \frac{1}{200 \times 10^{-6} s} = 5000 Hz = 5 kHz$

(2-2) معاينة دورين أي $2T' = 400\mu s$ على الشاشة التي بها 10 div فإن كل div تمثل $40\mu s$ الكسح الأفقي الجديد. $40\mu s / div$.

التمرين الثامن:

1/ يمثل الشكل 1 صورتين لحبل مرن تنتشر طول موجة عند لحظتين $t_1 = 120 ms$ و $t_2 = 200 ms$ ويمثل الشريط أسفل الحبل مسطرة طولها 50 cm نسنعملها كسلم المسافات.

1-1 هل الظاهرة التي تم تصويرها موجة ميكانيكية متوالية. علل جوابك

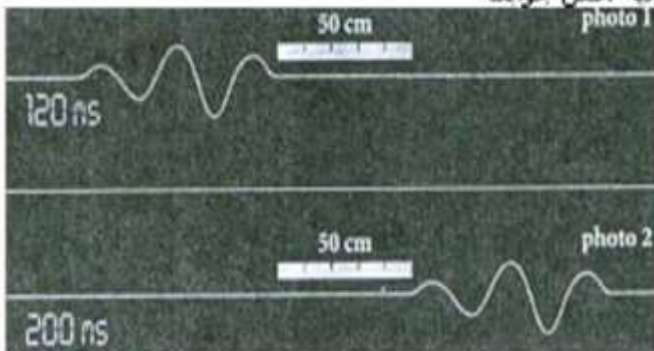
2-1 ما طبيعة الموجة المنتشرة طول الحبل علل

جوابك

3-1 عرف سرعة انتشار الموجة الميكانيكية

ثم احسب قيمتها.

4-1 مثل مظهر الحبل عند اللحظة $t = 250 ms$



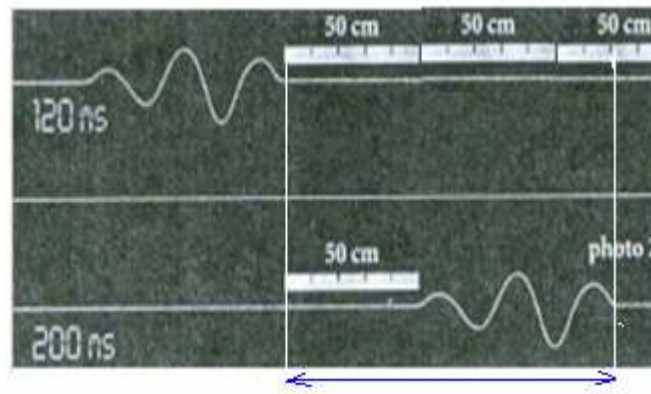
الشكل 1

الإجابة

1-1-1 الظاهرة التي تم تصويرها موجة ميكانيكية لكنها ليست متوالية لأنها ليست ظاهرة تتابع إشارات منطلقاً من منبع له حركة اهتزازية دورية ومصانة.

2-1: الموجة مستعرضة لأنه خلال انتشارها تهتز نقط الانتشار عمودياً على اتجاه الانتشار.

سرعة انتشار الموجة هي حاصل قسمة المسافة المقطوعة على المدة الزمنية المستغرقة لقطع هذه المسافة ، وتعطيهما العلاقة التالية $v = \frac{d}{\Delta t}$ ووحدتها في النظام العالمي للوحدات هي : m / s



$$d = 120 \text{ cm}$$

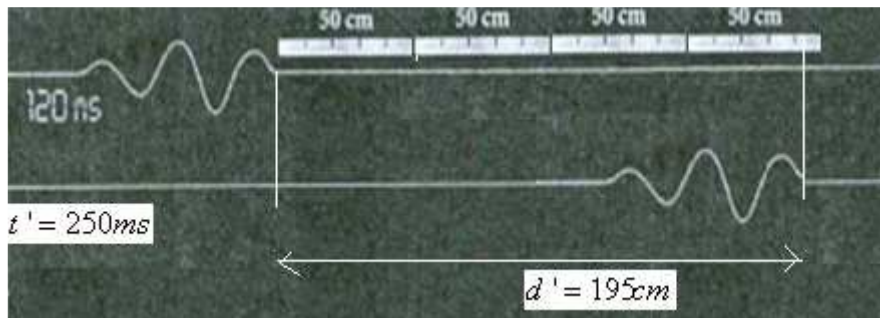
يتضح من خلال الشكل 1 أن المسافة المقطوعة خلال المدة الزمنية $\Delta t = 200 - 120 = 80 \text{ ms}$ هي : $d = 120 \text{ cm} = 1,20 \text{ m}$ إذن :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1,20 \text{ m}}{80 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 15 \text{ m / s}$$

4-1- لنبحث عن المسافة التي قطعها مطلع الموجة عند اللحظة $\Delta t' = 250 - 120 = 130 \text{ ms}$

$$d' = v \cdot \Delta t' = 15 \text{ m / s} \cdot 130 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 1,95 \text{ m} = 195 \text{ cm}$$

إذن مظهر الحبل عند اللحظة $t' = 250 \text{ ms}$ هو كما يلي :



التمرين التاسع:

نعين بواسطة راسم التذبذب في المدخل Y_1 الموجة فوق الصوتية المنبعثة من مرسل ونعاين في المدخل Y_2 نفس الموجة التي يلتقطها مستقبل يبعد عن المرسل بمسافة $d = 5,1 \text{ m}$. انظر الوثيقة أسفله.



نعطي : الحساسية الأفقية : $50 \mu\text{s} / \text{div}$

الحساسية الرأسية : $200 \text{ mV} / \text{div}$

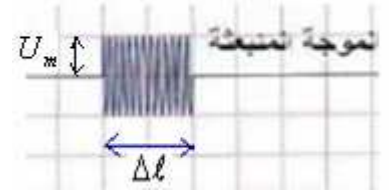
1- حدد مدة الموجة Δt ثم استطالها القصوى U_m .

2- حدد المدة الزمنية τ الفاصلة بين لحظة انبعاث الموجة ولحظة التقاطها من طرف المستقبل.

3- استنتج سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية .

الإجابة

1- مدة الموجة Δt هي المدة التي توافق طولها Δl .

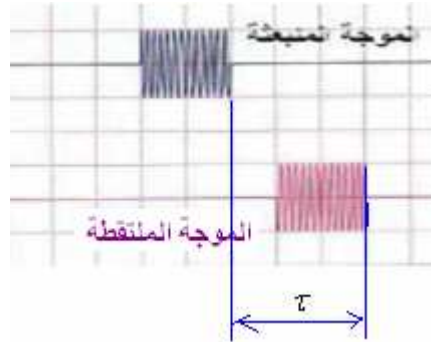


$$\Delta t = 2 \text{div} \cdot 50 \mu\text{s} / \text{div} = 100 \mu\text{s} = 0,1 \text{ms}$$

$$U_m = 1 \text{div} \cdot 200 \text{mV} / \text{div} = 200 \text{mV} = 0,2 \text{V}$$

2- المدة الزمنية τ الفاصلة بين لحظة انبعاث الموجة ولحظة التقاطها من طرف المستقبل هي .

$$\tau = 3 \text{div} \cdot 50 \mu\text{s} / \text{div} = 150 \mu\text{s} = 0,15 \text{ms}$$



3- سرعة انتشار الموجة فوق الصوتية :

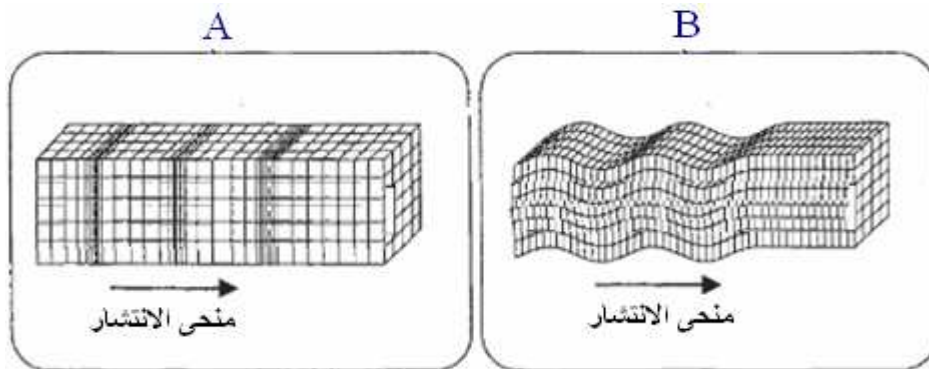
$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{5,1 \cdot 10^{-2} \text{m}}{0,15 \cdot 10^{-3} \text{s}} = 340 \text{m/s}$$

التمرين العاشر:



وهو التمرين رقم 14 الصفحة 27 من كتاب المسار لمسلكي العلوم الرياضية الفيزيائية. ويوجد كذلك في كتاب المسار لمسلك الحياة والأرض تحت رقم 14 بالصفحة 32.

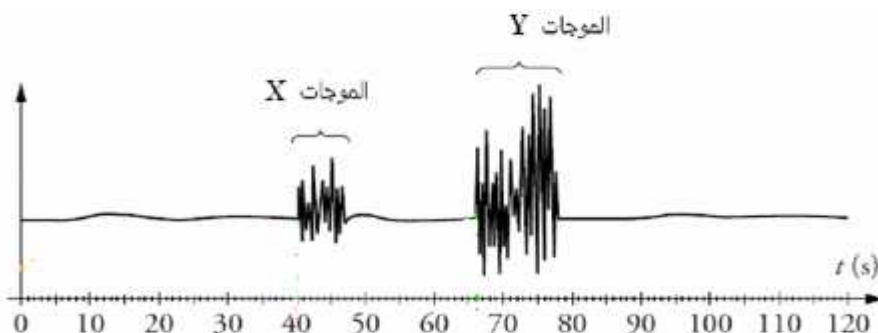
- 1- أثناء حدوث الزلزال ، تتحرك الأرض تحت تأثير موجات ميكانيكية يطلق عليها اسم موجات الزلزال وهي نوعان :
- الموجات P **primaires** موجات طولية وهي الأسرع .
 - الموجات S **secondaires** موجات مستعرضة وهي أقل سرعة.
- يمثل الشكل التالي نموذجا لانتشار هذه الموجات :



أ- عرف الموجة المستعرضة.

ب- من بين الشكلين A و B حدد الشكل الذي يمثل الموجات P والشكل الذي يمثل الموجات S . علل جوابك.

2- في سنة 1989م حدثت هزة أرضية في مدينة سان فرانسيسكو وبواسطة جهاز مسجل الهزات الأرضية (بمحطة أوريكا في شمال كاليفورنيا والتي تبعد عن سان فرانسيسكو موضع حدوث الهزة بمسافة d) تم تسجيل الوثيقة التالية وهي تضم نوعين من الموجات X و Y.



علما أن أصل التواريخ $t = 0$ هي بداية الهزة الأرضية في سان فرانسيسكو

- 2-1- أي من الموجتين X أم Y توافق P ؟ علل جوابك.
2-2- علما أن بداية الهزة الأرضية سُجّلت في محطة أوريكا على الساعة $8h15mn20s$. حدد تاريخ وقوع الهزة في مكان انبعاثها.
3-2- علما أن سرعة انتشار الموجات P هي : $10km/s$.
أ- أحسب المسافة الفاصلة بين محطة أوريكا وموضع انبعاث الهزة الأرضية.
ب - استنتج سرعة انتشار الموجات S.

////////////////////

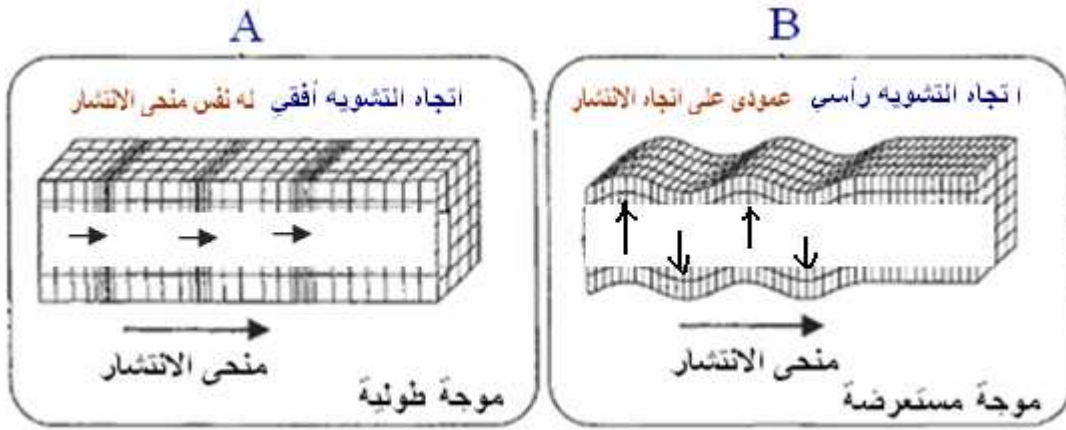
الإجابة

////////////////////

1-

أ - الموجة المستعرضة هي التي يكون فيها اتجاه التشويه عموديا على اتجاه الانتشار.

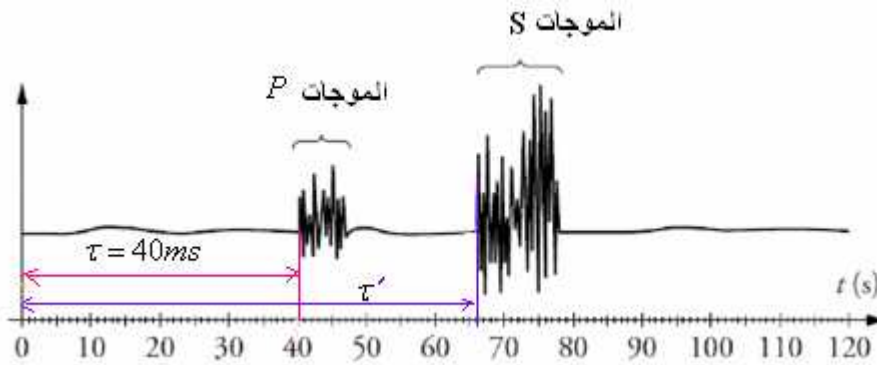
ب-



وبذلك يتضح أن الشكل A يمثل الموجات P الأولية بينما الشكل B يمثل الموجات S الثانوية.

2-

2-1- ما أن الموجات P وهي الأسرع إذن هي التي يلتقطها جهاز التسجيل قبل الأخرى وهي التي توافق التسجيل X .



2-2- بما أن بداية الهزة الأرضية سُجّلت في محطة أوريكا على الساعة $8h15mn20s$ بتأخر زمني قيمته $\tau = 40s$ وأصل التواريخ $t = 0$ هي بداية الهزة الأرضية في سان فرانسيسكو .

فإن تاريخ وقوع الهزة:

$$\begin{aligned} t &= 8h15mn20s \\ &\quad - \quad 40s \\ \hline &= 8h14s40s \end{aligned}$$

3-2- أ- بما أن سرعة انتشار الموجات P هي : $10km/s$.

المسافة الفاصلة بين محطة أوريكا وموضع انبعاث الهزة الأرضية هي : $d = v \cdot \tau = 10km/s \cdot 40s = 400km$

ب - الموجات S تقطع نفس المسافة d في مدة زمنية τ' .

$$v' = \frac{d}{\tau'} = \frac{400km}{66s} \approx 6km/s$$

إذن سرعة انتشار الموجات **S**.

والله ولي التوفيق

Sbiro Abdelkrim lycée agricole Oulad Taima région d'Agadir Royaume du Maroc

mail : sbiabdou@yahoo.fr

MSN messenger : sbiabdou@hotmail.fr

لا تنسى أخي بأن دعائك الصالح مكافأة لنا.