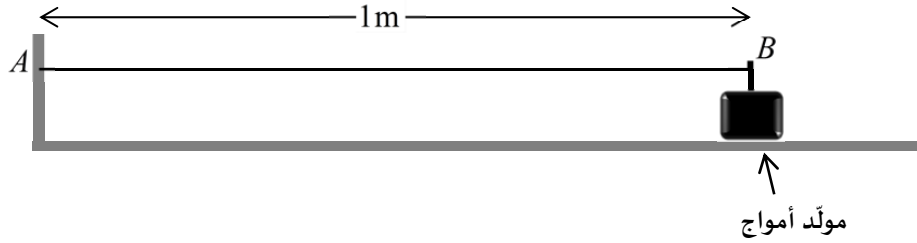


سؤال 1 بحرّوت 1997



خيّط  $AB$  والذي طوله 1m، مريوط في طرفه  $B$  بمولّد أمواج، وفي طرفه الآخر  $A$  مريوط في نقطة ثابتة في حائط عمودي (أنظر إلى التخطيط).

عندما يُشغّل الطالب مولّد الأمواج، تتكوّن في الخيّط  $AB$  أمواج والتي ترتد من الطرف  $A$ . يزيد الطالب بشكل متواصل تردّد مولّد الأمواج،

ويسجّل في كل مرّة التردد عندما يتكوّن في الخيّط موجة متوقّفة. نتائج القياسات مسجّلة في الجدول التالي:

$1/\lambda$ ( $m^{-1}$ )	$\lambda$ (m)	صورة الموجة المتوقّفة	التردد - $f$ (Hz)
			24
			45
			67
			88

تعامل مع النقطة  $B$  كنقطة عقدة.

- انسخ الجدول إلى دفترتك، وسجّل في العمود الملائم قيمة طول الموجة  $\lambda$  لكل واحدة من الأمواج المتوقّفة الأربعة المتكوّنة في الخيّط.
- سجّل في العمود الملائم في الجدول قيمة  $(1/\lambda)$  لكل واحدة من الأمواج المتوقّفة الأربعة، وارسم رسماً بيانيّاً يصف التردد  $f$  كدالة لـ  $1/\lambda$ .
- جد بمساعدة الرسم البياني سرعة تقدّم الأمواج في الخيّط.
- يستمر الطالب في زيادة تردّد مولّد الأمواج. ما هو مقدار أوّل تردّد أكبر من 88 Hz، والذي نحصل به على موجة متوقّفة في الوتر؟ اشرح.

سؤال 1 بحرّوت 2007

في تجرّبة في المختبر، يربط طالب الطرف الأيمن  $A$  لحبل مرّن بنقطة ثابتة، ويشدّ الحبل بحيث يكون أفقيّاً. بعد ذلك يهزّ الطالب الطرف الأيسر،  $B$ ، للحبل إلى الأعلى والأسفل بحركة دوريّة.

يعرض التخطيط "أ" إزاحات النقاط المختلفة على قطعة من الحبل، كدالة للمكان، في لحظة معيّنة (قبل وصول الموجة إلى الطرف A للحبل). محور المكان،  $x$ ، يُشير إلى اليمين.

يعرض التخطيط "ب" إزاحة طرف الحبل  $B$ ، كدالة للزمن.

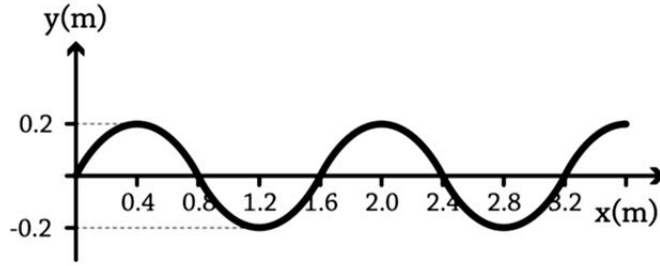
أ. جد سعة الموجة.

ب. احسب سرعة انتشار الموجة في الحبل.

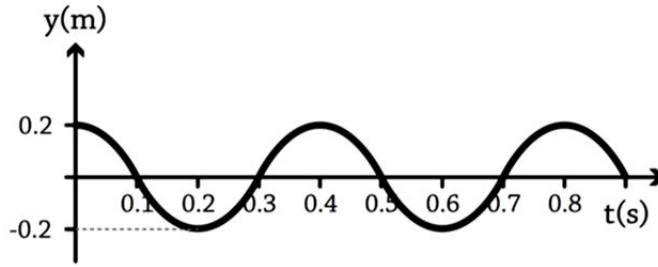
ج. في تجربة أخرى أُجريت مع نفس الحبل ونفس الشروط، يهزّ الطالب الطرف  $B$  للحبل، لكن هذه المرّة بضعف التردد السابق، وبنصف السعة السابقة.

ارسم رسمًا بيانيًا لإزاحات النقاط المختلفة على قطعة الحبل في هذه التجربة، كدالة للمكان، بالنسبة للحظة معيّنة (قبل وصول الموجة إلى الطرف A للحبل).

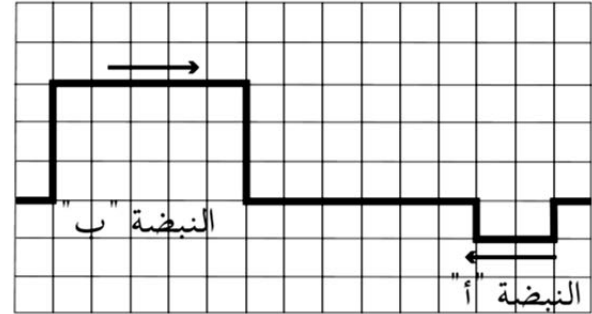
د. يصف التخطيط "ج" نبضتين تنتشران الواحدة باتجاه الأخرى على امتداد حبل مرّن في اللّحظة  $t = 0$ . تتحرّك كل واحدة من النبضتين بسرعة مرّبع (في التخطيط) في الثانية.



التخطيط "أ"



التخطيط "ب"



التخطيط "ج"

ارسم في دفترك تخطيطين (ممثل كل مرّبع من التخطيط "ج" بواسطة مرّبع في دفترك):  
 في التخطيط الأوّل اعرض حالة الحبل في اللّحظة  $t = 5 \text{ sec}$ ،  
 وفي التخطيط الثاني اعرض حالة الحبل في اللّحظة  $t = 8 \text{ sec}$ .  
 اشرح اعتباراتك في تحديد حالي الحبل.

سؤال 1 بحرّوت 2009

تُجرى سعاد تجرّبتين بواسطة حبل مرّن متجانس.

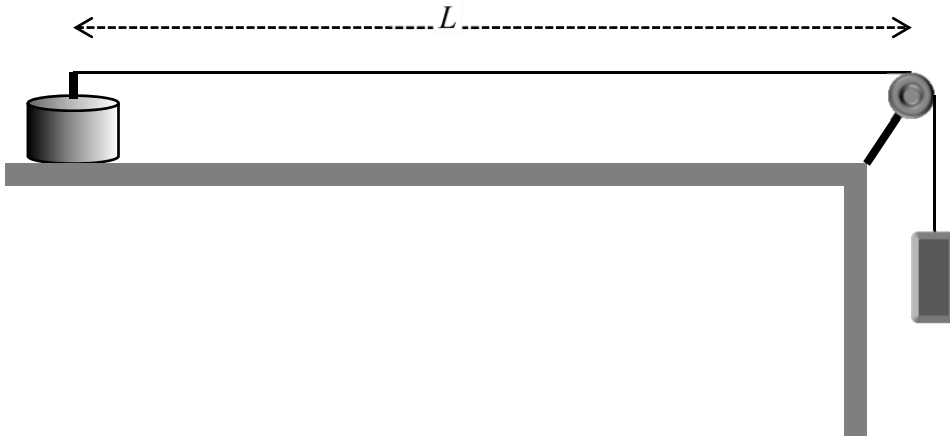
في التجرّبة الأوّليّ تربط سعاد أحد طرفي الحبل المرّن في نقطة ثابتة، وتقوم بشدّه من الطرف الأخرى بهزّه من هذا الطرف باتّجاه معامد للحبل بتّرّد ثابت. على طول الحبل تتقدّم موجة.

في التجرّبة الثانية تقوم بهزّ الطرف الحرّ للحبل مرّة أخرى (باتّجاه معامد للحبل)، لكن الآن بتّرّد مساوٍ لضعفي التّرّد الأوّل. أيضا في هذه المرّة تتقدّم على طول الحبل موجة.

سرعة تقدّم الموجة في التجرّبتين متساوية.

أ. هل طول الموجة المتكوّنة في التجرّبة الثانية مساوٍ لطول الموجة المتكوّنة في التجرّبة الأوّليّ؟ إذا أجبنا بنعم- اشرح لماذا. إذا أجبنا بلا- حدّد بأيّ من التجرّبتين طول الموجة أكبر، وبكم مرّة.

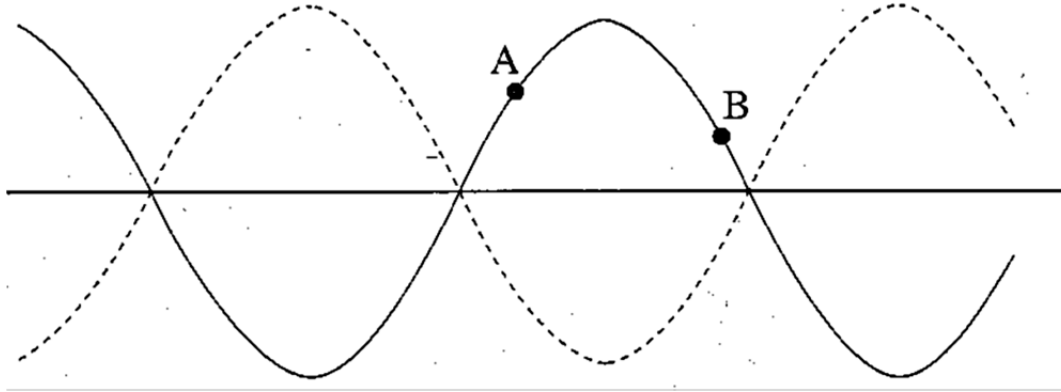
يربط رامي أحد طرفي الحبل المرّن بثقل معيّن، ويمرّر الحبل على بكرة ويربط طرفه الأخرى بمحرّك (مولّد أمواج - أنظر إلى الرسم). طول الحبل بين المحرّك وبين البكرة هو  $L = 80 \text{ cm}$ .



شغّل رامي مولّد الأمواج وزاد بشكل تدريجيّ تردّده. في تردّدات معيّنة تكوّنت على طول الحبل أمواج متوقّفة مع عدد مختلف من نقاط القمّة (نهايات عظمى). في كل مرّة حصل فيها على موجة متوقّفة سجّل رامي في الجدول التالي عدد نقاط النهاية العظمى وترّد المحرّك.

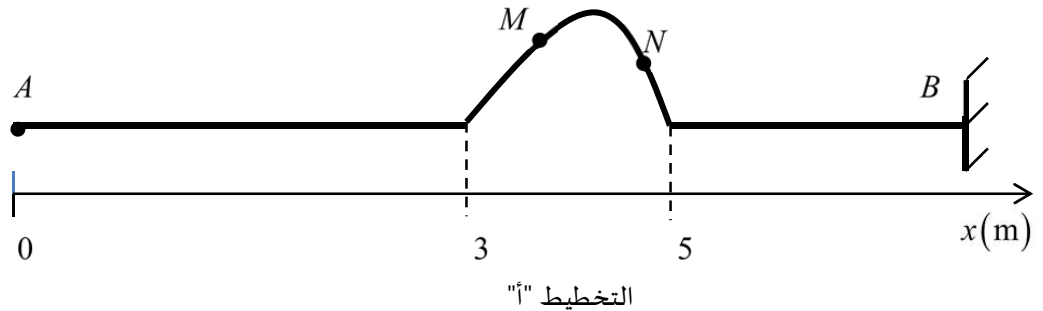
مقلوب طول الموجة $1/\lambda$ (1/m)	طول الموجة في الوتر (m)	ترّد المصدر - $f$ (Hz)	عدد نقاط النهاية العظمى ( $n$ )
		16	1
		35	2
		50	3
		65	4
		80	5

- ب. انسخ الجدول إلى دفترتك، احسب قيم طول الموجة الملائمة،  $\lambda$ ، وكذلك مقلوب طول الموجة  $1/\lambda$ ، وسجّل النتائج في الأعمدة الملائمة في الجدول. قرّب نتائج الحسابات حتّى منزلة واحدة بعد الفاصلة العشريّة.
- ج. ارسم رسمًا بيانيًا يصف مقلوب طول الموجة  $1/\lambda$ ، كدالة للتردد  $f$ .
- د. احسب بالاعتماد على الرسم البياني الذي رسمته، سرعة تقدّم الأمواج في الوتر ( $v$ ). فصلّ حساباتك في عمليّة إيجاد السرعة.
- هـ. أمامك مخطّط لموجة متوقّفة في الحبل. ما هو فارق الطور بين النقاط  $A$  و  $B$  المبينة في الرسم؟



سؤال 1 بحرّوت 2010

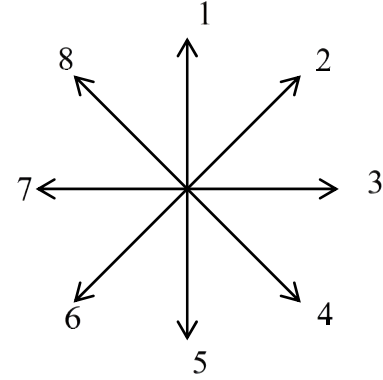
- يُمسك طالب الطرف الحر  $A$  لحبل مرّن أفقي مشدود، والمربوط في طرفه الآخر  $B$  في نقطة ثابتة في حائط. يُحرّك الطالب يده باتجاه معامد للحبل في اللّحظة  $t = 0$ ، في البداية نحو الأعلى وبعد هذا مباشرة نحو الأسفل، حتّى تصل يده إلى نقطة البداية وذلك في اللّحظة  $t = 0.5 \text{ sec}$ . على طول الحبل تتكوّن نبضة والتي تتقدّم باتجاه اليمين. التخطيط "أ" الذي أمامك يصف شكل الحبل في لحظة لاحقة  $t_2$ ، وكذلك محور المكان  $x$ .



أ. احسب سرعة تقدّم النبضة في الوتر.

ب. احسب مقدار الزمن  $t_2$ .

ج. على الحبل معيّن نقطتان  $M$  و  $N$ . حدّد اتّجاه حركة كل واحدة من هاتين النقطتين في اللّحظة  $t_2$ ، وذلك بمساعدة الأسهم المبيّنة في الشكل "ب".



في تجربة أخرى، بنفس الحبل، يوصل الطالب الطرف  $A$  للحبل بمولّد أمواج، والذي يكوّن موجة عرضيّة دوريّة على صورة دالة الساين. قوّة الشد بالحبل بقيت كما كانت في التجربة السابقة، وسعة الموجة  $A = 1.4 \text{ cm}$  وتردّدها هو  $f = 4 \text{ Hz}$ .

د. احسب طول الموجة للموجة الدوريّة التي نحصل عليها الآن.

ه. مُعطى أنّه في اللّحظة  $t = 0$  يبدأ مولّد الأمواج حركته نحو الأعلى.

(1) ارسم صورة الموجة (الإزاحة  $y$  لنقاط الحبل كدالة للموقع  $x$ ) في اللّحظة  $t = T/2$ ، حيث أنّ  $T$  هو زمن الدورة.


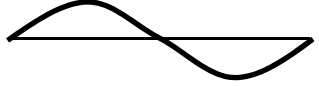
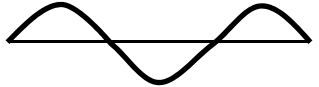
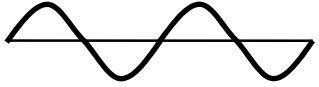
(2) ارسم صورة الموجة (الإزاحة  $y$  لنقاط الحبل كدالة للموقع  $x$ ) في اللّحظة  $t = T$ .

و. الطرف الأيمن،  $B$ ، للحبل مربوط، لهذا النقطة  $B$  موجودة طوال الوقت بحالة السكون. اشرح، بمساعدة مبدأ التركيب، كيف بواسطة هذه الحقيقة ينتج أنّ الموجة المرتدّة من الحائط هي مقلوبة بالنسبة للموجة الداخلة (المصطدمة بالحائط).

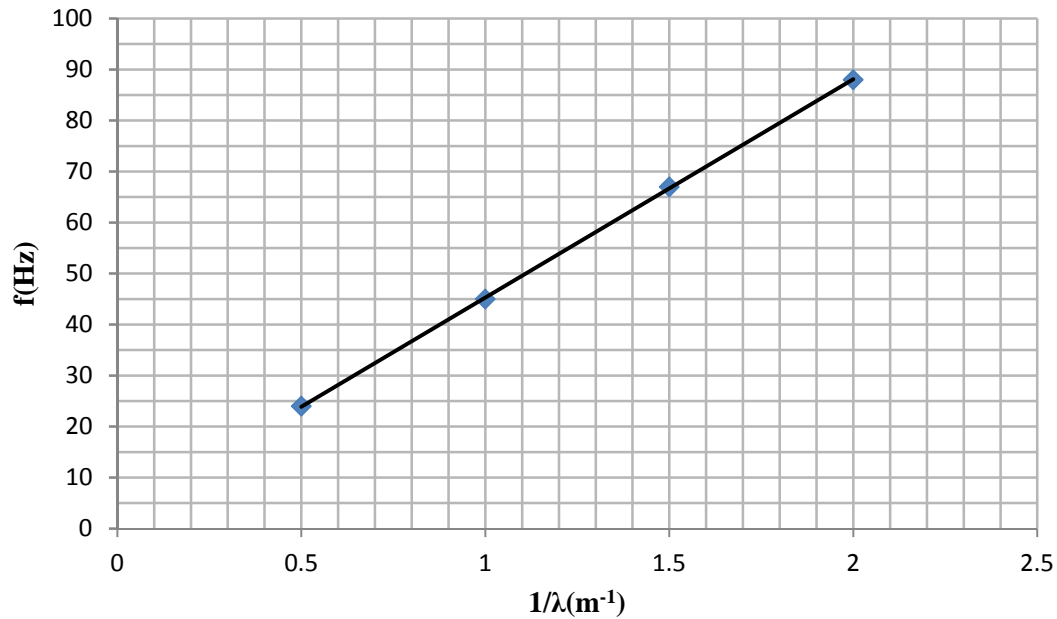
## حل أسئلة البحرّوت

حل سؤال 1 بحرّوت 1997

أ.

$1/\lambda$ ( $\text{m}^{-1}$ )	$\lambda$ (m)	صورة الموجة المتوقّفة	التردد- $f$ (Hz)
0.5	2		24
1	1		45
1.5	0.66		67
2	0.5		88

ب.



ج. أوّلا نجد العلاقة التي تربط بين التردّد ( $f$ ) وطول الموجة ( $\lambda$ )، حيث يتحقّق أنّ:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = v \left( \frac{1}{\lambda} \right)$$

لهذا العلاقة بين ( $f$ ) و ( $1/\lambda$ ) هي علاقة خطيّة ميلها هو سرعة تقدّم الأمواج في الوتر ( $v$ ). نجد ميل الرسم ونحصل على أنّ:

$$v = \frac{45 \text{ Hz} - 0}{1 \text{ m}^{-1} - 0} = 45 \text{ m/sec}$$

د. في التردّد (88 Hz) حصلنا على (4) أنصاف طول موجة. في التردّد التالي نحصل على (5) أنصاف طول موجة في الوتر، لهذا نحصل على أنّ:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{1 \text{ m}}{5} \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{45 \text{ m/sec}}{0.4 \text{ m}} = 112.5 \text{ Hz}$$

حل سؤال 1 بحرّوت 2007

أ. سعة الموجة هي عبارة عن أقصى إزاحة يقوم فيها كل جزء عن وضع الاتزان، وحسب كل من الرسمين السعة هي 0.2m.

ب. من الرسم الأوّل طول الموجة هو  $\lambda = 1.6 \text{ m}$ ، ومن الرسم الثاني زمن الدورة هو  $T = 0.4 \text{ sec}$ ، من هنا نحصل على أنّ:

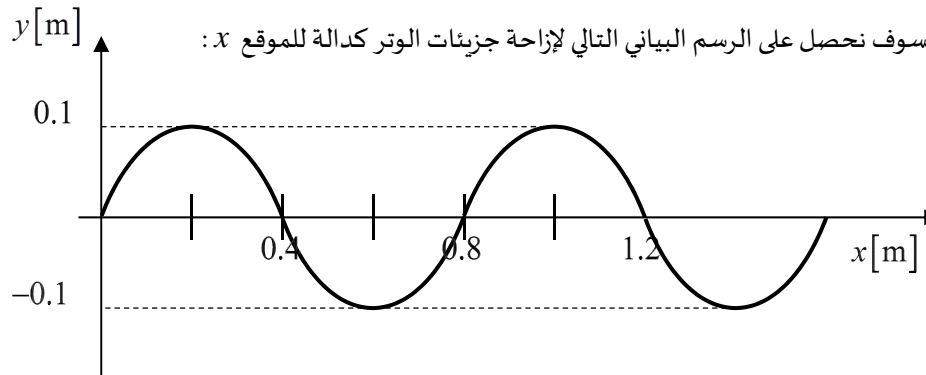
$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.6 \text{ m}}{0.4 \text{ sec}} = 4 \text{ m/sec}$$

ج. بما أنّ التردد ازداد بالضعفين، فإن زمن الدورة يقل بمرتين ويصبح  $T = 0.2 \text{ sec}$ . بالمقابل سرعة الموجة لا تتغير لأن شروط الوسط لم تتغير، لهذا

نحصل على أنّ طول الموجة سوف يقل بمرتين:

$$\lambda = vT = 4(0.2) = 0.8 \text{ m}$$

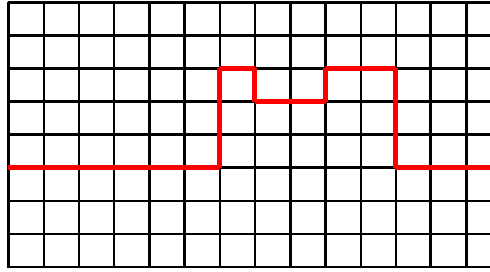
وبما أنّ السعة تقل بمرتين، أيضا فسوف نحصل على الرسم البياني التالي لإزاحة جزيئات الوتر كدالة للموقع  $x$ :



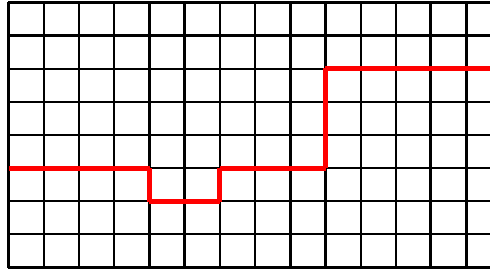
د.

لكي نجد شكل الموجة في كل زمن من الأزمنة المطلوبة نرسم موقع كل من الموجتين في هذه اللحظة، ثم نجد الموجة المحصلة وذلك باستخدام مبدأ التركيب.

بحسب هذا نحصل على أنّ شكل الموجة في الثانية الخامسة هو:



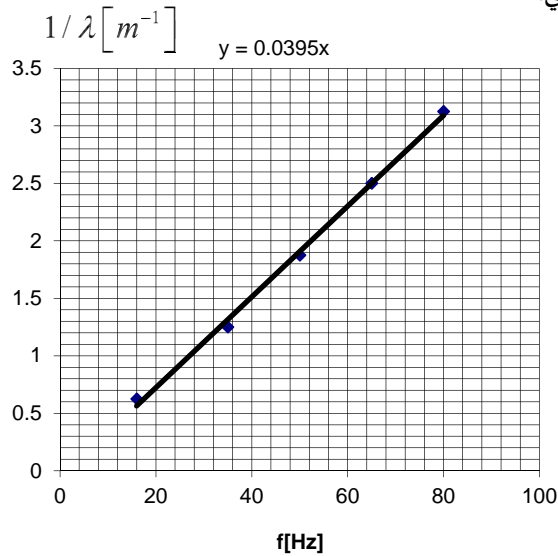
في الثانية الثامنة نحصل على:



حل سؤال 2009\1

أ. طول الموجة معطى بالعلاقة:  $\lambda = v / f$  ، وبما أن التردد في التجربة الثانية أكبر بمرتين فإن طول الموجة في التجربة الثانية أقصر بمرتين.

ب. طول الموجة بالأمواج المتوقفة هو:  $\lambda = \frac{2\ell}{n}$  . بالتالي نحصل على الجدول التالي:



1/λ [m <sup>-1</sup> ]	f [Hz]
0.625	16
1.25	35
1.875	50
2.5	65
3.125	80

ج.



$$د. من العلاقة  $\lambda = v / f$  نحصل على أن  $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{v} f$$$

لهذا فإن ميل الرسم هو مقلوب السرعة وبالتالي من الميل نحصل على أن السرعة هي:

$$v = 25.3 \text{ m/sec}$$

هـ. فارق الطور هو صفر وذلك لأنّ النقط  $A$  و  $B$  تصل معا من موقعها إلى وضع الاتزان (الوضع الأفقي)، لذلك لا يوجد بينها فارق بالطور.

حل سؤال 2010\1

$$أ.  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{5-3}{0.5} = 4 \text{ m/sec}$$$

ب. الزمن هو:

$$.t_2 = \frac{\Delta x}{v} = \frac{5 \text{ m}}{4 \text{ m/sec}} = 1.25 \text{ sec}$$

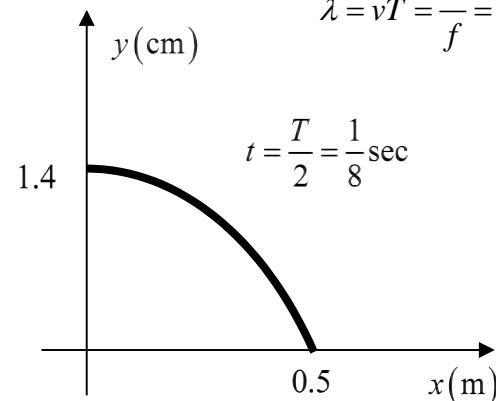
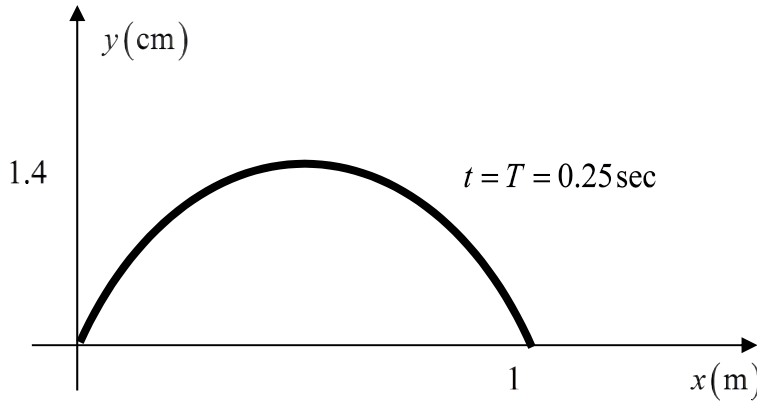
ج.

النقطة  $N$  باتجاه السهم (1)، والنقطة  $M$  باتجاه السهم (5).

د. بما أن الحبل نفسه والشد لم يتغيّر فيه تبقى سرعة الأمواج نفسها، لهذا نحصل على:

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{4}{4} = 1 \text{ m}$$

هـ.



و. بما أنّ الطرف  $B$  مربوط فإنه عند وصول الموجة إلى هذه النقطة فإنّها تشغّل قوّة على الحائط نحو الأعلى والحائط بدوره يُشغل على الوتر قوّة مساوية بالمقدار ومعاكسة بالاتجاه (حسب القانون الثالث لنيوتن)، نتيجة هذا الأمر تتكوّن موجة مرتدّة منقلبة من النقطة  $B$ . هذه الموجة المرتدّة تتداخل مع الموجة الداخلة لتكوّن حسب مبدأ التركيب موجة منعكسة تتجه نحو الأسفل (منقلبة).