

الاهتزازات الميكانيكية

بدون شك تكون قد سمعت الكثير عن هذا الموضوع ، فربما كثرة الكلام عنه جعلتك تهابه ، وظننت أن دروسه صعبة ومعقدة .
أما أنا فأقول لك وبدون مجاملة أن هذا الموضوع هو أسهل المواضيع السابقة ، إلا إذا أريد له أن يكون صعبا لسبب ما !!!
وإذا كنت في ريبة من أمرك تعال معي نرى ...

من خصائص هذا الموضوع :

يُطرح كثيرا في امتحان البكالوريا

ترتيبه في البرنامج يوجد بين نهاية الفصل الثاني وبداية الفصل الثالث ، لهذا لا يستوعبه التلاميذ كثيرا .

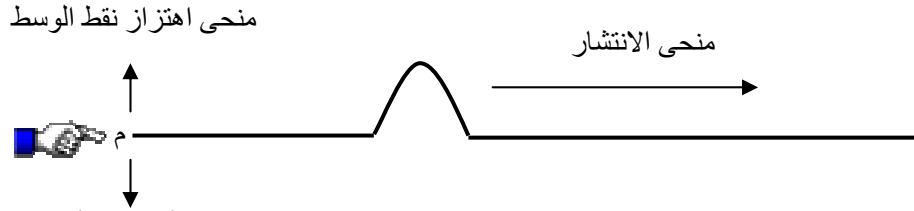
يحتاج كثيرا لبرامج المحاكاة .

GUEZOURI Abdelkader

الجزء الأول

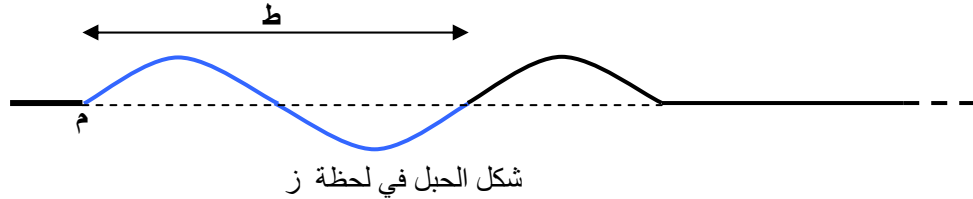
انتشار موجة جيبية عرضية في وسط مرن متجانس

تحدث اضطرابا في النقطة (م) ، فينتشر هذا الاضطراب في الحبل . فكلما وصل إلى نقطة من الحبل تُكرّر هذه النقطة حركة المنبع (م) .



إذا كانت حركة (م) مغداة (مثلا موصولة بطرف رنانة كهربائية) ، نحصل على قطار الأمواج ، أي كلما انتقلت موجة تُعوّضها موجة أخرى مماثلة لها .

الموجة الخاصة التي ندرسها هي الموجة العرضية الجيبية ، أي أن الطرف (م) للرنانة يقوم بحركة جيبية شاقولية معادلتها :
ع م = ب جب (ي ز + ص)



نقط الحبل تقوم بحركة جيبية سرعتها سر = ب ي تجب (ي ز + ص) ، أما حركة (م) تنتشر أفقيا بسرعة ثابتة

سر = $\sqrt{\frac{ق}{\mu}}$ ، حيث : ق : قوة الشد في الحبل (قوة التوتر) ، μ : الكتلة الخطية للحبل : $\mu = \frac{ك}{ل}$ (كتلة الحبل على طوله)

المسافة التي يقطعها الإهتزاز خلال دور واحد للرنانة هي طول الموجة : ط = سر × د

الأسئلة التي تُطرح كثيرا في هذا الموضوع

- I

1 - ينجز الطرف (م) لرنانة كهربائية حركة جيبية شاقولية سعتها 2 مم وتواترها ن = 50 هرتز . في اللحظة ز = 0 تكون النقطة (م) في وضع التوازن وهي متجهة نحو المطالات المتزايدة . اكتب المعادلة الزمنية لـ (م) .
الحل

المعادلة من الشكل : ع م = ب جب (ي ز + ص) ، حيث ب = 2 مم ، ي = $\pi 2$ ن = 100 هرتز .

لكي نحسب الصفحة الابتدائية نكتب : عند ز = 0 يكون المطال ع = 0 و سر < 0

0 = ب جب ص ، ومنه ص = 0 أو ص = π راد

لدينا عند ز = 0 ، سر = ب ي تجب ص ، فإذا كان ص = 0 فإن سر = ب ي و هي قيمة موجبة ، وبالتالي ص = 0

المعادلة هي : ع = 2 جب 100 π ز مم

- 2 - إذا كانت حركة المنبع ع = 2 جب 100 π ز ، سرعة الانتشار في الحبل سر = 20 م/ثا .
 (أ) اكتب المعادلة الزمنية للنقطة (ن₁) من الحبل يصلها الاهتزاز بعد مدة زمنية ز₁ = 0,030 ثا منذ بدء الرنانة الحركة في اللحظة ز = 0 . كيف تهتز هذه النقطة بالنسبة لـ (م) ؟
 (ب) اكتب المعادلة الزمنية للنقطة (ن₂) من الحبل تبعد عن (م) بالمسافة س = 30 سم . كيف تهتز هذه النقطة بالنسبة لـ (م) ؟
 (ج) مثل بدلالة الزمن حركات (م) ، (ن₁) ، (ن₂)
 (د) ما هو فرق الصفحة بين نقطتين من الحبل المسافة بينهما س = 80 سم ؟ كيف تهتز هاتان النقطتان فيما بينهما ؟
 (هـ) ما هو فرق الصفحة بين نقطتين من الحبل الفارق الزمني بينهما θ = 0,04 ثا ؟
 (و) مثل شكل الحبل في اللحظة ز = 0,045 ثا .

الحل

- (أ) ع₁ = 2 جب [100 π (ز - 0,03)] ، ع₁ = 2 جب (100 π ز - π 3) مم
 بما أن فرق الصفحة بين (م) و (ن₁) هو |Δص| = π 3 راد ، أي مضاعف فردي لـ π ، إذن هاتان النقطتان تهتزتان على تعاكس (تقابل) .
ملاحظة : يمكن أن نكتب معادلة النقطة (ن₁) على الشكل : ع₁ = 2 جب (100 π ز - π) مم ، لكن هذا لا يعني أن الصفحة الابتدائية للنقطة (ن₁) هي - π راد ، الصفحة الابتدائية هي - π 3 راد .
 (ب) ع₂ = 2 جب (100 π ز - $\frac{\pi 2}{ط}$) .

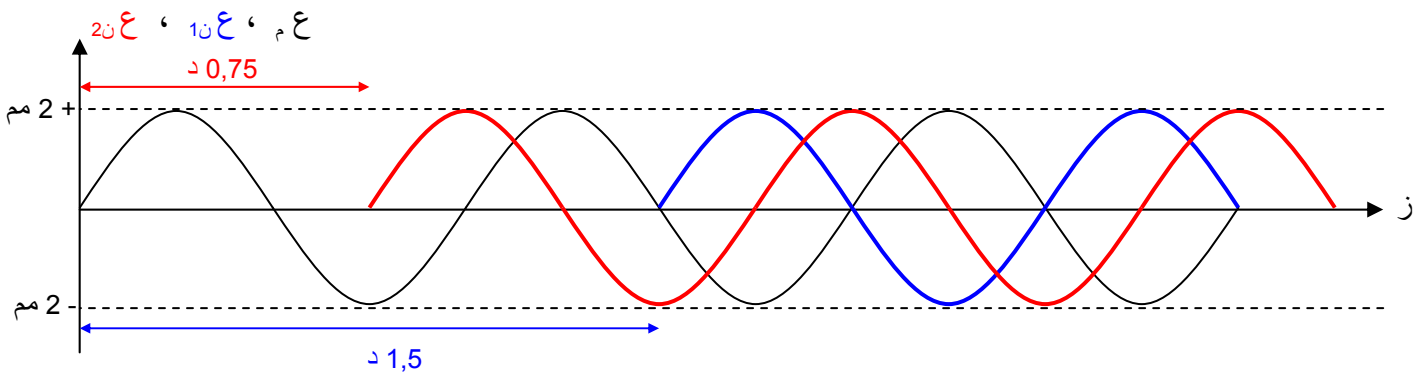
$$ط = سر \times د = 0,02 \times 20 = 0,4 \text{ م} ، وبالتالي ع₂ = 2 جب (100 \pi ز - \frac{30 \times \pi 2}{40})$$

$$ع₂ = 2 جب (100 \pi ز - \frac{\pi 3}{2})$$

- بما أن فرق الصفحة بين (م) و (ن₂) هو |Δص| = $\frac{\pi 3}{2}$ راد ، أي مضاعف فردي لـ $\frac{\pi}{2}$ ، إذن هاتان النقطتان تهتزتان على ترابع .

$$(ج) الفارق الزمني بين (م) و (ن₁) هو ز₁ = 0,03 ثا ، أي $\frac{0,03}{0,02} = 1,5$ (دور ونصف الدور)$$

$$\text{الفارق الزمني بين (م) و (ن₂) هو ز₂ = } \frac{س}{سر} = \frac{0,3}{20} = 0,015 \text{ ثا ، أي } \frac{0,015}{0,02} = 0,75$$



كل نقط الحبل تبدأ الحركة مثل ما بدأت النقطة (م) في اللحظة ز = 0 . في اللحظة ز = 0 كانت النقطة (م) في وضع التوازن وهي متجهة نحو الأعلى ، إذن كل نقط الحبل لما يصلها الاهتزاز تصعد نحو الأعلى .

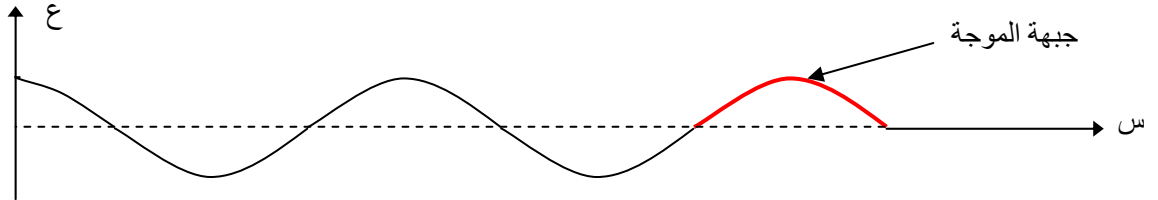
$$(د) فرق الصفحة بين هتين النقطتين هو |Δص| = \frac{\pi 2}{ط} = \frac{80 \times \pi 2}{40} = \pi 4 \text{ راد}$$

بما أن فرق الصفحة بين هتين النقطتين هو مضاعف لـ π 2 ، إذن النقطتان تهتزتان على توافق .

(هـ) فرق الصفحة بين هتين النقطتين هو |Δص| = ي \times θ = 0,04 \times \pi 100 = \pi 4 \text{ راد} . تهتز النقطتان على توافق .

(و) نحسب عدد الأدوار التي أنجزتها النقطة (م) خلال هذه المدة الزمنية : عدد الأدوار = $\frac{z}{d} = \frac{0,045}{0,02} = 2,25$ دور ، أي

دوران وربع الدور .
نعلم أن خلال كل دور ينتقل الاهتزاز في الحبل مسافة قدرها طول الموجة (ط) . إذن في هذه المدة يكون قد تشكل في الحبل موجتان وربع الموجة .
بما أن في اللحظة $z = 0$ كانت الرنانة متجهة نحو الأعلى (ص = 0) إذن نمثل جبهة الموجة أعلى محور الفواصل .



II - رنانة مزودة بشوكة تضرب سطح ماء ساكن في النقطة (م) . تواتر هذه الرنانة $n = 100$ هرتز وسعتها 2 مم .
تتشكل على سطح الماء تجاعيد دائرية ، بحيث تكون المسافة بين (م) وأول نقطة تهتز معها على تعاكس $s = 1$ مم .
علما أن في اللحظة $z = 0$ بدأت الرنانة حركتها من وضع التوازن متجهة نحو المطالات الموجبة .

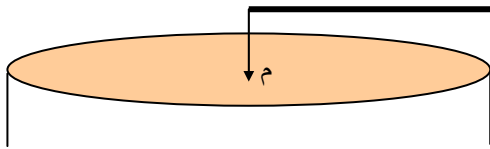
1 - احسب طول الموجة .

2 - احسب سرعة الانتشار .

3 - احسب مطال نقطة (ن) من السائل تبعد عن (م) بالمسافة $s = 2$ سم ،

وذلك في اللحظة $z = 0,02$ ثا .

4 - مثل مقطع في السائل في اللحظة $z = 0,025$ ثا .



الحل

1 - المسافة بين نقطتين تهتزتان على تعاكس هي $s = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ ، ومن أجل أول نقطة مع (م) تكون $k = 0$.

إذن $\frac{\lambda}{2} = 1$ ، ومنه $\lambda = 2$ مم .

2 - سر = ط × ن = $2 \times 100 = 200$ م / ثا .

3 - معادلة حركة (م) هي : $e_m = 2 \cos(200\pi z)$ مم (ص = 0 من الشروط الابتدائية)

معادلة حركة النقطة (ن) هي $e_n = 2 \cos(200\pi z - \frac{20 \times \pi 2}{2})$ مم .

مطال النقطة (ن) في اللحظة $z = 0,02$ ثا هو $e_n = 2 \cos(200\pi \times 0,02 - \pi) = 0$

4 - عدد الأدوار في المدة الزمنية $z = 0,025$ ثا هو $\frac{0,025}{0,01} = 2,5$ دور .

عدد الأمواج المرتسمة على السائل يساوي عدد الأدوار

