جامعة بنها **الفرقة: الثالثة تعليم أساسي(علوم) (تخلف)**

كلية التربية **د./ صلاح عيد إبراهيم حمزة**

دور يناير 2013

نموذج إجابة مادة حرارة وموجيات **تاريخ الإمتحان: 2012/12/23**

س1 (أ) عرف كلا من: الطول الموجي – التردد.

- الطول الموجي: هو المسافة بين نقتطين لهما نفس الطور
- التردد: هو عدد الموجات الكاملة في وحدة الزمن

س1(ب) استنتج المعادلة العامة للحركة التوافقية.

رأينا فى البند السابق أن إزاحة جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة يمكن وصفها بالمعادلة:

$$y = A\sin(\omega t + \delta)$$

حيث تمثل y الإزاحة عند أى زمن، A سعة الحركة، δ فرق الطور. بتفاضل المعادلة السابقة مرتين بالنسبة الزمن نحصل على:

$$\frac{dy}{dt} = \dot{y} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$$

حيث تمثل $\dot{y}$ سرعة الجسم المتذبذب، $\ddot{y}$ عجلة الحركة. وحيث أن $y = A\sin(\omega t + \delta)$ فإن:

$$\ddot{y} = -\omega^2 y$$

وتسمى المعادلة الأخيرة بالمعادلة التفاضلية للحركة التوافقية. ونلاحظ أن عجلة الحركة تتناسب طرديا مع الإزاحة وفى عكس إتجاهها. وثابت التناسب فى هذه الحالة يعطى مربع السرعة الزاوية للحركة.

س1(ج) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة تبعا للعلاقة $y = 4\cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$. **(أ) عين السعة – التردد – الزمن الدوري (ب) احسب سرعة وعجلة الجسم عند أي زمن.**

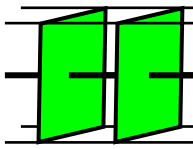
(أ) السعة تساوي 4، التردد $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = \frac{1}{2}\,Hz$ ، الزمن الدورى $T = \frac{1}{\nu} = 2\sec$

(ب) $\upsilon = \frac{dy}{dt} = -4\pi \sin(\pi t + \frac{\pi}{4})$ ، العجلة $\frac{d^2y}{dt^2} = -4\pi^2 \cos(\pi t + \frac{\pi}{4})$

س2 (أ) عرف كلا من: العدد الموجي – السطح الموجي

- العدد الموجي هو: عدد الموجات الكاملة في وحدة الطول
- السطح الموجي هو: المحل الهندسي للجسيمات التي تتذبذب بدون فرق في الطور يعرف بالسطح الموجى. ومن الواضح أنه يوجد ملايين الأسطح الموجية ولكن يوجد صدر موجي واحد عند كل لحظة زمنية. والسطح الموجى لايتغير مع الزمن ولكن الصدر الموجى يتغير. السطح الموجي يمكن أن يأخذ أي شكل، فإذا أنتشر الاضطراب في اتجاه واحد فإن السطح الموجى يكون عبارة عن مستوى وتسمى الموجة في هذه الحالة بالموجة المستوية كما يسمى الخط العمودي على سطح الموجة وفى اتجاه انتشارها بالشعاع. ومن الواضح أن الأشعة في الموجة المستوية تكون متوازية، شكل (a) . هناك نوع آخر من الأسطح الموجية وهو السطح الكروي حيث ينتشر الاضطراب

فـي جميـع الاتجاهـات حـول المصـدر الضـوئي. ويأخـذ سـطح الموجـة الشـكل الكـروي والأشعة تمثل أنصاف أقطار الكرة وتنتشر في جميع الاتجاهات، شكل (b).



(b)

س2 (ب) استنتج المعادلة التفاضلية العامة لحركة الموجة.

إذا تحركت موجة في أي وسط فإن جميع الجسيمات الحاملة للموجة تتذبذب بنفس الحركة التوافقية البسيطة ويكون لها نفس السعة ونفس التردد ولكنها تخلف في الطور. نفرض أن

y هي الإزاحة لجسم يقع عند نقطة الأصل

$$y = A \sin \omega t \qquad (1)$$

أما الإزاحة للأي جسيم آخر على يمين أو يسار نقطة الأصل ويبعد عنها مسافة x فهي

$$y = A \sin(kx \pm \omega t) \qquad (2)$$

والإشارة $\pm$ لتحديد اتجاه انتشار الموجة. فإذا كانت الموجة تنتشر ناحية اليسار (سالب x) تكون معادلتها

$$y = A \sin(kx + \omega t) \qquad (3)$$

وإذا كانت الموجة تنتشر ناحية اليمين (موجب x) تكون معادلتها

$$y = A \sin(kx - \omega t) \qquad (4)$$

وتعطى المعادلة (3) أو (4) إزاحة جسيم عند أي زمن (t). ويمكن بصفة عامة الحصول على المعادلة التفاضلية التي تحكم الحركة الموجية لأي نظام متذبذب كالآتي:

- بتفاضل معادلة (4) مرتين بالنسبة للمسافة x

$$\frac{dy}{dx} = kA\cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -k^2 A\sin(kx - \omega t)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -k^2 y \qquad (5)$$

- بتفاضل معادلة (4) مرتين بالنسبة للزمن t

$$\frac{dy}{dt} = -\omega A\cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\omega^2 A\sin(kx - \omega t)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\omega^2 y \qquad (6)$$

باستخدام معادلة (5) $\omega = k\upsilon$ فإن

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -k^2\upsilon^2 y \qquad (7)$$

بمقارنة معادلة (5)، (7) نحصل على

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \upsilon^2 \frac{dy^2}{dx^2} \qquad (8)$$

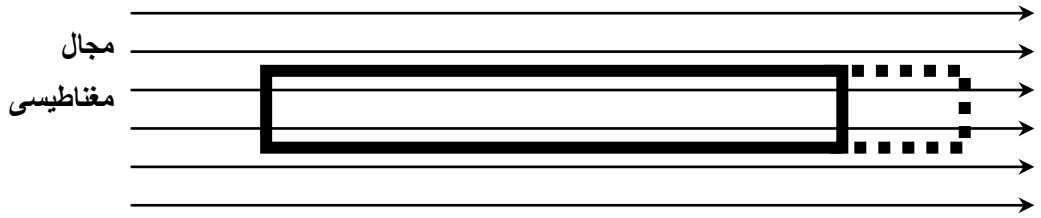
وهذه هي المعادلة التفاضلية لحركة الموجة. وأي معادلة تأخذ هذا الشكل تمثل موجة سرعة انتشارها υ تعطى من جزر معامل $\frac{d^2y}{dx^2}$.

س2 (أ) أكتب فكرة مبسطة عن الموجات الفوق صوتية.

الموجات الفوق صوتية هي موجات ذات تردد يعلو عن المدى المسموع ولها أهمية كبيرة في العلم وتطبيقاته. فالموجات الفوق صوتية ذات التردد 6800 Hz يكون طول موجتها حوالي 0.5 cm وهى لذلك يمكن استخدامها كشعاع موجه للكشف عن الغواصات داخل المياه أو أماكن تجمع الجليد في البحار لكي تتفاداه الغواصات والسفن العملاقة. وتستخدم الطرق العادية لإنتاج هذه الموجات فمثلا لا تستخدم مكبرات الصوت لأن غشاء المكبر لايمكن أن يتذبذب بهذه الترددات المرتفعة. والموجات الفوق صوتية يمكن إنتاجها بإحدى طريقتين تعتمد أولهما على ظاهرة البيزومغناطيسية والثانية على ظاهرة البيزوكهربية.

مولدات ذبذبات البيزومغناطيسية

بعض المواد مثل الحديد والنيكل والكوبالت يحدث لها تغير في أبعادها الهندسية عند تطبيق مجال مغناطيسي قوى عليها. وتعرف هذه الظاهرة بالانفعال المغناطيسي والتي أكتشفها جول سنة 1847.



فعند وضع قضيب بداخل ملف في مجال مغناطيسي كما في الشكل فإن طوله يتغير بمقدار $\Delta\ell$ وذلك لأن المجال المغناطيسي يسبب نوع من الإجهاد لإعادة ترتيب ثنائيات القطب داخل المادة مما يؤدى إلى انفعال المادة على شكل تغير في طولها. ويعطى الانفعال من العلاقة

$$\text{الانفعال} = \frac{\Delta\ell}{\ell}$$

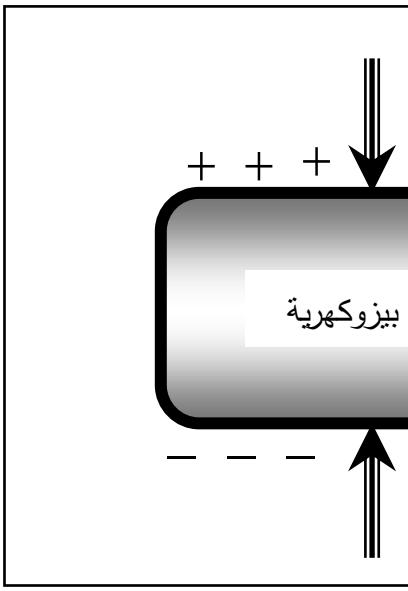
ويمكن استغلال ظاهرة البيزومغناطيسية في إنتاج ذبذبات انفعالية فوق صوتية وذلك بتطبيق مجال مغناطيسي قوى يتغير دوريا مع الزمن. ويحسب تردد الموجات الفوق صوتية الناتجة بهذه الطريقة من المعادلة التفاضلية

$$\nu = \frac{1}{\ell}\sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

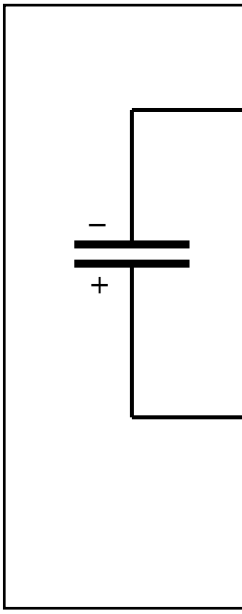
واضح أن تردد الموجة الفوق صوتية الناتجة يتوقف على مواصفات القضيب فقط مثل الطول ومعامل ينج وكثافة مادته ولا يعتمد على أي بيانات تخص المجال المغناطيسي وذلك لأنه للحصول على الرنين لابد أن يتوافق تردد القضيب مع تردد المجال المغناطيسي.

مولدات ذبذبات البيزوكهربية

في سنة 1880 أكتشف العالمان بير وجاكوب كورى أن بعض البلورات عند الضغط عليها بقوة تتولد شحنات كهربية على سطحها (موجبة على أحد الأوجه وسالبة على الوجه الآخر) كما في الشكل التالي . وقيمة الشحنة المتولدة تتناسب مع الضغط على البلورة كما يمكن استخدام هذه الشحنة كمقياس للضغط بدقة عالية.

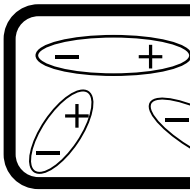


وعندما نقوم بالعملية العكسية أي إذا أثرنا على هذه البلورة بمجال كهربي كما هو موضح بالشكل التالي فإن البلورة تتمدد أو تنكمش تبعا لاتجاه المجال.



ويمكن تفسير ذلك على أساس أن هذا النوع من البلورات يحتوى على ثنائيات قطب موزعة عشوائيا في البلورة كما في الشكل التالي. عند تطبيق مجال كهربي فإن ثنائيات القطب تدور ليكون محورها في اتجاه المجال وينتج عن ذلك تمدد البلورة. وعند عكس المجال تدور ثنائيات القطب لتعود في عكس الاتجاه مارة باللحظة التي يكون فيها محورها متعامدا مع المجال فتنكمش البلورة.

وعليه فعند تطبيق مجال كهربي متردد فإن التمدد والانكماش يتبادلان بنفس تردد المجال الكهربي. هذا بدوره يؤدى إلى عمل ضغط متتالي على طبقة الوسط الملاصق للبلورة بنفس تردد البلورة وينتقل هذا الضغط على شكل موجات ميكانيكية يتوقف ترددها على تردد المجال الكهربي. وتستخدم هذه البلورة في توليد الموجات الفوق صوتية والكشف عنها.



وذلك لأن عملية التمدد والانكماش (موجات ميكانيكية) تحدث نتيجة تطبيق مجال كهربي متغير. وعلى العكس من ذلك ينشأ المجال المتغير نتيجة الضغط الميكانيكي على البلورة وبالتالي يمكن الكشف عن الموجات الفوق صوتية لأنها تسبب ضغوط متغير

س2 (ب) اثبت أن العلاقة الرياضية التي تربط السرعة الخطية والزاوية والعدد الموجي هي $\omega = k\upsilon$.

حيث أن $2\pi = \omega T$ ، $2\pi = k\lambda$ فإن

$$\omega T = k\lambda$$

$$\omega = \frac{k\lambda}{T} = k\lambda\nu = k\upsilon$$