

الدرس 3: الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

I. الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية

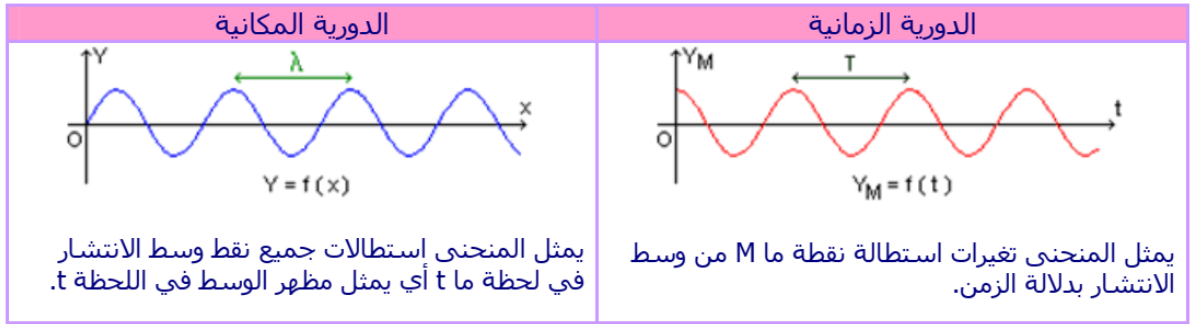
الموجة الميكانيكية المتوالية هي انتشار اضطراب دوري (يتكرر بشكل دوري، أي بعد مدة زمنية متساوية يتكرر التشوه نفسه) في وسط مادي مرن ينقل الطاقة دون انتقال المادة.

(1) الدورية الزمنية :

تكرر نفس التشوه عند نقطة معينة بعد مدة زمنية ثابتة تسمى **الدور T**.

(2) الدورية المكانية :

تكرر نفس التشوه في نفس اللحظة على مسافات متساوية تسمى **الطول الموجي λ** .



المسافة λ تسمى **طول الموجة**.

(3) طول الموجة :

طول الموجة يساوي المسافة التي تقطها الموجة خلال كل دور زمني T، وتعبيرها : $\lambda = V \times T = \frac{V}{N}$

يمكن أن نقول أيضا أن طول الموجة هو أصغر مسافة تفصل بين نقطتين لهما نفس الحالة الاهتزازية (نقول أنهما على توافق في الطور).
ملاحظة : طول الموجة لا يتعلق بالموجة، لكنه يتعلق بوسط انتشارها.

II. الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية

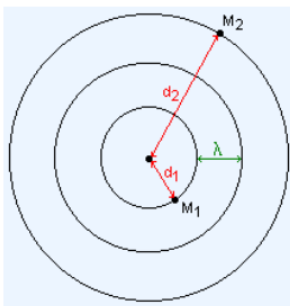
إذا كان التشوه يتغير مع الزمن وفق دالة جيبية، فإن الموجة تسمى **موجة جيبية**.

(1) **الدور T** : المدة الزمنية التي يستغرقها التشوه ليرتد دورة واحدة.

(2) **التردد N** : عدد الدورات في الثانية، ويعطى بالعلاقة $N = \frac{1}{T}$

(3) **الطول الموجي λ** : المسافة الفاصلة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور.

(4) **التوافق والتعاكس في الطور :**



النقطتان تهتزتان على توافق في الطور: في كل لحظة $y_{M_2} = y_{M_1}$	$ d_2 - d_1 = k\lambda$ $k \in \mathbb{N}$
النقطتان تهتزتان على تعاكس في الطور: في كل لحظة $y_{M_2} = -y_{M_1}$	$ d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

III. استعمال الوماض (Stroboscope) لتحديد التردد

(1) تعريف

الوماض هو جهاز يصدر ومضات ضوئية متقطعة بتردد قابل للضبط. عندما نسلط ضوء الوماض على جسم مهتز (مثلاً شوكة رنانة أو نابض)، فإننا نراه كما لو كان متوقفاً إذا كان تردد الوماض مساوياً لتردد الجسم المهتز. بهذه الطريقة نستطيع تحديد التردد N للموجة بدقة.



صورة لوماض

(2) التوقف الظاهري (Arrêt apparent)

يحدث التوقف الظاهري عندما يتساوى تردد الوماض مع تردد الجسم المهتز، فيبدو للمشاهد وكأن الجسم متوقف عن الحركة رغم أنه يهتز فعلاً. إذا كان تردد الوماض يساوي نصف أو مضاعف تردد الاهتزاز، يمكن أن يظهر الجسم وكأنه يتحرك حركة بطيئة أو في الاتجاه المعاكس. نلخص ذلك فيما يلي :

T_s دور الوماض و N_s هو تردد الوماض.

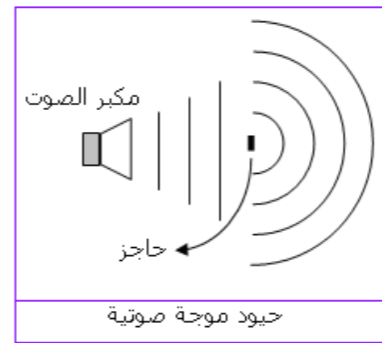
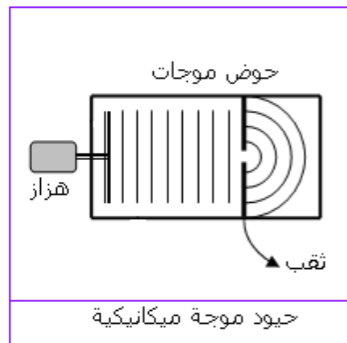
N دور الموجة و N هو ترددها.

$T_s = kT$	توقف ظاهري لنقط وسط الانتشار
$T_s \geq T$	حركة ظاهرية بطيئة في المنحنى الحقيقي ترددها: $N_a = N - N_s$
$T_s \leq T$	حركة ظاهرية بطيئة في المنحنى المعاكس ترددها: $N_a = N_s - N$

IV. ظاهرة الحيود (Diffraction)

(1) تعريف

عندما تمر موجة عبر شق ضيق أو بجانب حاجز، فإنها تنتشر خلفه. يحدث حيود للموجة عندما تكون أبعاد الشق أو الحاجز صغيرة جداً. يكون الحيود واضحاً عندما يكون عرض الشق في نفس مرتبة الطول الموجي λ . هذه الظاهرة خاصة للموجات تؤكد أنها لا تنتشر دائماً بخط مستقيم.

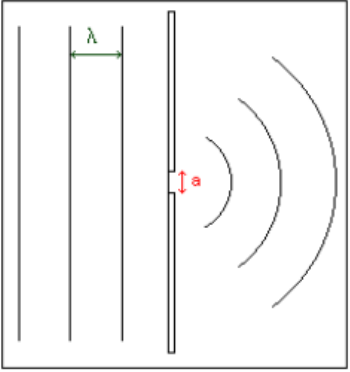
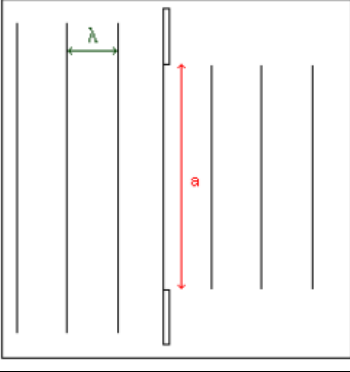


يتصرف الثقب أو الحاجز كمنبع للموجات.

(1) شرط الحيود :

عندما نحدث موجة مستقيمية على سطح حوض ماء به صفيحتين عموديتين على سطح الماء، وتحذان شقا عرضه a نلاحظ النتائج المبينة في الصورتين أسفله :

الحالة	$a \gg \lambda$	$a \leq \lambda$
الملاحظة		

		تمثيل التجربة
تحدث ظاهرة الحيود	لا تحدث ظاهرة الحيود	النتيجة

تحدث ظاهرة الحيود عندما يكون عرض الحاجز أو الشق أصغر من أو يساوي طول الموجة $\lambda \leq a$ ، فنحصل على موجة محيدة لها نفس خصائص الموجة الواردة (نفس الطول، نفس السرعة ونفس التردد).

V. ظاهرة التبدد :

يعتبر الوسط مبددا لموجة متوالية جيبية، إذا كانت سرعة انتشار هذه الموجة في الوسط تتعلق بترددتها.

أمثلة :

سطح الماء وسط مبدد للموجات الميكانيكية.

الهواء ليس وسطا مبددا للموجات الصوتية.