

## الدرس 3: الموجة الميكانيكية المتواالية الدورية

### I. الموجة الميكانيكية المتواالية الدورية

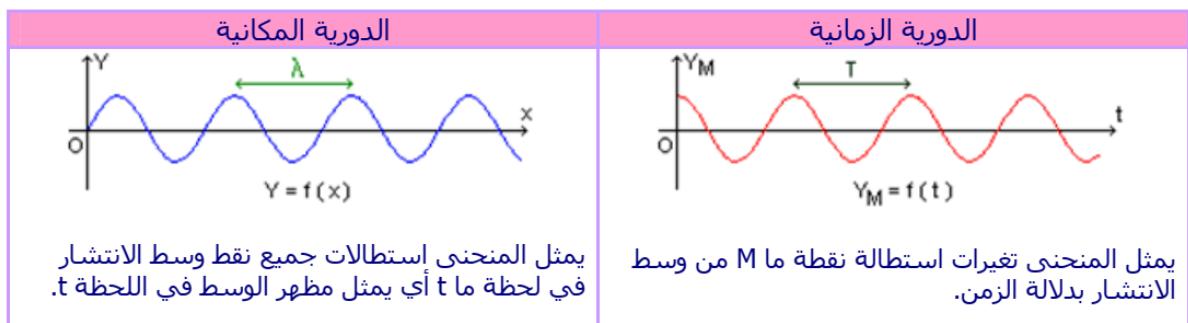
الموجة الميكانيكية المتواالية هي انتشار اضطراب دوري (يتكرر بشكل دوري، أي بعد مدة زمنية متساوية يتكرر التشوّه نفسه) في وسط مادي مرن ينقل الطاقة دون انتقال المادة.

(1) الدورية الزمنية :

تكرار نفس التشوّه عند نقطة معينة بعد مدة زمنية ثابتة تسمى الدور  $T$ .

(2) الدورية المكانية :

تكرار نفس التشوّه في نفس اللحظة على مسافات متساوية تسمى الطول الموجي  $\lambda$ .



المسافة  $\lambda$  تسمى طول الموجة.

(3) طول الموجة :

$$\text{طول الموجة} \equiv \text{مسافة نقطتها المترافقه على طول الموجة} = \frac{V}{N} \times T = V \times T$$

يمكن أن نقول أيضاً 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 المتواالية الجيبية

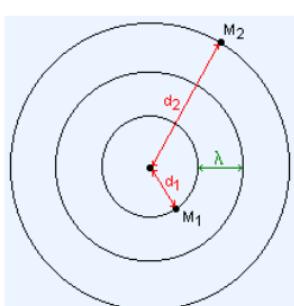
إذا كان التشوّه يتغير مع الزمن وفق دالة جيبية، فإن الموجة تسمى موجة جيبية.

(1) الدور  $T$  : المدة الزمنية التي يستغرقها التشوّه ليتم دورة واحدة.

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

(3) الطول الموجي  $\lambda$  : المسافة الفاصلة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور.

(4) التوافق والتعاكس في الطور :



النقطتان تهتزان على توافق في الطور:

$$y_{M_2} = y_{M_1}$$

$$|d_2 - d_1| = k\lambda$$
$$k \in \mathbb{N}$$

النقطتان تهتزان على تعاكس في الطور:

$$y_{M_2} = -y_{M_1}$$

$$|d_2 - d_1| = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

### III. استعمال الومامض (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 المهزوز. بهذه الطريقة نستطيع تحديد التردد  $N$  للوحة بدقة.



صورة لوماض

## (2) التوقف الظاهري (Arrêt apparent)

يحدث التوقف الظاهري عندما يتتساوى تردد الوماض مع تردد الجسم المهزوز، 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 :

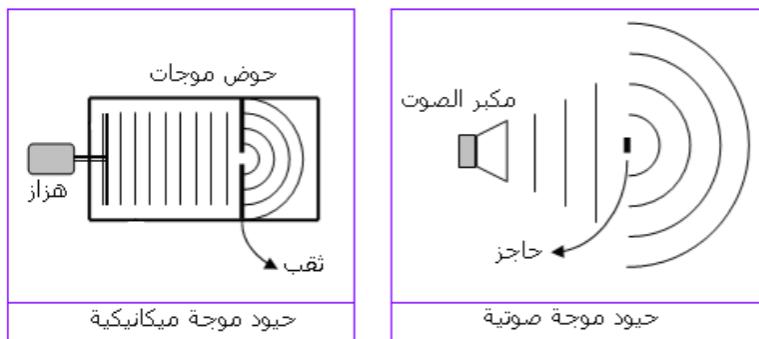
دور الوماض و  $N_s$  هو تردد الوماض.  
دور الموجة و  $N$  هو ترددتها.

توقف ظاهري لنقط وسط الانتشار	$T_s = kT$
$N_a = N - N_s$	$T_s \geq T$
$N_a = N_s - N$	$T_s \leq T$

## IV. ظاهرة الحيود (Diffraction)

### (1) تعريف

عندما تمر موجة عبر شق ضيق أو بجانب حاجز، فإنها تنتشر خلفه. يحدث حيود الموجة عندما تكون أبعاد الشق أو الحاجز صغيرة جداً. يكون الحيود واضحأً عندما يكون عرض الشق في نفس مرتبة الطول الموجي  $\lambda$ . هذه الظاهرة خاصية للموجات تؤكد أنها لا تنتشر دائمأً بخط مستقيم.



ينصرف الثقب أو الحاجز كمنبع للموجات.

### (1) شرط الحيود :

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

$a \leq \lambda$	$a >> \lambda$	الحالة
		الملاحظة

		<b>التجربة تمثل</b>
<b>النتيجة</b> لا تحدث ظاهرة الحيد	<b>النتيجة</b> تحدث ظاهرة الحيد	

تحدث ظاهرة الحيد 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 التبعد :

يعتبر الوسط مبدداً لموجة متواالية جيبية، إذا كانت سرعة انتشار هذه الموجة في الوسط تتبع بتردداتها.

**أمثلة :**

سطح الماء وسط مبدد للموجات الميكانيكية.

الهواء ليس وسطاً مبدداً للموجات الصوتية.