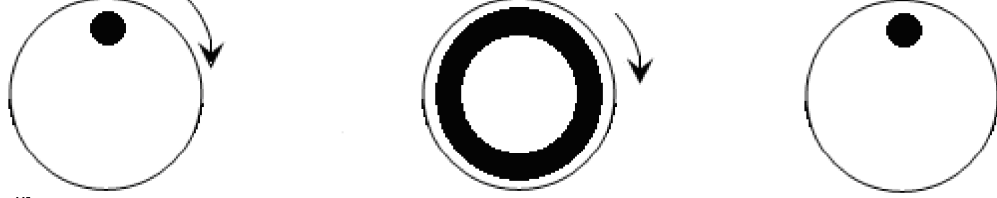


الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

1. الوماض :

- الوماض جهاز يمكن من إصدار ومضات ضوئية سريعة في مدد زمنية منتظمة دورها Te و ترددها Ne يمكن تغييرها وضبطها

- تمكن الدراسة بالوماض من ملاحظة حركة ظاهرية بطيئة من جهة و قياس ترددها من جهة أخرى



يبدو القرص متوقفا
بين ومضتين متتاليتين Te ينجز القرص
دورة كاملة T أو عدد K.T من الدورات

القرص في حالة حركة منتظمة
(دور الحركة T)

القرص في حالة سكون

- القرص في حركة دورانية منتظمة

- في الضوء العادي لا يمكن تحديد البقعة على القرص و إنما نعين شريطا دائريا يمثل مسارها

- باستعمال الوماض $\sqrt{TM}$ ضبط تردده في قيم معينة نعين سكونا ظاهريا للقرص ونترجم ذلك بالعلاقة التالية $N = K.Ne$

أو $Te = k.T$ بحيث N و T على التوالي تردد و دور الحركة

- إذا دور الحركة و Te متقاربين فيبين ومضتين ينجز القرص دورة و جزء من الدورة

* $Te > T$ ومنه $N > Ne$: نعين حركة بطيئة في منحى الحركة بتردد ظاهري $Na = N - Ne > 0$

* $Te < T$ ومنه $N < Ne$: نعين حركة بطيئة في المنحى المعاكس للحركة بتردد ظاهري $Na = N - Ne < 0$

2. الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية:

2.1. تعريف:

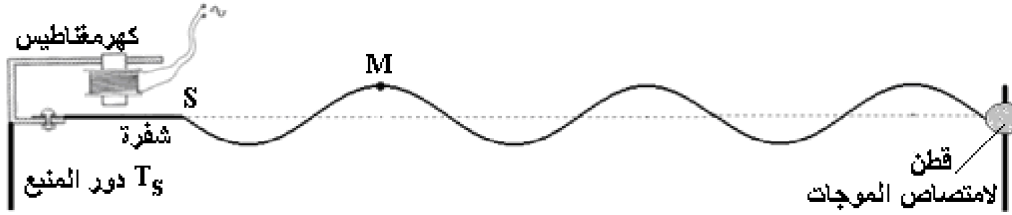
- تكون ظاهرة ما دورية عندما تتكرر بانتظام و بكيفية مماثلة خلال مدد زمنية متساوية

مثال : * حركة شفرة مهنزة

* تعاقب الليل و النهار

2.2. تجربة:

- نحدث بواسطة كهرومغناطيس اهتزاز دوري وجيبي والذي ينتج عنه موجة متوالية دورية طول الحبل



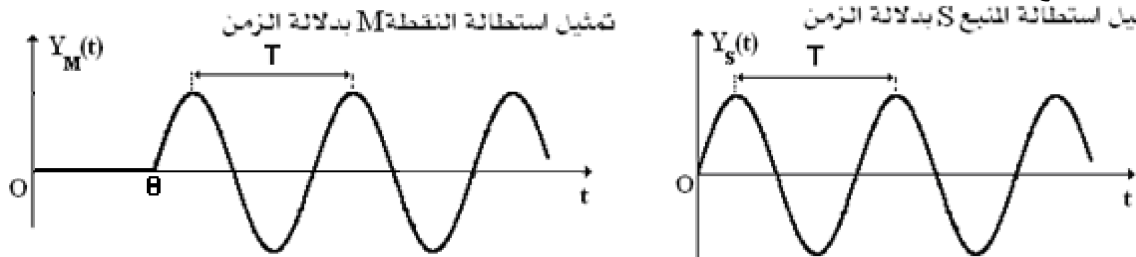
أمثلة:

- الموجة على سطح الماء إذا كان للمنبع حركة دورية

- الصوت المنبعث من آلة موسيقية

2.2. الدورية الزمانية:

- عند تتبع حركة المنبع خلال الزمن نلاحظ أن الحركة مستقيمة جيبيية دورية تتكرر خلال نفس المدة نسميها الدور ونرمز له ب T

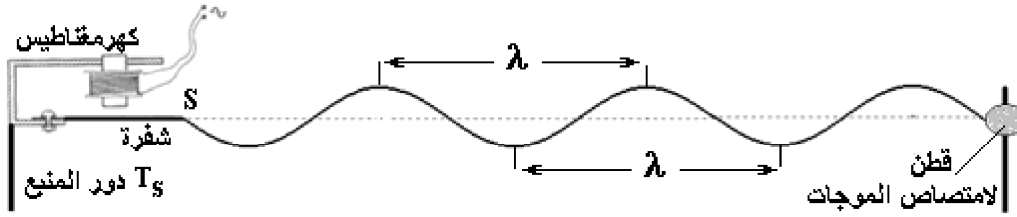


- الدور الزمني T لموجة متوالية دورية هو المدة الزمنية التي تتكرر فيها الظاهرة بكيفية مماثلة وحدة T هي الثانية (s)

- نفس الحركة تعيدها باقي نقط وسط الانتشار لكن بتأخر زمني θ حيث: $SM = V.\theta$

S: المنبع و M: أي نقطة من وسط الانتشار

2.3. الدورية المكانية



- نسمي الدور المكاني لموجة ميكانيكية متوالية دورية المسافة الثابتة التي تفصل بين نقطتين متتاليتين تهتزان بنفس الكيفية و في نفس اللحظة.
- لنقطتين من وسط الانتشار، يفصل بينهما الدور المكاني، نفس الحركة عند نفس اللحظة.

3. الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية:

3.1. تعريف الموجة الجيبية:

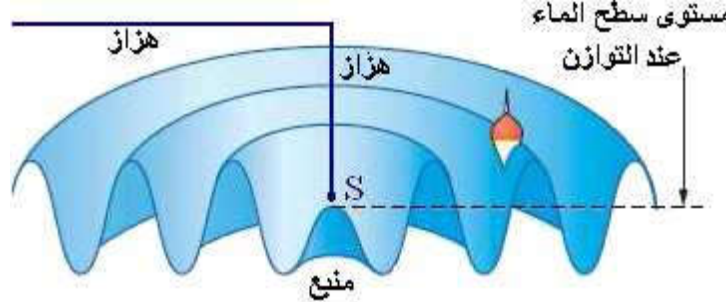
الموجة المتوالية الجيبية هي موجة يكون المقدار الفيزيائي المقرون بها دالة جيبية بالنسبة للزمن

$$y(t) = A \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

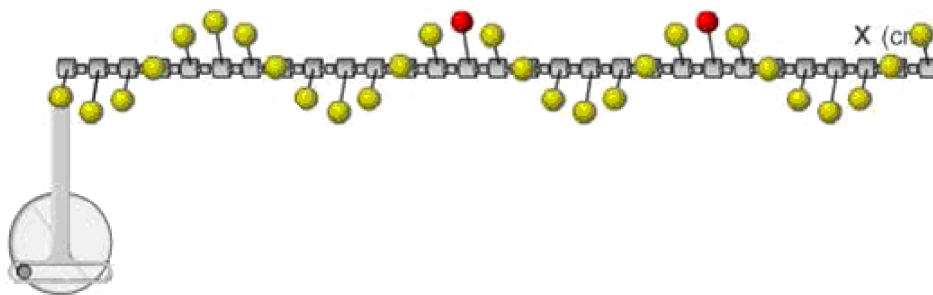
A: وسع حركة المنبع S
T: دور الزمني للحركة

أمثلة:

- يحدث مسمار موجة متوالية على سطح الماء



- يحدث المنبع موجة متوالية جيبية على سلم ببناء



3.2. العلاقة بين طول الموجة و الدور

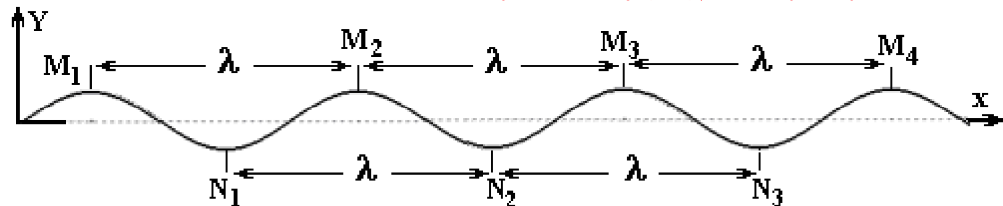
* تعريف :

نسمي طول الموجة λ المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة T.

λ: طول الموجة أو الدورية المكانية (m)
V: سرعة انتشار الموجة (m.s⁻¹)
ν: تردد الموجة (Hz)

$$\lambda = V \cdot T = \frac{V}{\nu} \quad \text{و} \quad V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$$

* مقارنة حركة نقطتين من وسط الانتشار:



- نقطتان تهتزان على توافق في الطور إذا كانتا تهتزتان بنفس الحركة و في نفس الوقت

$$SM_2 - SM_1 = K \lambda$$

$$Y(M_1) = Y(M_2)$$

مثال:

النقط (M₁,M₂,M₃,M₄) تهتز على توافق في الطور
النقط (N₁,N₂,N₃) تهتز على توافق في الطور

- نقطتان تهتزان على تعاكس في الطور إذا كانتا تهتزتان متعاكستان

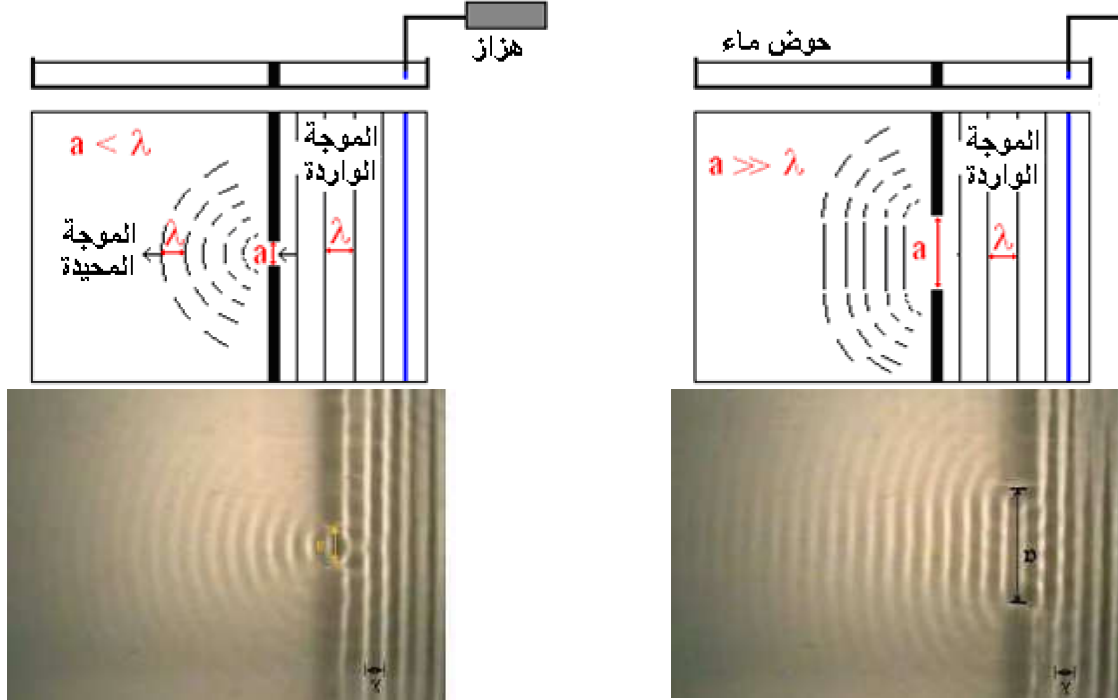
$$SM_2 - SM_1 = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$Y(M_1) = -Y(M_2)$$

مثال:

النقطتين (M₁,N₁) تهتز على تعاكس في الطور
النقط (M₁,N₂) تهتز على تعاكس في الطور

4. ظاهرة الحيود:



الفتحة a أكبر من طول الموجة λ و الموجة محيدة

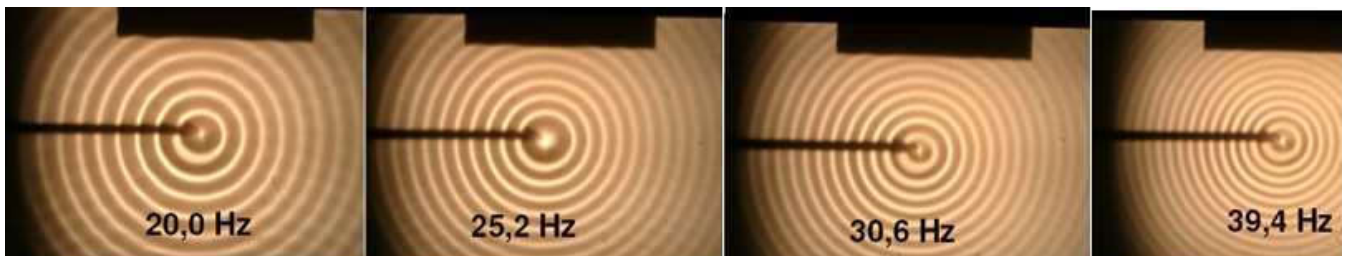
الفتحة a أكبر من طول الموجة λ و الموجة تنقل

- الموجات عندما تصطدم بحافة الحاجز أو عندما تعبر فتحة صغيرة في الحاجز عرضها a يقارب طول الموجة λ أو يصغره a < λ نلاحظ حيود الموجة
- للموجتين المحيدة والواردة نفس التردد و نفس طول الموجة.
- بالنسبة لطول موجة λ معينة كلما كان عرض الفتحة صغيرا كلما كانت ظاهرة الحيود أكثر أهمية

5. الوسط المبدد:

نغير من تردد ν الموجة الواردة و في كل مرة نقيس طول الموجة λ الموافق لها

35	30	25	20	ν (Hz)
0.7	0.8	0.9	1	λ (cm)
0.245	0.375	0.225	0.020	V(m.s ⁻¹)



عندما تتعلق سرعة انتشار موجة متوالية جيبية في وسط ما بتردد المنبع، نقول أن هذا الوسط مبدد

تمرين

يحدث هزاز موجة دورية جيبية مستعرضة ترددها $N=200\text{Hz}$ تنتشر طول حبل بسرعة $v=40\text{m.s}^{-1}$. نلاحظ الظاهرة بواسطة ومام و نعتبر أن الموجات المنتشرة لا تنعكس.

- 1.1 / احسب طول الموجة.
- 1.2 حدد ترددات الومضات لكي يظهر الحبل متوقفا.
- 1.3 مثل ما تلاحظه موضحا المقادير المميزة .
- 2 / يأخذ تردد ومضات الومضات القيمة $N_e=198\text{Hz}$.
- 2.1 أحسب المسافة d_1 المقطوعة من طرف الموجة بين ومضتين متتاليتين.
- 2.2 أحسب المسافة الظاهرية d_a لانتشار الموجة بين ومضتين متتاليتين.
- 2.3 استنتج السرعة الظاهرية للموجة.
- 3 / صف ما تشاهده عندما يأخذ تردد الومضات القيمة 202Hz .

الحل :

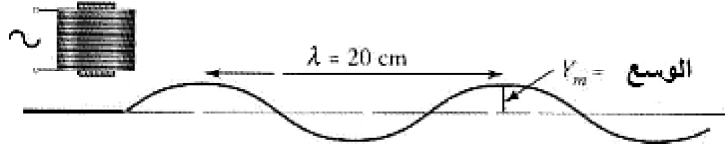
$$1-1/1 \text{ - طول الموجة: نعلم أن } \lambda = vT = \frac{v}{N} \text{ ، تطبيق عددي: } \lambda = \frac{40}{200} = 0,20\text{m} = 20\text{cm}$$

2-1 - بين ومضتين متتاليتين تقطع الموجة المسافة λ أو 2λ أو 3λ ... وهذا يحدث عندما يأخذ تردد الومضات N_e القيم التالية: N أو $\frac{N}{2}$

أو $\frac{N}{3}$ أو... أي القيم 200Hz ، 100Hz ، 67Hz ، 50Hz ...

ينبغي للتردد الدنوي أن يكون أكبر من 10Hz (تفرق العين بين الومضات عندما يكون التردد أقل من 10Hz).

3-1 - نلاحظ شكلا جيبيا دوره λ .



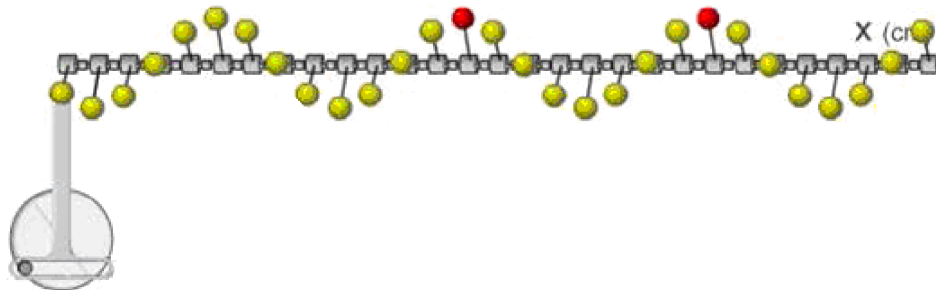
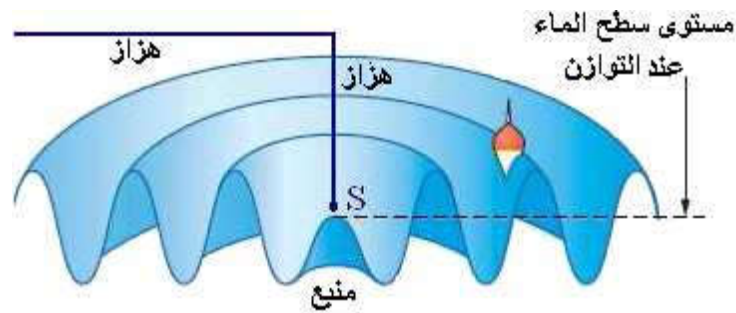
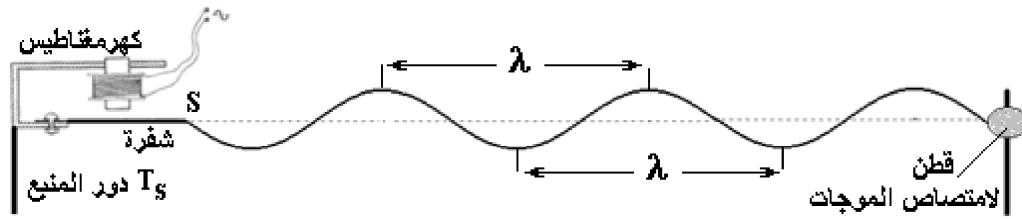
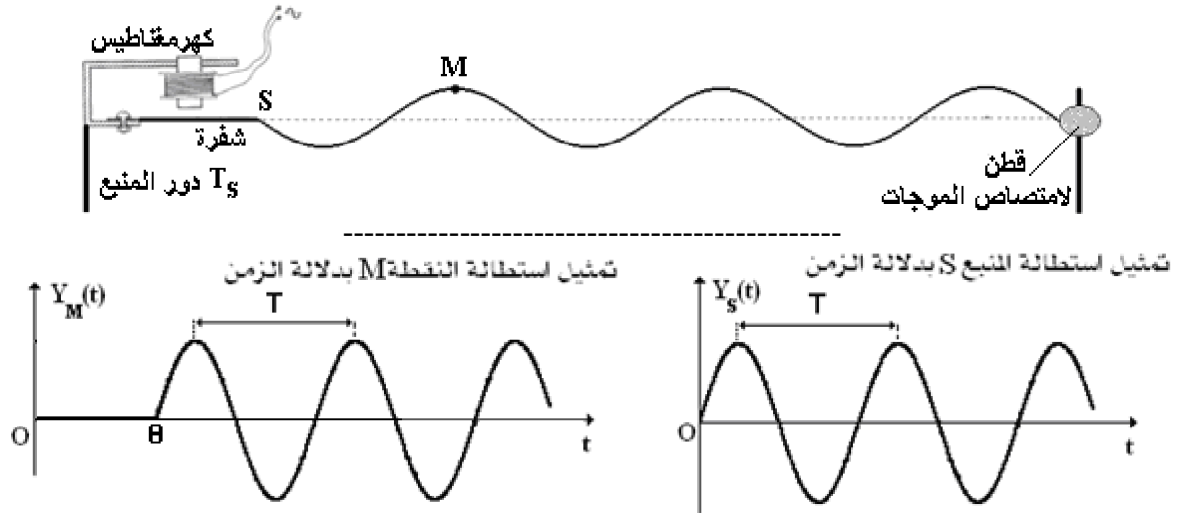
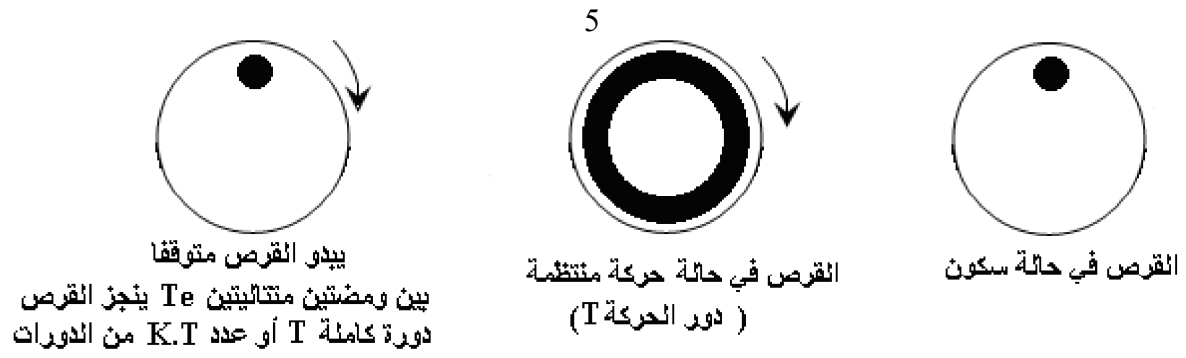
2 / 1-2 - المدة بين ومضتين متتاليتين هي: $T_e = \frac{1}{N_e}$. خلال هذه المدة قطعت الموجة المسافة :

$$d_1 = v \cdot \frac{1}{N_e} = \frac{40}{198} = 20,20\text{cm}$$

2-2 - يرى الملاحظ الحركة الظاهرية للموجة: يبدو للملاحظ أن الموجة قطعت فقط المسافة: $d_a = d_1 - \lambda$ أي $20,20 - 20 = 0,20\text{cm}$.

3-2 - السرعة الظاهرية للموجة: $v_a = \frac{d_a}{T_e} = d_a \cdot N_e$. تطبيق عددي: $v_a = 0,4\text{m.s}^{-1}$. سيلاحظ الملاحظ حركة ظاهرية بطيئة في نفس منحنى انتشار الموجة.

3 / عندما يأخذ تردد الومضات القيمة 202Hz سيلاحظ حركة ظاهرية بطيئة في المنحنى المعاكس لمنحنى انتشار الموجة.



6

