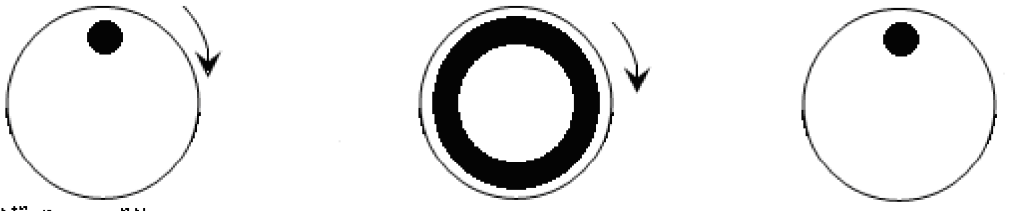
الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

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



القرص في حالة سكون

القرص في حالة حركة منتظمة
(دور الحركة T)

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

- القرص في حركة دورانية منتظمة
- في الضوء العادي لا يمكن تحديد البقعة على القرص و إنما نعاين شريطا دائريا يمثل مسارها
- باستعمال الوماض ضبط تردد ه في قيم معينة نعاين 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 Tدور الحركة و Te متقاربين فبين ومضتين ينجز القرص دورة و جزء من الدورة أو دورة إلا جزء من الدورة
  - * Te>T ومنه N>Ne : نعاين حركة بطيئة في منحى الحركة بتردد ظاهري Na=N-Ne>0
  - * Te<T ومنه N<Ne : نعاين حركة بطيئة في المنحى المعاكس للحركة بتردد ظاهري Na=N-Ne<0

2. الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية:

2.1. تعريف:

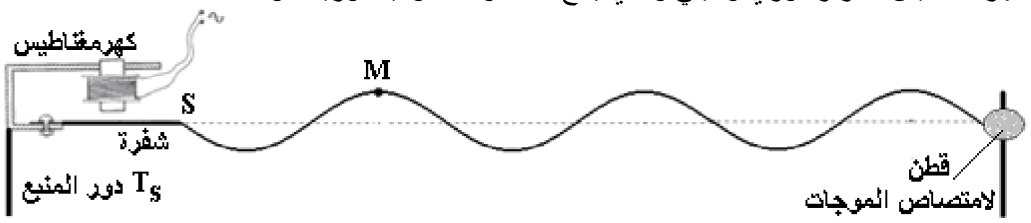
- تكون ظاهرة ما دورية عندما تتكرر بانتظام و بكيفية مماثلة خلال مدد زمنية متساوية

مثال : * حركة شفرة مهتزة

* تعاقب الليل و النهار

2.2. تجربة:

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

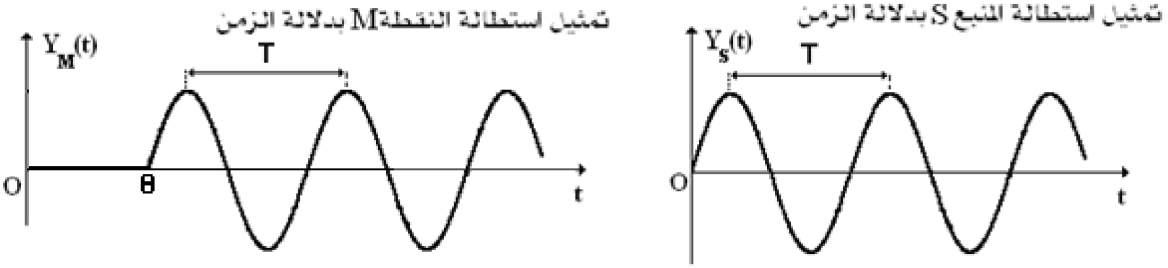


أمثلة:

- الموجة على سطح الماء إذا كان للمنبع حركة دورية
- الصوت المنبعث من آلة موسيقية

2.2. الدورية الزمانية:

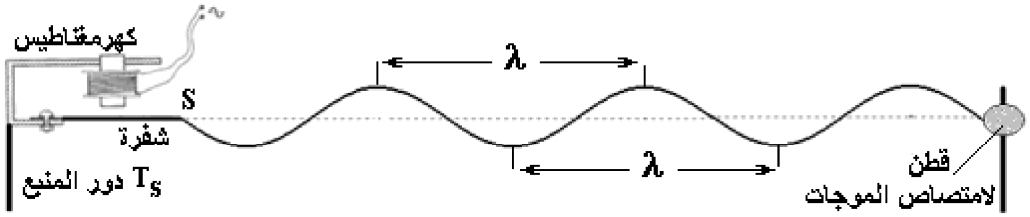
- عند تتبع حركة المنبع خلال الزمن نلاحظ أن الحركة مستقيمية جيبية دورية تتكرر خلال نفس المدة نسميها الدور ونرمز له ب T



- 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.θ**

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

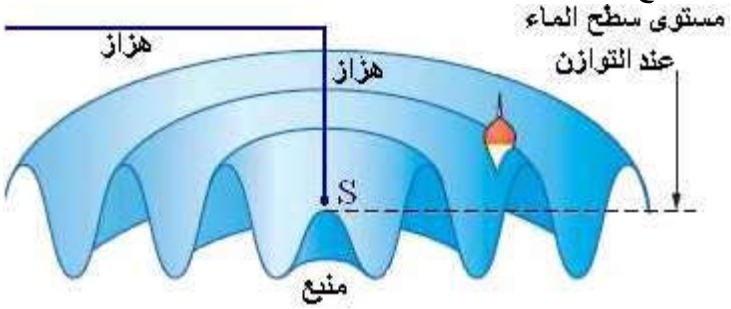
$$y(t) = A.\cos(\frac{2\pi}{T}.t)$$

A: وسع حركة المنبع S

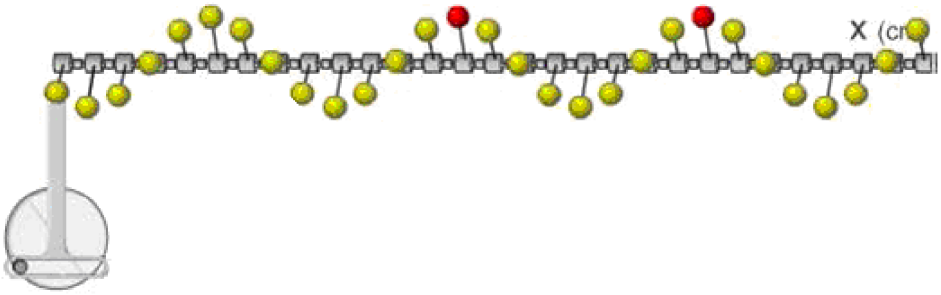
T: دور الزمني للحركة

أمثلة:

- يحدث مسمار موجة متوالية على سطح الماء



- يحدث المنبع موجة متوالية جيبية على سلم ببغاء



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.

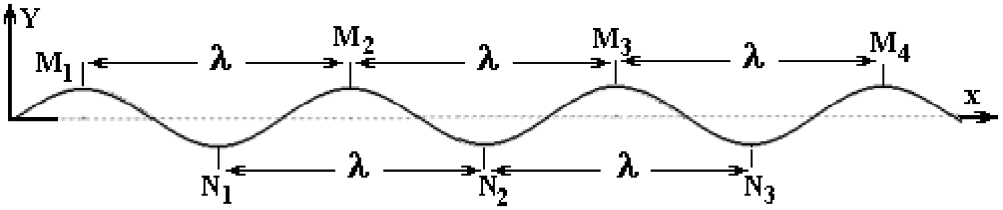
$$\lambda = V.T = \frac{V}{\nu} \quad \text{و منه} \quad V = \frac{\lambda}{T} = \lambda.\nu$$

λ:طول الموجة او الدورية المكانية (m)

V:سرعة انتشار الموجة ($m.s^{-1}$)

υ: تردد الموجة (Hz)

*** مقارنة حركة نقطتين من وسط الانتشار:**



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

$$SM_2 - SM_1 = K\,\lambda$$

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

مثال:
النقط (M_1,M_2,M_3,M_4) تهتز على توافق في الطور
النقط (N_1,N_2,N_3) تهتز على توافق في الطور

- نقطتان تهتزان على تعاكس في الطور إذا كانتا تهتزان متعاكستان

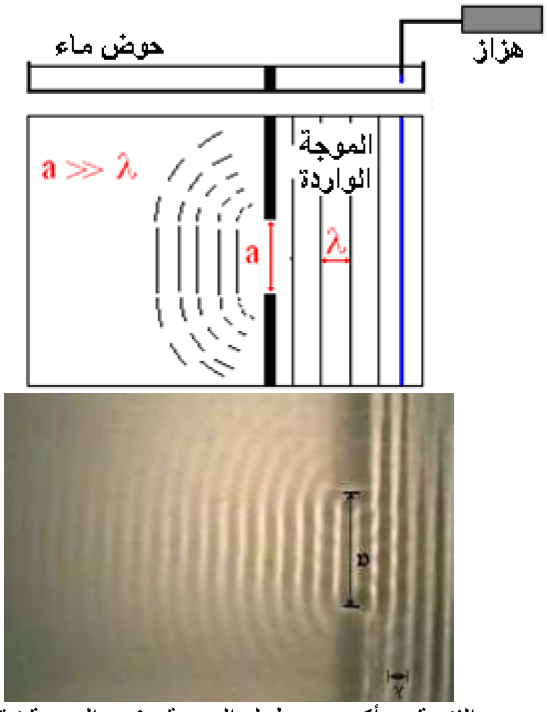
$$SM_2-SM_1=(2k+1).\frac{\lambda}{2}$$

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

مثال:
النقطتين (M_1,N_1) تهتز على تعاكس في الطور
النقط (M_1,N_2) تهتز على تعاكس في الطور

4. ظاهرة الحيود:

الفتحة a أكبر من طول الموجة λ و الموجة محيدة



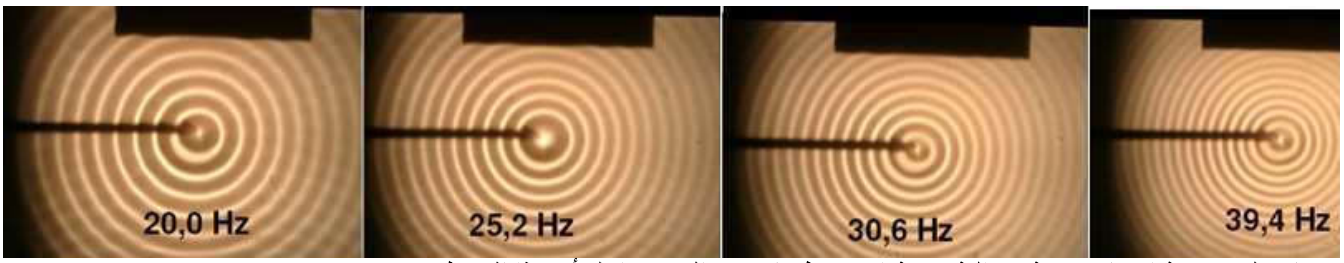
الفتحة a أكبر من طول الموجة λ و الموجة تنقل

- الموجات عندما تصطدم بحافة الحاجز أو عندما تعبر فتحة صغيرة في الحاجز عرضها a يقارب طول الموجة $a\approx\lambda$ أو يصغره $a<\lambda$ نلاحظ حيود الموجة
- للموجتين المحيدة و الواردة 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 υ الموجة الواردة و في كل مرة نقيس طول الموجة λ الموافق لها

35	30	25	20	υ (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=200Hz تنتشر طول حبل بسرعة $v=40m.s^{-1}$. نلاحظ الظاهرة بواسطة وماض و نعتبر أن الموجات المنتشرة لا تنعكس.

1/ 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 الوماض القيمة Ne= 198Hz .

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 .

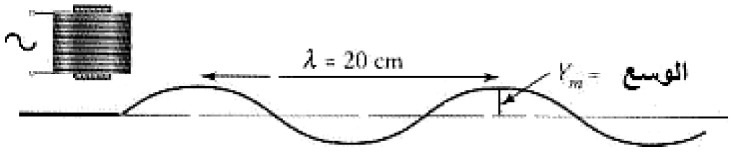
الحل :

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

1-2- بين ومضتين متتاليتين تقطع الموجة المسافة λ أو 2λ أو 3λ ...وهذا يحدث عندما يأخذ تردد الومضات Ne القيم التالية :N أو $\frac{N}{2}$ أو $\frac{N}{3}$ أو...أي القيم 200Hz، 100Hz، 67 Hz، 50Hz ...

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

1-3- نلاحظ شكلا جيبيا دوره λ .



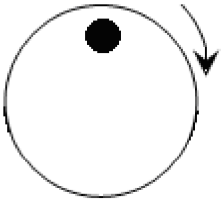
2/ 2-1- المدة بين ومضتين متتاليتين هي: $Te = \frac{1}{Ne}$.خلال هذه المدة قطعت الموجة المسافة :

$d_1 = v.\frac{1}{Ne} = \frac{40}{198} = 20,20cm$.

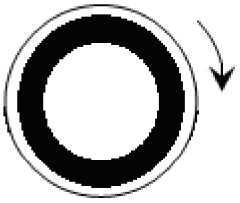
2-2- يرى الملاحظ الحركة الظاهرية للموجة :يبدو للملاحظ أن الموجة قطعت فقط المسافة : $d_a = d_1 - \lambda$ أي 20,20-20=0,20cm .

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

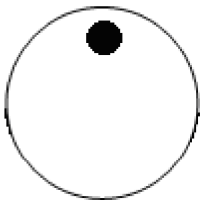
3/ عندما يأخذ تردد الومضات القيمة 202Hz سيلاحظ حركة ظاهرية بطيئة في المنحى المعاكس لمنحى انتشار الموجة.



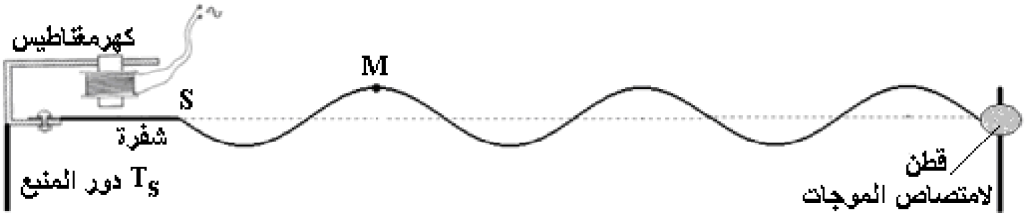
يبدو القرص متوقفا
بين ومضتين متتاليتين Te ينجز القرص
دورة كاملة T أو عدد K.T من الدورات



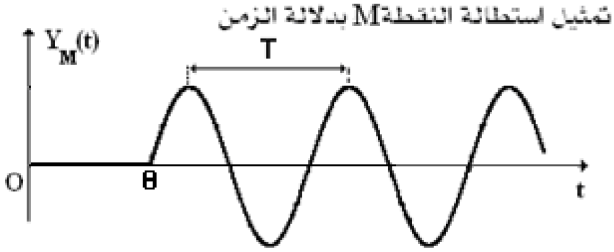
القرص في حالة حركة منتظمة
(دور الحركة T)



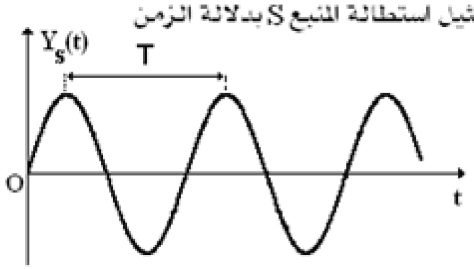
القرص في حالة سكون

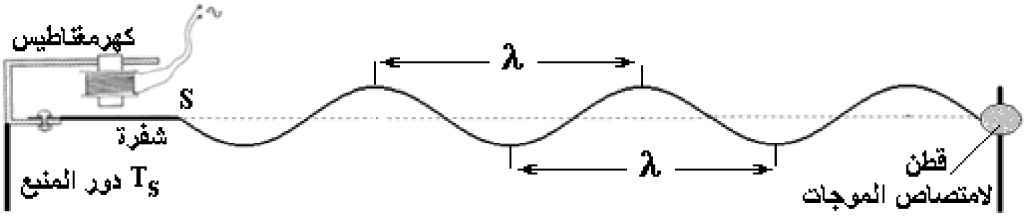


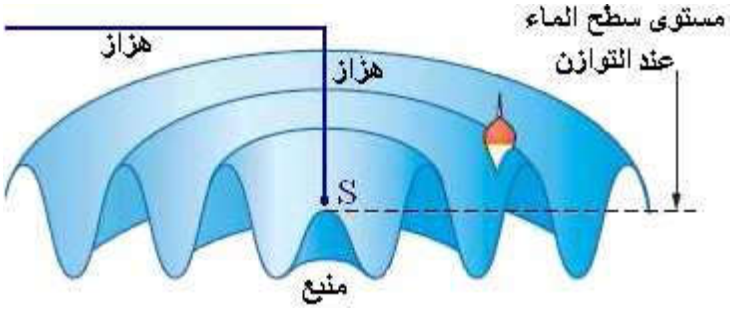
تمثيل استطالة النقطة M بدلالة الزمن

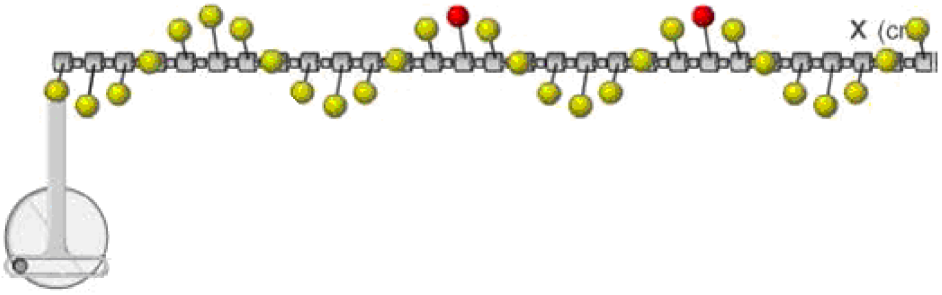


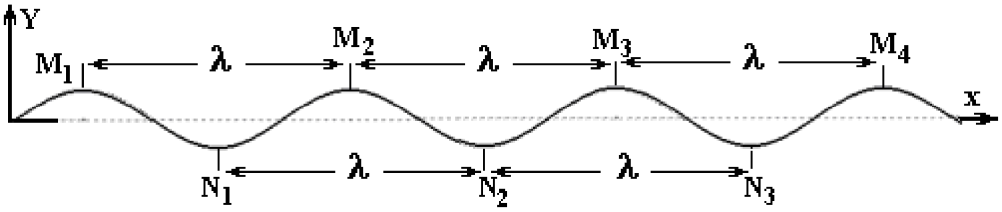
تمثيل استطالة المنبع S بدلالة الزمن

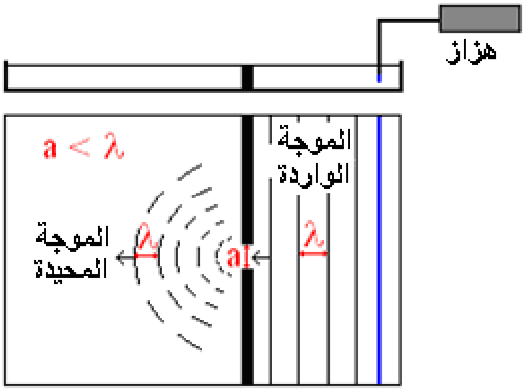


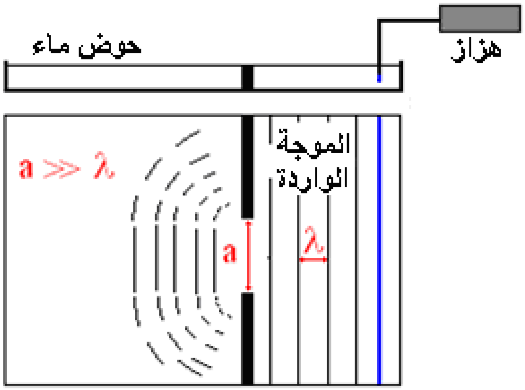


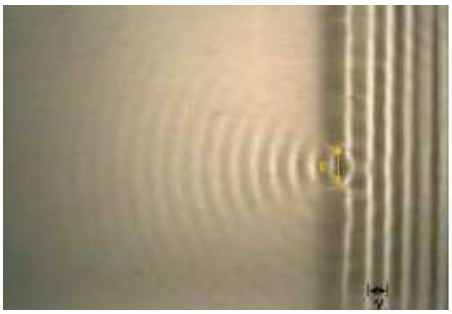


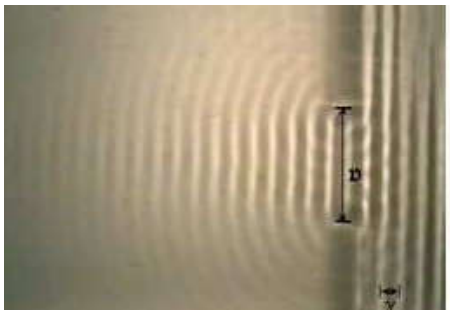


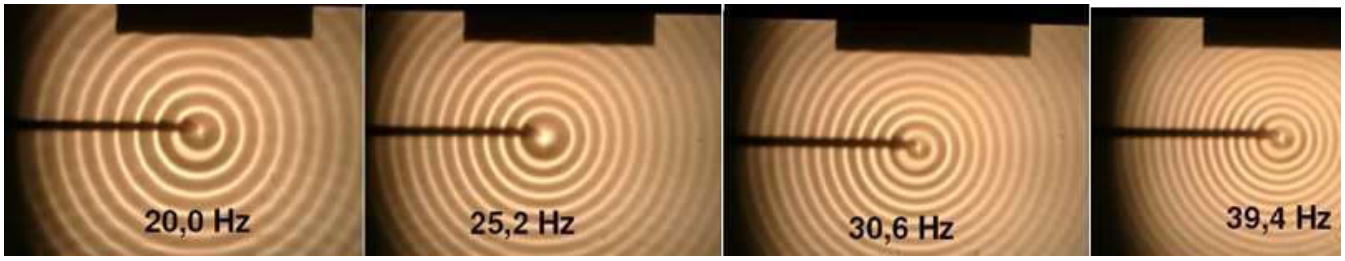

Y
M1
λ
M2
λ
M3
λ
M4
x
N1
λ
N2
λ
N3


هزاز
a < λ
الموجة الواردة
الموجة المحيدة
λ
a
λ


حوض ماء
هزاز
a ≫ λ
الموجة الواردة
a
λ






20,0 Hz
25,2 Hz
30,6 Hz
39,4 Hz