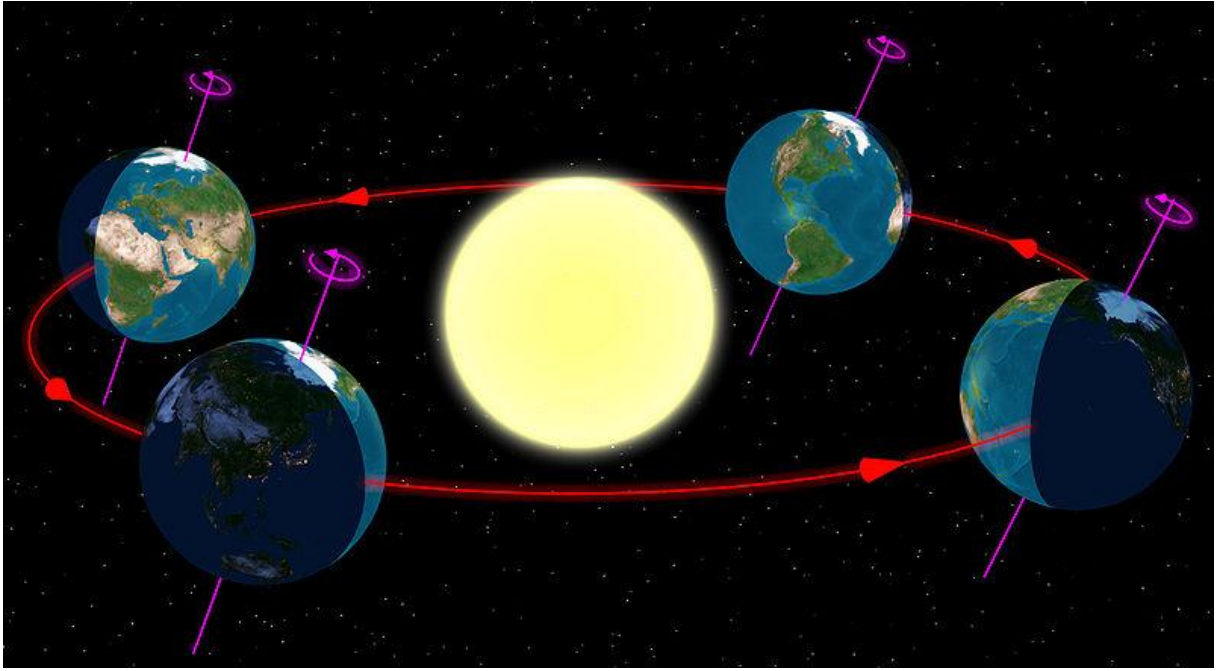


## الدرس 2: الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية من إعداد : ذ. الحسين عدي

### 1 - أمثلة وتعريف

1-1- الظاهرة الدورية هي الظاهرة التي تتكرر بكيفية منتظمة في الزمان والمكان ، والطبيعة حافلة بأمثلة من الظواهر الدورية كتعاقب الليل والنهار ودوران الأرض حول الشمس ودوران الأرض حول نفسها ودوران عقارب الساعة ودورة الفصول الأربعة والمد والجزر وحركة شفرة مهتزة وحركة نواس مرن ... وإيقاعات القلب وتعتبر الظواهر التموجية أكبر جزء من هذه الظواهر كالصوت موجة ميكانيكية والضوء موجة كهرومغناطيسية وموجات طول الحبل وموجات على سطح الماء...

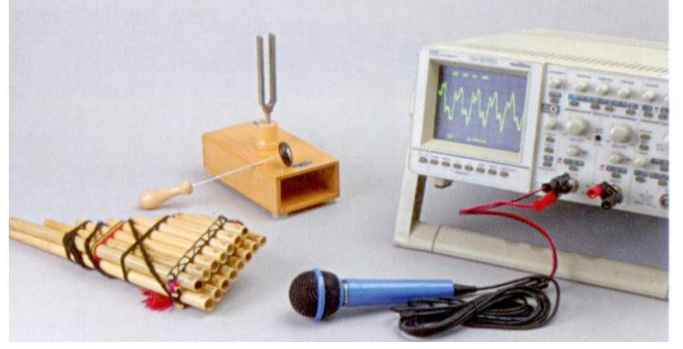


### 1-2- الإزواجية الدورية للموجة

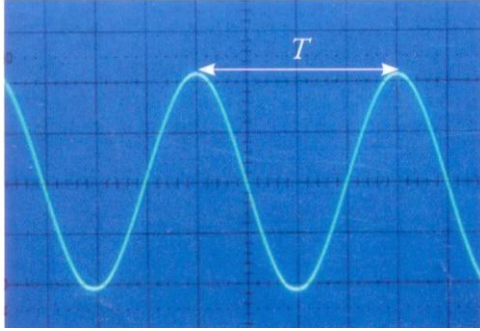
أ- الدورية الزمنية : تخضع كل نقطة من وسط الانتشار لنفس التشويه خلال مدات زمنية متساوية تساوي  $T$  يسمى الدور . والدور  $T$  هو أصغر مدة زمنية لكي تستعيد نقطة ما من وسط الانتشار نفس حالة التشوه .

**مثال 1** : الصوت المنبعث من آلة موسيقية أو الرنان ينتشر على شكل موجة متوالية جيبيية تحدث اهتزازات دورية دورها  $T$  ، تحدث في الهواء مناطق انضغاط -تمدد ، تترجم بانتشار تغيرات صغيرة لضغط الهواء .تصل تغيرات الضغط هذه إلى غشاء الميكروفون الذي يهتز بنفس الدور  $T$  ، فيظهر توتر متغير له نفس الدور بين مربطي الميكروفون، ونعاين هذا التوتر على شاشة كاشف التذبذب .

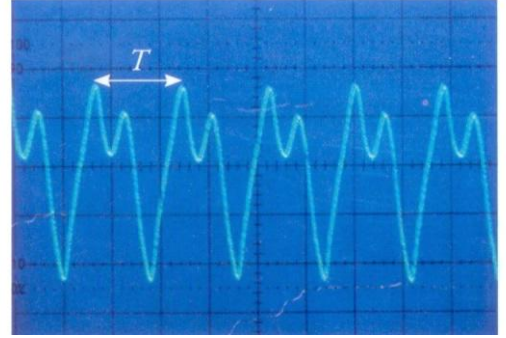
-العدة التجريبية:



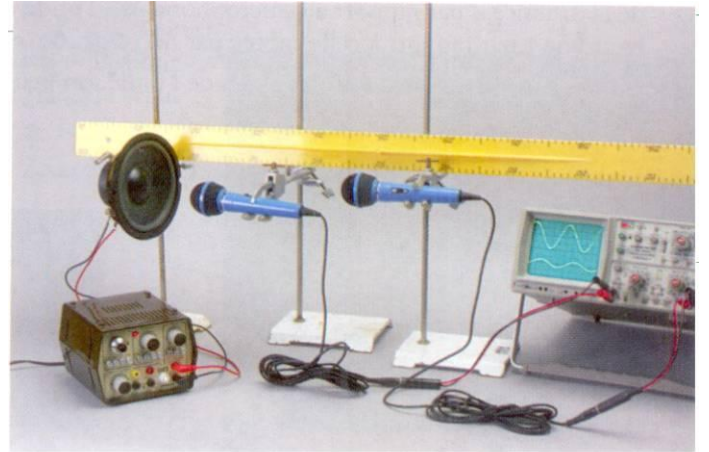
الموجة المنبعثة من الرنان : موجة دورية جيبيية



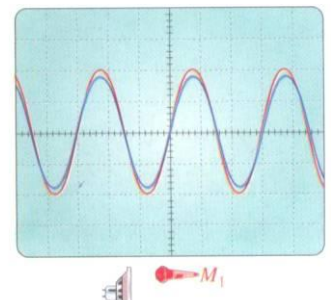
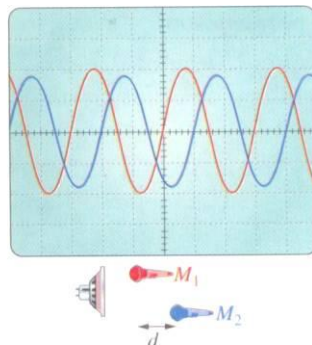
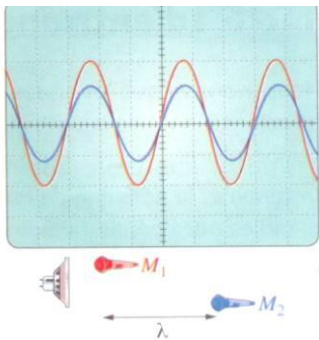
الموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية : موجة دورية



ب- الدورية المكانية : يتكرر نفس التشويه لنقطتين من وسط الانتشار تفصل بينهما المسافة  $\lambda$  .  
 وتتمن العدة التجريبية التالية من دراسة الموجة الصوتية الدورية لمواضع مختلفة ، في نفس اللحظة:



بإزاحة الميكروفون  $M_2$  عن الميكروفون  $M_1$  نحصل على الرسوم التذبذبية التالية :



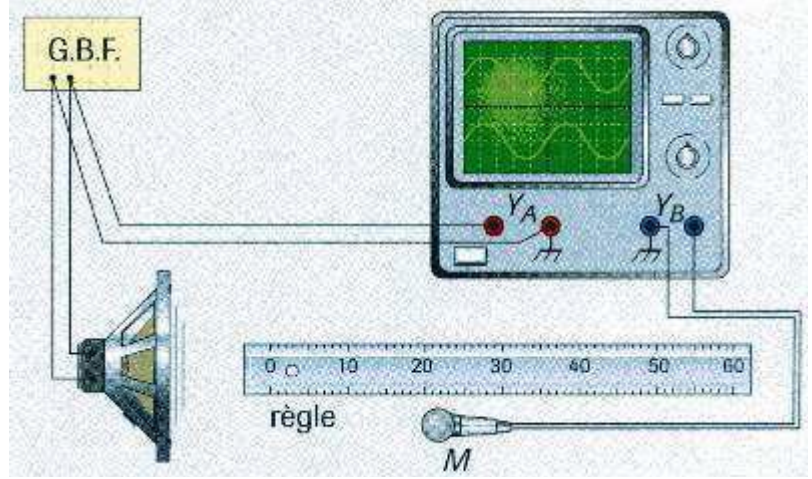
المنحنان على توافق في الطور بالنسبة للمسافات المضاعفة لطول الموجة  $\lambda$  أي  $d = k \cdot \lambda$  للموجة الصوتية المتوالية الجيبية ازدواجية دورية :

- الدورية الزمنية ، دورها  $T$  .
- الدورية المكانية ، دورها  $\lambda$  يسمى طول الموجة

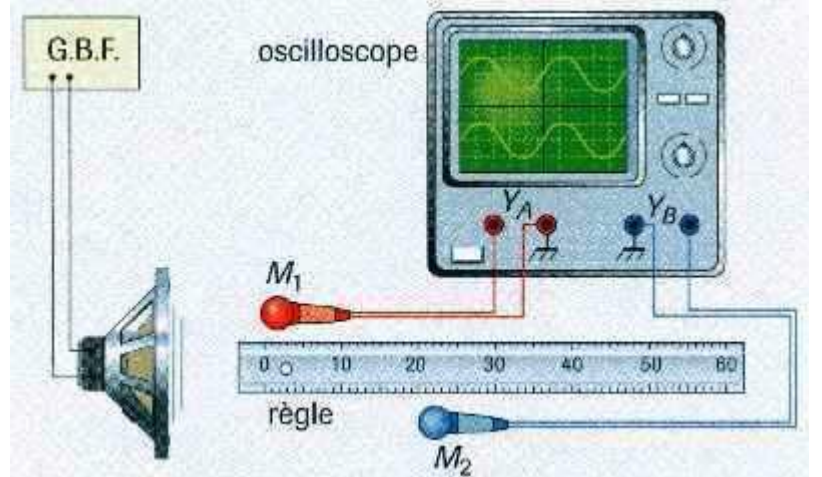
ج- العلاقة بين الدور  $T$  وطول الموجة  $\lambda$

لتحديد سرعة الصوت  $v$  أو طول الموجة  $\lambda$  ننجز أحد التركيبين التجريبيين التاليين :

- بميكروفون ومكبر الصوت وكاشف التذبذب:



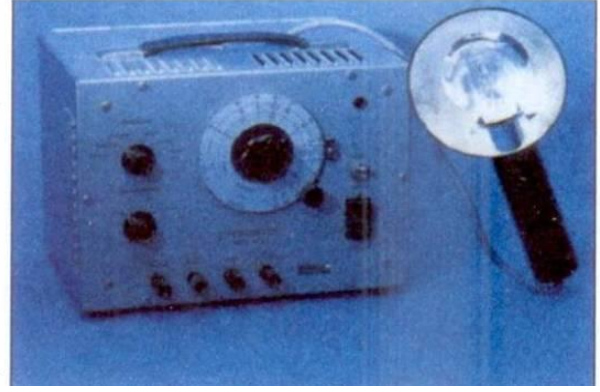
- بميكروفونين ومكبر الصوت وكاشف التذبذب:



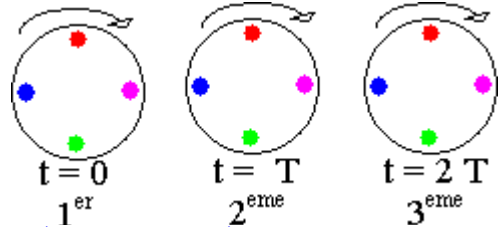
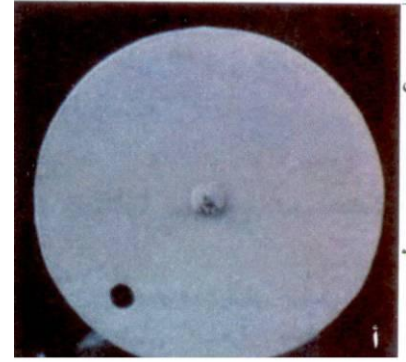
نتحقق من العلاقة  $\lambda = v \cdot T$

الدراسة بالوماض: الوماض جهاز كهربائي يمكن من إصدار ومضات سريعة متتالية خلال مدد زمنية متساوية يمكن ضبطها .





مبدأ الاستعمال : دراسة حركة دوران القرص :



ليكن :  $T$  - دور الحركة ، المدة الزمنية لإنجاز البقعة السوداء دورة كاملة  
-  $N$  تردد حركة البقعة السوداء

-  $T_s$  دور الومضات ، المدة الزمنية بين ومضتين متتاليتين  
-  $N_s$  تردد الومضات

. إذا كان  $T_s = k.T$  أي  $N = k.N_s$  تظهر البقعة السوداء متوقفة

عند  $t = 0s$  يصدر الومضات الأولى لحظة انطلاق البقعة . خلال المدة  $T_s$  تكون البقعة قد أنهت  $k$  من الدورات الكاملة بين الومضة الأولى والومضة الثانية مما يظهر البقعة متوقفة : توقف ظاهري تظهر البقعة السوداء متوقفة

. إذا كان  $T = k.T_s$  أي  $N_s = k.N$ ، تظهر بقعتان أو ثلاث أو أربع .....موزعة بكيفية منتظمة على القرص، وتنجز البقعة نصف دورة ( $k = 2$ ) أو تنجز ثلث الدورة ( $k = 3$ ) أو ربع الدورة ( $k = 4$ ) .....

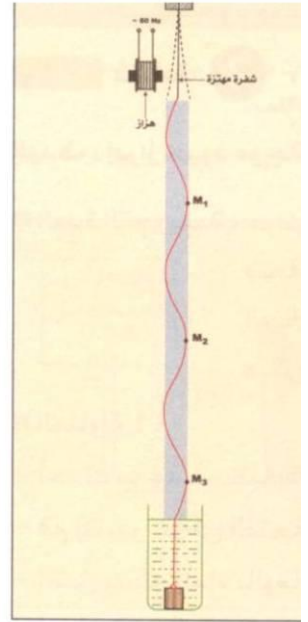
. إذا كان  $T_s \approx T$  أي  $N \approx N_s$  أكبر أو أصغر بقليل : نشاهد الحركة البطيئة للبقعة

تظهر البقعة وكأنها تدور في المنحى الموافق لدوران القرص بتردد ظاهري  $N_a$  ، إذا كان  $N - N_s > 0$  .  $N_a =$

تظهر البقعة وكأنها تدور في المنحى المعاكس لدوران القرص بتردد ظاهري  $N_a$  ، إذا كان  $N - N_s < 0$  .  $N_a =$

مثال2: الموجة المتوالية الدورية طول الحبل:

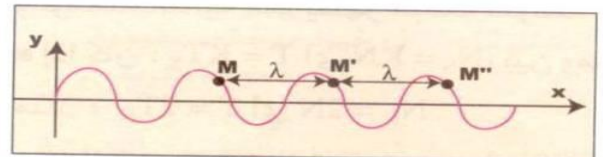
## \*العدة التجريبية :



الهزاز هو المنبع . يتكون الهزاز من شفرة مثبتة بالهزاز بأحد طرفيها والطرف الآخر يوجد قرب كهر مغناطيس يشتغل بتيار كهربائي متناوب . يتذبذب الطرف S للشفرة وينجز حركة ذهاب وإياب (أي يهتز دوريا حول موضع التوازن)

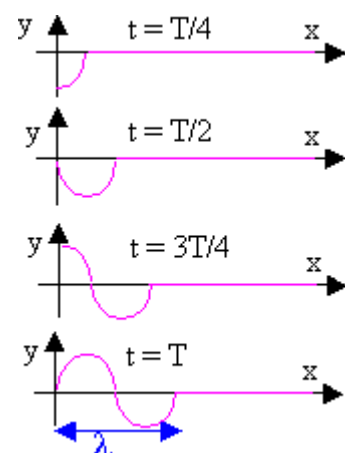
نربط الطرف S للشفرة بطرف حبل مرن . تنجز نقط الحبل حركة سريعة جدا ، ويمكن دراسة الحركة بواسطة ومامض .

\*الدورية المكانية  $\lambda$  عندما نقوم بتصوير الحبل خلال التذبذب ، يظهر الحبل على شكل منحنى جيبي أفصوله  $x$  . نسمي طول الموجة وهي الدورية المكانية للموجة المتوالية الدورية النقط  $M$  و  $M'$  تهتز على توافق في الطور، أي لهما نفس الاستطالة في كل لحظة و تفصل بينهما المسافة  $\lambda$  .



\*الدورية الزمنية  $T$ : ندرس حركة نقطة واحدة أفصولها  $x$  ، ونرسم منحنى الدالة بدلالة الزمن

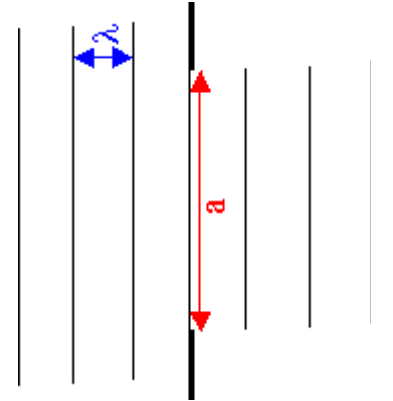
استطالة النقطة  $M$  دورية دورها  $T$  . كل نقط الحبل تهتز بنفس الدور الذي يهتز به المنبع  $S$  .  
\*العلاقة بين  $T$  و  $\lambda$ :  $\lambda = v \cdot T$  حيث  $\lambda$  بالمترو  $v$  المتر على الثانية و  $T$  بالثانية.



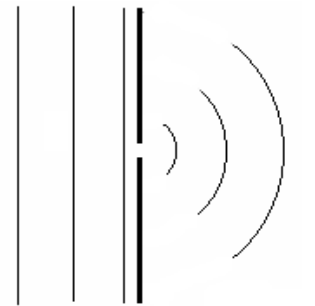
## حيود الموجات الميكانيكية: نحدث موجات ميكانيكية على سطح الماء في حوض للموجات



ظاهرة الحيود هي الظاهرة الناتجة عن تغيير اتجاه الموجة عند مصادفتها لحاجز به ثقب  
شروط بروز ظاهرة الحيود  
أ-  $\lambda < a$  لاتحدث ظاهرة الحيود



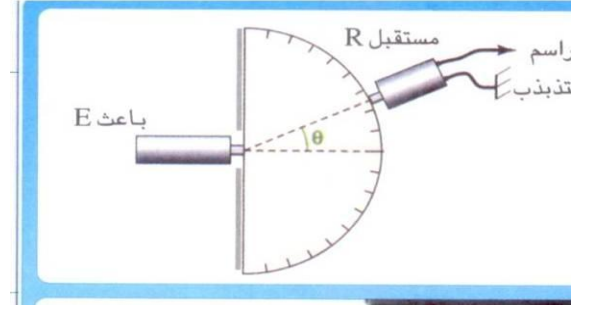
ب-  $\lambda > a$  تحدث ظاهرة الحيود



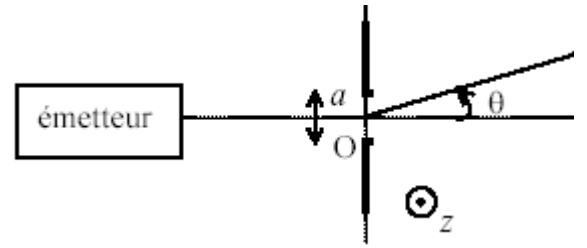
للموجة المحيدة والموجة الواردة نفس التردد  $N$  ونفس طول الموجة  $\lambda$  ونفس الدور  $T$  ونفس  
السرعة

**حيود الموجات فوق صوتية**

يمكن الجهاز التجريبي التالي من دراسة حيود الموجات الصوتية يبعث مكبر لصوت موجات فوق  
صوتية في اتجاه ثقب عرضه  $a$  ومركزه  $O$  يوجد بصفحة فلزية



يتحرك الميكروفون المستقبل للموجات في سكة ، شكلها قوس دائرية ممرزة في النقطة O ،  
يستقبل الإشارات في اتجاهات مختلفة . تحدد هذه الاتجاهات بقياس الزاوية  $\theta$



يمكن كاشف التذبذب من معاينة التوتر بين مرطبي الميكروفون بدلالة الزاوية  $\theta$

$$U_{\max} = f(\theta)$$

**تمرين تطبيقي: الموجات فوق الصوتية في الهواء والماء**

يوجد باعث الموجات فوق الصوتية في النقطة E . والمستقبل R مرتبط بالمليفلومتر يمكن من قياس توتر يتناسب مع  
وسع الموجة الملتقطة . يساوي تردد المولد الذي يغذي الباعث 40KHz .

1- ما دور T للموجات فوق الصوتية ؟ وما طول موجتها  $\lambda$  في الهواء ، نعطي سرعة الصوت في الهواء 340 m/s

2- نضع ، أمام الباعث ، صفيحة فلزية بها فتحة في مركزها F ، وعرض الفتحة يساوي  $a = 1\text{cm}$  وطول الصفيحة  
كبير . يوجد F و E في نفس المستوى الأفقي . و R مرتبطين بخيط طوله 0.5m . نحرك المستقبل R في

المستوى الأفقي المار من F ، هل يبقى التوتر الموجة الملتقطة ثابتا ؟ علل الجواب ؟

3- نسمي  $\alpha$  لزاوية بين المنظمي على الصفيحة والخيط الذي يميز الاتجاه FR . نلاحظ أن الفولطتر يشير إلى توتر  
منعدم عندما تساوي الزاوية  $\alpha = 48^\circ$  . حدد النسبة  $\lambda/\alpha$  وقارنها مع قيمة  $\alpha$  (بالرديان ) الموافقة لوسع منعدم  
للموجة الملتقطة .

4- نعيد نفس التجربة في الماء : هل تتغير النتائج ؟

نعتبر أن نتيجة السؤال السابق صالحة ، ما قيمة الزاوية الموافقة لوسع منعدم للموجة الملتقطة ؟ نعطي سرعة الصوت  
في الماء 1500m/s .