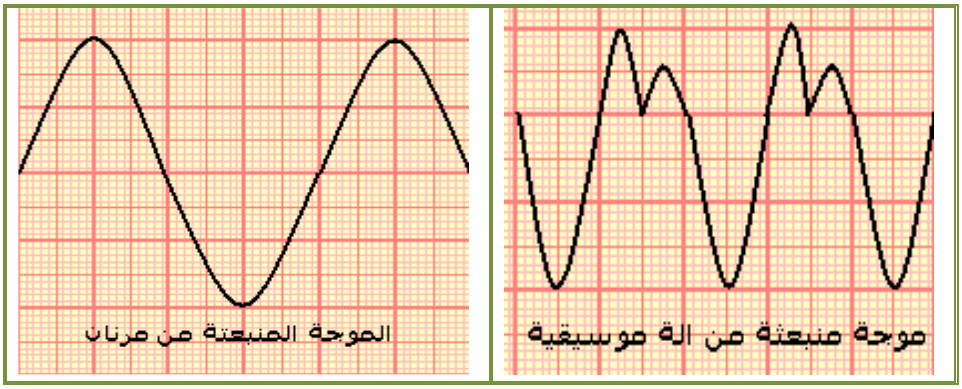
| | | |
|---|---|---|
| بسم الله الرحمن الرحيم<br>الثانية باكالوريا<br>الفيزياء | الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية<br>Les ondes mécaniques progressives périodiques | الجزء الأول : الموجات<br>الوحدة 2<br>5 س |

## 1- الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية :

### 1-1- نشاط :

نصل ميكروفون براسم التذبذب ، فنعاين موجتين صوتيتين :




أ- هل الموجات المحصل عليها دورية ؟

نعم ، لأن التشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار يتغير بشكل دوري مع الزمن .

ب- قارن بين الرسمين التذبذبيين المحصلين .

الموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية موجة ميكانيكية متوالية دورية بينما الموجة المنبعثة من المرنان موجة ميكانيكية متوالية جيبية ، لأن تغير التشوه عبارة عن دالة جيبية بالنسبة للزمن .

ج- احسب الدور $T$ للموجة الصوتية ، علما أن زر الحساسية الأفقية هو $0,5ms/div$ .

الموجة الصوتية المنبعثة من الآلة الموسيقية : $T = 2 \times 0,5.10^{-3} = 10^{-3}\ s$ .

الموجة الصوتية المنبعثة من المرنان : $T = 2 \times 0,5.10^{-3} = 10^{-3}\ s$ .

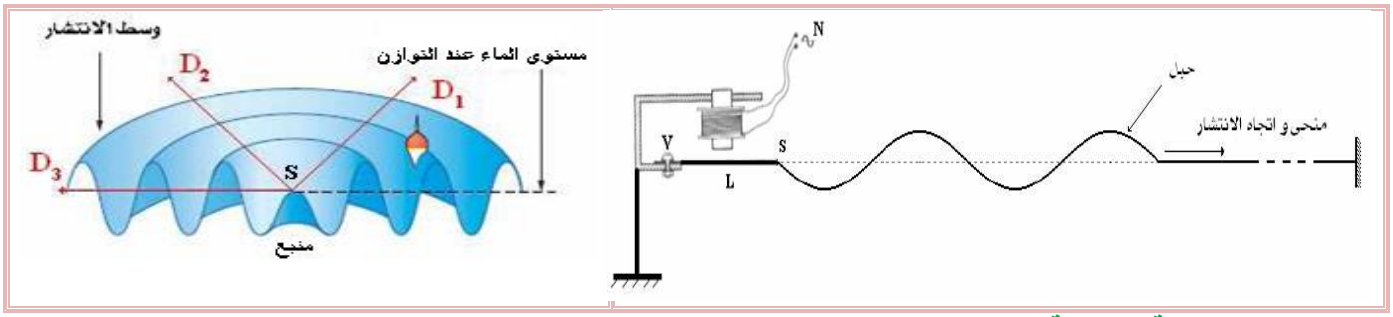
د- استنتج تردد الموجة المنبعثة من المرنان .

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3\ Hz$$ .

### 1-2-تعريف :

**الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية** هي موجة يكون فيها التطور الزمني للتشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار دوريا .

**مثال** : يمكن لموجة طول حبل أو على سطح الماء أن تكون دورية إذا كان للمنبع حركة دورية .




### 1-3- الدورية الزمانية :

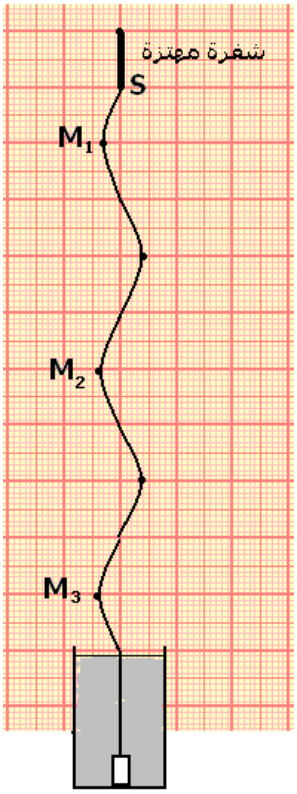
**الدور الزمني $T$** لموجة متوالية دورية هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من وسط الانتشار إلى نفس الحالة الاهتزازية .

### 1-4- الدورية المكانية :

**الدورية المكانية** لموجة متوالية دورية هي أقصر مسافة تفصل بين نقطتين تتميزان بنفس حالة التشوه .

## 2- الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية :

### 2-1- نشاط :




نثبت أحد طرفي حبل مرن بنهاية شفرة هزاز تتحرك بتردد $\boldsymbol{v = 100\ Hz}$ تنجز حركة مستقيمية جيبية ، بينما يوضع الطرف الثاني في كأس به ماء لامتصاص الموجة . نشغل الهزاز ونضيء الحبل بواسطة وماض .

يمثل الشكل جانبه مظهر الحبل في لحظة t بالسلم الحقيقي .

أ- ماذا تلاحظ عند تغيير تردد الوماض ؟

تظهر نقط الحبل في حركة بطيئة عند تغيير تردد الوماض ، وتظهر متوقفة عندما يكون تردد الحبل مساويا لتردد الوماض .

ب-ما شكل مظهر الحبل ؟

شكل مظهر الحبل يوافق دالة جيبية .

ج- ما طبيعة حركة M نقطة من الحبل ؟ ما طبيعة الموجة ؟

حركة مستقيمية جيبية أي $\boldsymbol{Y_M = f(t)}$ دالة جيبية بالنسبة للزمن ، نقول إن الموجة **متوالية جيبية** .

د- يتميز مظهر الحبل بدورية مكانية تسمى طول الموجة λ، قس طول الموجة λ .

$\boldsymbol{\lambda = 4\ cm}$ .

ه- احسب $\frac{\lambda}{T}$ ، ما وحدته ؟ ماذا يمثل هذا المقدار ؟

$\boldsymbol{\frac{\lambda}{T} = \lambda.\nu = 4.10^{-2} \times 100 = 4\ m.s^{-1}}$ ، يمثل سرعة انتشار الموجة $\boldsymbol{V = \frac{\lambda}{T}}$ .

و- أكتب المسافات $\boldsymbol{M_1M_2}$ و $\boldsymbol{M_2M_3}$ و $\boldsymbol{M_1M_3}$ بدلالة $\boldsymbol{\lambda}$ ، وقارن الحالات الاهتزازية ل $\boldsymbol{M_1}$ ، $\boldsymbol{M_2}$ ، $\boldsymbol{M_3}$ .

$\boldsymbol{M_1M_2 = M_2M_3 = \lambda}$ و $\boldsymbol{M_1M_3 = 2\ \lambda}$ ، نلاحظ أن هذه النقط لها نفس الحركة عند نفس اللحظة .

### 2-2- تعريف :

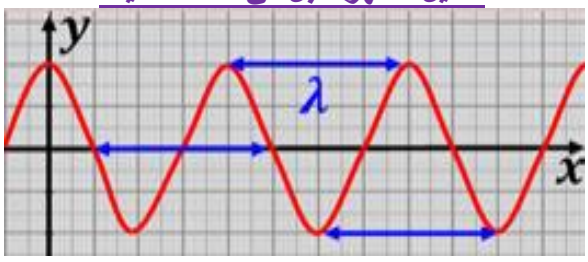
نقول إن **الموجة المتوالية جيبية** إذا كان المقدار الفيزيائي الذي يقاس به التشوه متغيرا في الزمن وفق قانون جيبي .

### 2-3- طول الموجة :

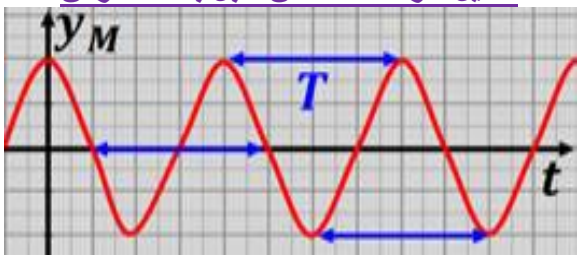
نسمي **طول الموجة** $\boldsymbol{\lambda}$ المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دورها $\boldsymbol{T}$ .

$\boldsymbol{\lambda = V.T = \frac{V}{\nu}}$ حيث $\boldsymbol{\lambda}$ **طول الموجة** $\boldsymbol{(m)}$ و $\boldsymbol{V}$ **سرعة الانتشار** $\boldsymbol{(m.s^{-1})}$ و $\boldsymbol{\nu}$ **ترددها** $\boldsymbol{(Hz)}$ .

**تمثيل مظهر حبل في لحظة معينة**




**تمثيل حركة نقطة من حبل بدلالة الزمن**



إذا كانت $MN = K.\lambda$ حيث $K \in \mathbb{Z}$ ، فإن النقطتين $M$ و $N$ تهتزان **على توافق في الطور**.

إذا كانت $MN = (2K+1)\frac{\lambda}{2}$ حيث $K \in \mathbb{Z}$ ، فإن النقطتين $M$ و $N$ تهتزان **على تعاكس في الطور**.

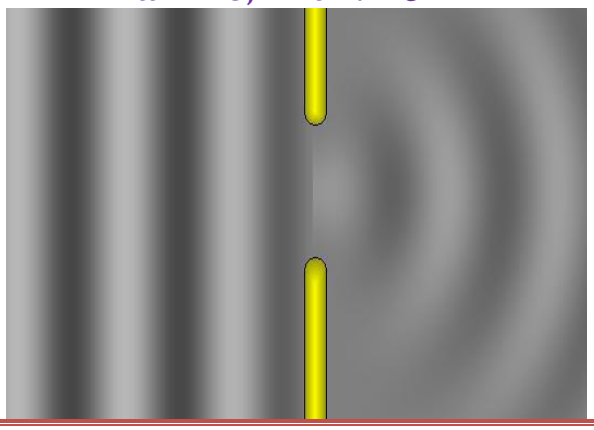
يمثل **طول الموجة** $\lambda$ أصغر مسافة تفصل بين نقطتين من وسط الانتشار تهتزان على توافق في الطور.

## 3- ظاهرة الحيود :

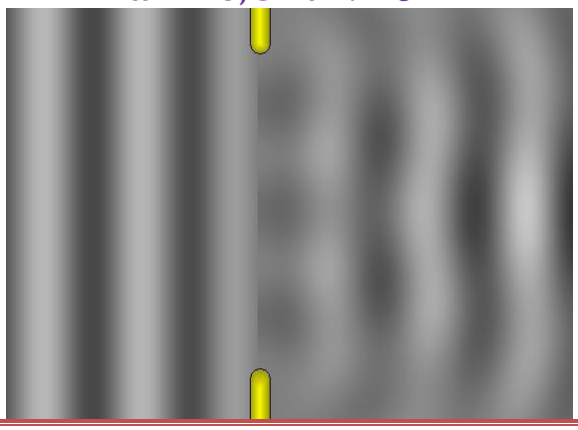
### 3-1- نشاط :

نحدث موجات مستقيمية في حوض الموجات تنتشر بسرعة $V = 1\ m.s^{-1}$ ، ثم نضيء سطح الماء بوماض يساوي تردده تردد الموجات $(10\ Hz)$ ، فنشاهد توقفا ظاهريا لجميع نقط سطح الماء . نضع في الحوض صفيحتين موازيتين للموجة وتفصل بينهما فتحة عرضها $a$ قابلة للتغيير . نغير $a$ ونحصل على الشكلين التاليين :

شكل 1 : $a = 0,1\ m$



شكل 2 : $a = 0,3\ m$



أ- احسب طول الموجة الواردة وقارنه بطول الفتحة $a$ في كل شكل .

لدينا $\lambda = \frac{v}{\nu} = 0,1\ m$ . نلاحظ في **الشكل 1** أن $a = \lambda$ وفي **الشكل 2** أن $a > \lambda$ .

ب- صف بالنسبة لكل شكل ما يحدث للموجات عند اجتيازها للفتحة .

في **الشكل 1** نحصل على موجة دائرية بعد اجتياز الفتحة بينما في **الشكل 2** تبقى الموجة مستقيمية بعد اجتياز الفتحة .

ج- تسمى الموجة الدائرية المتولدة الموجة المحيدة والظاهرة ظاهرة الحيود. ما شروط حدوث هذه الظاهرة ؟

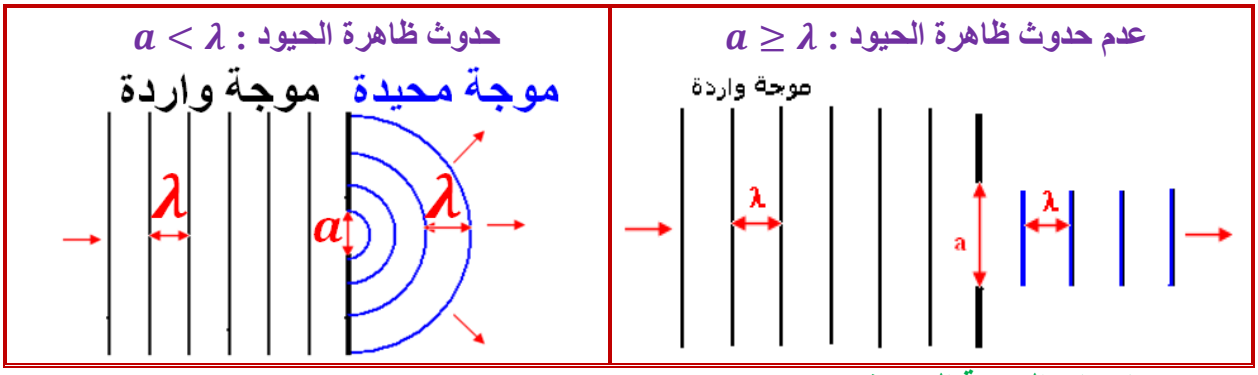
لحدوث هذه الظاهرة يجب أن تكون $a < \lambda$ .

د- قارن طول الموجة المحيدة مع طول الموجة الواردة .

نلاحظ أن لهما نفس طول الموجة .

### 3-2- تعريف :

عند التقاء **موجة متوالية جيبية** بحاجز به فتحة عرضها $a$ يحدث **تغيير في بنية الموجة** ، أي تغير في اتجاه انتشارها ، إذا كانت $a < \lambda$ حيث $\lambda$ طول الموجة الواردة على الحاجز ، وتسمى هذه الظاهرة **ظاهرة الحيود** .




### 3-3 خاصيات الموجة المحيدة :

تكون للموجتين الواردة والمحيدة نفس **طول الموجة** ونفس **التردد** ونفس **السرعة** في حالة عدم تغيير وسط الانتشار .

## 4- الوسط المبدد :

### 4-1- نشاط :

نحدث موجة دائرية في حوض الموجات ، نضبط تردد الموجة الدائرية على قيم مختلفة ، وفي كل مرة نضيء سطح الماء بوماض ضبط تردده على قيمة تساوي تردد الموجة . نشاهد توقفا ظاهريا لجميع نقط سطح الماء ، ثم نقيس طول الموجة الموافق .

أ- اعط العلاقة بين السرعة $V$ لانتشار الموجة وترددها $\nu$ و طول موجتها $\lambda$ .

لدينا $V = \lambda . \nu$ .

ب- أتمم ملأ الجدول .

| ν(Hz) | 20 | 25 | 30 | 35 |
|---|---|---|---|---|
| λ(m) | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| V(m/s) | 20 | 22,5 | 24 | 24,5 |

ج- نعرف الوسط المبدد بكونه وسطا تتعلق فيه سرعة انتشار الموجة بترددها . هل الماء وسط مبدد؟

نلاحظ أن سرعة انتشار موجة متوالية على سطح الماء تتعلق بالتردد $\nu$ ، نقول إن الماء **وسط مبدد** .

### 4-2- تعريف :

نقول إن الوسط مبدد ، إذا تعلقت سرعة انتشار الموجة داخل هذا الوسط بترددها .

**مثال :**

- سطح الماء وسط مبدد .
- الهواء وسط غير مبدد للموجات الصوتية .