هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

الأستاذ أيوب مرضي	مـــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	5 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا علوم تجريبية	الـجـزء الأول: الـــــمـــــوجـــــات	
شعبة : علوم الحياة و الأرض – العلوم الفيزيائية	مدة الإنجاز (درس+تمارين): 4 س + 1 س	

الدرس الثاني

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

Les ondes mécaniques progressives périodiques

I. الظواهر الدورية.

1. تعريف ظاهرة دورية:

نسمي **ظاهرة دورية** هي كل ظاهرة تعيد أو تستعيد نفس الخصائص بعد مضي نفس المدة الزمنية التي تسمى **دور** الظاهرة و نرمز له بالرمز **T**، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الثانية (s). فمثلا ظاهرة تعاقب الليل و النهار...

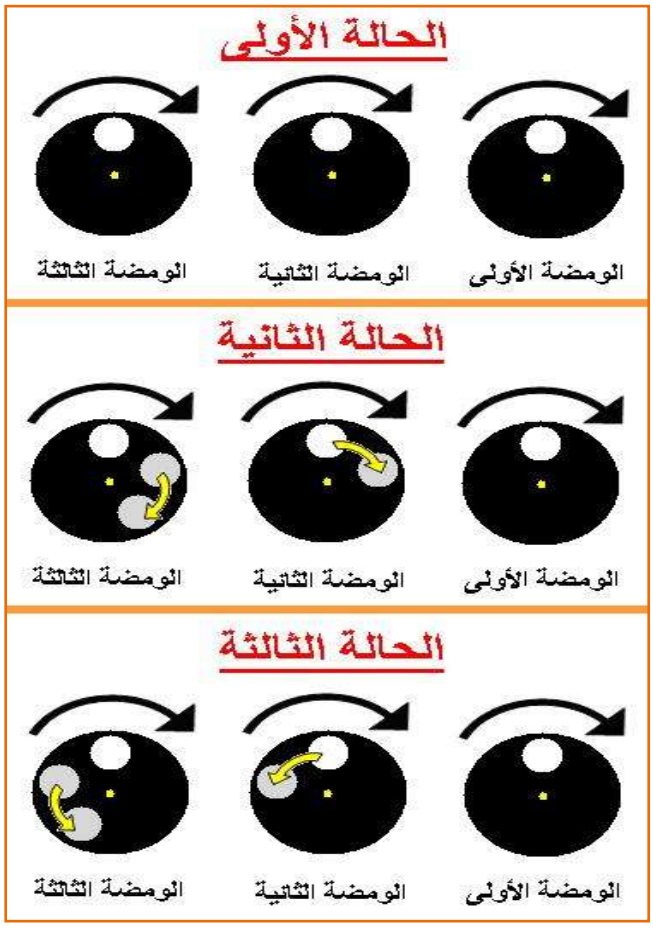
أمثلة أخرى :

- دوران الأرض حول الشمس : $T = 365\ j$
- دوران الأرض حول نفسها: $T = 24\ h$
- حركة المد و الجزر : ب $T = 6\ h$
- دوران العقرب الصغير للساعة : $T = 12\ h$

2. تحليل ظاهرة دورية سريعة:

في بعض الحالات تكون الظاهرة الدورية سريعة حيث يصعب تحديد دورها، لذلك وجب الاستعانة بجهاز يسمى **الوماض (stroboscope)**، و هو عبارة عن جهاز كهربائي يصدر ومضات سريعة خلال مدد زمنية متساوية، تسمى **دور الوماض** T_S، قابلة للضبط بالتحكم في **تردد الومضات** N_S عن طريق مجموعة من الأزرار.

و كمثال لتفسير مبدأ اشتغال هذا الجهاز، نقوم بتسليط ضوء الوماض على قرص أسود به بقعة بيضاء، حيث يقوم هذا القرص بحركة دوران ترددها N و دورها T، حول محور دوران عمودي عليه و يمر من مركزه. فنميز بين الثلاث حالات التالية:



- **الحالة الأولى (إذا كان $T_S=k.T$ أي $N=k.N_S$ حيث k عدد صحيح طبيعي):**
عند اللحظة $t=0$ يصدر الوماض الومضة الأولى لحظة انطلاق البقعة، و خلال المدة الزمنية T_S تكون البقعة قد أنهت k من الدورات الكاملة بين الومضة الأولى و الثانية، مما يظهر البقعة متوقفة، و هذا ما ينعت **بالتوقف الظاهري.**
- **الحالة الثانية (إذا كان $T_S > k.T$ أي $N > k.N_S$):**
في هذه الحالة تظهر البقعة و كأنها تدور وفق المنحى الموافق لدوران القرص بتردد يساوي فرق الترددين N و N_S.
- **الحالة الثالثة (إذا كان $T_S < k.T$ أي $N < k.N_S$):**
في هذه الحالة تظهر البقعة و كأنها تدور وفق المنحى المعاكس لدوران القرص بتردد يساوي فرق الترددين N و N_S.

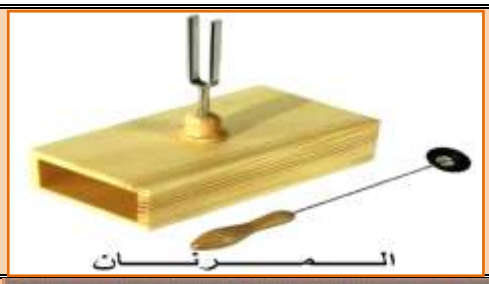
(أنظر جانبه التفسير البياني للحالات الثلاث)

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

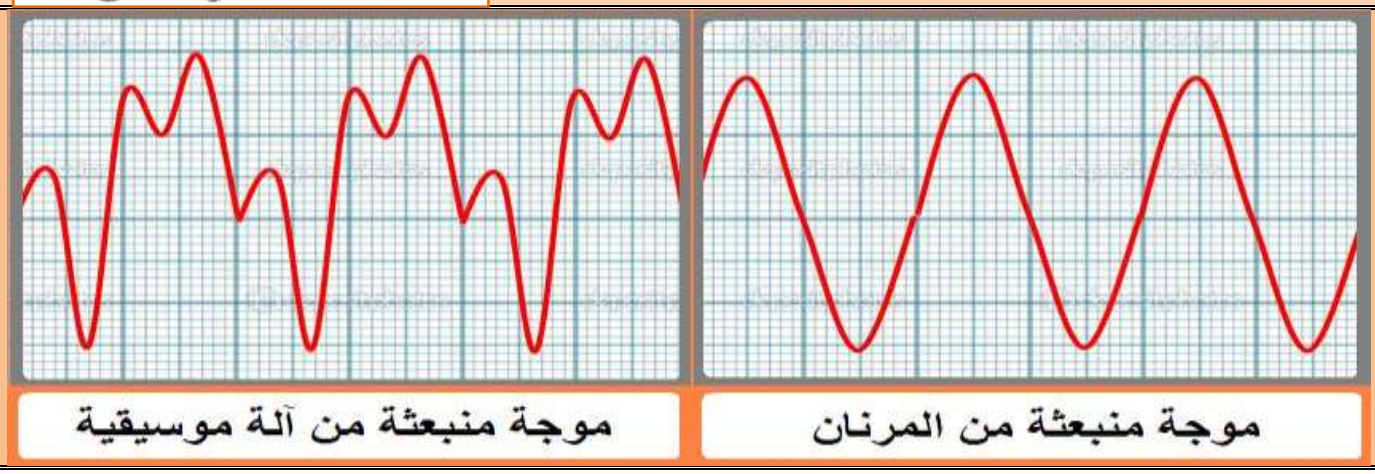
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

II. الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية.

1. نشاط تجريبي 1:



نصل مربطي ميكروفون بمربطي راسم التذبذب، ثم نحدث بواسطة آلة موسيقية صوتا أمام الميكروفون فنحصل على الرسم التذبذبي المبين أسفله، ثم نعيد نفس التجربة بتعويض الآلة الموسيقية بمرنان فنحصل بعد النقر عليه، على الرسم التذبذبي الممثل أسفله.



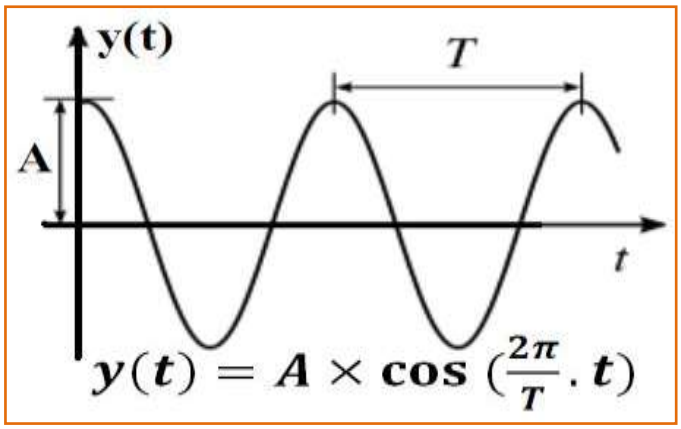
1) هل الموجات المحصل عليها دورية؟ علل جوابك.
نعم الموجات المحصل عليها دورية، لأن التشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار يتغير بشكل دوري مع مرور الزمن.

2) قارن بين الرسمين التذبذبيين المحصل عليهما.
الموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية هي موجة ميكانيكية متوالية دورية بينما الموجة المنبعثة من المرنان هي موجة ميكانيكية متوالية دورية و جيبية، لأن تغير التشوه هو دالة جيبية بالنسبة للزمن.

3) علما أن زر الحساسية الأفقية لراسم التذبذب ضبط على القيمة 0.5ms/div عند معاينة الموجة المنبعثة من المرنان و 1ms/div عند معاينة الموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية، أحسب دور كل موجة.
بالنسبة للموجة المنبعثة من المرنان : $T= 2 \times 0.5 = 1ms = 1.10^{-3}s$
بالنسبة للموجة المنبعثة من الآلة الموسيقية: $T= 2 \times 1 = 2ms = 2.10^{-3}s$

4) أحسب تردد الموجة المنبعثة من المرنان.
نعلم أن التردد هو مقلوب الدور أي: $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{1\times10^{-3}} = 1000Hz$

2. خلاصة:



- **الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية:** يكون فيها التطور الزمني للتشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الانتشار **دوريا** ، كموجة البحر و صوت نوطة واحدة ...
- **الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية الجيبية:** هي موجة يكون المقدار الفيزيائي المقرون بها دالة جيبية بالنسبة للزمن، حيث تكتب استطالة نقطة على الشكل التالي: $y(t) = A \times \cos\left(\frac{2\pi}{T}.t\right)$، مع A وسع الحركة للنقطة و T دورها.(أنظر الشكل جانبه)

3. الدورية الزمانية (الدور T):

الدور T هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من وسط الانتشار إلى نفس الحالة الاهتزازية، أي هو المدة الزمنية اللازمة لتكرار الظاهرة.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

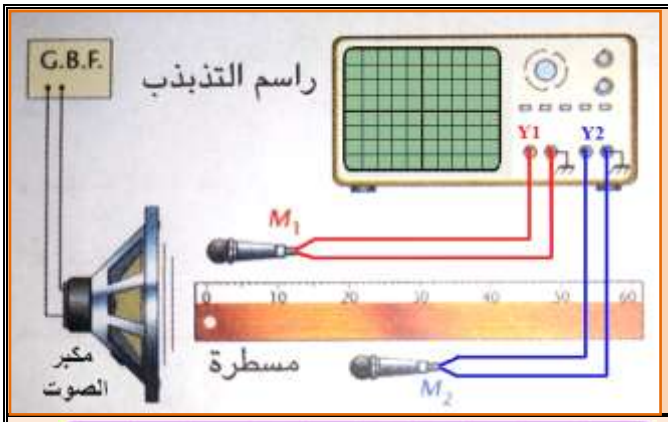
4. الدورية المكانية:

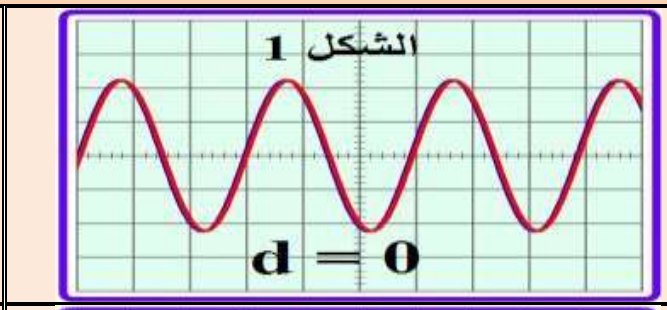
أ. نشاط تجريبي 2:

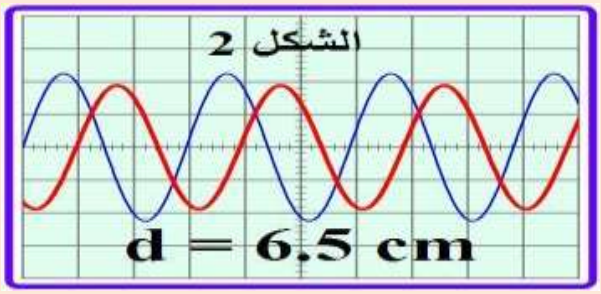
نصل مكبر الصوت بمولد للتردد المنخفض للحصول على موجة صوتية دورية جيبية ترددها N=1700Hz.

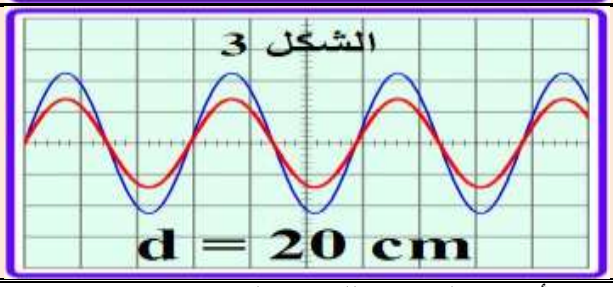
نربط ميكروفونين M_1 و M_2 على التولي بالمدخلين Y_1 و Y_2 لراسم التذبذب، ثم نضعهما على استقامة واحدة طول مسطرة مدرجة بحيث يستقبلان الموجة الصوتية المنبعثة من مكبر الصوت.

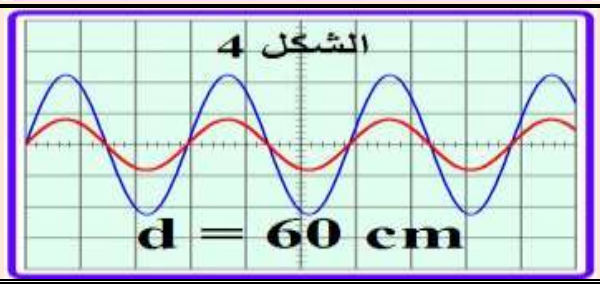
نتبث الميكروفون M_1 و نزيح عنه الميكروفون M_2 ببطء، فنحصل على المنحنيات أسفلة على شاشة راسم التذبذب لقيم مختلفة للمسافة d بينM_1 و M_2 .











1) أحسب الدور T للموجة الصوتية.

نعلم أن الدور هو مقلوب التردد أي أن: $T = \frac{1}{N} = \frac{1}{1700} = 6.10^{-4}s = 0.6\ ms$

2) حلل الرسوم التذبذبية المحصل عليها.

بالنسبة للشكل 1: المنحيين منطبقين مع بعضهما البعض أي أنهما على توافق.

بالنسبة للشكل 2: عندما نبعد M_2 عن مكبر الصوت أفقيا وفق المسطرة المدرجة، تزداد قيمة d، و نلاحظ أن المنحنى 2 ينزاح أفقيا، كما يختل التوافق بين المنحنيين.

نتابع إبعاد M_2 عن مكبر الصوت إلى أن نحصل على أول توافق يوافق المسافة d=20cm، و هكذا نواصل إلى أن نحصل على التوافق الثاني و الثالث ... على قيم لـ d محددة.

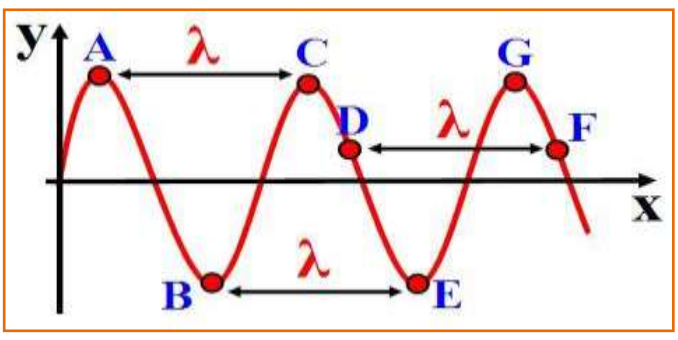
3) ماذا تستنتج؟

إذا رمزنا لأول مسافة تمكننا من الحصول على توافق في المنحنيين بـ λ أي $d(3) = \lambda = 20\ cm$ فسيمكننا أن نكتب أن $d(4) = 3\lambda = 3 \times 20 = 60\ cm$.

و منه يمكننا أن نستنتج أن المنحنيين يكونان على توافق في الطور عندما تكون المسافة الفاصلة بين الميكروفونين مضاعف لـ . حيث تلعب هذه الأخيرة دور الدورية المكانية و التي تسمى طول الموجة.

ب. خلاصة:

- **الدورية المكانية أو طول الموجة λ:** هي المسافة الفاصلة بين نقطتين متتاليتين من وسط الانتشار لهما نفس الحالة الاهتزازية، كما تعرف كذلك بأنها المسافة التي تقطعها الموجة ا لهتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دورها T، و وحدة λ في النظام العالمي للوحدات هي المتر (m). (أنظر الشكل)



للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

- **التوافق في الطور:** نقول أن نقطتين من وسط الانتشار تهتزان على توافق في الطور، إذا كانت المسافة d بينهما تكتب على الشكل $d = k.\lambda$ حيث k عدد نسبي. (مثال: A و G - D و F ...)
- **التعاكس في الطور:** نقول أن نقطتين من وسط الانتشار تهتزان على تعاكس في الطور، إذا كانت المسافة d بينهما تكتب على الشكل $d = \left(k + \frac{1}{2}\right).\lambda$ حيث k عدد نسبي. (مثال: A و E - B و G ...)

5. سرعة الانتشار:

إذا انتشرت الموجة بمسافة تساوي طول الموجة λ في مدة زمنية تساوي الدور T، فإن سرعة انتشار هذه الموجة، تعرف كما يلي:

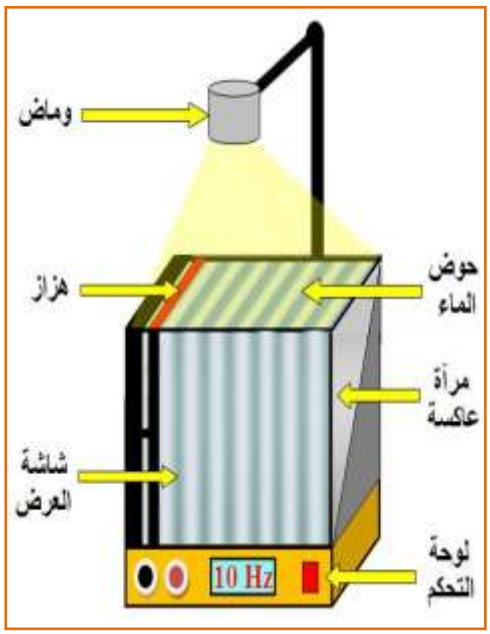
$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda . N$$

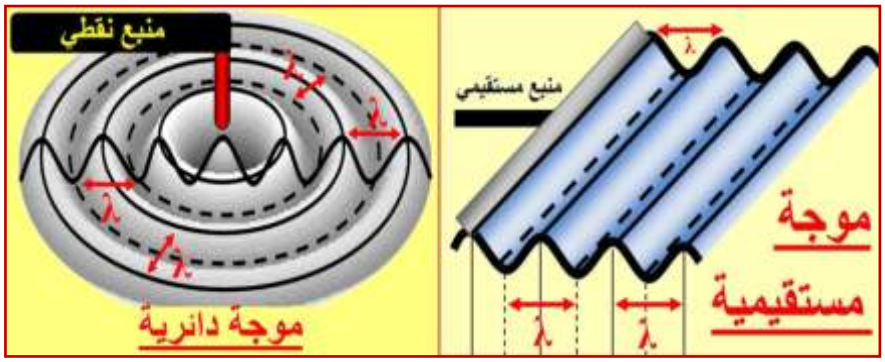
حيث :
- v سرعة انتشار الموجة بـ (m/s)
- λ طول الموجة بالمتر (m)
- T الدور بالثانية (s)
- N التردد بالهرتز (Hz)

III. ظاهرة الحيود.

1. حوض الموجات:

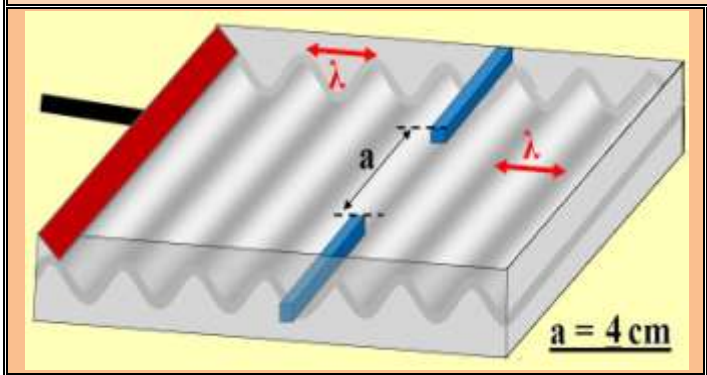
حوض الموجات (أنظر الرسم التوضيحي جانبه) عبارة عن حوض مملوء بالماء لسمك معين، يمكننا من إنشاء و دراسة موجات ميكانيكية متوالية دورية و جيبية على سطح الماء، كما انه يسمح لنا بالتحكم في تردد الموجة وشكلها. و فيما يلي صورتين لنوعين من الموجات الممكن إنشاؤها:

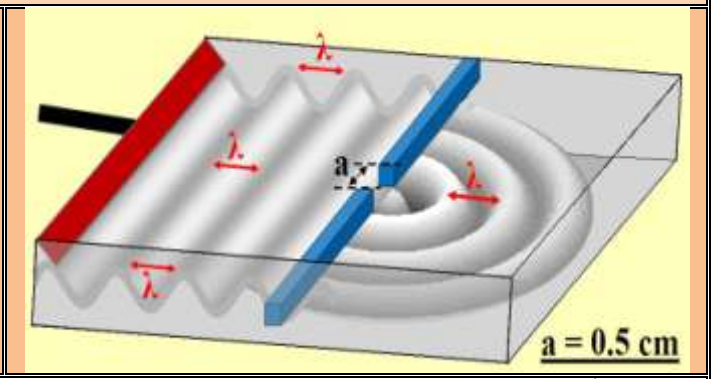




2. نشاط تجريبي 3:

في حوض الموجات، نحدث موجة ميكانيكية مستقيمية (أو دائرية) جيبية، تنتشر بسرعة v = 0.4 m/s . ثم نضيء سطح الماء بوماض تردده يساوي تردد الموجة (N=20Hz)، فنشاهد توقفا ظاهريا للموجات. نضع في الحوض حاجزا به فتحة عرضه a قابل للضبط على استقامة واحدة مع الموجة الواردة من جهة المنبع . نغير a فنحصل على الشكلين التاليين أسفله :





1) أحسب λ طول الموجة الواردة و قارنه بعرض الفتحة a في كل حالة ؟

نعلم أن: $v = \lambda \times N \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{N}$ أي $\lambda = \frac{0.4}{20} = 0.02\ m = 2cm$

نلاحظ بالنسبة للحالة الأولى أن $\lambda >> a$ و بالنسبة للحالة الثانية فإن $\lambda < a$.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

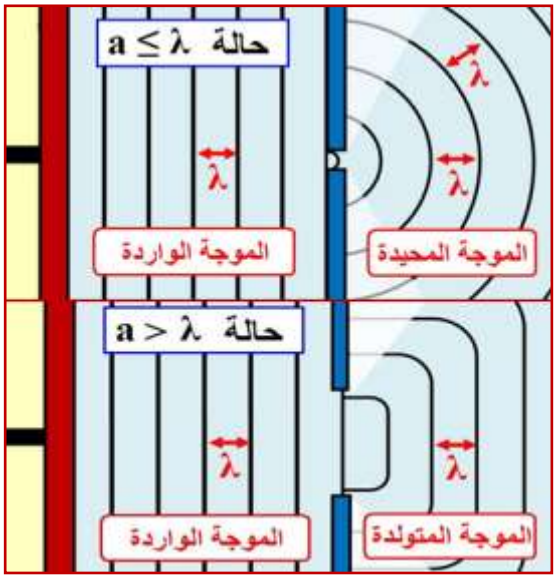
2) صف بالنسبة لكل شكل ما يحدث للموجات عند اجتيازها للفتحة؟
في الشكل(1) نحصل على موجات دائرية بعد اجتيازها للفتحة بينما في الشكل (2) تبقى الموجات مستقيمية بعد عبورها للفتحة.

3) فسر سبب تغير شكل الموجة في الحالة الأولى من موجة مستقيمية إلى موجة دائرية.
نلاحظ في هذه الحالة أن شكل الموجة الواردة على الفتحة قد تغير إلى موجة دائرية متولدة من منبع وهمي يوجد في الفتحة. و هذا راجع إلى عرض الفتحة حيث $a << \lambda$.

4) سم الظاهرة المحصل عليها في الحالة الأولى.
تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الحيود و تسمى الموجة المتولدة بالموجة المحيدة.

5) قارن طول الموجة للموجة المحيدة مع الموجة الواردة.
للموجة المحيدة و الموجة الواردة نفس طول الموجة λ

3. خلاصة:



♦ **شرط حدوث ظاهرة الحيود:**

- **في حالة $a \leq \lambda$:** عند ورود موجة متوالية جيبية على حاجز به فتحة عرضها a أصغر أو مساو لطول الموجة λ لهذه الموجة، تحدث **ظاهرة الحيود** و تتولد عن هذه الظاهرة موجة لها نفس خصائص الموجة الواردة، تسمى **الموجة المحيدة**.
- **في حالة $a > \lambda$:** عند ورود موجة متوالية جيبية على حاجز به فتحة عرضها a أكبر من طول الموجة λ لهذه الموجة، لا تحدث ظاهرة الحيود.

♦ **خصائص الموجة الواردة و المحيدة:** للموجتين الواردة والمحيدة نفس وسط الانتشار، و نفس طول الموجة، و نفس التردد، لأن التردد يفرضه المنبع أي لهما نفس الدور.

IV. الوسط المبدد.

1. نشاط تجريبي 4:

نحدث موجة ميكانيكية متوالية دائرية في حوض الموجات، نضبط تردد الموجة الدائرية على قيم مختلفة و نقيس في كل مرة طول الموجة λ فنحصل على الجدول التالي:

N(Hz)	15.1	25.2	30.6	39.4
λ(mm)	14.6	9.33	8.98	7.77
v(m/s)	0.220	0.235	0.274	0.306

1) أتمم ملأ الجدول.(أنظر أعلاه)

2) ماذا تلاحظ؟
نلاحظ أنه كلما تغيرت قيمة التردد تتغير قيمة طول الموجة ومنه فإن سرعة الانتشار تتغير.

3) نعرف الوسط المبدد بكونه وسط تتعلق فيه سرعة انتشار الموجة بترددها. هل الماء وسط مبدد؟
بما أن تغير سرعة الانتشار يتعلق بتردد الموجة، فإن الماء وسط مبدد.

2. خلاصة:

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

مثال :

بعض قيم سرعة الموجة الصوتية في الهواء عند درجة الحرارة $\theta = 20°C$ بالنسبة لترددات مختلفة

N(Hz)	20	100	400	6000	16000
v(m/s)	343.47	343.54	343.56	343.56	343.56

نلاحظ أن سرعة انتشار الموجة الصوتية لا تتغير بتغير التردد إذن الهواء وسط غير مبدد للموجات الصوتية

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma