الشكل-1-

يعتبر مسرح جرش (مدينة أردنية) من أشهر المسارح الأثرية في العالم العربي. شيد في أواخر القرن الأول ميلادي من طرف الرومان. ويستوعب حوالي 5000 متفرج (وثيقة الشكل-1-). وقد صممت بنايات المسارح الأثرية بطريقة تضمن جودة الإصغاء للمتفرجين، بحيث يستطيع متفرج جالس في الصف الأخير أن يسمع بوضوح كل ما يتفوه به الممثلون على الركح الذي يوجد على مسافة عشرات الأمتار من الصفوف الخلفية. من الشروط الأساسية لضمان جودة الإصغاء في هذه المسارح ألا يرتب المتفرجون أفقيا، لأن الصفوف المترتبة عن هكذا توزيع تمتص الموجات الصوتية، وتخمد تدريجيا أثناء انتشارها نحو الصفوف الخلفية. لتفادي هذا الخمود يجب ترتيب المدرجات تصاعديا وبزاوية ميل تساوي°30 تقريبا، كما يجب أن يكون ارتفاع الركح (الخشبة) ضعيفا وعمقه لا يتعدى 6,50m. وهذا ما توصل إليه المهندسين المعماريين في تلك الحقبة في غياب الوسائل الحديثة من ميكروفون ومكبر الصوت وراسم التذبذب... . وقد تم الاعتماد في ذلك فقط على حاسة السمع والهندسة الرياضية. يقترح هذا التمرين تفسير توفير جودة الإصغاء للمتفرجين من خلال شكل البناية.

الجزء الأول: محاكاة البناية باستعمال مجسم تمهيدي

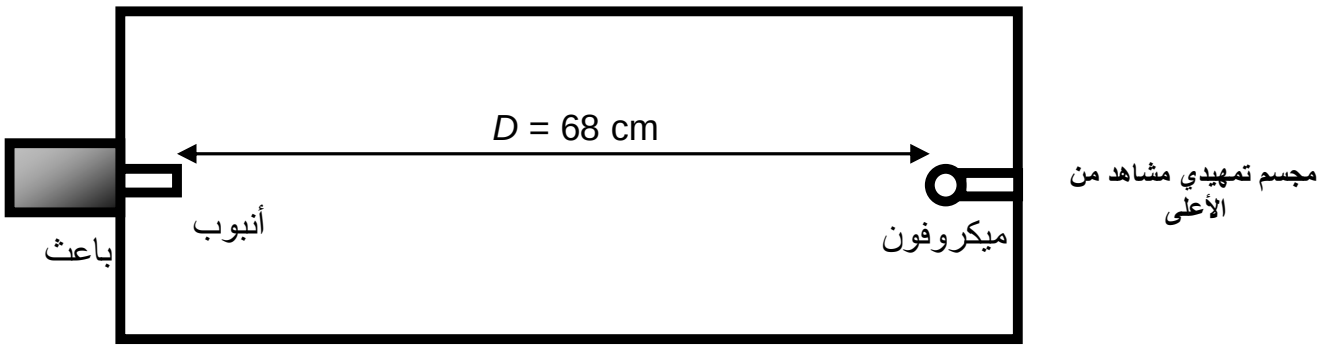
في هذا المجسم نستعمل باعثا للموجات فوق الصوتية. نذكر بالمعلومات التالية:

- ينحصر تردد الأصوات المسموعة من طرف الإنسان بين 20Hz و 20kHz.
- عندما يتعدى هذا التردد 20kHz نحصل على الموجات فوق الصوتية.
- سرعة انتشار الصوت والموجات فوق الصوتية في الهواء هي V=340m/s في الشروط العادية.

1- عرف طول الموجةλ لموجة متوالية، وأعط تعبيرها بدلالة سرعة الانتشارV والتردد ν للموجة.
2- استنتج أن طول الموجة للموجة فوق الصوتية أكبر من طول الموجة للموجة الصوتية.
3- علل فائدة استعمال الموجات فوق الصوتية في هذه المحاكاة بمجسم تمهيدي.
4- أعط تعريف وسط مبدد. هل الهواء وسط مبدد للموجات الصوتية وفوق الصوتية؟

الجزء الثاني: تأثير سقف البناية

من المعروف أن الميزة الصوتية لقاعات العرض المغطاة تختلف تماما عن مثيلتها في مسارح الهواء الطلق. نقترح من خلال هذا الجزء دراسة تأثير سقف قاعة العرض على جودة تقنية الصوت في القاعة. نستعمل لهذا الغرض مجسما مستطيل الشكل، غطاؤه قابل للاستبدال.نثبت في أحد الواجهات الداخلية للمجسم أنبوبا مرتبطا بباعث موجة فوق صوتية. وفي الواجهة المقابلة يثبت جهاز ميكروفون (وثيقة الشكل-2-). ترتكز التجربة على إرسال لمدة وجيزة(1ms)



الشكل-2-

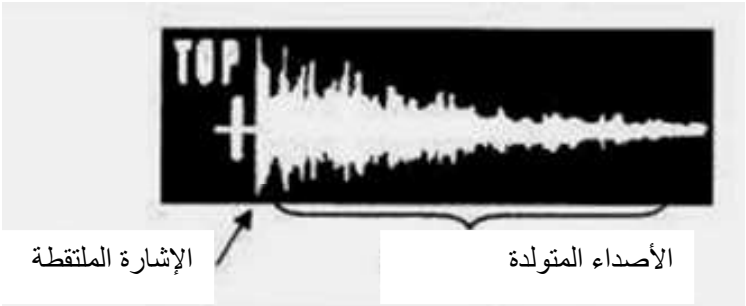
إشارة منبعثة من الأنبوب.يوجد الميكروفون على مسافة D من الأنبوب. يمكن جهاز راسم التذبذب معاينة الإشارة التي تصل مباشرة إلى الميكروفون ثم جميع الأصداء المتتابعة التي ينتج معظمها عن انعكاس الموجة على سطح العطاء. يرمزτ إلى التأخر الزمني للإشارة المستقبلة بالنسبة للإشارة المنبعثة. تم إنجاز ثلاث تجارب في هذا الإطار:

- تجربة-1: مجسم بغطاء عادي
- تجربة-2: مجسم بغطاء مكسو بقماش سميك
- تجربة-3 : مجسم بدون غطاء

نمثل في وثيقة الشكل-3 أ و ب وج نتائج المعاينة المحصلة في كل حالة.
1- عين التأخر الزمني τ للإشارة الصوتية المستقبلة بالنسبة للإشارة المنبعثة.
2- قارن نتائج التجارب الثلاث من حيث خمود ظاهرة الصدى الصوتي.
3- حدد من خلال التجارب الثلاث الحالة حيث نحصل على جودة ذات أهمية على مستوى الصوت. علل جوابك.
4- لماذا يكون سقف قاعات العرض المغطاة مكسوا دائما ببلاطة تحمل تجويفات ومكونة من مواد بناء أكثر امتصاصا

الشكل3-أ

تجربة-1-

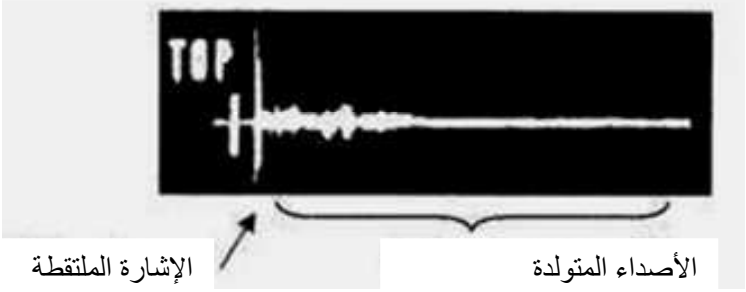


الشكل3- ب

تجربة-2-

الشكل3- ج

تجربة-3-

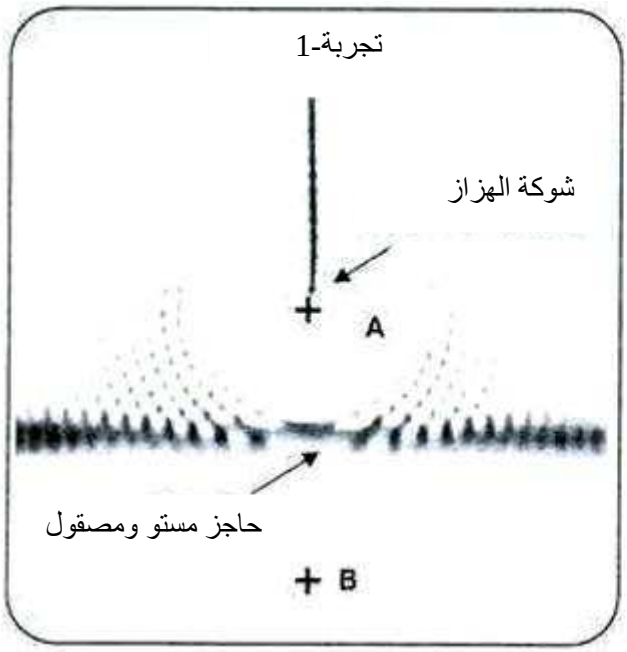


للموجات الصوتية؟

الجزء الثالث: دور الحدار الحانبي- محاكاة بواسطة حوض الموجات

يمكن تجسيد انتشار الموجات وإبراز سلوكها عندما تصطدم بحاجز عاكس باستعمال حوض الموجات. تحدث شوكة حادة مثبتة بطرف هزاز تردده معروف موجة متوالية تنتشر على سطح الماء. ننجز التجربتين التاليتين:

- تجربة-1 : حالة وجود حاجز مستو ومصقول في الحوض. نسجل وجود انعكاس الموجة على الحاجز (ظاهرة الصدى) كما لوأن هناك منبع ثان للموجات يوجد خلف الحاجز(وثيقة الشكل-3) .
- تجربة-2 : حالة استعمال حاجز يحمل تجويفات (وثيقة الشكل-4-).



الشكل-3-

الشكل-4-

1- هل الموجات الناتجة في الحوض مستعرضة أم طولية؟ علل جوابك.

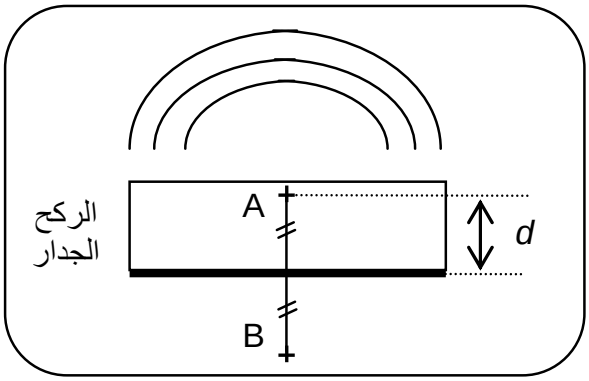
2- في التجربة-1 تصطدم الموجة المنبعثة من A مع الحاجز فتتولد موجة منعكسة، تبدو كأنها منبعثة من نقطة B، متماثلة لـA بالنسبة لمستوى الحاجز. تتراكب الموجة المنعكسة أثناء انتشارها على سطح الماء مع الموجة

المنبعثة منA .من خلال مقارنتك لصورتي مظهر سطح الماء في التجربتين 1 و2 ، بماذا تفسر التأثير المشوش للجدران الجانبية المصقولة على استقبال الصوت من طرف المتفرجين في قاعة العرض.

3- تمثل وثيقة الشكل-5- صورة مكبرة لوثيقة الشكل-4-(التجربة-2). حدد قيمة طول الموجة λ مع تفسير الطريقة المستعملة.

4- بتحليلك لصورتي التجربتين 1 و2، بماذا تفسر وجود أعمدة وثقوب في الجدار الموجود خلف الركح في المسارح الأثرية.

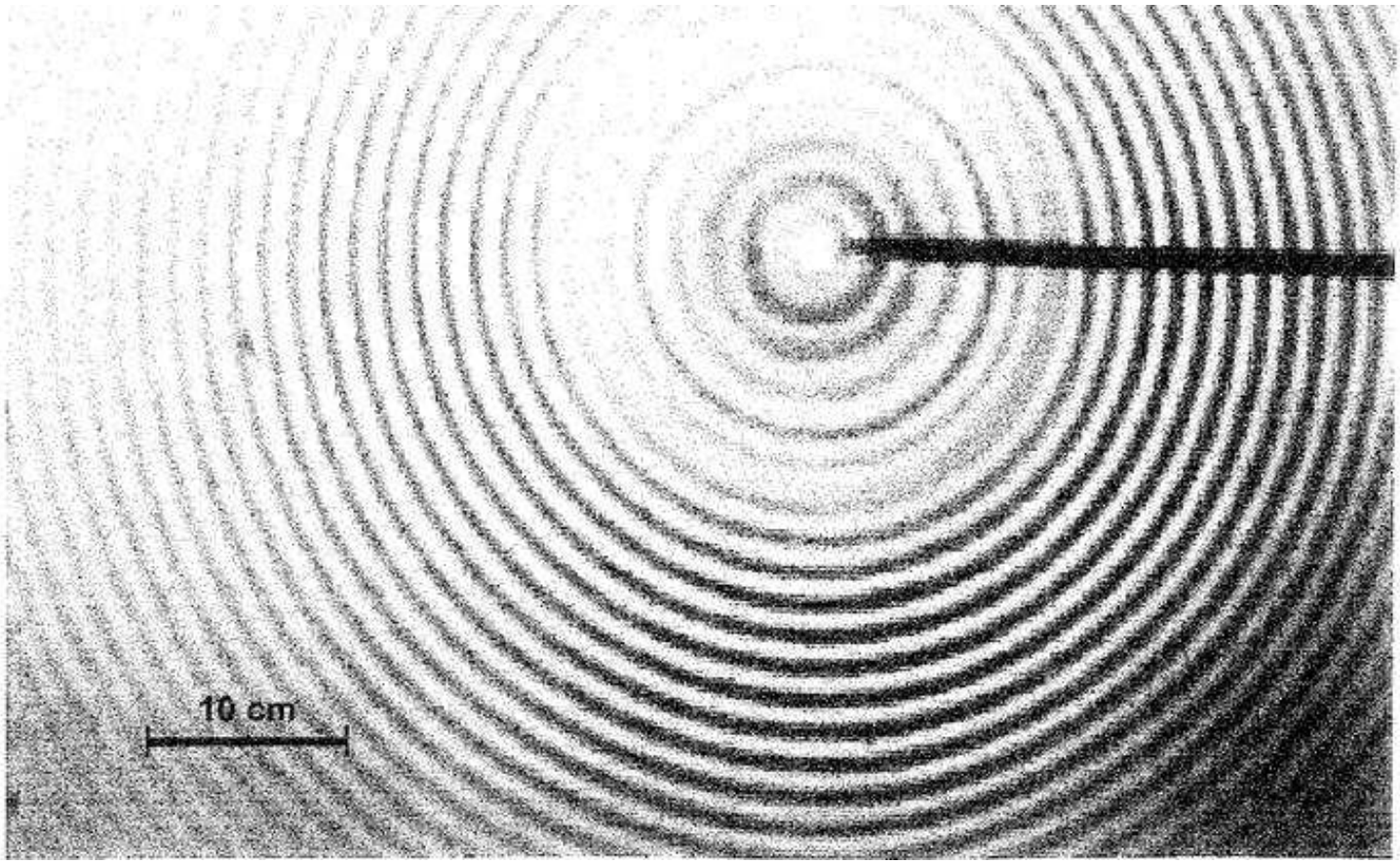
5- عمليا يتعذر تجنب تام لظاهرة انعكاس الصوت (ظاهرة الصدى)، غير أنه من المطلوب ألا ترد جميع الأصداء بتأخر زمني كبير. في علم الأصوات تعتبر الحروف الصامتة هي أساس اللفظة، ومدة نطقها جد وجيزة، وهي من رتبة قدر1/25 من الثانية. لكي لا يحدث تراكب هذه الحروف بفعل ظاهرة الانعكاس (الصدى)، يجب أن يصل صداها إلى مصدرها قبل انتهاء عملية نطقها.



الشكل-6

5-1- إذا كان الحاكي (الممثل أو الخطيب) يوجد في نقطة A على مسافة d من الجدار الخلفي للركح. أوجد تعبير المسافة d بدلالة V سرعة انتشار الموجة الصوتية والتأخر الزمني Δt بين الموجة الصوتية المنبعثة من A والموجة الصوتية المنعكسة (الصدى) على الجدار، والتي تبدو كأنها منبعثة منB (أنظر وثيقة الشكل-6).

5-2- استنتج المسافة القصوى d_{max} للنقطة A من الجدار (عمق الركح) لكي تكون اللفظة المنطوقة من طرف الحاكي (الموجود في النقطةA) مفهومة بوضوح من طرف المستمع المعني.



الشكل-5

www.riyadiyat.net