

الموضوع 04

كيف يتم الفحص بالصدى ؟

في مجال الطب، يعتبر الفحص بالصدى من الاختبارات المعتادة، لا يسبب أي ألم أو خطورة، ويمكن من الملاحظة المباشرة للأعضاء الداخلية.

تعتمد تقنية الفحص بالصدى على الموجات فوق الصوتية الناتجة عن مجس يلعب دور مرسل ومستقبل. الترددات المستعملة تتعلق بالأعضاء والأنسجة البيولوجية المراد سبرها (بين 2MHz و 15MHz).

- للحصول على صورة بالفحص بالصدى، نستغل من بين مجموعة من الخصائص، خصائص الموجات فوق الصوتية التالية:
- سرعة ودرجة امتصاص الموجة فوق الصوتية تعلقان بوسط الانتشار.
 - عندما يتغير الوسط، ينعكس جزء من الموجة الواردة و ينتقل الجزء الآخر إلى الوسط الموالي، نقول إنه وقع انعكاس جزئي عندما يتغير الوسط من نسيج خلوي إلى آخر.
 - بمعرفة زمن عودة الصدى، وسعه وسرعة انتشاره، نستنتج معلومات عن طبيعة وسمك الأنسجة المخترقة.
- يمكن جهاز حاسوب من تجميع هذه المعلومات والحصول على صورة للأعضاء المراد سبرها.

الهدف من هذا التمرين هو شرح مبدأ الرجوع بالصدى الخطي في وسط أحادي البعد بقياس سمك الحاجز، وذلك بعد دراسة بعض خصائص الموجات فوق صوتية.

الأجزاء 1، 2 و 3 مستقلة.

1. الموجات فوق صوتية :

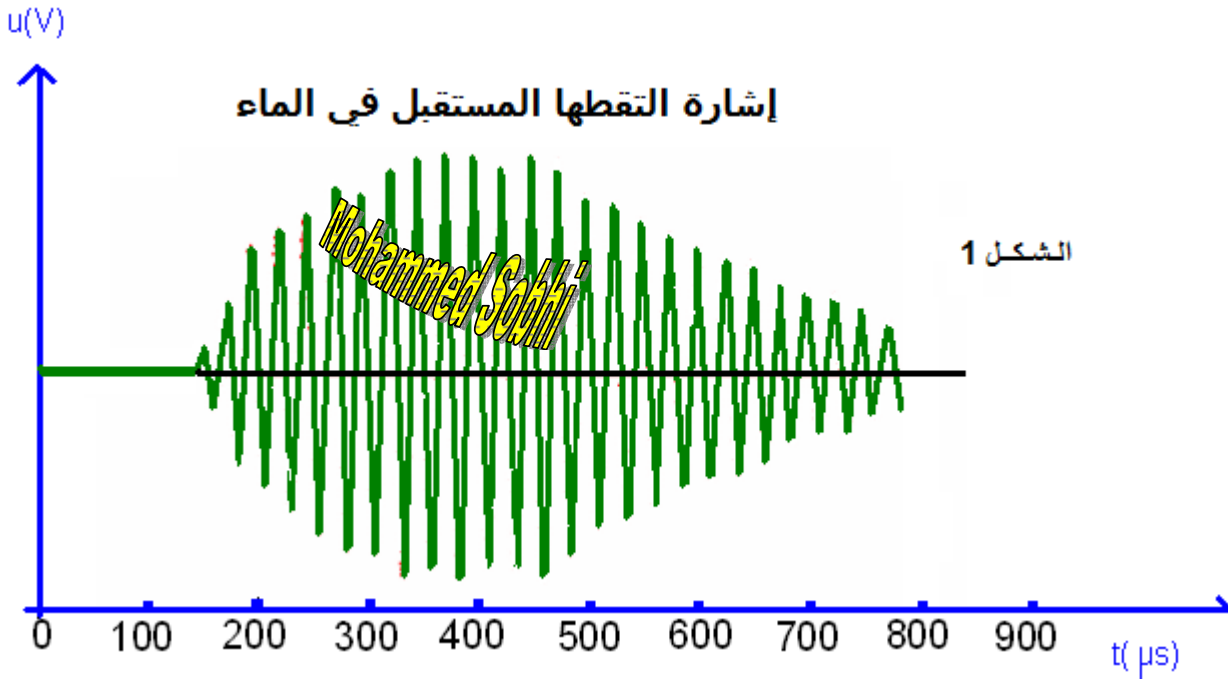
1.1. الموجات الصوتية موجات ميكانيكية. عرف الموجة الميكانيكية

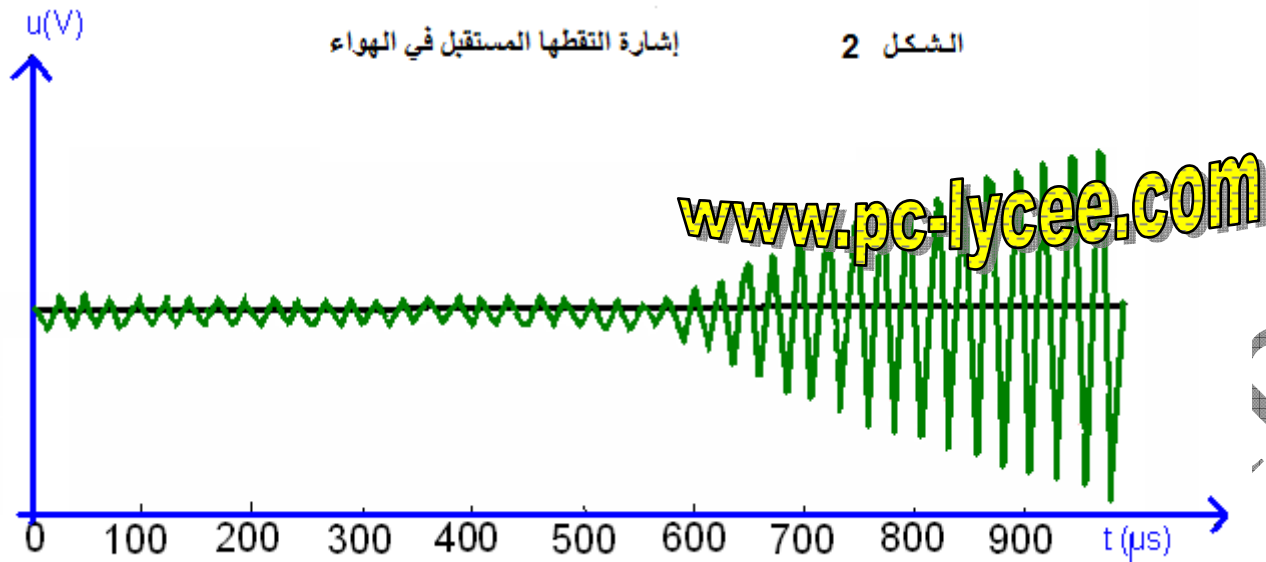
1.2. الموجات فوق الصوتية موجات طولية. عرف الموجة الطولية.

2. سرعة الانتشار ووسط الانتشار :

نربط باعنا للموجات فوق الصوتية بمولد لهذه الموجات، بحيث يكون محلا لذبذبات تتم في وقت جد وجيز. يحول المستقبل الموجة فوق صوتية إلى إشارة كهربائية لها نفس تردد الموجة. الباعث و المستقبل، موضوعان وجها لوجه في نفس الوسط و بينهما مسافة l ، ومرتبطان براسم تذبذب ذاكراتي. توجه الإشارات المسجلة نحو جهاز يمكن من رسم شكل المنحنى الممثل للإشارة.

المبيان التالي يمثل إشارة التقطها المستقبل. أصل التواريخ هو $t=0$ ويطابق لحظة الإرسال. حسب وسط الانتشار، نحصل على التسجيلين التاليين :

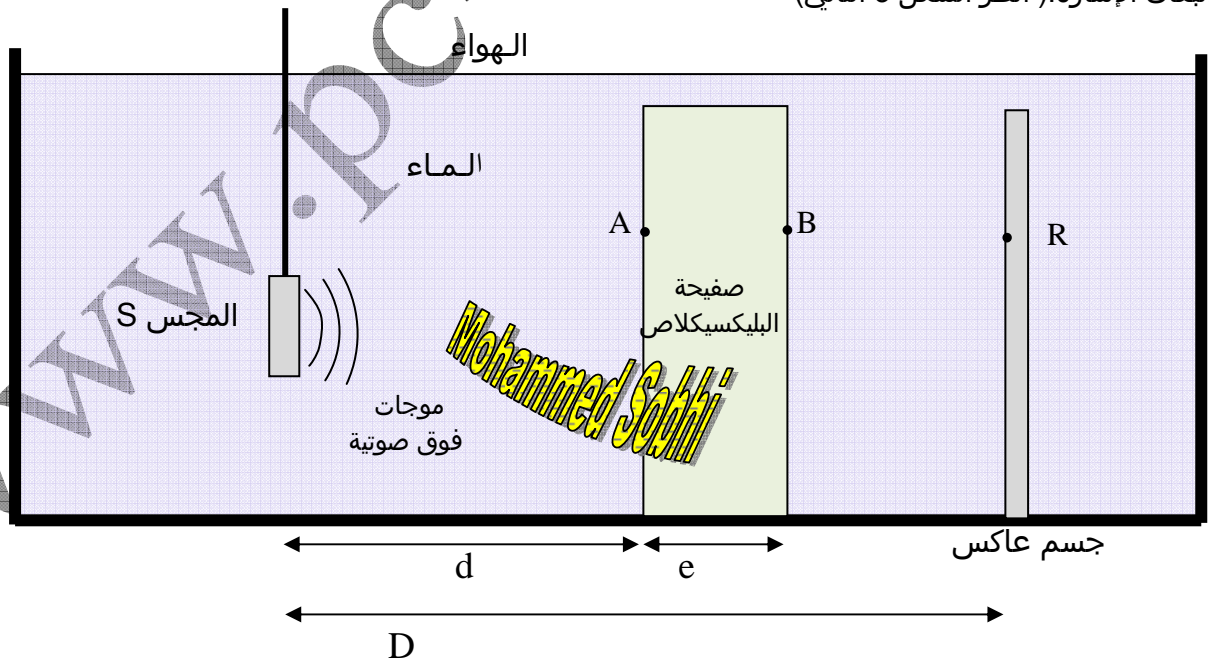




2.1 وضح، مبيانيا و بدون القيم بأي عملية حسابية، في أي وسط تكون سرعة الموجات فوق الصوتية أكبر.
2.2 المسافة الفاصلة بين الباعث والمستقبل هي $l = 20,0\text{cm}$. أحسب سرعة الموجات فوق الصوتية في الماء.

3. نمذجة لفهم مبدأ التصوير بالصدى :

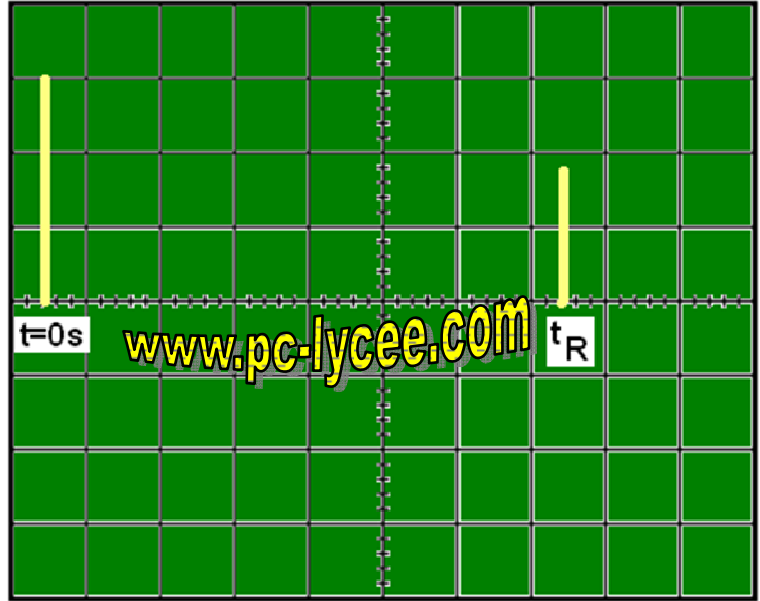
في إناء مملوء بالماء، نضع صفيحة من مادة البليكسيكلاص سمكها e . يمثل الوسط المائي جسم الإنسان والذي به نسبة من 65 إلى 90% من الماء (باستثناء العظام و الأسنان). نجسد صفيحة البليكسيكلاص عضلة من عضلات الجسم. يتكون مجس S للفحص بالصدى من باعث ومستقبل ويكون مغمورا في الماء. الإشارات المنبعثة والمستقبلة من طرف المجس تكون مدتها وجيزة جدا. على الرسم التذبذي، نمثل بخط رأسي الإشارات اللازمة للدراسة. نختار على الرسم التذبذي أصل الزمن مطابقا لانبعاث الإشارة. (أنظر الشكل 3 التالي)



3.1 الرسم التذبذي التالي تم الحصول عليه في غياب صفحة البليكسيكلاص. في اللحظة $t=0$ نعاين الإشارة المنبعثة من المجس. في اللحظة t_R ، نعاين الصدى المنعكس على الجسم العاكس ونسميه الصدى المرجعي.

الشكل 4

سرعة الكسح الأفقي : $20\mu\text{s}\cdot\text{div}^{-1}$



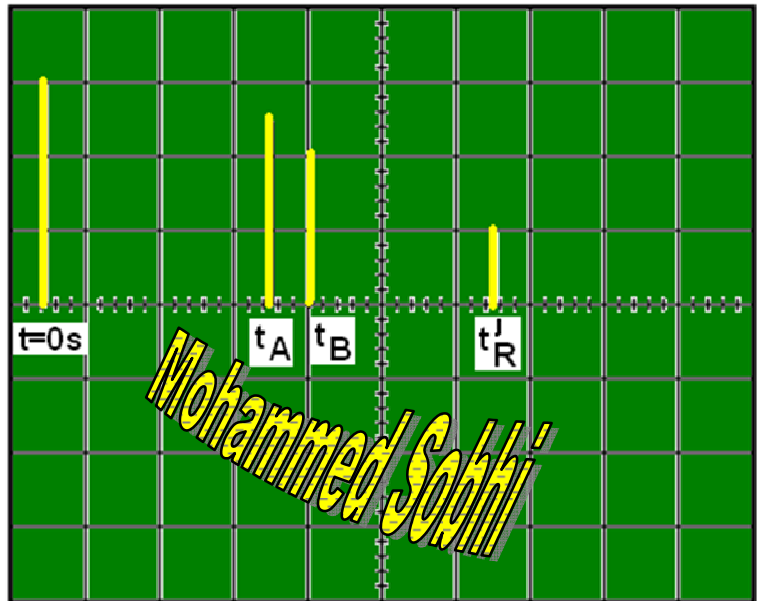
3.1.1 من الرسم التذبذي السابق، أحسب قيمة t_R .

3.1.2 أوجد العلاقة بين D و t_R و سرعة الموجات فوق صوتية في الماء v .

3.2 الرسم التذبذي التالي تم الحصول عليه بوجود صفحة البليكسيكلاص. t_A و t_B تمثل التواريخ التي يستقبل فيها المجس الموجات المنعكسة على وجهي صفحة البليكسيكلاص. يصل الصدى المرجعي في اللحظة t'_R (المدة اللازمة لمعاينة الصدى المنعكس على الجسم العاكس بوجود الصفحة).

الشكل 5

سرعة الكسح الأفقي : $20\mu\text{s}\cdot\text{div}^{-1}$



3.2.1 في أي وسط تنتشر الموجات فوق الصوتية بشكل أسرع، الماء أم البليكسيكلاص؟ علل بمقارنة النتائج المحصل عليها على الشكلين 4 و 5.

3.2.2 نسمي v' سرعة الموجات فوق صوتية في البليكسيكلاص.

أ- أوجد تعبير المسافة L المقطوعة ذهابا وإيابا من طرف الإشارة في الماء بدلالة e و D .

ب- استنتج تعبير المدة t'_R بدلالة D ، e ، v و v' .

3.2.3 أعط تعبير t_A تاريخ استقبال المجس للصدى الناتج عن الانعكاس الجزئي للموجة على الوجه A للصفحة، بدلالة d و v .

3.2.4 أعط تعبير t_B تاريخ استقبال المجس للصدى الناتج عن الانعكاس الجزئي للموجة على الوجه B للصفحة، بدلالة d ، e ، v و v' .

3.3 استغلال النتائج :

3.3.1 من تعابير t_R و t'_R ، أوجد العلاقة بين $t_R - t'_R$ ، v ، v' ، و e . (العلاقة 1)

3.3.2 من تعابير t_B و t_A ، أوجد العلاقة بين $t_B - t_A$ ، v' و e . (العلاقة 2)

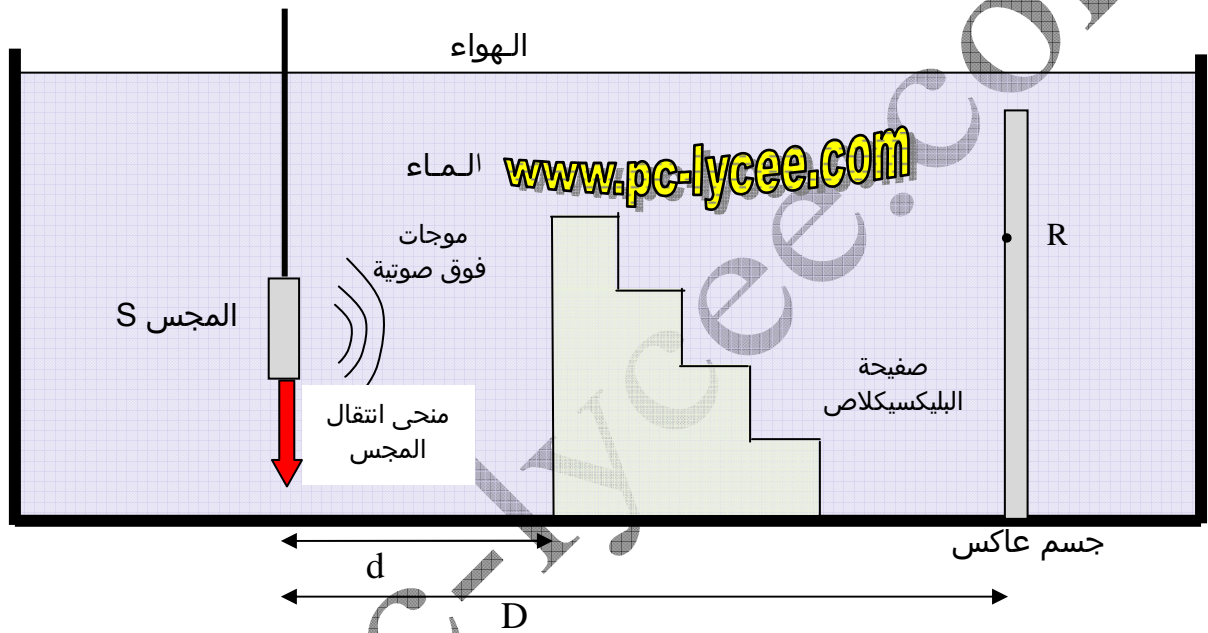
3.3.3 من العلاقتين 1 و 2 بين أن تعبير السمك e للصفحة هو : $e = \frac{v}{2}(t_R - t'_R + t_B - t_A)$.

3.3.4 علما أن : $t'_R = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{s}$ ، $t_A = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{s}$ و $t_B = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{s}$ ، أحسب قيمة سمك الصفحة باعتبار $v = 1,43 \cdot 10^3 \text{m.s}^{-1}$.

3.3.5 استنتج من العلاقة 2 تعبير السرعة v' بدلالة t_B و t_A ، و احسب قيمتها. هل تتوافق هذه القيمة مع جواب السؤال 3.2.1 ؟

3.4 مبدأ الفحص بالصدى :

نضع في حوض الموجات جسما من البليكسيكلاص مكون من أربعة أجزاء مختلفة السمك ، هذا الجسم يحاكي شكل عضلة.



الشكل 6

3.4.1 كيف تتغير t'_R أثناء انتقال المجس في الماء نحو الأسفل ؟ علل الجواب .

3.4.2 كيف يتغير التأخر الزمني $t_B - t_A$ بين الصدى المنعكس على مدخل الصفحة المحاكية للعضلة والصدى المنعكس عند الوجه الثاني للجسم أثناء انتقال المجس نحو الأسفل ؟ علل الجواب.