

تجربة الصوت

الغرض من التجربة:

1. دراسة ظاهرة الرنين في الأعمدة الهوائية المغلقة.
2. إيجاد سرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة المعمل.
3. معرفة العلاقة بين سرعة الصوت ودرجة حرارة المعمل.

ملخص النظرية:

ظاهرة الرنين : هي ظاهرة إهتزاز جسم قابل للإهتزاز متأثراً بجسم آخر مهتز وبنفس التردد. يمكن حساب سرعة إنتشار الموجات v التي طولها الموجي λ وترددها f من المعادلة التالية:

$$v = \lambda f \quad (1)$$

فعند اقتراب شوكة رنانة مهتزة ترددها f من طرف أنبوبة هوائية مغلقة من طرفها السفلي بالماء وتحريك الأنبوبة بحيث يتغير طول عمود الهواء فوق سطح الماء فإننا نحصل على أوضح صوت عندما يحدث الرنين (أي عندما يهتز عمود الهواء بنفس تردد إهتزاز الشوكة الرنانة).

عند حدوث الرنين تتشكل في الأعمدة الهوائية المغلقة موجات تعرف بالموجات الموقوفة الساكنة نتيجة تداخل الموجات اللاحقة الصادرة مع الموجات السابقة المنعكسة فيتشكل نتيجة هذا التداخل ما يسمى بالموجات الموقوفة الساكنة التي تحتوي على عقد (هي الأماكن التي تكون عندها سعة الإهتزاز أقل ما يمكن) وبطنون (هي الأماكن التي تكون عندها سعة الإهتزاز أكبر ما يمكن) بحيث يتشكل عند الطرف المغلق عقدة وعند الطرف المفتوح بطن مفتوح وبالتالي يحصل الرنين الأساسي أول رنين عندما يكون طول عمود الهواء L مساوياً لربع طول الموجة:

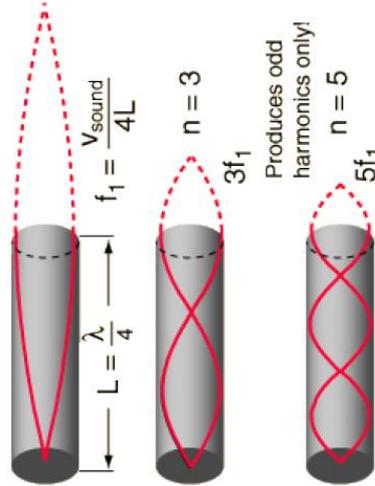
$$L = \frac{\lambda}{4} \quad (2)$$

بينما تحدث النغمات التوافقية الأخرى عندما يكون طول عمود الهواء مساوياً لعدد

$$\text{فردى من ربع الطول الموجي } L = n \frac{\lambda}{4} \text{ حيث } n = 1, 3, 5, \dots$$

وبتعويض عن قيمة $L = 4$ للرنين الأساسي في المعادلة (1)

$$v = 4 L f \quad (3)$$



في الحقيقة أن الطول الفعلي لعمود الهواء أطول بقليل من هذه المسافة L حيث تكون أكبر سعة لبطن الموجة عند الرنين خارج فوهة الأنبوبة بمقدار تصحيح Δl أي أن طول عمود الهواء (L):

$$L = l + \Delta l \quad (3)$$

ووجد أن مقدار التصحيح هذا Δl يعتمد على نصف قطر الأنبوبة r ويساوي $\Delta l = 0.6r$ ولكن في هذه التجربة سنهمل مقدار التصحيح، ولكن يجب أن ننوه إلى أن عدم مرور الخط المستقيم بنقطة الأصل عند رسم العلاقة بين مقلوب التردد $1/f$ على المحور x وأطوال الأعمدة الهوائية في حالة الرنين l على المحور y سببه هو مقدار التصحيح المهمل.

ميل الخط المستقيم يساوي f (L) وبالتالي نحصل على سرعة الصوت في الهواء عمليا:

$$v = 4 \times \text{slope}$$

ويمكن حساب سرعة الصوت نظريا من العلاقة التي تربط بين سرعة الصوت عند درجة حرارة

معينة V_T (T) ودرجة الحرارة المختبر من العلاقة:

$$v_T = v_0 + 0.6T$$

حيث v_0 سرعة الصوت في الهواء عند درجة الصفر المئوي وتساوي 331 m/s .

ملاحظة مهمة: من العلاقة السابقة نجد أن سرعة الصوت تزداد بمقدار 0.6 كلما زادت درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.