

مشاهده امواج صوتی ایستاده در لوله کنت و لوله رابن

لوله کنت (شکل ۱) و لوله رابن (شکل ۲)، دو وسیله که با استفاده از آنها می‌توان امواج صوتی ایستاده تولید کرد. لوله کنت به نام آگوست کنت^۱، و لوله رابن به نام هنریش رابن^۲ که هر دو فیزیکدان آلمانی بودند نام‌گذاری شده است.



شکل ۱: لوله کنت وسیله‌ای برای تولید امواج صوتی ایستاده



شکل ۲: لوله رابن وسیله‌ای برای تولید امواج صوتی ایستاده

برای تولید امواج صوتی با بسامد متغیر از یک بلندگو که به نوسان‌ساز (اسیلاتور) وصل می‌شود، استفاده می‌کنیم. برای تشکیل نقش گره و شکم امواج ایستاده در لوله کنت از گرد چوب استفاده می‌شود و در لوله رابن به علت تغییر فشار گاز در محل گره و شکم نقش امواج ایستاده با شعله‌های آتش تشکیل می‌شود. با استفاده از نقش گره و شکم امواج ایستاده، می‌توان طول موج را به دست آورد. سپس برای بسامد معلوم، سرعت صوت را تعیین کرد.

مدل و نظریه

در نقش امواج ایستاده فاصله بین دو گره متوالی برابر $\lambda/2$ است. بنابراین رابطه بین طول لوله L و تعداد گره‌ها n برای لوله بسته (در یک انتهای آن گره و در انتهای دیگر شکم تشکیل می‌شود) عبارت است از:

$$L = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} \quad (1)$$

^۱August Kundt

^۲Heinrich Rubens

برای لوله باز (در دو انتهای آن شکم تشکیل می‌شود) عبارت است از:

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

بنابراین با اندازه‌گیری طول لوله و شمارش تعداد گره‌ها می‌توان طول موج را به دست آورد. سرعت انتشار موج برابر است با:

$$v = \lambda \nu \quad (3)$$

که λ طول موج و ν بسامد موج است. با بررسی تغییرات طول موج بر حسب بسامد می‌توان سرعت صوت را به دست آورد.

سرعت صوت همچنین به دمای محیط بستگی دارد، رابطه تقریبی بین سرعت صوت در هوا و دمای محیط برابر است با:

$$v = 331 \left(1 + \frac{t}{273}\right)^{1/2} \quad (4)$$

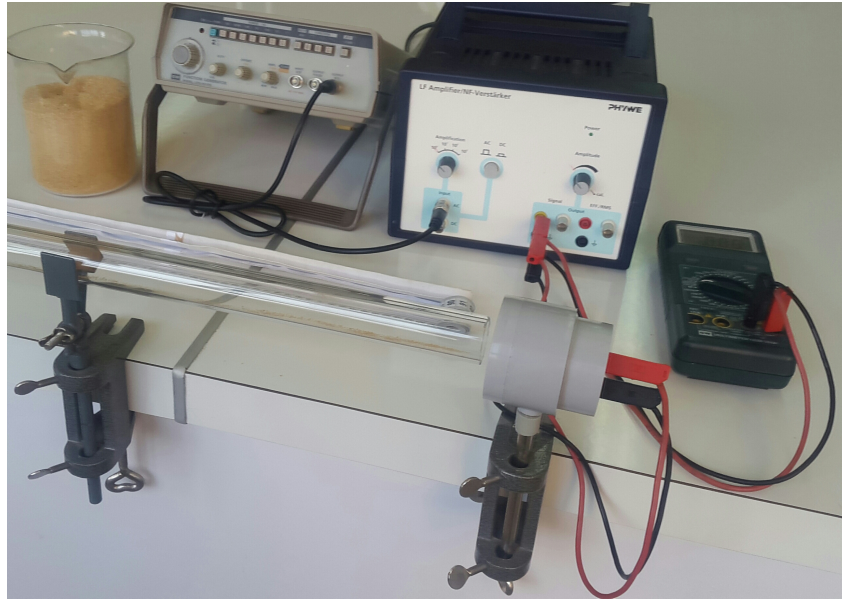
وسایل آزمایش

نوسان‌ساز (اسیلاتور)، تقویت‌کننده، مولتی‌متر، لوله کنت ۳، لوله رابن ۴، مخزن گاز همراه با شیلنگ اتصال به لوله رابن، بلندگو، گیره برای لوله کنت، گیره میز (۲ عدد)، گرد چوب، خطکش، دماسنج، کابل BNC، سیم رابط (۲ عدد).

روش آزمایش

- مدار آزمایش را مطابق شکل ۳ ببندید.

^۳ لوله شیشه‌ای که طول آن بوسیله یک پیستون تغییر می‌کند و در انتهای دیگر آن چشمه صوت قرار می‌گیرد.
^۴ لوله فلزی که در طول آن سوراخهایی ایجاد شده است، انتهای آن به مخزن گاز وصل می‌شود و در انتهای دیگر آن چشمه صوت قرار می‌گیرد.



شکل ۳: آزمایش تشکیل امواج ایستاده در لوله کنت

- گرد چوب را به طور تقریباً یکنواخت در طول لوله شیشه‌ای پخش کنید. اطمینان حاصل کنید که گرد چوب و لوله کاملاً خشک هستند.
- بلندگو را طوری در انتهای دیگر لوله قرار دهید که مرکز آن منطبق بر محور لوله باشد تا بیشتر امواج صوتی وارد لوله شود. برای لوله بسته با استفاده از پیستون یا چوب پنبه (یا به کمک دست) انتهای لوله شیشه‌ای را ببندید.
- دامنه ولتاژ نوسان‌ساز را تا انتها در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید.
- روی دستگاه تقویت کننده دکمه Amplitude در وضعیت مینیمم باشد و کلید Amplification را در وضعیت 10° قرار دهید (وضعیت مجاز برای این کلید 10° است در غیر این صورت بلندگو صدمه خواهد دید).
- راهنمایی: طول لوله شیشه‌ای را اندازه‌گیری کنید با مشخص بودن تعداد گره‌ها می‌توان طول موج را به دست آورد. فرض کنید سرعت صوت تقریباً 330 m/s است، با مشخص بودن طول موج و سرعت صوت مقدار تقریبی بسامد تشدید را به دست آورید.
- با تغییر بسامد نوسان‌ساز در بازه بسامد محاسبه شده، تشدید را مشاهده کنید. برای خواندن دقیق بسامد از مولتی‌متر استفاده کنید. بازای هر بسامد که موج ایستاده تشکیل می‌شود تعداد گره‌ها و بسامد را در جدول ۱ یادداشت کنید.

$L = \quad cm$			
$t = \quad ^\circ C$			
$\nu(Hz)$	n	$\lambda(cm)$	$\nu^{-1}(s)$

جدول ۱: تغییرات طول موج بر حسب بسامد برای لوله کنت (لوله بسته)

- با اندازه‌گیری طول لوله شیشه‌ای L و نتایج ثبت شده در جدول ۱ (تعداد گره‌ها) طول موج را به دست آورید و جدول ۱ را کامل کنید.
- منحنی نمایش تغییرات طول موج (λ) را بر حسب عکس بسامد ($1/\nu$) رسم کنید.
- با استفاده از شیب منحنی سرعت صوت را محاسبه کنید.
- دمای آزمایشگاه را در زمان انجام آزمایش اندازه‌گیری کنید و سرعت صوت در هوا را از معادله ۴ محاسبه کنید.
- با تغییر فاصله بین بلندگو و پیستون آزمایش را تکرار کنید، جدول ۲ را کامل کرده و سرعت صوت در هوا را به دست آورید.

$L = \quad cm$			
$t = \quad ^\circ C$			
$\nu(Hz)$	n	$\lambda(cm)$	$\nu^{-1}(s)$

جدول ۲: تغییرات طول موج بر حسب بسامد برای لوله کنت (لوله باز)

- به جای لوله کنت از لوله رابن استفاده کنید، جدول ۳ را کامل کرده و سرعت صوت در گاز را به دست آورید.

$\nu(Hz)$	$L(cm)$	n	$\lambda(cm)$	$\nu^{-1}(s)$

جدول ۳: تغییرات طول موج بر حسب بسامد برای لوله رابن