

DENEY PROSEDÜRLERİ

- İki mikrofon propu arasındaki mesafe s fonksiyonu olarak oda sıcaklığındaki havadaki ses sinyalinin yayılma zamanı t ölçülmesi.
- s ve t arasındaki lineer ilişkinin doğrulanması.
- İki mikrofon propu arasındaki sabit mesafe üzerindeki sıcaklık fonksiyonu T olarak havadaki ses sinyalinin yayılma zamanının t ölçülmesi.
- Sıcaklık fonksiyonu olarak sesin hızının (grup hızı) belirlenmesi.
- Laplace derivasyonu ile sonuçların karşılaştırılması.

AMAÇ

Kundt borusunda ses sinyallerinin yayılma hızının ölçülmesi.

ÖZET

Ses dalgaları gazın içerisinde boylamsal olarak yayılırlar. Buradaki grup hızı, evre hızına eşittir. Bu deneyde, Kundt borusunda iki mikrofon propu arasındaki yayılma zamanı ölçülecek ve sonuçlar sesin hızını hesaplamada kullanılacaktır. Ses hızının sıcaklık bağımlılığı oda sıcaklığı ve 50°C arasında incelenmiştir. Ölçüm sonuçları Laplace derivasyonunun sonuçlarıyla eşleşmektedir.

GEREKLİ CİHAZLAR

| Miktar | Cihazlar | Ürün no. |
|--------|---|--------------|
| 1 | Kundt Tüpü (borusu) E | 1017339 |
| 1 | Sinyal Kutusu K | 1017341 |
| 1 | Mikrofon Probu, Uzun | 1017342 |
| 1 | Mikrofon Probu, Kısa | 4008308 |
| 1 | Mikrofon Kutusu (230 V, 50/60 Hz) | 1014520 veya |
| | Mikrofon Kutusu (115 V, 50/60 Hz) | 1014521 |
| 1 | Mikrosaniye Sayacı (230 V, 50/60 Hz) | 1017333 veya |
| | Mikrosaniye Sayacı (115 V, 50/60 Hz) | 1017334 |
| 1 | Isıtıcı Çubuk K | 1017340 |
| 2 | HF kablosu, BNC/4 mm soket | 1002748 |
| 1 | DC Güç Kaynağı 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz) | 1003312 veya |
| | DC Güç Kaynağı 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz) | 1003311 |
| 1 | Dijital Çabuk Tepkili Cep Termometresi | 1002803 |
| 1 | K-Tip NiCr-Ni Suya batırma sensörü, -65° C – 550° C | 1002804 |
| 1 | Çift emniyetli deney kablosu, 75 cm | 1002849 |

Ayrıca önerilir:

çeşitli teknik gazlar

1

TEMEL İLKELER

Ses dalgaları deforme olabilen ortamlar dahilinde elastik dalgalardır. Dalga hızı ortamın elastik özelliklerine bağlıdır. Basit gazlarda, ses yalnızca boylamsal dalgalar olarak yayılır, grup hızı evre hızına eşit olur.

Laplace'e göre bir derivasyonda, gazdaki ses dalgaları ısısız basınçtaki ya da yoğunluktaki değişimler olarak kabul edilir. Sesin hızı aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

$$(1) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot p}{C_v \cdot \rho}}$$

p : Basınç. ρ : Yoğunluk
 C_p, C_v : Gazın sıcaklık kapasitesi

Mutlak sıcaklıkta T ideal bir gaz için:

$$(2) \quad \frac{p}{\rho} = \frac{R \cdot T}{M}$$

$R = 8,314 \frac{J}{Mol \cdot K}$: evrensel gaz sabiti

M : Molar kütle

Bu yüzden sesin gazdaki hızı:

$$(3) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot R \cdot T}{C_v \cdot M}}$$

Referans sıcaklığa T_0 nazaran çok büyük olmayan sıcaklık farklılıklarını ΔT için, sesin hızı sıcaklık değişiminin ΔT lineer fonksiyonudur:

$$(4) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot R \cdot T_0}{C_v \cdot M} \cdot \left(1 + \frac{\Delta T}{2 \cdot T_0}\right)}$$

İdeal gaz olarak kuru havalar için, sesin hızı genellikle aşağıdaki şekilde açıklanır:

$$(5) \quad c(T) = \left(331,3 + 0,6 \cdot \frac{\Delta T}{K}\right) \frac{m}{s}$$

$T_0 = 273,15 \text{ K} = 0^\circ\text{C}$

Denyde, s mesafesinde bulunan iki mikrofon propu arasındaki ses sinyallerinin yayılma süresini t ölçeceğiz. Ses sinyali dik uçlu voltaj nabzıyla kontrol edilen açık diyaframlı hoparlörün ani hareketiyle üretilir. Mikrosaniye sayaç kullanılarak hesaplanan yayılma zamanının yüksek çözünürlük ölçümleri ses sinyali ilk mikrofon probuna ulaşınca başlar ve s mesafedeki ikinci mikrofon propuna ulaşınca sona erer.

Sıcaklık fonksiyonu olarak yapılan yayılma süresi ölçümlerinde Kundt borusunu 50°C'ye kadar ısıtmak için ısıtma elementi kullanılır. Soğutma işlemi sırasındaki sıcaklık dağılımı yeterince homojendir. Bu sebeple sıcaklığın Kundt borusunda tek noktada ölçülmesi yeterli olacaktır. Kundt borusunu, havadan ziyade teknik gazlar ile beslemek için bir takviye boru bağlantısı kullanılabilir.

DEĞERLENDİRME

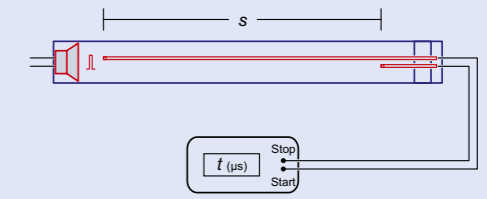
Sesin hızı, alınan mesafe s ve yayılma zamanı t oranıyla hesaplanabilir:

$$c = \frac{s}{t}$$

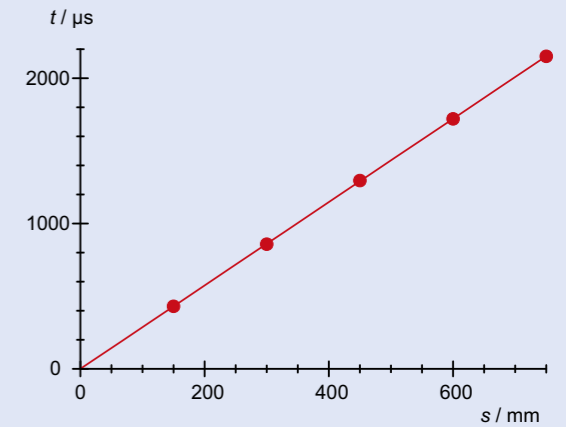
Şekil 2 de bu eğimin karşıtı olarak gösterilmiştir.

Ses hızının sıcaklık bağımlılığı, aşağıdaki parametrelerle birlikte denklem 3'te belirtilmiştir:

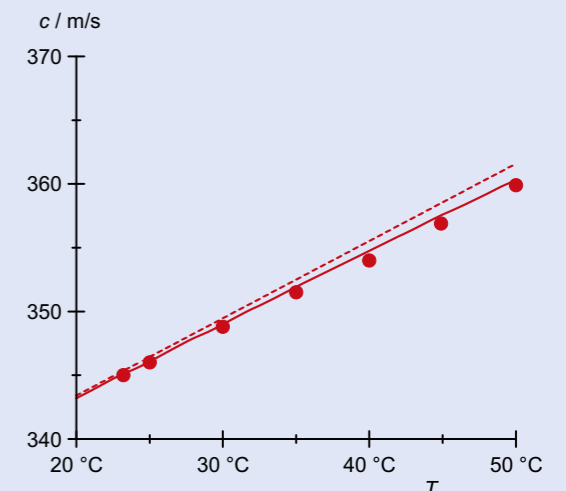
$$M = 28,97 \frac{g}{Mol}, \quad \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5}$$



Şekil 1: Şematik deney kurulumu.



Şekil 2: Oda sıcaklığında alınan mesafenin s fonksiyonu olarak havadaki ses yayılma süresi t



Şekil 3: Sıcaklık T fonksiyonu olarak sesin havadaki hızı c
Düz çizgi: Denklem 3'e göre hesaplama.
Kesik çizgi: Denklem 5'e göre hesaplama.