



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METODLAR DERSİ

MÜKEMMEL GAZ DENEY FÖYÜ

1. Deneyin Adı: Mükemmel bir gazın genişlemesi (özgül ısı oranlarının belirlenmesi)

2. Deneyin Amacı: Mükemmel gaz olarak kabul edilen hava için, termodinamiğin 1. yasası ve mükemmel gaz denklemi kullanılarak $k = C_p/C_v$ özgül ısı oranını belirlemek.

3. Teori:

Mükemmel gaz: Birçok doğa olayı incelenirken, aslında tam olarak bulunmayan, ideal sistemlerden hareket edilir. Mükemmel gaz modeli de bunlardan biridir.

Mükemmel gazların başlıca özellikleri şunlardır:

- 1- Gaz taneciklerinin öz hacimleri tanecikler arası boşluğa kıyasla ihmal edilebilir.
- 2- Gaz tanecikleri arasında hiçbir etkileşme yoktur.
- 3- Gaz taneciklerinin kendi aralarındaki ve kabın çeperi ile olan çarpışmalarda kinetik enerji kaybı yoktur.
- 4- Taneciklerin hareketleri doğrusal ve gelişi güzeldir.

Gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçlarda mükemmel gaza yaklaşırlar.

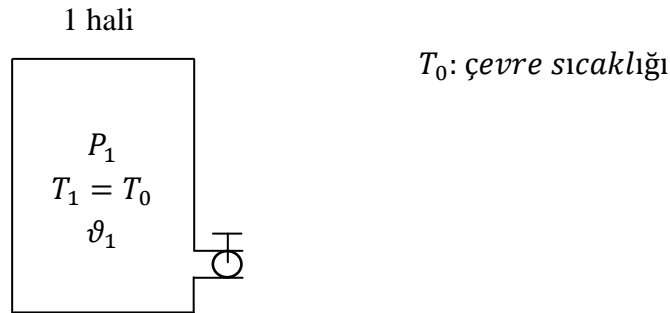
Mükemmel gaz yasası:

Bir İngiliz Fizikçisi olan Robert Boyle, 1662 yılında vakum odasında yaptığı deneylerde, bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olarak değiştiğini gözlemledi. 1802 yılında Fransız J. Charles ve J. Gay-Lussac düşük basınçlarda bir gazın hacminin sıcaklıkla orantılı olduğunu deneysel olarak buldular. Böylece,

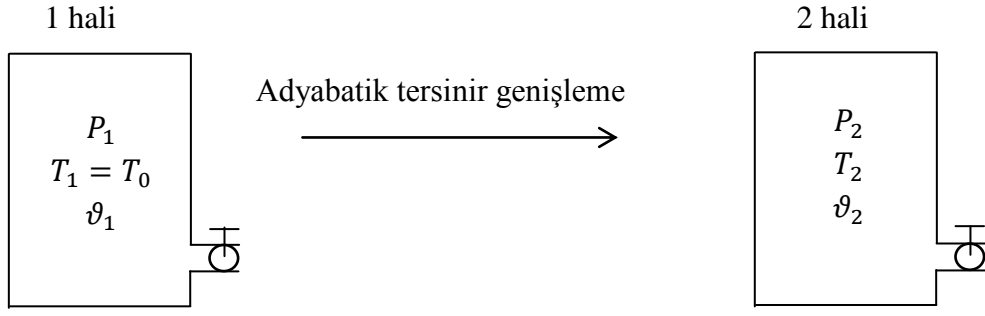
$$P \cdot V = mRT$$

bağıntısı ortaya kondu. Bu deneyde mükemmel gaz denklemi ve Termodinamiğin 1. Yasası kullanılarak mükemmel bir gaz için özgül ısı oranları bulunacaktır.

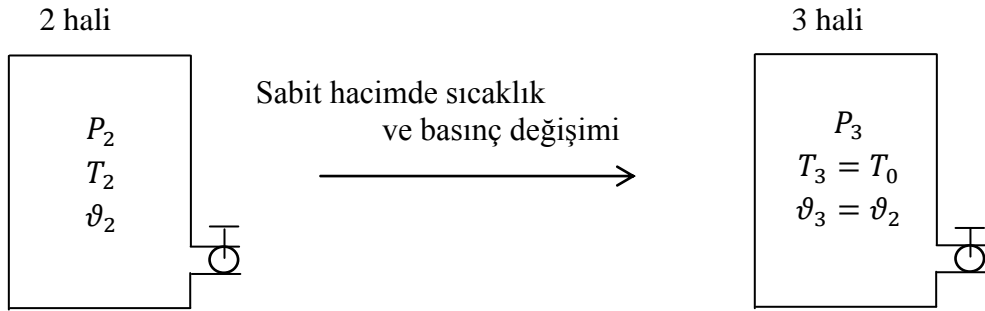
Başlangıçta içerisinde P_1 basıncında ve çevre sıcaklığında ($T_1 = T_0$) hava bulunan sabit hacimli tank bir vana yardımıyla kapatılmıştır.



Sabit hacimli tanka bağlı olan vana hızlı bir şekilde açılıp kapatılarak tank içerisindeki havanın genişlemesi sağlanmıştır. Bu genişleme işleminin izantropik (adyabatik ve tersinir) olduğu kabul edilmiştir.



Adyabatik tersinir hal değişimiyle 2 haline gelen kapalı tank, bir süre beklendikten sonra sabit hacimde çevre sıcaklığına ulaşır (3 hali).



Bu iki hal değişimi için termodinamiğin birinci yasası ve ideal gaz denklemi uygulanacaktır.

İdeal bir gaz için;

$$C_p = C_v + R$$

Burada

$$C_p = \text{sabit basınç altında özgül ısı}$$

$$C_v = \text{sabit hacimde özgül ısı}$$

$$R = \text{Gaz sabiti}$$

1. Adım : P_s ilk basıncından P_i ara basıncına adyabatik tersinir genişleme

$$\{ P_1, v_1, T_1 = T_0 \} \longrightarrow \{ P_2, v_2, T_2 \}$$

2. Adım: Sabit hacim v_2 de sıcaklığın ilk sıcaklık T_0 değerine geri dönmesi

$$\{ P_2, v_2, T_2 \} \longrightarrow \{ P_3, v_2 = v_3, T_3 = T_0 \}$$

(1-2) adyabatik tersinir genişleme için:

$$\text{Adyabatik} \longrightarrow dq=0$$

Termodinamiğin 1. Yasası uygulanırsa;

$$dU = dq + dw$$

Genişleme prosesi için iş:

$$dw = -p \cdot d\vartheta$$

$$dq=0 \text{ için } dU = dw \longrightarrow dU = -p \cdot d\vartheta$$

Sabit hacimde iç enerjinin özgül ısı ve sıcaklık değişimine bağlı ifadesi;

$$dU = C_v \cdot dT$$

Bu ifade yerine konulursa

$C_v \cdot dT = -p \cdot d\vartheta$ elde edilir. Bu ifade düzenlenirse;

$$p = -\frac{C_v \cdot dT}{d\vartheta}$$

ifadesine ulaşılır. Elde edilen basınç ifadesi ideal gaz denkleminde yerine yazılır.

$$p \cdot \vartheta = R \cdot T$$

$$-\frac{C_v \cdot dT}{d\vartheta} \cdot d\vartheta = R \cdot T$$

$$-C_v \cdot \frac{dT}{T} = R \cdot \frac{d\vartheta}{\vartheta}$$

Bu ifadenin 1-2 hal değişimi için integrali alınır.

$$\int_2^1 -C_v \cdot \frac{dT}{T} = \int_2^1 R \cdot \frac{d\vartheta}{\vartheta}$$

$$C_v \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = -R \cdot \ln\left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}\right) \quad (1)$$

1 ve 2 hali için mükemmel gaz denklemleri:

$$\frac{P_1 \vartheta_1}{P_2 \vartheta_2} = \frac{RT_1}{RT_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_2}{T_0} = \frac{P_2 \cdot \vartheta_2}{P_1 \cdot \vartheta_1} \quad (2)$$

2 ve 3 hali için mükemmel gaz denklemleri:

$$\frac{P_2 \vartheta_2}{P_3 \vartheta_3} = \frac{RT_2}{RT_3}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{T_2}{T_0} = \frac{P_2}{P_3}$$

Mükemmel gaz denklemlerinden elde edilen ifadeler birleştirilirse aşağıdaki ifade elde edilir.

$$\frac{T_2}{T_0} = \frac{P_2 \cdot \vartheta_2}{P_1 \cdot \vartheta_1} = \frac{P_2}{P_3}$$

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{P_1}{P_3} \quad (3)$$

(2) ve (3) ifadeleri (1) denkleminde yerine yazılarak (1) denklemi ölçülen basınçlar cinsinden yazılır.

$$C_v \cdot \left(\ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} + \ln \frac{P_2}{P_1} \right) = -R \cdot \ln \left(\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} \right)$$

$C_p = C_v + R$ için tekrar düzenlenir.

$$C_v \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} + C_v \ln \frac{P_2}{P_1} = C_v \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} - C_p \ln \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}$$

$$C_v \ln \frac{P_2}{P_1} = C_p \ln \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$$

$$C_v \ln \frac{P_2}{P_1} = C_p \ln \frac{P_3}{P_1}$$

Buradan özgül ısılar oranı aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{\ln P_1 - \ln P_2}{\ln P_1 - \ln P_3}$$

4. Metot:

Deney düzeneği basit olarak iki hava tankı ile bu tankları birbirine ve hava pompasına bağlayan hortumlardan oluşmaktadır. Deney sırasında tanklardan biri basınçlandırılacak ve sonrasında çevre sıcaklığında stabil hale gelmesi beklenecektir. Düzenek stabil hale geldikten sonra basınçlandırılmış tank ile atmosfer arasındaki valf HIZLICA açılıp kapanarak içerisindeki havanın bir kısmı boşaltılır. Tank içerisindeki hava P_1 ilk basıncından P_2 anlık basıncına genişler. Bu proses adyabatik ve tersinir kabul edilir.

Tank içerisindeki havanın basıncı, hava termal dengeye geldiğinde bir son basınca P_3 ulaşır. Bu nedenle ikinci adım sabit hacim prosesidir.

1, 2 ve 3 hal değişimleri için mükemmel gaz denklemi ve termodinamiğin 1. Yasası kullanılarak basınçlar cinsinden özgül ısı oranını veren bir ifade geliştirilecektir. Böylece ölçülen basınç değerleri için özgül ısı oranları belirlenecektir.



Şekil 1- Mükemmel gazın genişlemesi deney düzeneği

6. Deney Verileri

Atmosferik basınç (mutlak) P_{atm}	kN/m ²
Başlangıç basıncı(ölçülen) $P_{1,e}$	kN/m ²
Başlangıç basıncı(mutlak) P_1	kN/m ²
Anlık basınç(ölçülen) $P_{2,e}$	kN/m ²
Anlık basınç (mutlak) P_2	kN/m ²
Son basınç(ölçülen) $P_{3,e}$	kN/m ²
Son basınç (mutlak) P_3	kN/m ²

7. Hesaplamalar:

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{\ln P_1 - \ln P_2}{\ln P_1 - \ln P_3}$$

İfadesinde deney sonucunda bulunan değerler gerekli yerlere yazılarak C_p/C_v oranı hesaplanabilir.

8. Sonuçlar:

1. (1-2) hal değişimi sırasında sıcaklık değişimi neden adyabatik kabul edilmiştir.
2. Hesapladığınız sonuç ile beklenen sonuç arasında fark var mı? Farklılığın nedeni yorumlayınız.