



AMAÇ

Metal çubuklarda ısı iletiminin ölçülmesi

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Bir uçundan ısıtılan diğer ucu hem dinamik hem de sabit durumlarda soğuk kalan metal çubuk boyunca sıcaklığın nasıl değiştiğini ölçün
- Sabit durumda ısı akışının ölçün
- Çubuğun yapıldığı maddenin ısı iletimini belirleyin

ÖZET

Isının iletilmesi komşu atomlar ya da moleküllerin etkileşimi sayesinde atomların kendi yerlerinde kalmasına rağmen ısının daha sıcak olan yerlerden soğuk yerlere iletilmesi işlemidir. Uçları farklı sıcaklıklarda ısıtılmış bir silindirik metal çubuk içerisinde sıcaklık gradyanı bir süre sonra tüm çubuk üzerinde meydana gelecektir. Sıcaklık ılık uçtan soğuk uca doğru yeknesak biçimde düşecek ve sabit ısı akımı çubuk boyunca yükselecektir. Dinamik durumdan durağan duruma geçme hali farklı ölçüm noktalarında sıcaklıkları belirlemek için tekrarlanan ölçümlerle gözlemlenir. Metal çubuklar elektriksel olarak ısıtılır böylece sabit durumdaki sıcaklık akışı verilen elektrik gücünden belirlenebilir.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Isı İletim Ekipman Seti	1017329
1	Isı İletim Çubuğu, Al	1017331
1	Isı İletim Çubuğu, Cu	1017330
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 Çubuk Tepkili Cep Termometresi	1002803
1	K-Tip NiCr-Ni Suya batırma sensörü, -65° C – 550° C	1002804
1	Bir çift Deney Güvenlik Kablosu, 75 cm, mavi, kırmızı	1017718
1	Takım 10 cam kap, kısa şekilde	1002872

1

TEMEL İLKELER

Isı iletim, radyasyon ya da ısıyayım yoluyla sıcak bir noktadan soğuk bir noktaya iletilir. Isının iletilmesi komşu atomlar ya da moleküllerin etkileşimi sayesinde atomların kendi yerlerinde kalmasına rağmen ısının daha sıcak olan yerlerden soğuk yerlere iletilmesi işlemidir. Örneğin bir metal çubuk ısıtıldığında sıcak uçtaki atomlar soğuk uçtaki atomlardan daha canlı ve daha fazla enerjiyle titreşir. Enerji, komşu atomların arasındaki çarpışmalar sayesinde iletilir. Enerji bir atomdan diğerine geçer ve böylece tüm çubuk boyunca iletilmiş olur. Özellikle metaller ısıyı çok iyi yalıtırlar çünkü çarpışmalar atomlar ve serbest elektronlar arasında gerçekleşir.

Kesit alanı A olan bir çubukta, uçlar farklı ısılarda olduğunda, bir süre sonra sıcaklık gradyanı bar boyunca meydana gelir. Bu yüzden sıcaklık çubuğun soğuk ucuna doğru yeknesak bir şekilde azalır. dt zamanında sıcaklık miktarı dQ çubuğun kesit alanı boyunca akar ve sabit ısı akışında artmaya devam eder P_Q :

$$(1) \quad P_Q = \frac{dQ}{dt} = \lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

P_Q : ısı akışı (watt olarak ölçülmüştür)

A : çubuğun kesit alanı

λ : Çubuğun yapıldığı maddenin ısı iletimi

T : Sıcaklık, x : Çubuğun uzunluğunun koordinatı

Sabit sıcaklık gradyanı yükselmeden önce, belirli t zamanındaki sıcaklık dağılımı sabit duruma kademeli olarak yaklaşan $T(x,t)$ olarak verilmiştir. Aşağıdaki diferansiyel denklemi uygulayın

$$(2) \quad \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(x,t) - c \cdot \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0,$$

c : Belirli ısı kapasitesi

ρ : Çubuğun yapıldığı maddenin yoğunluğu

Sabit durumlarda durum denklem (1)'e uygundur.

$$(3) \quad \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) = 0 \quad \text{ve} \quad \lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial x}(x,t) = \text{const.} = \frac{P_Q}{A}$$

Bu deneyde çubuk bir uçundan elektrikle ısıtılmıştır. Elektronik ısı kaynağı çubuk için ısıtıcı voltajı U ve akım I ölçülerek belirlenebilen belli miktarda ısı temin eder:

$$(4) \quad P_{el} = U \cdot I$$

Akımın elektronik olarak düzenlenmesi çubuğun bu ucunun hızlıca 90°C'ye ulaşmasını sağlar ve bu sıcaklık sonrasında sabitlenir. Çubuğun diğer ucu eriyen bir buzun sıcaklığında yada suyun oda sıcaklığındaki sıcaklığında soğutucu deflektörleri sayesinde sabit kalır. Bu da ısının kalorimetriyle belirlenmesini sağlar. İzolasyon manşonu çubuktan çevresine ısı kaybını en aza indirir ve sıcaklık profilinin sabit durumda daha lineer olmasını sağlar. Bir saniye içerisinde sıcaklığı belirleyen elektrik termometre kullanılarak çubuk boyunca önceden belirlenmiş ölçüm noktalarında sıcaklıklar ölçülür. Hem bakır hem de alüminyum çubuk tedarik edilmiştir.

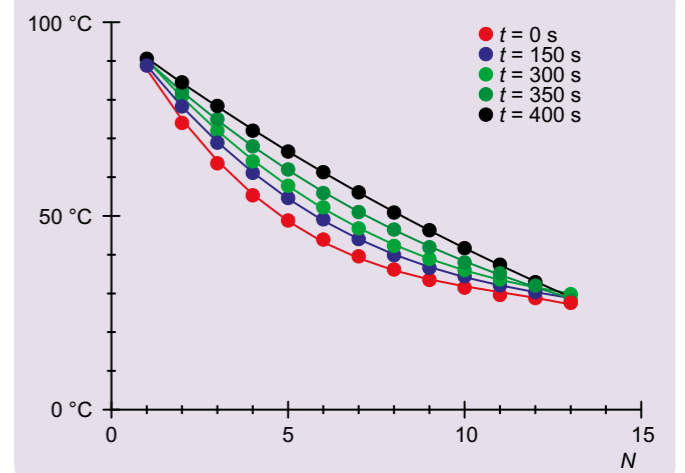
DEĞERLENDİRME

Isı akışı P_Q elektrik gücü P_{el} eksi az miktarda güç kaybı P_1 : $P_Q = P_{el} - P_1$ tekabül eder.

Bu yüzden:

$$\lambda = \frac{P_{el} - P_1}{A} \cdot \frac{L}{T(0) - T(L)}$$

(L : ölçüm noktalarında seçilen sıcaklıklar arasındaki mesafe)



Şekil 1: Alüminyum çubukta 150 s zaman aralığında yapılan beş ölçüm setindeki sıcaklıklar.