

# KMU 202

# TERMODINAMİK

The background is a gradient from light yellow at the top to orange at the bottom. On the right side, there are several parallel white lines that are slightly curved and extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of motion or a stylized graphic element.

## CARNOT ÇEVİRİMİ

Mademki yukarıda verildiği gibi ısı makinalarında %100 verim elde etmek imkansız, öyleyse üst limiti ne olabilir? Bu kesinlikle tersinir işleme bağlıdır. Gerçekten tamamen tersinir çalışan ısı makinası özel bir makina olup, "Carnot makinası" olarak adlandırılır. 1824 yılında N.L.S. Carnot tarafından tanımlandı.

Carnot çevriminde tüm adımlar (izotermal, adyabatik)

**Tersinirdir.** Dolayısıyla verim en yüksek düzeydedir.

## TERMODİNAMIĞIN İKİNCİ YASASI: ENTROPİ

- ❖ Bir Carnot çevriminde kazana aktarılan ve yoğunlaştırıcıdan çevreye verilen ısılar ve sıcaklıklar arasında;

$$\frac{|Q_H|}{|Q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$$

İlişkisi vardır. Eşitlik şu şekilde yazılabilir;

$$\frac{|Q_H|}{T_H} = \frac{|Q_C|}{T_C}$$

Isı niceliklerinin işaretleri dikkate alındığında;

$$\frac{Q_H}{T_H} + \frac{Q_C}{T_C} = 0$$

yazılabilir.

# TERMODİNAMIĞIN İKİNCİ YASASI: ENTROPİ

Sonsuz küçük izotermal adımlarda ısı nicelikleri  $dQ_H$  ve  $dQ_C$  olacaktır.

$$\frac{dQ_H}{T_H} + \frac{dQ_C}{T_C} = 0$$

Döngüdeki  $dQ/T$  niceliklerinin tümü toplam integrasyonla verilir.

$$\oint \frac{dQ_{\text{rev}}}{T} = 0$$

Integral işaretindeki yuvarlak tüm döngü boyunca integrasyonu ve “rev” tersinir döngüleri gösterir.  $dQ_{\text{rev}}/T$  herhangi bir süreçte toplamı sıfır olması bir çevrim prosesini gösterir. Sistem özeliğindeki diferensiyel değişmelerin bu niceliklerle verildiği söylenebilir. Bu özeliğe “**entropi**” denir. Diferensiyel değişimler ise aşağıda verilmiştir,

# TERMODİNAMIĞIN İKİNCİ YASASI: ENTROPİ

Diferensiyel değişimler şöyledir;

$$dS^t = \frac{dQ_{rev}}{T} \Rightarrow dQ = TdS^t$$

burada  $S^t$  sistemin toplam entropisidir.

# İdeal Gazlarda Entropi Değişimi

I. Yasaya göre ve tersinir süreçler için;

$$dU = dQ + dW$$

$$dU = dQ_{rev} - PdV$$

yazılır. Entalpi eşitliği yazılarak;

$$H = U + PV \rightarrow dH = dU + PdV + VdP$$

Eşitliklerdeki dU yok edilir ve düzenlenirse;

$$dQ_{rev} = dH - VdP \text{ elde edilir.}$$

İdeal gaz için,  $dH = C_p^{ig} dT$  ve  $V = RT/P$  yazılıp her terim T ile bölünürse;

$$\frac{dQ_{rev}}{T} = C_p^{ig} \frac{dT}{T} - R \frac{dP}{P} \Rightarrow dS = C_p^{ig} \frac{dT}{T} - R \frac{dP}{P} \Rightarrow$$

$$\frac{dS}{R} = \frac{C_p^{ig}}{R} \frac{dT}{T} - d \ln P$$

## İdeal Gazlarda Entropi Değişimi

Eşitlikteki S ideal gaz molar entropisidir.

$T_0$  ve  $P_0$  başlangıç şartlarından, T ve P bitiş şartları arasında integral alındığında;

$$\frac{\Delta S}{R} = \int_{T_0}^T \frac{C_p^{ig}}{R} \frac{dT}{T} - \ln \frac{P}{P_0}$$

İdeal gazların entropi değişimlerinin hesaplanmasında kullanılan genel eşitlik elde edilmiş olur.

# KAYNAKLAR

Ders kitabı: J. M. Smith, C. Van Ness, M. M. Abbott, **Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics**, Fifth Edition, McGraw-Hill International Editions, 1996.

## **Diğer Kaynaklar:**

Stanley I. Sandler, **Chemical and Engineering Thermodynamics**, Third edition **John Wiley & Sons Inc, 1998.**

M. David Burghardt, **Engineering Thermodynamics with Application**, Third Ed. Harper & Row Inc, 1986.

G. J. Van Wylen, R. E. Sonntag, **Fundamentals of Classical Thermodynamics**, Third Ed. John Wiley & Sons Inc, 1985

Y. A. Çengel, Michael A.Boles, **Thermodynamics: An Engineering Approach**, ISE Edition, McGraw-Hill, 1997.