

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 start from the top right and extend towards the bottom left, creating a sense of motion or a stylized graphic element.

BÖLÜM III

Saf Akışkanların Hacimsel Özellikleri

- Saf Maddelerin basınç, hacim ve sıcaklık (PVT) Davranışı

Endüstriyel süreçlerin gereksinimi olan Q ve W nicelikleri, U ve H gibi termodinamik özellikler genellikle hacimsel veriden hesaplanır. Bir homojen akışkan için PT diyagramı aşağıda verilmiştir.

12 eğrisi: Süblümlenme

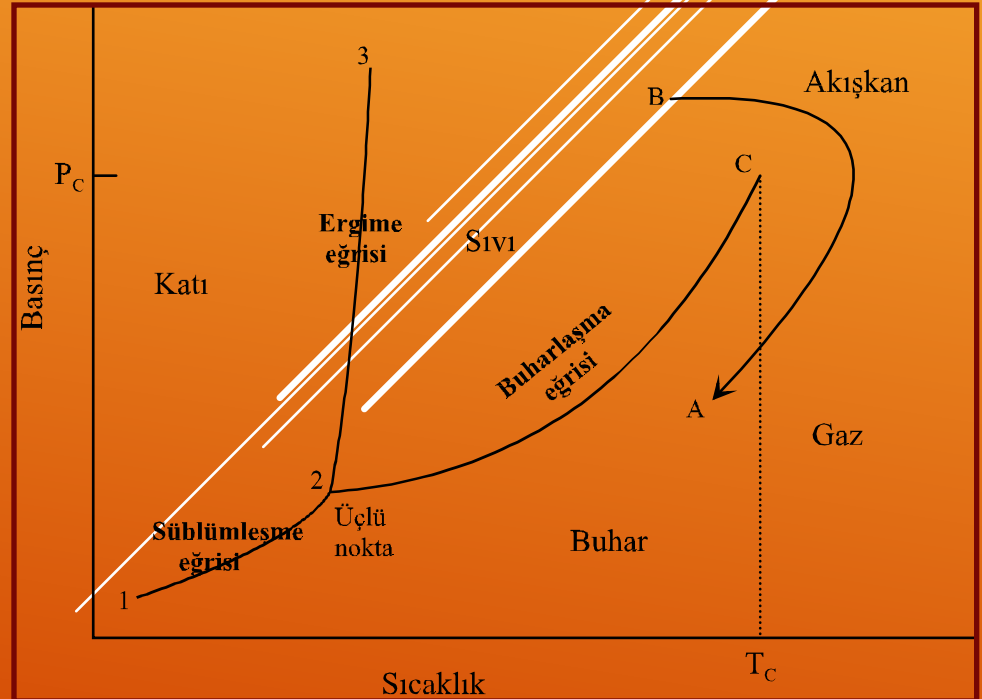
23 eğrisi: Erime

2C eğrisi: Buharlaşma

Bu üç eğri üçlü noktada kesişirler ve bu noktada üç faz dengededirler

PT diyagramı faz sınırını gösterir.

HACİM HAKKINDA BİLGİ VERMEZ!



BÖLÜM III

Saf bir Bileşenin PV Diyagramı

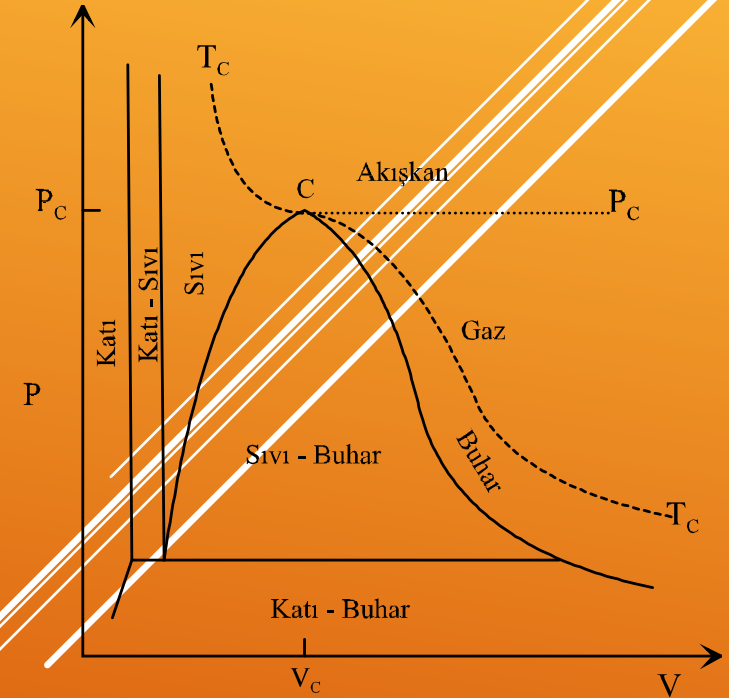
PT diyagramındaki sınırlar,
PV diyagramında alan olarak gösterilir.

Bunlar iki faz bölgeleri olup;
“katı/sıvı, katı/buhar ve sıvı/buhar” dır.

**Tek faz bölgeleri P, V ve T'yi birbirine
bağlayan fonksiyonel eşitlikle tanımlanır,**

$$F(PTV)=0$$

Bir hal eşitliği üç niceliğin (PVT) herhangi biri için diğer ikisinin bir fonksiyonu olarak ölçülebilir.



BÖLÜM III

Ör. V'yi T ve P'nin fonksiyonu olarak, $V=V(T,P)$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP \text{ yazabiliriz.}$$

Eşitlikteki **kısmi türevler ölçülebilir** niceliklerdir.

$$\text{Hacim genişmesi: } \beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$\text{İzotermal sıkışabilirlik: } \kappa \equiv -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

Eşitliklerin birleştirilmesiyle;

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - \kappa dP$$

elde edilir. Gerçek sıvılar için β ve κ sıcaklık ve basıncın zayıf fonksiyonlarıdır, eğer β ve κ sabit alınırsa

$$\ln \frac{V_2}{V_1} = \beta(T_2 - T_1) - \kappa(P_2 - P_1) \quad \text{elde edilir.}$$

BÖLÜM III

Virial Eşitliği

Virial eşitliği sıkıştırılabilirlik faktörü Z'yi; 1/V veya P kuvvet serisi olarak ifade eder.

$$Z \equiv \frac{PV}{RT} = 1 + B'P + C'P^2 + D'P^3 + \dots$$

$$Z \equiv \frac{PV}{RT} = 1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \frac{D}{V^3} + \dots$$

Bu iki eşitlik virial açılımı olarak bilinirler, B', C', D' ve B, C, D..... virial katsayıları olarak tanımlanırlar. B' ve B ikinci virial katsayı; C' ve C üçüncü virial katsayılarıdır. **Verilen bir gaz için virial katsayılar sadece sıcaklığın fonksiyonudur.**

$$B' = \frac{B}{RT} \quad C' = \frac{C - B^2}{(RT)^2} \quad D' = \frac{D - 3BC + 2B^3}{(RT)^3}$$

BÖLÜM III

İdeal Gaz

Gaz molekülleri arasında etkileşim yoktur. Dolayısıyla $Z = 1$ 'dir.

$$PV = RT$$

Sabit hacim ve sabit basınç prosesleri: Daha önce açıklandığı gibi sabit hacim ve basınçta gerçekleşen süreçlerdir. Mekanik olarak tersinir sabit hacim/basınç proseslerine uygulanır.

Sabit hacimde ideal gaz için;

$$dU = dQ = C_V dT \Rightarrow \Delta U = Q = \int C_V dT$$

$$U=f(T) \text{ ve } C_V =f(T)$$

Sabit basınç akış olmayan prosesler için daha önce eşitlikler çıkarılmıştı.

BÖLÜM III

$$dH = dQ = C_p dT$$

$$\Delta H = Q = \int C_p dT$$

$$H=U+PV \text{ veya } H=U+RT$$

$$dH = dU + R dT$$

$$C_p dT = C_v dT + R dT$$

$$C_p \frac{dT}{dT} = C_v \frac{dT}{dT} + R \frac{dT}{dT}$$

$$C_p = C_v + R$$

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.