

KAPALI SİSTEMLERİN ENERJİ ANALİZİ II

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; [Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel](#) kitabından alınmıştır.

Mükemmel Gazların Δu , Δh ve Özgül Isıları

$$\left. \begin{array}{l} h = u + P\nu \\ P\nu = RT \end{array} \right\} h = u + RT$$

$$u = u(T)$$

$$h = h(T)$$

$$du = c_v(T) dT$$

$$dh = c_p(T) dT$$

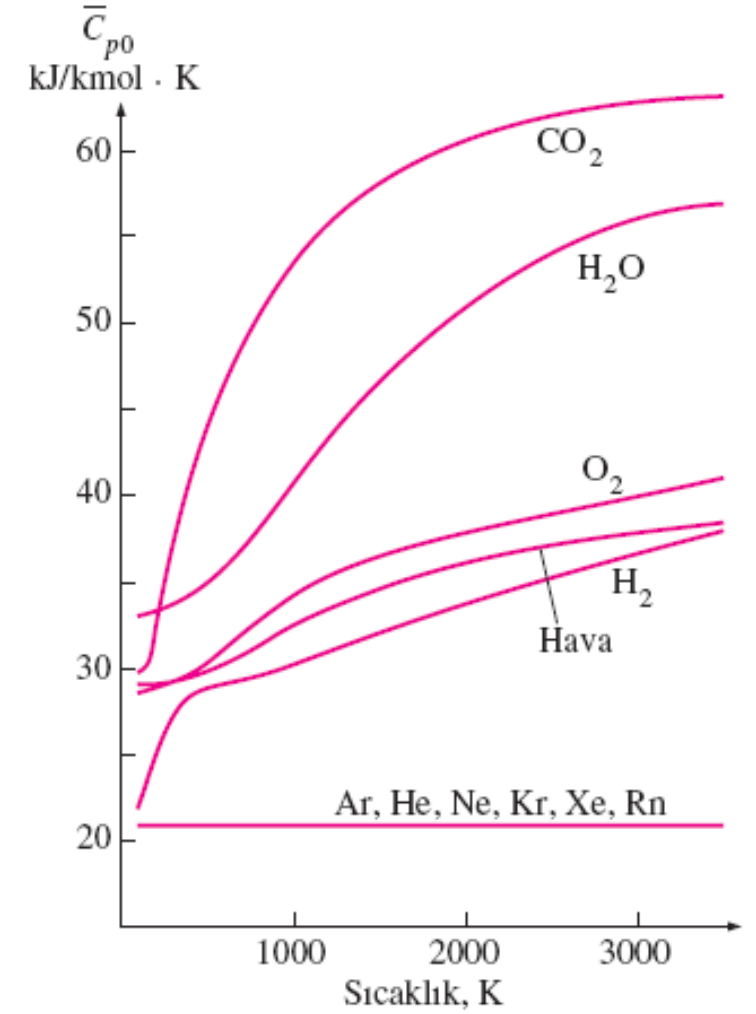
$$\Delta u = u_2 - u_1 = \int_1^2 c_v(T) dT$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = \int_1^2 c_p(T) dT$$

$$\begin{array}{l} u = u(T) \\ h = h(T) \\ c_v = c_v(T) \\ c_p = c_p(T) \end{array}$$

Mükemmel gazlar için u , h , c_v ve c_p sadece sıcaklıkla değişir.

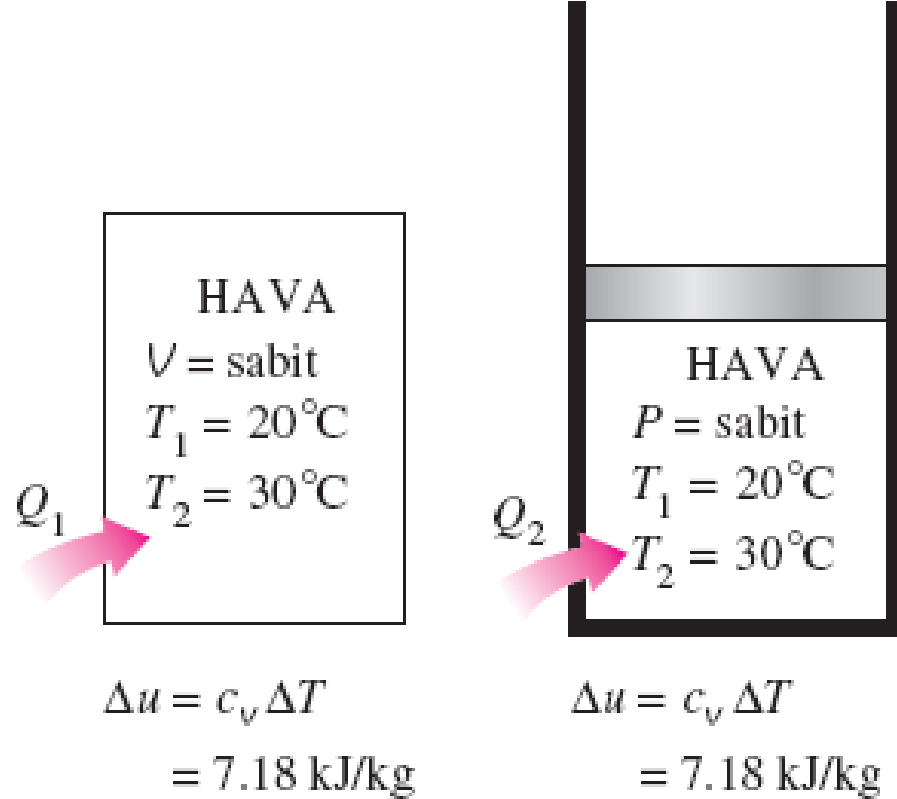
- Düşük basınçlarda, tüm gerçek gazlar mükemmel gaz davranışına yaklaşırlar, bu nedenle özgül ısıları sadece sıcaklığın fonksiyonu olur.
- Gerçek gazların düşük basınçlarda özgül ısıları mükemmel-gaz veya sıfır basınç özgül ısı diye adlandırılır ve c_{p0} , c_{v0} ile gösterilir.



$$u_2 - u_1 = c_{v,ort} (T_2 - T_1) \quad (\text{kJ/kg})$$

$$h_2 - h_1 = c_{p,ort} (T_2 - T_1) \quad (\text{kJ/kg})$$

İç enerji ve enthalpy, özgül ısının, ortalama bir değerde sabit alındığı zaman değişir



$\Delta u = c_v \Delta T$ bağıntısı, sabit hacimde olsun veya olmasın tüm hal değişimleri için geçerlidir.

Δu ve Δh 'ın Hesaplanması

1. Tablolarla verilmiş u ve h değerleri kullanılabilir. Tablolar bulunabiliyorsa en hassas ve en kolay yol budur.
2. c_v ve c_p değerlerini sıcaklığın fonksiyonu olarak veren bağıntıları kullanarak integral alınabilir. El hesapları için bu yol zaman alıcıdır, ancak bilgisayarda yapılan hesaplar için çok elverişlidir. Elde edilen sonuçlar çok hassastır.
3. Ortalama özgül ısı değerleri kullanılabilir. Bu yol kolayca uygulanabilir ve özelik tabloları bulunamadığı zaman çok uygundur. Sıcaklık aralığı çok büyük olmadığı sürece sonuçlar oldukça hassastır

$$\Delta u = u_2 - u_1 \text{ (tablo)}$$

$$\Delta u = \int_1^2 c_v (T) dT$$

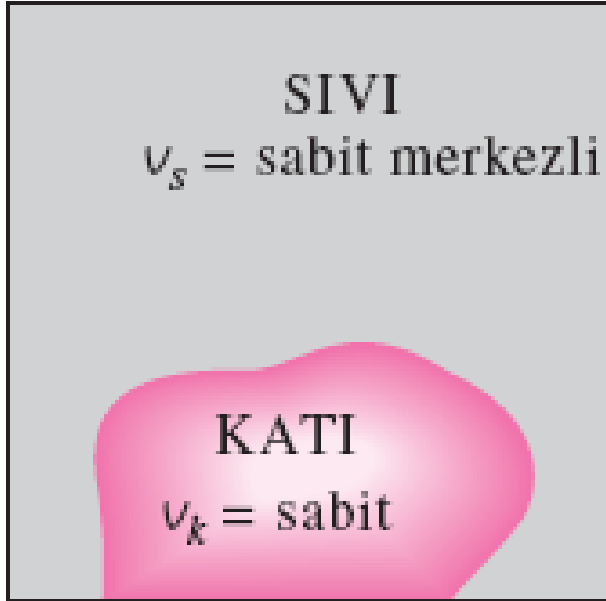
$$\Delta u \cong c_{v, \text{ort}} \Delta T$$

Mükemmel Gazlar İçin Özgül Isı Bağlıntıları

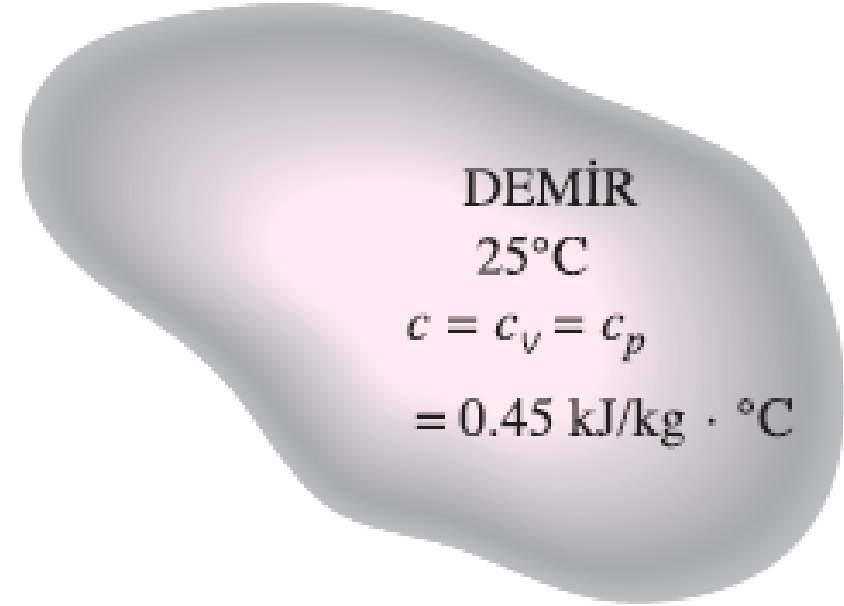
$$\left. \begin{array}{l} h = \bar{u} + RT, \\ dh = du + R dT \end{array} \right\} \begin{array}{l} c_p = c_v + R \quad (\text{kJ/kg} \cdot \text{K}) \\ \bar{c}_p = \bar{c}_v + R_u \quad (\text{kJ/kmol} \cdot \text{K}) \end{array}$$
$$k = \frac{c_p}{c_v} \quad \text{Özgül ısı oranı}$$

- Özgül ısıların oranı da sıcaklığın fonksiyonudur. Fakat özgül ısıların oranının sıcaklıkla değişimi çok belirgin değildir
- Tek atomlu gazlar için k sabit olup 1.667 değerindedir.
- Hava ve iki atomlu gazların birçoğu için oda sıcaklığında özgül ısıların oranı yaklaşık 1.4 değerindedir.

Katı ve Sıvıların Δu , Δh ve Özgül Isıları



Sıkıştırılmayan maddelerin özgül hacimleri bir hal değişimi sırasında sabit kalır.



Sıkıştırılmayan c_v ve c_p değerleri eşittir ve c ile gösterilir.

İç Enerji Değişimleri

$$du = c_v dT = c(T) dT \quad \Delta u = u_2 - u_1 = \int_1^2 c(T) dT \quad (\text{kJ/kg})$$

$$\Delta u \cong c_{\text{ort}} (T_2 - T_1) \quad (\text{kJ/kg})$$

$$h = u + Pv$$

$$dh = du + v dP + P dv = du + v dP$$

$$\Delta h = \Delta u + v \Delta P \cong c_{\text{avg}} \Delta T + v \Delta P \quad (\text{kJ/kg})$$

Katılar için, $v \Delta P$ terimi ihmal edilebilecek kadar küçüktür, bu nedenle $\Delta h = \Delta u \cong c_{\text{ort}} \Delta T$. Sıvılar için iki özel durumla karşılaşılabilir:

1. Sabit basınçta hal değişimi, ısıtıcılarda ; ($\Delta P = 0$): $\Delta h = \Delta u \cong c_{\text{ort}} \Delta T$
2. Sabit sıcaklıkta hal değişimi, pompalarda ; ($\Delta T = 0$): $\Delta h = v \Delta P$

$$h_{@P,T} \cong h_{f@T} + v_{f@T}(P - P_{\text{sat}@T}) \quad h_{@P,T} \cong h_{f@T}$$

Bu dersteki tüm yazılı ve görsel materyaller; [Çengel, Y.A. Ve Boles M.A, Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı, 5.Baskı, Güven Bilimsel](#) kitabından alınmıştır.