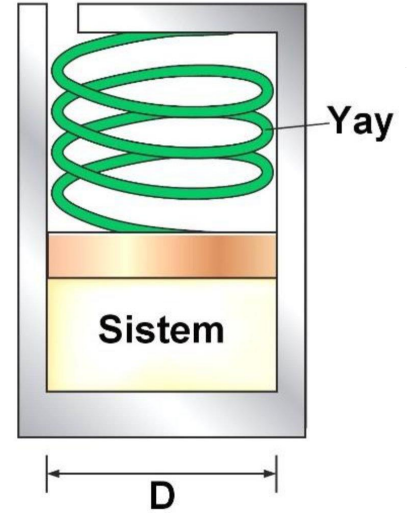


SORU: Şekil ile verilen yaylı piston-silindir düzenğinde başlangıçta 4 MPa basınç ve 400°C sıcaklıkta 0.5 kg kütleinde su buharı vardır. Başlangıçta yay, pistonu kuvvet uygulamamaktadır. Yay sabiti 90 kN/m ve piston çapı 20 cm olarak verilmiştir. Su, başlangıçtaki hacminin yarısına erişilene kadar bir işleme tabi tutuluyor. Suyun son sıcaklığı [°C] olarak ve özgül entalpisini [kJ/kg] olarak hesaplayınız.



* Yaylı piston-silindir düzeni → Basınç, doğrusal yay için doğrusal olarak değişir.

* Sistem → Su

* Hacim azalması → Soğutma işlemi

$$P_1 = 4 \text{ MPa}$$

$$T_1 = 400^\circ\text{C}$$

$$m = 0.5 \text{ kg}$$

Yay, pistonu başlangıçta kuvvet uygulamıyor.

$$k = 90 \text{ kN/m}, D_p = 20 \text{ cm}$$

$$V \rightarrow V/2 \text{ (1. hal ile 2. hal arasındaki değişim)}$$

$$V_1 = V \text{ (Soğutma işlemi)}$$

$$V_2 = V/2$$

$$\text{Hal 1: } \left. \begin{array}{l} P_1 = 4 \text{ MPa} \\ T_1 = 400^\circ\text{C} \end{array} \right\} 4 \text{ MPa} \rightarrow T_d = 250.35^\circ\text{C (Tablo A5)}$$

$$T_1 > T_d \rightarrow \text{KB bölgesi}$$

$$\text{KB bölgesi için } v_1 = 0.07343 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ (Tablo A6)}$$

$$h_1 = 3214.5 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Hal 2: } v_2 = \frac{v_1}{2} = \frac{0.07343 \text{ m}^3/\text{kg}}{2} = 0.03672 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$P_2 \rightarrow \text{hesaplanacak}$$

①

Yağlı piston-silindir düzenğinde basınç ve özgül hacim ($P-v$) doğrusal olarak değişecektir.

$$P_2 - P_1 = C (v_2 - v_1) \quad \text{Doğrusal değişim}$$

C : sabit

$$F = P \cdot A \quad (\text{kuvvet} = \text{basınç} \times \text{alan})$$

$N \equiv N/m^2 \cdot m^2$

Hal 1'den hal 2'ye gelirken yay kuvvetlerinin oluşturduğu basınç ifadesi:

$$P_2 - P_1 = \frac{F_2 - F_1}{A_p}, \quad F = F_{\text{yay}} = kx \quad (N) \quad (\text{Pistonun ağırlığı ihmal edilmiştir}).$$

$$P_2 - P_1 = k \cdot \frac{x_2 - x_1}{A_p} \quad (x_1 \text{ ve } x_2 \text{ belli değil ama } v_1 \text{ ve } v_2 \text{ belli})$$

$$P_2 - P_1 = k \cdot \frac{x_2 - x_1}{A_p^2} \cdot A_p \quad \begin{matrix} A_p \cdot x = V \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ m^2 \quad m \quad m^3 \end{matrix}$$

$$P_2 - P_1 = \frac{k}{A_p^2} (V_2 - V_1) \longrightarrow P_2 - P_1 = \frac{km}{A_p^2} (v_2 - v_1) \quad (Pa)$$

$$C = \frac{km}{A_p^2} = \frac{(90 \text{ kNm})(0,5 \text{ kg})}{\frac{\pi^2 (0,20 \text{ m})^4}{4^2}} = 45594,53 \text{ kN} \cdot \text{kg}/m^5$$

Dikkat:
Piston yüzey alanının karesi

Piston çapının karesinin karesi alındı.

$$P_2 - P_1 = C (v_2 - v_1) \quad (Pa)$$

$$P_2 = (4000 \text{ kPa}) + (45594,53 \text{ kN} \cdot \text{kg}/m^5) (0,03672 \text{ m}^3/\text{kg} - 0,07343 \text{ m}^3/\text{kg})$$

$$P_2 = 2326,22 \text{ kPa}$$

Hal 2: $\left. \begin{array}{l} v_2 = 0,03672 \text{ m}^3/\text{kg} \\ p_2 = 2326,22 \text{ kPa} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 2326,22 \text{ kPa} \text{ için} \\ (\text{Tablo A5}) \end{array}$

Hal 2'nin özgül hacmi,
DS noktası özgül hacmi
ile DB noktası özgül
hacmi arasında kaldığı
için HAL 2, IB bölgesine
geliyor.

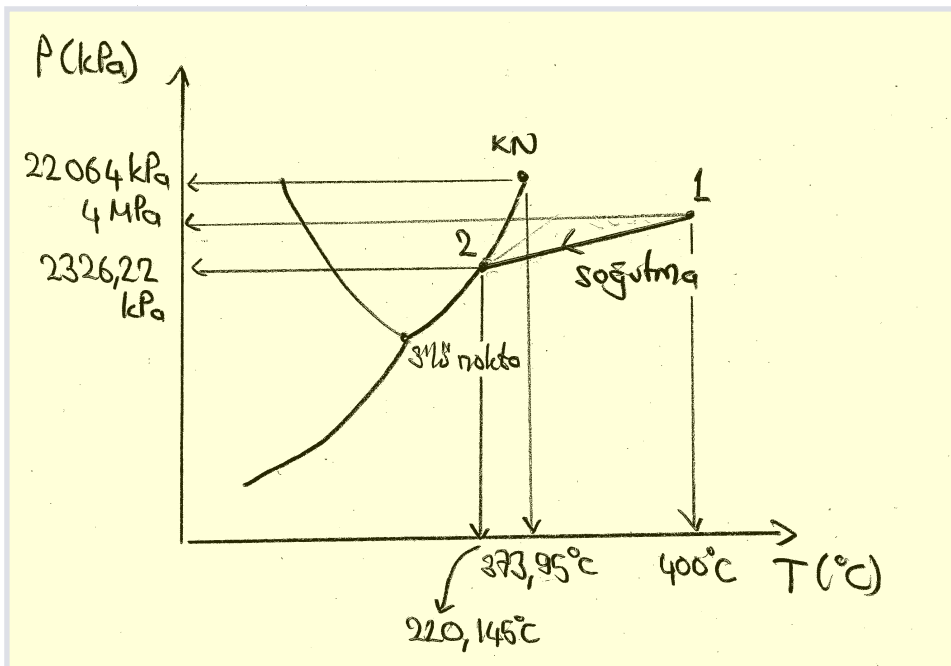
$$\begin{aligned} v_{f2} &= 0,001197 \text{ m}^3/\text{kg} \\ v_{g2} &= 0,085869 \text{ m}^3/\text{kg} \\ h_{f2} &= 961,1978 \text{ kJ/kg} \\ h_{g2} &= 2801,8669 \text{ kJ/kg} \\ h_{fg2} &= 1840,6692 \text{ kJ/kg} \\ T_2 &= 220,145^\circ\text{C} \text{ (Interpolasyon ile)} \end{aligned}$$

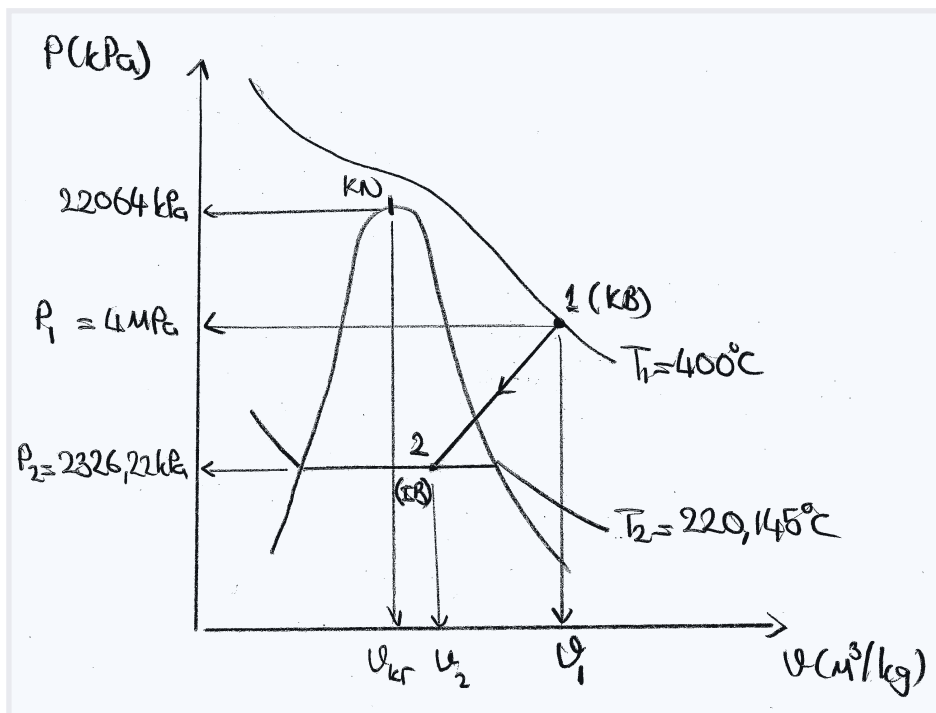
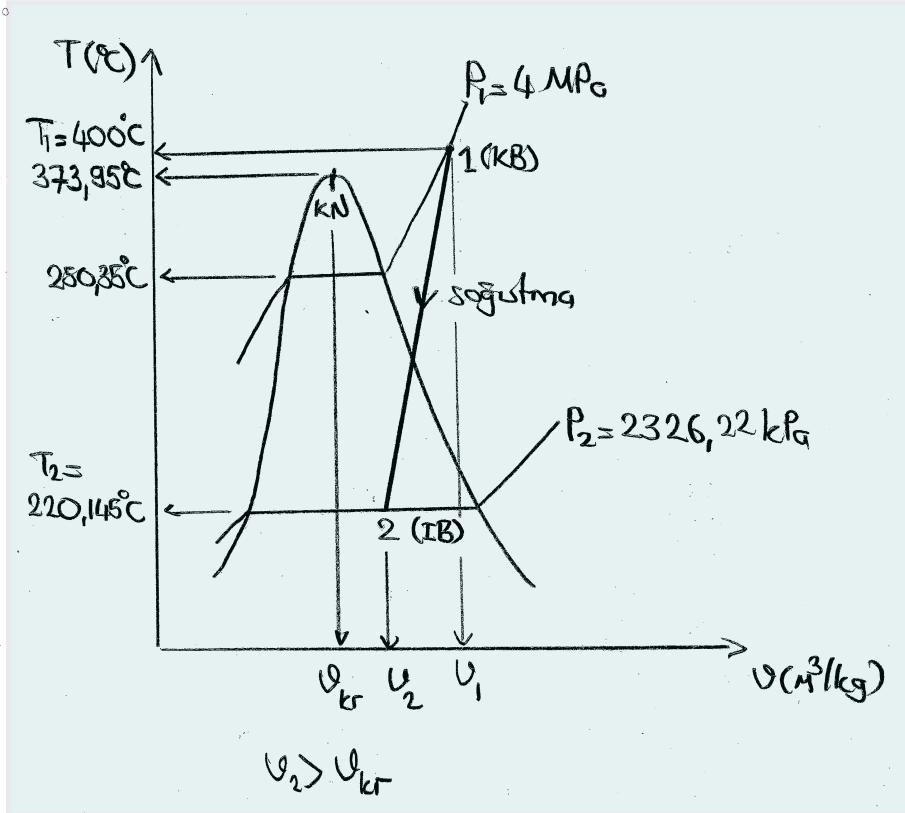
$$\begin{aligned} v_2 &= v_{2f} + x_2 v_{2fg} \\ 0,03672 \text{ m}^3/\text{kg} &= (0,001197 \text{ m}^3/\text{kg}) + x_2 (0,085869 - 0,001197) \text{ m}^3/\text{kg} \\ x_2 &= 0,4195 \text{ (\%41,95)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= h_{f2} + x_2 h_{fg2} \rightarrow h_2 = (961,1978 \text{ kJ/kg}) + (0,4195) \cdot (1840,6692 \text{ kJ/kg}) \\ h_2 &= 1733,36 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= m(h_2 - h_1) \text{ (J)} \\ &= (0,5 \text{ kg})(1733,36 - 3214,5) \text{ kJ/kg} \\ &= -740,57 \text{ kJ} \end{aligned}$$

↪ hacim azalması/sogutma işlemi





YARARLANILAN KAYNAKLAR:

“Thermodynamics: An Engineering Approach”, 9th Edition, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, McGraw-Hill Education, 2019.

“Termodinamiğin Temelleri”, SI Basım, Claus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Sekizinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, çeviri editörü yardımcıları arasında yer almaktadır), Palme Yayıncılık, 2018, Ankara.

“Principles of Engineering Thermodynamics”, SI Edition, John R. Reisel, Cengage Learning, 2016.

“Termodinamik-Mühendislik Yaklaşımıyla”, Yedinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, editör yardımcıları arasında yer almaktadır), Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Palme Yayıncılık, 2015.

“Engineering Thermodynamics”, 8th Edition, Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, John Wiley, 2014.

<https://www.huseyingunerhan.com/termo1/termo1.html> sayfasında verilen “Termodinamik I” dersine ait tüm ders notlarının bazı bölümleri yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunumlarından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

“Termodinamik I” derslerine ait bilgi notları; Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN tarafından çeşitli kaynaklardan da yararlanılarak ve emek ve zaman harcanarak hazırlanmış özgün bir eserdir. İzin alınmadan çoğaltılması ve kullanılması telif hakları gereği yasaktır.

(Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Kanun Numarası: 5846, Kabul Tarihi: 5/12/1951, Yayımlandığı Resmi Gazete: 13/12/1951 Sayı: 7981, Yayımlandığı Düstur: Tertip 3 Cilt 33 Sayfa 49).