

Termodynamik II Ders Notları

GAZ AKIŞKANLI GÖF GEURİMELİ

* Y. Geogel'in 7. baskı Termodynamik kitabının 484 → 534 sayfaları ayrıntılı olarak okunacaktır.

Önemli noktalar:

Geurim: Bir sistem değişmelerden geçip tekrar başlangıç haline getirilebiliyorsa bu durum kapalı geurim denir.

Ideal geurim: içten tersinir hal değişimini içeren geurim.

Idealleştirilmiş bir model mühendislikte aynı türlerde
bağlantıdan temel parametrelerin geurim üzerindeki etkilerini incelemeye fırsatı sağlar. Gerçek gevürüler
içten tersinermelik ve başka karmaşık durumlar için.

Isıl verim: $\eta_{\text{isıl}} = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{giris}}} \rightarrow \eta_{\text{isıl, ideal}} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$
(Carnot)

Göf gevürmi: Göf öretken maluhalar.
(Isıyi işe çevren maluhalar)

Göf gevürmi kabulleri: (ideal durum)

- * Sırtlanma yok \rightarrow Basınç düşüm yok (Borularda)
- * Sanki-dengeli sıkıştırma-genişleme
- * Çok iyi yalıtım (Borularda)
- * ICE / PE ihval.

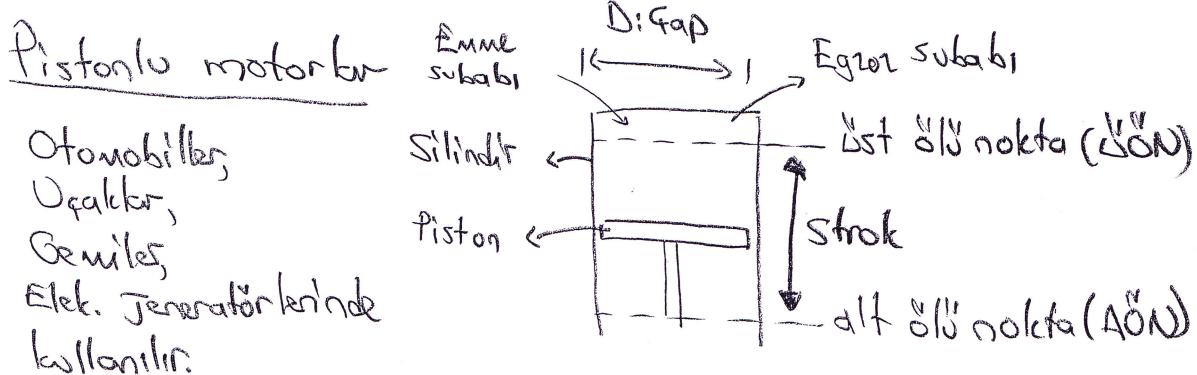
Hava Standardı kabulleri \rightarrow Sayfa 488 İncelemelidir

İş akışkanı \rightarrow HAVA olarak alınacaktır.

içten tersinir hal değişimini

Eğer işlenir \rightarrow Gevürden çıkan ısı.

(Soğuk hava-sıcaklığı kabulleri)



Piston silindir içinde DÖN ile AÖN arasında gidiş-gelir.

En küçük hacim → DÖN'de olur. ($\text{Öl} \ddot{\text{u}} \text{ hacim}$) (V_{min})

En büyük hacim → AÖN'de olur. (V_{max})

En uzun yol → Strok uzunluğu kadar.

Hava-yakıt karışımı emme subabından alınır.

Yanma sonu gازlar egror subabından atılır.

DÖN-AÖN arası hacim → Strok hacmi.

$$\text{Silajlama oranı} \rightarrow r = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_{AÖN}}{V_{DÖN}}$$

Ortalama efectif basing → "OEB"

$$OEB = \frac{W_{net}}{V_{max} - V_{min}} \quad \left(\frac{J}{m^3} = \frac{Nm}{m^3} = \frac{N}{m^2} = Pa \right)$$

Otto Çevrimi → Buji-ateşleneli motorlar (ideal çevrim)

Aynıtı için: Sayfa 490-495'e bakılabilir.

Örnek sorulardan anlatılacaktır.

Çevrimde amorfisi enerjisinden iş elde etmektedir.

Örneğin bir otomobil otto çevrimi ilâkeleri ile çalışır.

(2)

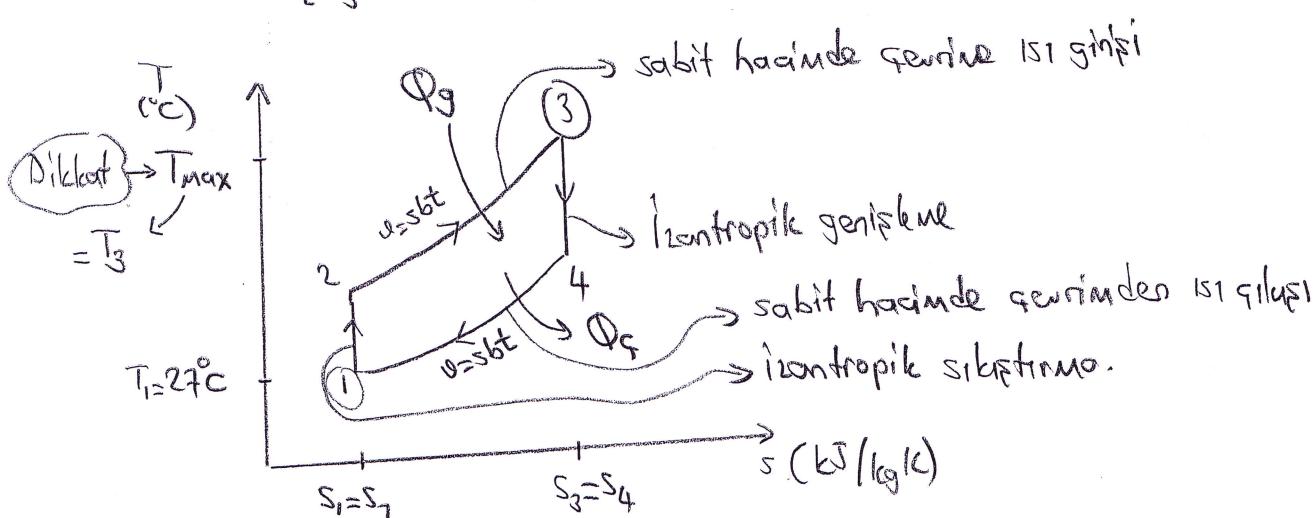
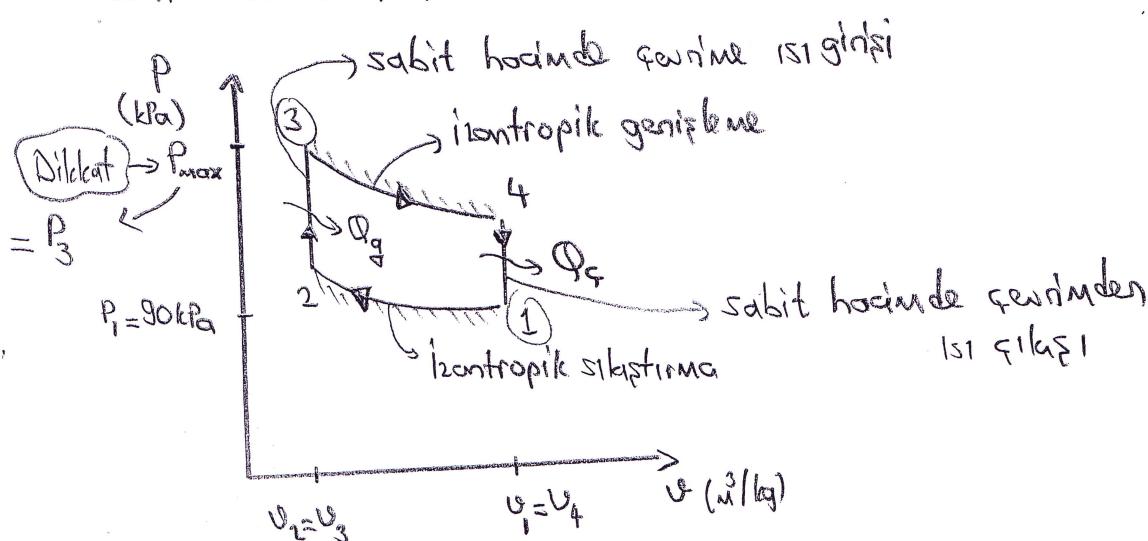
* Örnek: ideal Otto çevrimi \rightarrow sıkıştırma oranı: 7
 Sıkıştırmanın başladığı birinci hal: $P_1 = 90 \text{ kPa}$
 $T_1 = 27^\circ\text{C}$
 $V_1 = 0,004 \text{ m}^3$

Max. çevrim sıcaklığı $\rightarrow T_{\max} = 1127^\circ\text{C}$
 $W_{\text{net}} = ?$, $Q_{\text{q}} = ?$, $Q_{\text{f}} = ?$, OEB = ?

(Ortalama örgü ısılalar yaklaşımı ile son sonuçlar fır)

Gözleme:

İdeal-Otto çevrimi P-v ve T-s diyagramları:



(3)

Hava-yalıt karışımı HAVA kabul edilecektir.

Havonun Özellikleri: $R = 0,287 \text{ kJ/kgK}$

$$c_p = 1,005 \text{ kJ/kgK}$$

$$c_v = 0,718 \text{ kJ/kgK}$$

$$k = c_p/c_v = 1,4$$

1. Yasa analizi: $E_{\text{ghren}} - E_{\text{çikan}} = \Delta E_{\text{sistem}} \quad (\text{J})$

↓ ↓ ↳ "0" (çevrimiñ)

Q_{ghren}	$Q_{\text{çikan}}$
W_{ghren}	$W_{\text{çikan}}$

$$\boxed{Q_{\text{ghren}} - Q_{\text{çikan}} = W_{\text{çikan}} - W_{\text{ghren}} \quad (\text{J})}$$

Q_{net}	W_{net}
------------------	------------------

$$T_1 = 27^\circ\text{C}, T_3 = T_{\text{max}} = 1127^\circ\text{C} \rightarrow \text{verilmi}\ddot{\text{s}}.$$

Izotropik hal değişimini için:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} \rightarrow \left. \begin{array}{l} V_{\text{max}} = V_1 = V_4 \\ V_{\text{min}} = V_2 = V_3 \end{array} \right\} \text{Sabitirme orani} \quad r = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}}$$

$$r = 7 \rightarrow \text{verilmi}\ddot{\text{s}} \rightarrow 7 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} = \frac{V_4}{V_3}$$

$$\frac{T_2}{(27+273,15) \text{ K}} = (7)^{1,4-1} \rightarrow \boxed{T_2 = 653,7 \text{ K}}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1} \rightarrow \frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{1}{7} \right)^{1,4-1}$$

$$\frac{T_4}{(1127+273,15) \text{ K}} = \left(\frac{1}{7} \right)^{1,4-1} \rightarrow \boxed{T_4 = 642,9 \text{ K}}$$

(4)

Ortalama Ýzgýl ısı yaklaþımı:

$$W_{\text{giren}} = W_{12} = mc_v(T_2 - T_1) \quad (\text{J})$$

$$Q_{\text{giren}} = Q_{23} = mc_v(T_3 - T_2) \quad (\text{J})$$

$$W_{\text{çikar}} = W_{34} = mc_v(T_3 - T_4) \quad (\text{J})$$

$$Q_{\text{çikar}} = Q_{41} = mc_v(T_4 - T_1) \quad (\text{J})$$

Kütte hesabý: $pV = mRT \rightarrow p_1 V_1 = m R T_1$ (Kütte deðiþmey)

$$(90 \text{ kPa}) (0,004 \text{ m}^3) = m (0,287 \text{ kJ/kgK}) (27 + 273,15) \text{ K}$$

$$\boxed{m = 4,18 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 0,00418 \text{ kg}}$$

$$mc_v = (4,18 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) (0,718 \text{ kJ/kgK}) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}$$

$$W_{\text{giren}} = (3 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}) (653,7 - 300,15) \text{ K} = 1,061 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{giren}} = (3 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}) (1400,15 - 653,7) \text{ K} = 2,239 \text{ kJ}$$

$$W_{\text{çikar}} = (3 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}) (1400,15 - 642,9) \text{ K} = 2,272 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{çikar}} = (3 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/K}) (642,9 - 300,15) \text{ K} = 1,028 \text{ kJ}$$

$$\boxed{Q_{\text{çikar}} = 1,028 \text{ kJ}}$$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{çikar}} - W_{\text{giren}} = 2,272 - 1,061 = 1,211 \text{ kJ}$$

$$\boxed{W_{\text{net}} = 1,211 \text{ kJ}}$$

$$\eta_{\text{ISII}} = \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{giren}}} = \frac{1,211}{2,239} = \boxed{0,54} \rightarrow \text{Bir otomobilin (ideal) verim' de bu şerreve-deðir. (Gergelite daha düşük olur).}$$

(5)

Ortalama etkili basincı: OEB

$$OEB = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2} \rightarrow = \frac{W_{net}}{V_{max} - V_{min}}$$

$$V_1 = 0,004 \text{ m}^3 \rightarrow r = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow \gamma = \frac{0,004 \text{ m}^3}{V_2}$$

$$V_2 = 5,714 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$OEB = \frac{1,211 \text{ kJ}}{(0,004 - 5,714 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^3} \rightarrow \boxed{OEB = 353,2 \text{ kPa}}$$

Gerek gevdirme sırasında hedeflenen ise eşit ısısı veren ve tüm güç stroku süresince pistona etki ettiği varsayılarla ortalama basıncıdır.

EIC HESAPLARI:

* Otto çevrimi verimci:

$$\eta_{ISIL, Otto} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \quad \text{ile de hesaplanabilir.}$$

$$\eta_{ISIL, Otto} = 1 - \frac{1}{(7)^{1,4-1}} = \boxed{0,54}$$

* P_2 basinci hesabi:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 V_1 = MRT_1 \\ P_2 V_2 = MRT_2 \end{array} \right\} V_1 \neq V_2 \rightarrow \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} \cdot r = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{90 \text{ kPa}}{P_2} \cdot (7) = \frac{300,15 \text{ K}}{653,7 \text{ K}} \rightarrow \boxed{P_2 = 1372,08 \text{ kPa}}$$

(6)

④ P_3 basıncı hesabi:

$$\left. \begin{array}{l} P_2 V_2 = m R T_2 \\ P_3 V_3 = m R T_3 \end{array} \right\} V_2 = V_3 \rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$\frac{1372,08 \text{ kPa}}{P_3} = \frac{653,7 \text{ K}}{1400,15 \text{ K}}$$

$$P_3 = P_{\max} = 2938,8 \text{ kPa}$$

⑤ P_4 basıncı hesabi:

$$\left. \begin{array}{l} P_3 V_3 = m R T_3 \\ P_4 V_4 = m R T_4 \end{array} \right\} V_3 + V_4 \rightarrow \frac{P_3}{P_4} \cdot \frac{\frac{V_3}{V_4}}{= \frac{1}{r}} = \frac{T_3}{T_4}$$

$$\frac{2938,8 \text{ Pa}}{P_4} \cdot \frac{1}{7} = \frac{1400,15 \text{ K}}{642,9 \text{ K}}$$

$$P_4 = 192,8 \text{ kPa}$$

Sonuç: $P_3 = P_{\max} > P_2 > P_4 > P_1 = P_{\min}$

⑥ Bilgi: $V_1 - V_2 = V_1 (1 - 1/r)$ ($r = V_1/V_2$)

$$V_1 - V_2 = V_1 (1 - 1/r)$$

⑦ Politropik işlenme iş girişi ve çıkış hesabi:

$$\omega_n = \frac{R T_1}{n-1} (r^{n-1} - 1), \quad n: \text{politropik WS}$$

$$r = V_1/V_2$$

$$\omega_{34} = \frac{R T_3}{n-1} \left[(1/r)^{n-1} - 1 \right], \quad 1/r = V_3/V_4$$

(7)

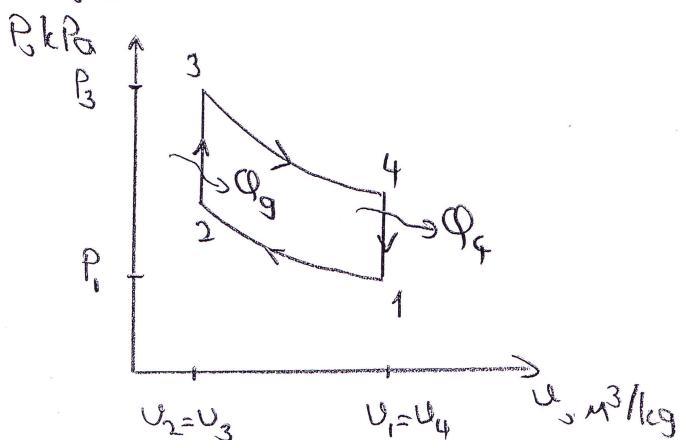
Örnek: ideal Otto çevirmeni

Sıkıştırma oranı, $r = 8$

Sıkıştırmanın başlangıcında hava basıncı 95 kPa, hava sıcaklığı 27°C ve sabit hacimde havaya 750 kJ/kg isı girdi oluyor.

Degişken doğal ıslar yaklaşımı altında, en yüksek sıcaklığı ve en yüksek basıncı hesaplayın. Net isı fikası bulunuz.
Isı verim ve OEB değerlerini hesaplayın.

P-v diyagramı:



Hava için
 $R = 0,287 \text{ kJ/kgK}$

[1-2] arası izotropik işlemi içermektedir:

$$T_1 = 27^\circ\text{C} = 300,15 \text{ K} \xrightarrow[\text{(A17)}]{\text{Tablodan}} \begin{aligned} u_1 &= 214,07 \text{ kJ/kg} \\ v_{r1} &= 621,2 \end{aligned}$$

$$\frac{v_{r2}}{v_{r1}} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{\frac{1}{r}} \quad \Rightarrow \quad v_{r2} = \frac{1}{r} v_{r1}$$

$$= \frac{1}{8} (621,2) = 77,65$$

$$\xrightarrow[\text{(A17)}]{\quad} \begin{aligned} T_2 &= 673,1 \text{ K} \\ u_2 &= 491,2 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} P_1 v_1 &= m R T_1 \\ P_2 v_2 &= m R T_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow \frac{(95 \text{ kPa}) \cdot (8)}{(P_2)} = \frac{(300,15 \text{ K})}{(673,1 \text{ K})}$$

$$(r = v_1/v_2)$$

$$P_2 = 1704,83 \text{ kPa}$$

(8)

[2-3] İşlemi sabit hacimde ısı girisi işlemidir:

$$\textcircled{Q}_{23,\text{giren}} = m(u_3 - u_2) \quad (\text{J})$$

$$m=1 \text{ kg} \text{ için: } 750 \text{ kJ/kg} = (1 \text{ kg})(u_3 - 491,2 \text{ kJ/kg})$$

$$u_3 = 1241,2 \text{ kJ/kg} \xrightarrow{\text{(A17)}} T_3 \approx 1539 \text{ K}$$

$$u_{\text{G3}} \approx 6,588$$

$$\boxed{T_3 = T_{\max} = 1539 \text{ K}}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_3 V_3 = m R T_3 \\ P_2 V_2 = m R T_2 \end{array} \right\} V_3 = V_2 \rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} \rightarrow \frac{P_3}{1704,33 \text{ kPa}} = \frac{(1539 \text{ K})}{(673,1 \text{ K})}$$

$$\boxed{P_3 = P_{\max} = 3898,84 \text{ kPa}}$$

[3-4] İşlemi, izotropik genistene işlemidir:

$$\begin{aligned} \frac{V_{r4}}{V_{r3}} &= \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_4}{V_3} = r \rightarrow V_{r4} = r V_{r3} \\ &= (8)(6,588) \\ &= 52,70 \xrightarrow{\text{(A17)}} T_4 \approx 774,5 \text{ K} \\ &u_4 \approx 571,69 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

[4-1] İşlemi, sabit hacimde ısı düşüklüğü işlemidir:

$$\textcircled{Q}_{41,\text{giken}} = m(u_4 - u_1) \quad (\text{J})$$

$$\begin{aligned} &= (1 \text{ kg})(571,69 - 214,07) \text{ kJ/kg} \\ &= 357,62 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

1.Yasa analizi (Enerji Dengesi) sonucu;

$$W_{\text{net,giken}} = \textcircled{Q}_{23,\text{giren}} - \textcircled{Q}_{41,\text{giken}}$$

(9)

$$W_{net,gikan} = (750 - 357,62) \text{ kJ/kg}$$

$$= \underline{\underline{392,38 \text{ kJ/kg}}}$$

İsil verim; $\eta_{isil} = \frac{W_{net,gikan}}{Q_{23,given}} = \frac{392,38 \text{ kJ/kg}}{750 \text{ kJ/kg}} = 0,523$

$$\underline{\underline{0,523}}$$

Ortalama Eşikli Basing, OEB

$$OEB = \frac{W_{net,gikan}}{v_1 - v_2} \Rightarrow v_1 \text{ ve } v_2 \text{ belli degil.}$$

$$P_1 v_1 = R T_1$$

$$(95 \text{ kPa}) (v_1) = (0,287 \text{ kJ/(kgK)}) (300,15 \text{ K})$$

$$v_1 = 0,907 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_1 - v_2 = v_1 (1 - 1/r)$$

$$OEB = \frac{392,38 \text{ kJ/kg}}{(0,907 \text{ m}^3/\text{kg}) (1 - 1/8)} = \underline{\underline{494,54}}$$

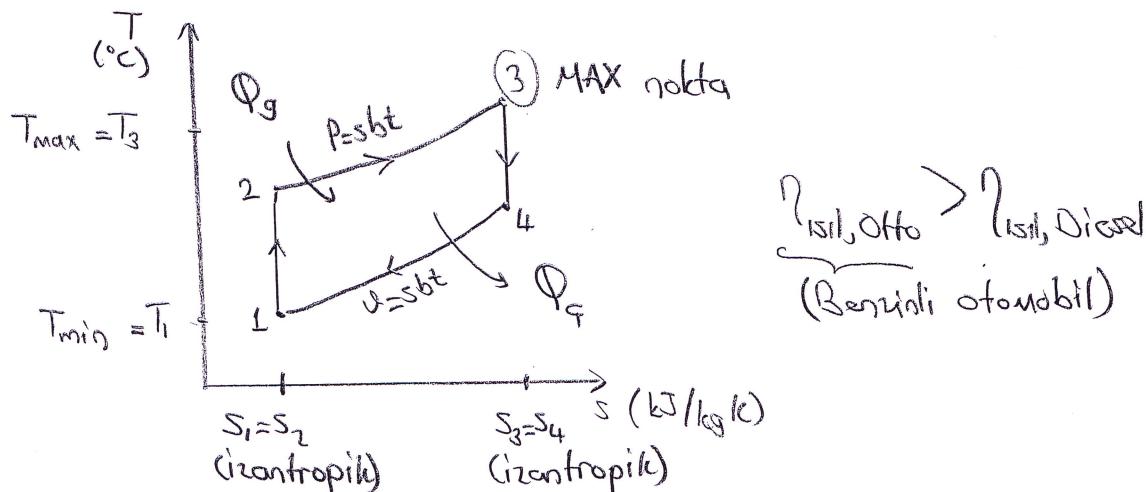
Diesel Çevrimi:

Sıkıştırma + ateşlenme pistonlu motorlar (ideal çevrim)

Otto çevriminde $v = \text{ sabit}$ işlemleri vardır.

Diesel çevriminde ise $v = \text{ sabit}$ ve $P = \text{ sabit}$ işlemleri vardır.

T-s diyagramı:



"Örnek:

Hava standartlarına uygun olarak çalışan

Diesel çevriminde; sıkıştırma oranı 16 ve

kesme oranı (genişleme oranı) 2 degerindedir.

Sıkıştırmanın başlangıcunda; $P_1 = 95 \text{ kPa}$ ve $T_1 = 27^{\circ}\text{C}$

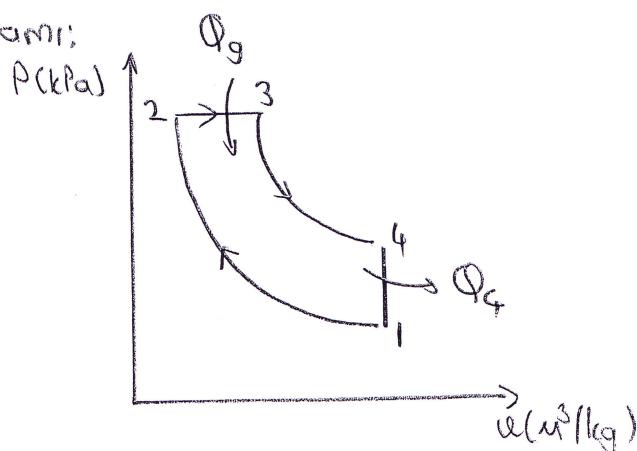
Değişken özgül isılar yaklaşımı altında;

* Isıleme ısı girişti olurken sonrası sıcaklığı,

* Isıl verimi,

* OEB'i, hesaplayınız.

P-v diyagramı:



(11)

Hava: $R = 0,287 \text{ kJ/kgK}$, $k = 1,4$

[1-2] izotropik sıkıştırma:

$$T = 27^\circ\text{C} \approx 300\text{ K} \xrightarrow[\text{(AIT)}]{\text{Tablodan}} \begin{aligned} u_1 &= 214,07 \text{ kJ/kg} \\ v_{r_1} &= 621,1 \end{aligned}$$

$$v_{r_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad v_{r_1} = \frac{1}{r} \quad v_{r_1} = \frac{1}{16} (621,1) = 38,825 \xrightarrow{\text{(AIT)}} \begin{aligned} T_2 &= 862,4\text{ K} \\ h_2 &= 890,9 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Sıkıştırma oranı

$$r = \frac{v_1}{v_2}$$

[2-3] Sabit basıncıta ısıtımı

$$\left. \begin{aligned} P_2 V_2 &= M R T_2 \\ P_3 V_3 &= M R T_3 \end{aligned} \right\} P_2 = P_3 \rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} \rightarrow T_3 = \frac{V_3}{V_2} T_2$$

Dikkat! Kesme oranı

$$r_k = \frac{V_3}{V_2}$$

(Yanıma işlemi sonundaki
ve basıncalı silindir
hacimlerinin oranı)

$$T_3 = (2)(862,4\text{ K})$$

$$T_3 = 1724,8\text{ K}$$

İşleme ısıtımı
oldukton sonra
sıcaklık $\rightarrow T_3 = T_{\max}$

$$T_3 = 1724,8\text{ K} \xrightarrow{\text{(AIT)}} \begin{aligned} h_3 &= 1910,6 \text{ kJ/kg} \\ v_{r_3} &= 4,546 \end{aligned}$$

Enerji Dengesi:

$$\underbrace{E_{\text{giren}} - E_{\text{sıkan}}}_{Q_g} = \Delta E_{\text{sistem}} \quad (2-3 \text{ İşlemi})$$

$$\downarrow$$

$$W_{\text{sıkan}} = m(u_3 - u_2)$$

Dikkat! Sabit basıncıta hacim değişimi
sınır işi olarak alınır.

Giren isi hesabı: $Q_g = m(u_3 - u_2) + \underbrace{W_{\text{sınır}}}_{\text{giden}} = m(u_3 - u_2) + \int_2^3 P dV = m(u_3 - u_2) + P_3 m(v_3 - v_2)$
 $= m(h_3 - h_2) \quad (\text{J})$

$Q_g = (1 \text{ kg}) (1910,6 - 890,9) \text{ kJ/kg} = 1019,7 \text{ kJ/kg}$ (Birim kütle için)

3-4 İkotropik genitkene

$$\frac{v_{r4}}{v_{r3}} = \frac{v_4}{v_3} \rightarrow r_k = \frac{v_3}{v_2} \rightarrow v_3 = r_k v_2$$

$$\frac{v_{r4}}{v_{r3}} = \frac{v_4}{r_k v_2} \rightarrow v_4 = v_1 \\ r = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_4}{v_2} \rightarrow v_4 = r \cdot v_2$$

$$\frac{v_{r4}}{v_{r3}} = \frac{r \cdot v_2}{r_k \cdot v_2} \rightarrow v_{r4} = v_{r3} \frac{r}{r_k} \rightarrow v_{r4} = (4,546) \frac{16}{2}$$

$$v_{r4} = 36,37 \xrightarrow{\text{(A17)}} u_4 = 659,7 \text{ kJ/kg}$$

4-1 Sabit basıncıta isi fluksi

Enerji Dengesi: $\underbrace{E_{\text{giren}} - E_{\text{sıkan}}}_{\begin{matrix} \downarrow \\ 0 \\ Q_f \end{matrix}} = \Delta E_{\text{sistem}} \quad (4-1 \text{ ikinci loi})$
 $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 $m(u_4 - u_1)$

$$Q_f = m(u_4 - u_1) = (1 \text{ kg}) (659,7 - 214,07) \text{ kJ/kg}$$

$$Q_f = 445,63 \text{ kJ/kg}$$

İsıl verisi: $\eta_{\text{isıl}} = \frac{W_{\text{net}}}{Q_g} = 1 - \frac{Q_f}{Q_g} = 1 - \frac{445,63 \text{ kJ/kg}}{1019,7 \text{ kJ/kg}} = \underline{\underline{\% 56,3}}$

Enerji Dengesi: $\underbrace{E_{\text{giren}} - E_{\text{sıkan}}}_{\begin{matrix} \downarrow \\ Q_g \\ Q_f \end{matrix}} = \Delta E_{\text{sistem}} \quad (\text{Genişim için})$
 $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 $0 \quad W_{\text{net}, \text{sıkan}}$

(13)

$$\begin{aligned} W_{\text{netz, fikt}} &= \Phi_{\text{gilen}} - \Phi_{\text{q, kan}} \quad (\text{J}) \\ &= (1019,7) - (445,07) = 574,07 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$OEB = \frac{W_{\text{netz, fikt}}}{v_1 - v_2} ; \quad r = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow v_1 - v_2 = v_1(1 - 1/r)$$

$$\begin{aligned} P_1 v_1 &= MRT_1 \rightarrow P_1 v_1 = R T_1 \\ (95 \text{ kPa}) v_1 &= (0,287 \text{ kJ/kg K}) (300 \text{ K}) \\ v_1 &= 0,906 \text{ m}^3/\text{kg} = v_{\max} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} OEB &= \frac{574,07 \text{ kJ/kg}}{(0,906 \text{ m}^3/\text{kg}) (1 - 1/16)} = 675,9 \text{ kJ/m}^3 \\ &= 675,9 \text{ KN.m/m}^3 \\ &= \underline{\underline{675,9 \text{ kPa}}} \end{aligned}$$

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/termo2/termo2.html> sayfasında verilen “Termodinamik II” dersine ait tüm ders notlarının bazı bölümleri yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunumlarından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

“Termodinamik II” 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 çoğaltıması 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).