

MAK 206 TERMODİNAMİK-II DERSİ II. ARA SINAVI SORULARININ ÇÖZÜMLERİ

1. a)

Termodinamiğin birinci yasası : $Q - W = u_2 - u_1$

Termodinamiğin ikinci yasası : $s_{\text{üretim}} = (s_2 - s_1)_{\text{sistem}} + \frac{Q_{\text{çev}}}{T_0}$

İki denklem arasında ısı geçişi terimi yok edilirse, gerçek iş (tank rijit olduğundan çevre işi ($P_0(V_2 - V_1) = 0$)):

$$W_{\text{ger}} = m[(u_1 - u_2) - T_0(s_1 - s_2) - T_0 s_{\text{üretim}}] = m[(u_1 - T_0 s_1) - (u_2 - T_0 s_2) - T_0 s_{\text{üretim}}]$$

Tersinir durum değişimi boyunca $s_{\text{üretim}} = 0$ olduğundan tersinir iş:

$$W_{\text{ter}} = m[(u_1 - T_0 s_1) - (u_2 - T_0 s_2)]$$

Kayıp işi ise:

$$W_{\text{kay}} = W_{\text{ter}} - W_{\text{ger}} = T_0 s_{\text{üretim}} = T_0 (s_2 - s_1) + Q_{\text{çevre}}$$

$dq = Tds = du + dw = c_v dT + PdV$ olması nedeniyle kayıp iş

$$W_{\text{kay}} = mT_0 c_v \ln \frac{T_0}{T_1} + Q_{\text{çev}} \text{ şeklinde düzenlenebilir.}$$

b)

Tank içerisindeki havanın ağırlığı :

$$P_1 V_1 = mRT_1 \rightarrow m = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = 2 \text{ kg}$$

1-durumdaki kullanılabilirlik:

$$\phi_1 = m[(u_1 - T_0 s_1) - (u_0 - T_0 s_0)] = m \left[(u_1 - u_0) - T_0 (s_1 - s_0) = c_v (T_1 - T_0) - c_v T_0 \ln \frac{T_0}{T_1} \right] \Rightarrow$$

$$\phi_1 = 938.106 \text{ kJ}$$

2-durumdaki kullanılabilirlik:

İkinci durumda çevre ile termik denge söz konusu olduğundan $\phi_2 = 0$

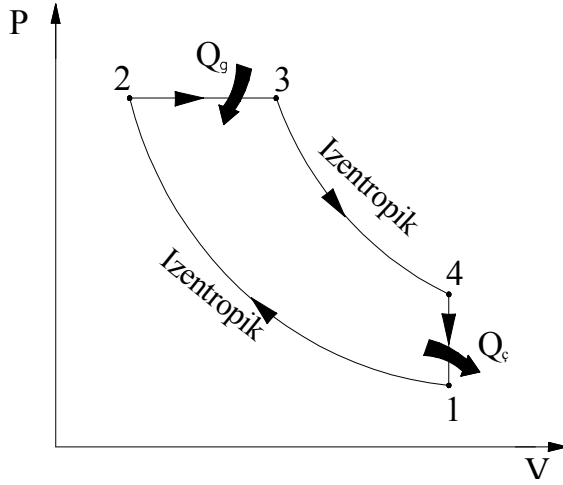
Söz konusu işlem sonucunda meydana gelen kayıp iş:

$$W_{\text{kay}} = mT_0 c_v \ln \frac{T_0}{T_1} = 364.507 \text{ kJ}$$

İkinci yasa verimi:

$$\eta_{II} = \frac{W_{\text{ger}}}{W_{\text{ter}}} = \frac{W_{\text{ter}} - W_{\text{kay}}}{\phi_1 - \phi_2} = 0.611$$

2.



$$\begin{aligned}\frac{V_1}{V_2} &= 12 \\ V_3 &= 2.1V_2 \\ P_1 &= 95kPa \\ T_1 &= 40^\circ = 313K\end{aligned}$$

Diesel çevriminin P - V diyagramı.

a)

P - V diyagramı baz olmak üzere her noktadaki basınç ve sıcaklık değerleri:

2- Durum

1-2 izentropik durum değişimi olduğundan

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \rightarrow k = \frac{c_p}{c_v} = 1.4 \Rightarrow \underline{P_2 = 3080.19kPa}$$

$PV = RT$ olması nedeniyle;

$$P_1 \left(\frac{RT_1}{P_1} \right)^k = P_2 \left(\frac{RT_2}{P_2} \right)^k \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^k \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^k \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow \underline{T_2 = 845.68K}$$

3-Durum

2-3 arası durum değişimi sabit basınçta gerçekleştiğinden $\underline{P_3 = P_2 = 3080.19kPa}$

$$\begin{aligned}P_2 V_2 &= RT_2 \\ P_3 V_3 &= RT_3\end{aligned} \text{ taraf tarafa bölersek } \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = 2.1 \Rightarrow \underline{T_3 = 1776.39K}$$

4-Durum

$$V_3 = 2.1V_2 \text{ ve } V_1 = V_4 \text{ olması dolayısıyla; } \frac{V_4}{V_3} = \frac{V_1}{2.1V_2} = 5.71$$

3-4 arası durum değişimi izentropik olduğundan

$$\underline{P_3 V_3^k = P_4 V_4^k \Rightarrow P_4 = 268.41kPa}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow \underline{T_4 = 884.61^\circ C}$$

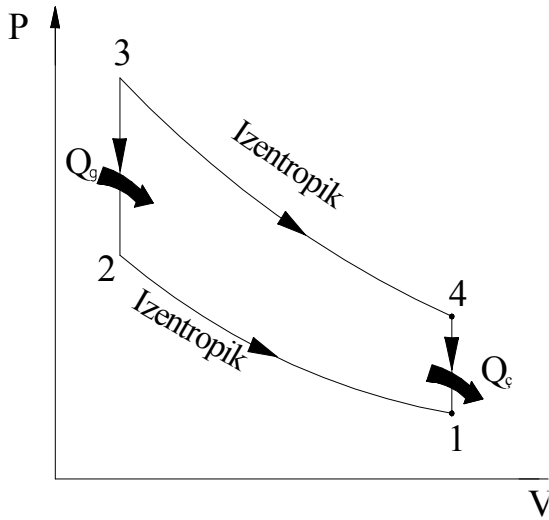
Yapılan hesaplamalarda görüleceği gibi maksimum basınç ve sıcaklık değerine 3-durumda yani yanma sonunda ulaşılmıştır.

b)

$$\eta_{isil} = \frac{W_{net}}{Q_g} = \frac{Q_g - Q_{\phi}}{Q_g} = 1 - \frac{Q_{\phi}}{Q_g} = 1 - \frac{c_v(T_4 - T_1)}{c_p(T_3 - T_2)} = \%56.14$$

c)

$$\eta_{otto} = \frac{W_{net}}{Q_g} = \frac{Q_g - Q_{\phi}}{Q_g} = 1 - \frac{Q_{\phi}}{Q_g} = 1 - \frac{mc_v(T_4 - T_1)}{mc_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1 \left(\frac{T_4}{T_1} - 1 \right)}{T_2 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)}$$



Adyabatik durum değişim için;

$$\left. \begin{aligned} P_3 V_3^k &= P_4 V_4^k \\ P_2 V_2^k &= P_1 V_1^k \end{aligned} \right\} \rightarrow \left. \begin{aligned} V_3 &= V_2 \\ V_4 &= V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{P_4}{P_1}$$

V=sbt durum değişimi için;

$$\left. \begin{aligned} P_3 V_3 &= RT_3 \\ P_2 V_2 &= RT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} \text{ ve } \left. \begin{aligned} P_4 V_4 &= RT_4 \\ P_1 V_1 &= RT_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_4}{P_1} = \frac{T_4}{T_1}$$

olduğundan verim;

$$\eta_{otto} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}} = \%62.99$$

Otto çevriminin P-V diyagramı

Eşit sıkıştırma oranına sahip benzinli motorun ısı verimi dizel motordan daha büyük olmaktadır.

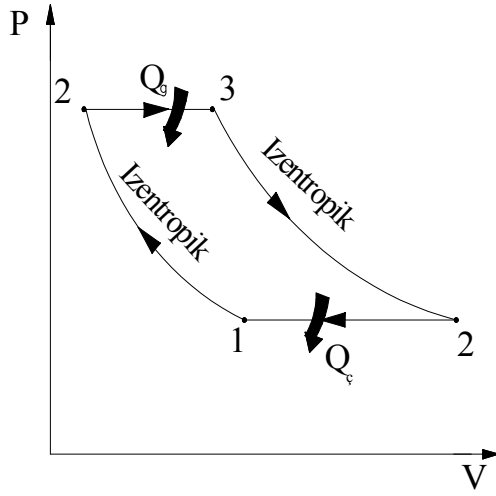
d)

Tüm den çevrimde verim arasında çalıştığı ısı verimlerin bir fonksiyonu olup;

$$\eta_{isil} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{313}{1776.39} = \%82.38$$

Yapılan hesaplamalardan görüleceği gibi tüm den tersinir çevrimin verimi hem otto hem de dizel çevriminden daha büyük değerler almaktadır.

3.



Brayton çevriminin verimi:

$$\eta_{Brayton} = \frac{W_{net}}{Q_g} = \frac{Q_g - Q_{\chi}}{Q_g} = 1 - \frac{Q_{\chi}}{Q_g} = 1 - \frac{mc_p(T_4 - T_1)}{mc_p(T_3 - T_2)} \rightarrow$$

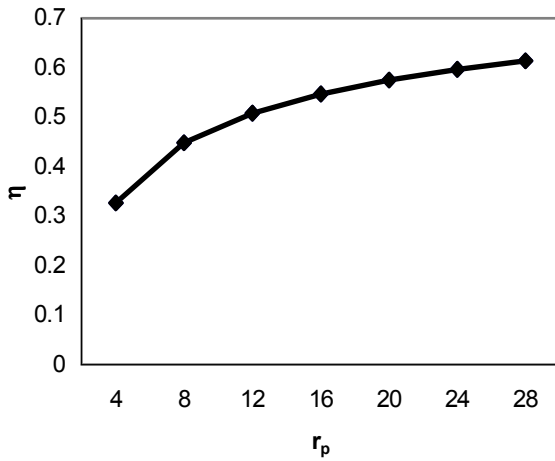
$$\eta_{Brayton} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1 \left(\frac{T_4}{T_1} - 1 \right)}{T_2 \left(\frac{T_3}{T_2} - 1 \right)}$$

Brayton çevriminin P- V diyagramı.

Adyabatik durum değişim için;

$$\left. \begin{array}{l} P_3 V_3^k = P_4 V_4^k \\ P_2 V_2^k = P_1 V_1^k \end{array} \right\} \rightarrow \frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \text{ve} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_4}{P_3} \Rightarrow \eta_{Brayton} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

Yukarıdaki bağıntı çerçevesinde verilen basınç değerleri için verim değerleri ve değerlerin grafiksel gösterimi:



r_p	η
4	0,33
8	0,45
12	0,51
16	0,55
20	0,58
24	0,60
28	0,61

Diyagramdan görüleceği üzere basınç oranı arttıkça çevrimin verimi de artmaktadır. Yine diyagramdaki eğriden görüleceği üzere basınç oranındaki artışa bağlı olarak eğrinin eğimi azalmaktadır. Bu göstergede basınç oranındaki artış ile verim oranındaki artışın lineer olmayıp basınç oranındaki periyodik bir artışa karşı verim deki artışın giderek azaldığını göstermektedir.