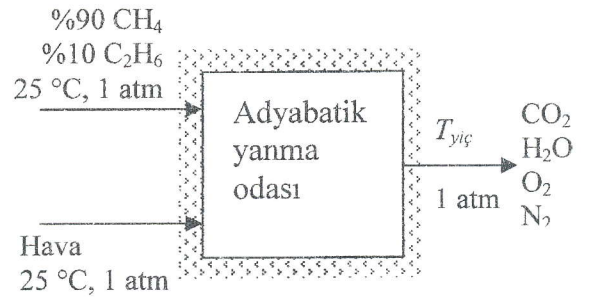


**SINAVDA UYMANIZ GEREKEN KURALLAR:**

- 1) Her ne amaçla ve hangi düzeyde olursa olsun aranızda konuşmanız kesinlikle yasaktır.
- 2) Sınav boyunca kalem, silgi, hesap makinesi, kitap, defter vb. şeylerin alış-verişi yasaktır.
- 3) Cep telefonları kesinlikle kapalı olarak çantanızda veya cebinizde olacaktır.
- 4) Cep telefonlarınızı hesap makinesi gibi amaçla da olsa kullanamazsınız.
- 5) Kopya çektiğiniz tespit edildiği takdirde uyarılacak; ancak sınav sırasında dışarı çıkartılmayacaksınız. Gerekli işlemler tutanakla sınav sonrasında yapılacaktır.
- 6) Bir kitap ve bir defter açık olabilir. Bunlar dışında fotokopi vs. kapalı olacaktır.
- 7) Kullanılan formül ve tabloların numaraları, hangi kitaptan alındığı tam olarak belirtilmelidir.

**MAK 411 Yanma Teorisi Arasınav Soruları:**

- 1) %90 Metan ( $\text{CH}_4$ ) ve %10 etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) karışımından oluşan bir gaz yakıt, sürekli akışlı adyabatik bir yanma odasında %10 fazla hava ile tam yanmaktadır. Çevre sıcaklığı  $25^\circ\text{C}$ 'dir. Buna göre,
  - a) Yanma sonu ürünlerinin sıcaklığını, (30 p.)
  - b) Bu işlem sırasında entropi üretimini hesaplayınız. (20 p.)



- 2) 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , 3 mol  $\text{O}_2$  ve 11 mol  $\text{N}_2$ 'den oluşan bir karışım, 5 atmosfer basınçta 2600 K sıcaklığa ısıtılmaktadır. Denge halinde karışımda  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ , ve  $\text{N}_2$  bulunduğunu kabul ederek, karışanların mol miktarlarını hesaplayınız. (30 puan)
- 3) Sıvı fazında %30 propan ve %70 bütan bulduran bir LPG tüpü içinde, her iki bileşenin gaz fazındaki hacimsel oranları nedir? Tüp ve içindeki bileşenler,  $30^\circ\text{C}$  sıcaklığındaki çevre ile ısı dengesinde. (20 puan)  
NOT:  $30^\circ\text{C}$ 'deki doyma basınçları; bütan için 2.81 bar, propan için 10.75 bar'dır.

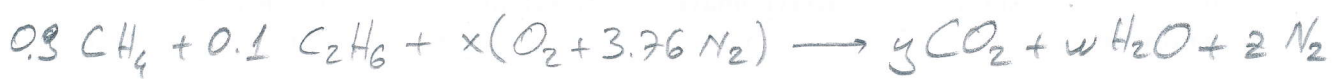
*Uluçbey*



①

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

1-) Stokiyometrik Denklem:

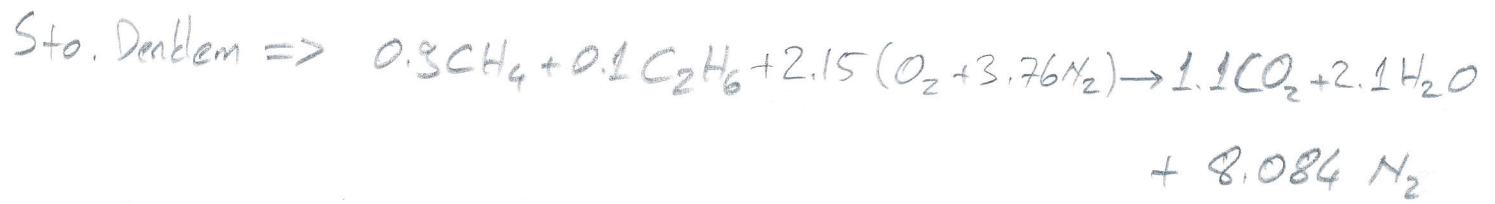


Kütle Dengesi: C:  $0.3 + 0.1 \times 2 = y \Rightarrow y = 1.1$

H<sub>2</sub>:  $0.3 \times 2 + 0.1 \times 3 = w \Rightarrow w = 2.1$

O<sub>2</sub>:  $x = y + \frac{w}{2} \Rightarrow x = 2.15$

N<sub>2</sub>:  $x \times 3.76 = z \Rightarrow z = 8.084$

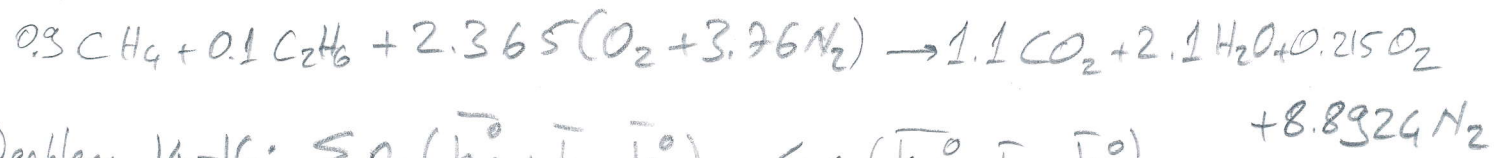


Soruda %10 fazla hava kullanıldığı bilgisi verilmmiştir.

Havanın katsayısını 1.1 ile çarpmamız gerekir. Fazla hava olduğu için yanma sonu ürünlerde "O<sub>2</sub>" olması gerekir.

(O<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> katsayı değişimlerine dikkat!)

Gerçek Denklem:



Denklem 14-16:  $\sum n_a (\bar{h}_f^\circ + \bar{h} - \bar{h}^\circ)_a = \sum n_g (\bar{h}_f^\circ + \bar{h} - \bar{h}^\circ)_g$

| Madde                             | $\bar{h}_f^\circ$ (kJ/kmol) | $\bar{h}_{298K}$ (kJ/kmol) | Madde               | $\bar{h}_f^\circ$ (kJ/kmol) | $\bar{h}_{298K}$ (kJ/kmol) |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| CH <sub>4</sub> (g)               | -74850                      | -                          | H <sub>2</sub> O(g) | -241820                     | 9904                       |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g) | -84680                      | -                          | CO <sub>2</sub>     | -393520                     | 9364                       |
| O <sub>2</sub>                    | 0                           | 8682                       |                     |                             |                            |
| N <sub>2</sub>                    | 0                           | 8669                       |                     |                             |                            |

②

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

Tablodaki değerler denklemin 14-16'da yerine konularsa;

$$1.1 \times (-333520 + \bar{h}_{CO_2} - 3364) + 2.1(-241820 + \bar{h}_{H_2O} - 3304) + 0.215(0 + \bar{h}_{O_2} - 8682) + 8.8324(0 + \bar{h}_{N_2} - 8663) = 0.3(-24850) + 0.1(-84680)$$

$$\Rightarrow 1.1 \bar{h}_{CO_2} + 2.1 \bar{h}_{H_2O} + 0.215 \bar{h}_{O_2} + 8.8324 \bar{h}_{N_2} = 374915 \text{ kJ}$$

Toplam mol miktarı  $\Rightarrow 12.3074$ 

Denklemin sağ tarafı toplam mol miktarına bölünürse;

 $\cong 30463.7 \text{ kJ/kmol}$  değeri elde edilir.

Bu entalpi değeri  $\Rightarrow$

|                         |  |
|-------------------------|--|
| $N_2 \rightarrow 2400$  | } ürünler için tabloda verilen sıcaklıklara denk gelmektedir. ürünler içinde $N_2$ 'nin mol sayısı olarak fazlalığı göz önüne alındığında ilk tahmin sıcaklığının 2400K'e yakın olması beklenir. |
| $O_2 \rightarrow 2300$  |  |
| $H_2O \rightarrow 1340$ |  |
| $CO_2 \rightarrow 1640$ |  |

ilk tahmin  $\Rightarrow$  2200 K  $\bar{h}_{CO_2} = 112334 \text{ kJ/kmol}$ ,  $\bar{h}_{H_2O} = 32340 \text{ kJ/kmol}$  $\bar{h}_{O_2} = 75484 \text{ kJ/kmol}$ ,  $\bar{h}_{N_2} = 72040 \text{ kJ/kmol}$ 

Bu değerleri yerine koyarsak;

$$1.1 \times (112334) + 2.1 \times (32340) + 0.215(75484) + 8.8324 \times (72040) \cong 376238 \text{ kJ}$$

ilk tahmin sonucu bulunan bu değer, bulunması gereken (374915 kJ) değere

40k yakın olduğu için iterasyon yapmaya gerek yoktur.

$$T_{ady} \cong \underline{\underline{2200 \text{ K}}}$$

③

| L-6)                          | $n_i$  | $y_i$ | $\bar{S}_i^\circ (T, 1 \text{ atm})$ | $-R_u \ln y_i P$ | $n_i \bar{S}_i$ |
|-------------------------------|--------|-------|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| CH <sub>4</sub>               | 0.9    | 0.9   | 186.16                               | 0.876            | 168.33          |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | 0.1    | 0.1   | 229.49                               | 13.14            | 24.863          |
| O <sub>2</sub>                | 2.365  | 0.21  | 205.04                               | 12.38            | 515.617         |
| N <sub>2</sub>                | 8.8324 | 0.79  | 181.61                               | 1.36             | 1721.30         |

\*Değerler 2200K'de alınmıştır.

$$S_{g1g} = 2430.11$$

|                  |        |       |         |       |         |
|------------------|--------|-------|---------|-------|---------|
| CO <sub>2</sub>  | 1.1    | 0.083 | 314.388 | 20.11 | 368.61  |
| H <sub>2</sub> O | 2.1    | 0.171 | 269.500 | 14.68 | 586.78  |
| O <sub>2</sub>   | 0.215  | 0.018 | 272.278 | 33.40 | 65.72   |
| N <sub>2</sub>   | 8.8324 | 0.722 | 255.412 | 2.71  | 2285.32 |

$$S_{g1a} = 3326.43$$

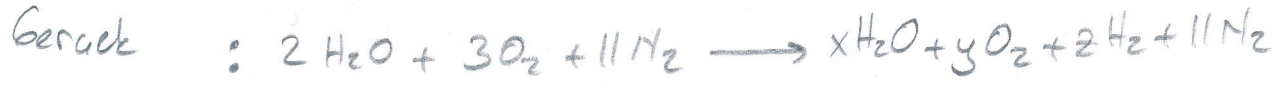
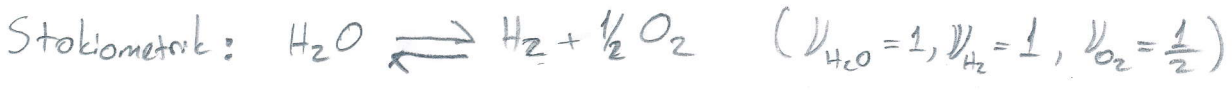
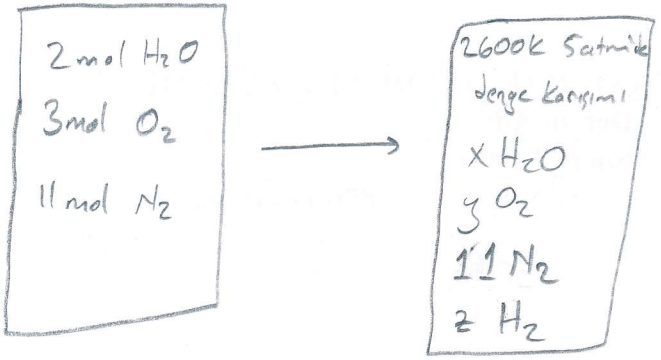
$$S_{irektilim} = S_{g1a} - S_{g1g} = 3326.43 - 2430.11 = 896.32 \text{ kJ/K (yakıt)}$$

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

4

2) Başlangıç Karışımı:

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.



Katle denkligi: yazılır;

H:  $4 = 2x + 2z \Rightarrow x + z = 2$  (1)

O:  $6 = x + 2y$  (2)

Denge sabiti bağıntısı:  $K_p = \frac{\nu_{H_2} n_{H_2} \nu_{O_2} n_{O_2}}{\nu_{H_2O} n_{H_2O}} \left( \frac{P}{n_{top}} \right)^{\nu_{H_2} + \nu_{O_2} - \nu_{H_2O}}$

2600 k'de  $\ln K_p = -4.668$   
 $K_p = 3.58 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow 3.58 \times 10^{-3} = \frac{z^1 \cdot y^{1/2}}{x^1} \left( \frac{5}{x+y+z+11} \right)^{1/2 + 1 - 1}$

$\Rightarrow 3.58 \times 10^{-3} = \frac{z \cdot y^{1/2}}{x} \left( \frac{5}{x+y+z+11} \right)^{1/2}$  (3)

Bütün ifadeleri x cinsinden yazarsak

$\left. \begin{matrix} z = 2 - x \\ y = \frac{6 - x}{2} \end{matrix} \right\} \Rightarrow$  Denge sabiti bağıntısında yerine koyarız.  
 $3.58 \times 10^{-3} = \frac{(2-x) \left( \frac{6-x}{2} \right)^{1/2}}{x} \cdot \left( \frac{5}{\frac{6-x}{2} + 11 + x + 2 - x} \right)^{1/2}$

$x = 1.977$   
 $y = 2.012$   
 $z = 0.023$

(5)

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

3-) %30 propan

30°C'deki doyma basıncaları:  $P_{\text{doyma, biton}} = 2.81 \text{ bar} = 281 \text{ kPa}$

%70 biton

$P_{\text{doyma, propan}} = 10.75 \text{ bar} = 1075 \text{ kPa}$

Denklemler 15-22  $\Rightarrow P_i = y_{i,f,i} P_{\text{doyma},i}(T)$

$$P_{\text{biton}} = y_{\text{f, biton}} P_{\text{doyma, biton}}(T) = 0.70 \times 281 = 196.7 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{propan}} = y_{\text{f, propan}} P_{\text{doyma, propan}}(T) = 0.30 \times 1075 = 322.5 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{toplam}} = P_{\text{biton}} + P_{\text{propan}} = 196.7 + 322.5 = 519.2 \text{ kPa}$$

$$y_{\text{ng, biton}} = \frac{P_{\text{biton}}}{P_{\text{toplam}}} = \frac{196.7}{519.2} \approx 0.379$$

$$y_{\text{ng, propan}} = \frac{P_{\text{propan}}}{P_{\text{toplam}}} = \frac{322.5}{519.2} = 0.621$$