



# Сагоревање

аудиторне вежбе



# 1. задатак (текст)

За природни гас познатог састава одредити максималну брзину простирања пламена.

Састав природног гаса (% V/V):

$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$CO_2$	$N_2$
88,30	2,70	1,00	4,30	3,70

Максималне брзине простирања пламена појединих компонента (m/s):

$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$
0,38	0,41	0,43



# 1. задатак (решење)

Максимална брзина простирања пламена је дефинисана изразом:

$$u_{n \max} = \frac{c_1 \cdot u_1 + c_2 \cdot u_2 + \dots}{c_1 + c_2 + \dots}$$

где су:

$u_{n \max}$

- максимална брзина простирања пламена  
за гас без баласта

$u_1, u_2, \dots$

- максималне брзине простирања пламена  
појединих компоненти

$c_1, c_2, \dots$

- запремински процентуални садржај  
компонената у гасу



# 1. задатак (решење)

$$u_{n \max} = \frac{88,3 \cdot 0,38 + 2,70 \cdot 0,41 + 1 \cdot 0,43}{88,3 + 2,7 + 1} = 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Фактор за корекцију максималне брзине простирања пламена због присуства баласта:

$$K = \frac{100 - N_2 - 1,2 \cdot CO_2}{100} = \frac{100 - 3,7 - 1,2 \cdot 3,43}{100} = 0,92$$

па је коригована брзина простирања пламена:

$$(u_{n \max})_{\text{kor}} = K \cdot u_{n \max} = 0,92 \cdot 0,38 = 0,35 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$



## 2. задатак (текст)

Одредити коефицијент емисије  $\text{SO}_2$  ( $\text{kgSO}_2/\text{GJ}$ ) за гориво следећег састава:

<i>C</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	<i>W</i>
52,18	3,77	11,97	0,92	1,36	24,30	5,50



## 2. задатак (решење)

Доња топлотна моћ горива:

$$\begin{aligned} H_d &= 340 \cdot C + 1190 \cdot \left( H - \frac{O}{8} \right) + 93 \cdot S - 25 \cdot W = \\ &= 340 \cdot 52,18 + 1190 \cdot \left( 3,77 - \frac{11,97}{8} \right) + 93 \cdot 1,36 - 25 \cdot 5,50 = 20.436 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \end{aligned}$$

Коефицијент емисије сумпордиоксида у траженим јединицима дефинисан је изразом:

$$E_{\text{SO}_2} = \frac{2 \cdot g_S}{H_d} = \frac{2 \cdot 0,0136}{20.436} = 1,33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{kJ}} = 1,33 \frac{\text{kg}}{\text{GJ}}$$



## 3. задатак (текст)

---

Одредити температуру самопаљења гориве смеше метан-ваздух ако енергија активације износи  $120.000 \text{ J/mol}$ , а температура суда износи  $T_{0C}=700 \text{ K}$ .

Колико ће се променити температура самопаљења ако се енергија активације повећа два пута.



## 3. задатак (решење)

Температура самопаљења се израчунава на два начина. Потпуни израз је:

$$\begin{aligned} T_C &= \frac{E_A}{2 \cdot R_0} - \frac{E_A}{2 \cdot R_0} \left( 1 - \frac{4 \cdot R_0 T_{0C}}{E_A} \right)^{\frac{1}{2}} = \\ &= \frac{120.000}{2 \cdot 8,314} - \frac{120.000}{2 \cdot 8,314} \left( 1 - \frac{4 \cdot 8,314 \cdot 700}{120.000} \right)^{\frac{1}{2}} = 738 \text{ K} \end{aligned}$$

а приближни:

$$T_C = T_{0C} + \frac{R_0 T_{0C}^2}{E_A} = 700 + \frac{8,314 \cdot 700^2}{120.000} = 734 \text{ K}$$



### 3. задатак (решење)

С обзиром да је разлика између резултата добијених на основу ових израза само 4 °С, што је мање од 0,5 %, за даљи прорачун користићемо други израз као једноставнији:

$$T_{C1} = T_{0C} + \frac{R_0 T_{0C}^2}{E_{A1}} = 700 + \frac{8,314 \cdot 700^2}{240.000} = 717 \text{ К}$$

а промена температуре је:

$$\Delta T_C = T_C - T_{C1} = 734 - 717 = 17 \text{ К}$$



## 4. задатак (текст)

Одредити горњу и доњу концентрациону границу паљења горивих испарљивих материја. Колико ће се променити концентрационе границе паљења ако се смеша обогати са 33 %  $V/V$   $N_2$ ? Састав горивих испарљивих материја (%  $V/V$ ):  $H_2=8$ ,  $CH_4=20$ ,  $CO=36$ ,  $CO_2=36$ . Концентрационе границе паљења појединих компоненти су:

<i>Гас</i>	$L_D$	$L_G$
$H_2$	3,4	80,0
$CH_4$	2,5	15,4
$CO$	12,5	80,0



## 4. задатак (решење)

Концентрационе границе паљења гориве смеше израчунавају се према следећим изразима:

$$L_G = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Gi}}} \qquad L_D = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Di}}}$$

где су:

$V_i$  - запремински процентуални садржај гориве компоненте у смеши,

$L_{Gi}$ ,  $L_{Di}$  - концентрационе границе паљења горивих компоненти у смеши.



## 4. задатак (решење)

За доњу концентрациону границу смеше није потребна корекција на чисту гориву масу, али за горњу јесте, тако да су у израз за њу смењене кориговане вредности конц.граница паљења (на чисту гориву масу). За домаћи извести израз на основу којег су кориговане вредности  $V_i$  за  $L_G$ !!!

$$L_D = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Di}}} = \frac{100}{\frac{8}{3,4} + \frac{20}{2,5} + \frac{36}{12,5}} = 7,56 \text{ (\%V / V)}$$
$$L_G = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Gi}}} = \frac{100}{\frac{12,5}{80} + \frac{31,25}{15,4} + \frac{56,25}{80}} = 34,62 \text{ (\%V / V)}$$



## 4. задатак (решење)

Састав смеше са 33 %  $N_2$  је:

$$(X)_1 = \frac{100 - N_2}{100} X =$$

$$(H_2)_1 = \frac{100 - 33}{100} 8 = 5,36 \text{ (\% } V/V)$$

$$(CH_4)_1 = \frac{100 - 33}{100} 20 = 13,40 \text{ (\% } V/V)$$

$$(CO)_1 = \frac{100 - 33}{100} 36 = 24,12 \text{ (\% } V/V)$$

$$(CO_2)_1 = \frac{100 - 33}{100} 36 = 24,12 \text{ (\% } V/V)$$

$$(N_2)_1 = 33 \text{ (\% } V/V)$$



## 4. задатак (решење)

Концентрационе границе паљења за нову смешу су:

$$L_D = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Di}}} = \frac{100}{\frac{5,36}{3,4} + \frac{13,4}{2,5} + \frac{24,12}{12,5}} = 11,28 \quad (\% V / V)$$

$$L_G = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{L_{Gi}}} = \frac{100}{\frac{5,36}{80} + \frac{13,4}{15,4} + \frac{24,12}{80}} = 34,62 \quad (\% V / V)$$

**Доња концентрациона граница паљења се НЕ КОРИГУЈЕ!!!**  
Овде је израчуната само да се илуструје зашто се не коригује!



## 5. задатак (текст)

За колико процената треба повећати пречник капљице ако се уместо горива за млазне motore користи моторни бензин, да би време сагоревања ових капљица било исто. Процес сагоревања се одвија на истој температури и коефицијент дифузије се не мења.

Дати су подаци:

$$\rho_{\text{MB}}=730 \text{ kg/m}^3 \quad V_{\text{MB}}=5,3$$

$$\rho_{\text{GM}}=805 \text{ kg/m}^3 \quad V_{\text{GM}}=3,4$$



## 5. задатак (решење)

Време сагоревања капљице течног горива израчунава се на основу израза:

$$t = \frac{d_{s0}^2 \rho_{gor}}{8 \cdot \rho \cdot D \cdot \ln(1 + B)}$$

где су:

$d_{s0}$  - почетни пречник капљице

$\rho_{gor}$  - густина горива

$\rho$  - густина средине у којој се одвија сагоревање

$D$  - коефицијент дифузије

$B$  - Сполдинггов коефицијент



## 5. задатак (решење)

Према услову задатка је:

$$\frac{t_{\text{MB}}}{t_{\text{GM}}} = 1$$

па је:

$$\frac{\frac{(d_{s0}^2)_{\text{MB}} \rho_{\text{MB}}}{8 \cdot \rho \cdot D \cdot \ln(1 + B_{\text{MB}})}}{\frac{(d_{s0}^2)_{\text{GM}} \rho_{\text{GM}}}{8 \cdot \rho \cdot D \cdot \ln(1 + B_{\text{GM}})}} = 1$$



## 5. задатак (решење)

Пречник капљице моторног бензина је:

$$\begin{aligned} (d_{s0}^2)_{\text{MB}} &= (d_{s0})_{\text{GM}} \sqrt{\frac{\rho_{\text{GM}} \ln(1 + B_{\text{MB}})}{\rho_{\text{MB}} \ln(1 + B_{\text{GM}})}} = \\ &= (d_{s0})_{\text{GM}} \sqrt{\frac{805 \ln(1 + 5,3)}{730 \ln(1 + 3,4)}} = 1,17 \cdot (d_{s0})_{\text{GM}} \end{aligned}$$

што значи да њен пречник мора да буде за 17 % већи ако се као гориво користи моторни бензин уместо горива за млазне моторе.