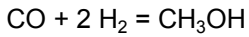


MB - R - Příklad 9

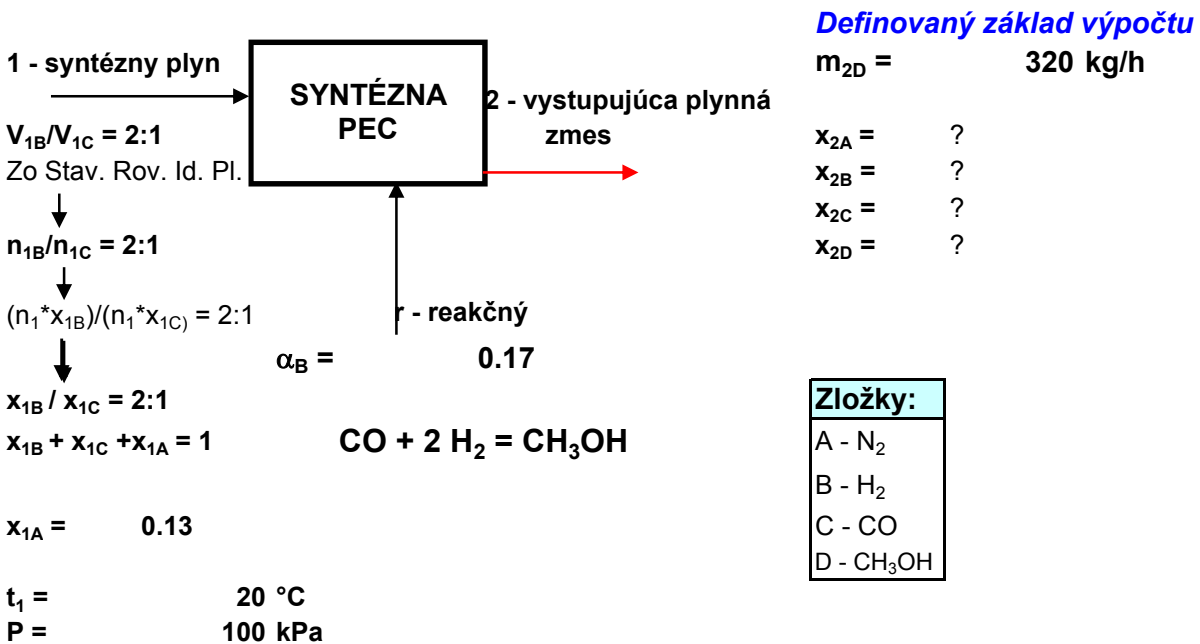
V syntézní peči se vyrobí 320 kg/h metanolu z oxidu uhoľnatého a vodíka. Syntézný plyn, vstupující do peči při tlaku 100 kPa a teplotě 20 °C, obsahuje vodík a oxid uhoľnatý v objemovém poměru 2:1 a 13 obj. % dusíka. Stupeň přeměny oxidu uhoľnatého je 0,17.

Přebíhá chemická reakce:



Vypočítajte zloženie vystupujúceho plynu, stupeň premeny vodíka a jeho koeficient nadbytku, objemový prietok vstupujúceho zemného plynu.

Bilančná schéma:



Študenti, tento príkladík ukrýva síce vo svojom tajomnom vnútri niekoľko maličkých šibalstiev, ale "úfam sa opäť a opäť večne optimisticky nádejať", že už ste dostatočne mentálne skúsení, zreli a reakčným ohňom do "azbestova ošľahaní požiarnici" "Krematória materiálových nádejí".....

Zloženie vstupujúceho syntézneho plynu:

$V_{1B}/V_{1C} = 2:1 \longrightarrow$ Zo stavovej rovnice ideálneho plynu aplikovanej pre obe zložky vyplýva:

$$V_{1B}/V_{1C} = 2:1 = n_{1B}/n_{1C}$$

$$n_{1B}/n_{1C} = 2:1$$

$$\downarrow$$

$$(n_1 \cdot x_{1B}) / (n_1 \cdot x_{1C}) = 2:1$$

$$\downarrow$$

$$x_{1B}/x_{1C} = 2:1$$

$$x_{1A} = 0.13$$

$$x_{1A} + x_{1B} + x_{1C} = 1$$

$$\longrightarrow \begin{array}{l} x_{1A} = 0.13 \\ x_{1B} = 0.58 \\ x_{1C} = 0.29 \end{array}$$

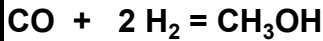
Prepočet hmotnostného toku vyrobeného metanolu na tok látkového množstva:

$$m_{2D} = 320 \text{ kg/h}$$

$$M_D = 32 \text{ kg/kmol}$$

$$n_{2D} = m_{2D}/M_D = 10 \text{ kmol/h}$$

Myšlienková úvaha:



$$(-\xi) \quad (-2*\xi) \quad (\xi) \quad \longrightarrow \quad n_r = -2*\xi$$

Študenti, rád by som vám pripomenul, že pomer vstupujúcich tokov látkových množstiev reaktantov (H_2 a CO) je ten istý v akom oni reagujú podľa stechiometrickej rovnice.

Možno už nastáva aj uvedomovacie brieždenie z jedného mravných ponaučení.....

Ak reaktanty vstupujú do reakcie (vid' zadanie) v tom istom pomere látkových množstiev v akom aj reagujú (kuk *stechiometrická rovnica*), je ich stupeň premeny rovnaký

A ak nezreagujú úplne, aj na výstupe z reakcie sú v tom istom pomere látkových množstiev ako na vstupe.

Dosadiac si do materiálovej bilancie dosiaľ získané a zadané informácie.....

Materiálová bilancia:

$$x_{1A} = 0.13$$

$$x_{1B} = 0.58$$

$$x_{1C} = 0.29$$

Prúdy Zložky	1	r	2
A: N_2	$n_1 * x_{1A}$		$n_2 * x_{2A}$?
B: H_2	$n_1 * x_{1B}$	$(-2)*\xi$	$n_2 * x_{2B}$?
C: CO	$n_1 * x_{1C}$	$(-1)*\xi$	$n_2 * x_{2C}$?
D: CH_3OH		$1*\xi$	$n_2 * x_{2D}$ 10
Σ	n_1 0	$n_r = -2*\xi$?	n_2 ?

$$\xi = -\frac{\alpha_B \cdot n_{1B}}{V_B} \quad \wedge \quad \xi^T = -\frac{\alpha_B^T \cdot n_{1B}^T}{V_B}$$

$$\xi = -\frac{\alpha_C \cdot n_{1C}}{V_C} \quad \wedge \quad \xi^T = -\frac{\alpha_C^T \cdot n_{1C}^T}{V_C}$$

Z doterajšej "materiálovej" analýzy vyplýva:

Stupeň premeny vodíka a oxidu uhoľnatého je rovnaký

$$\alpha_B = \alpha_C = 0.17$$

Oba reaktanty sú limitujúce s koeficientami nadbytku rovné jednej.

Pomery tokov látkových množstiev na vstupe a výstupe zo syntéznej pece sú rovnaké.

Výpočtový proces "našartujeme" výpočtom rýchlosti reakcie (rozsahu) z bilancie metanolu.

Rýchlosť reakcie ξ :

$$\xi = n_2 \cdot x_{2D} = 10 \text{ kmol/h}$$

Toky látkových množstiev reaktantov na vstupe do syntéznej pece:

Z prepočtových vzťahov medzi rýchlosťou reakcie a stupňom premeny reaktantov si dopočítame ich toky látkových množstiev na vstupe:

$$\xi = -\frac{\alpha_B \cdot n_{1B}}{V_B} \Rightarrow n_{1B} = 117.647 \text{ kmol/h}$$

$\xi =$	10 kmol/h
$v_B =$	-2
$\alpha_B =$	0.17

$$\xi = -\frac{\alpha_C \cdot n_{1C}}{V_C} \Rightarrow n_{1C} = 58.8235 \text{ kmol/h}$$

$\xi =$	10 kmol/h
$v_C =$	-1
$\alpha_C =$	0.17

Tok látkového množstva vstupujúceho syntézneho plynu:

Z definície mólového zlomku vodíka na vstupe:

$$x_{1B} = n_{1B} / n_B \longrightarrow n_1 = 202.84 \text{ kmol/h}$$

$x_{1B} =$	0.58
$n_{1B} =$	117.6471 kmol/h

Tok látkového množstva dusíka:

$$n_{1A} = n_1 \cdot x_{1A} = 26.3692 \text{ kmol/h}$$

Reakčný člen:

$$n_r = -2 \cdot \xi \longrightarrow n_r = -20 \text{ kmol/h}$$

Toky látkových množstiev plynu a jeho zložiek na výstupe z pece:

Z bilancie celkovej si vypočítame tok látkového množstva n_2 .

$$n_2 = n_1 + n_r = 182.84 \text{ kmol/h}$$

$n_1 =$	202.8398 kmol/h
$n_r =$	-20 kmol/h

Z bilancii zložiek vypočítame ich toky látkových množstiev n_{2A} , n_{2B} , n_{2C} , n_{2D} .

$n_{2A} =$	26.3692 kmol/h
$n_{2B} =$	97.6471 kmol/h
$n_{2C} =$	48.8235 kmol/h
$n_{2D} =$	10 kmol/h

Zloženie plynu na výstupe zo syntéznej pece:

$x_{2A} = 0.14422$
 $x_{2B} = 0.53406$
 $x_{2C} = 0.26703$
 $x_{2D} = 0.05469$

Materiálová bilancia:

Prúdy Zložky	1	r	2
A: N ₂	$n_1 \cdot x_{1A}$ 26.36917		$n_2 \cdot x_{2A}$ 26.36917
B: H ₂	$n_1 \cdot x_{1B}$ 117.6471	$(-2) \cdot \xi$ -20	$n_2 \cdot x_{2B}$ 97.64706
C: CO	$n_1 \cdot x_{1C}$ 58.82353	$(-1) \cdot \xi$ -10	$n_2 \cdot x_{2C}$ 48.82353
D: CH ₃ OH		$1 \cdot \xi$ 10	$n_2 \cdot x_{2D}$ 10
Σ	n_1 202.84	$n_r = -2 \cdot \xi$ -20	n_2 182.84

$x_{2A} = 0.14422$

$x_{2B} = 0.534058$

$x_{2C} = 0.267029$

$x_{2D} = 0.054693$

Objemový prietok zemného plynu:

Aplikáciou stavovej rovnice ideálneho plynu:

$$V_1 = \frac{n_1 \cdot R \cdot T_1}{P_1} = 4943.71 \text{ m}^3/\text{h}$$

$n_1 = 202.8398 \text{ kmol/h}$
 $R = 8.314 \text{ kJ/kmol/K}$
 $T_1 = 293.15 \text{ K}$
 $P_1 = 100 \text{ kPa}$