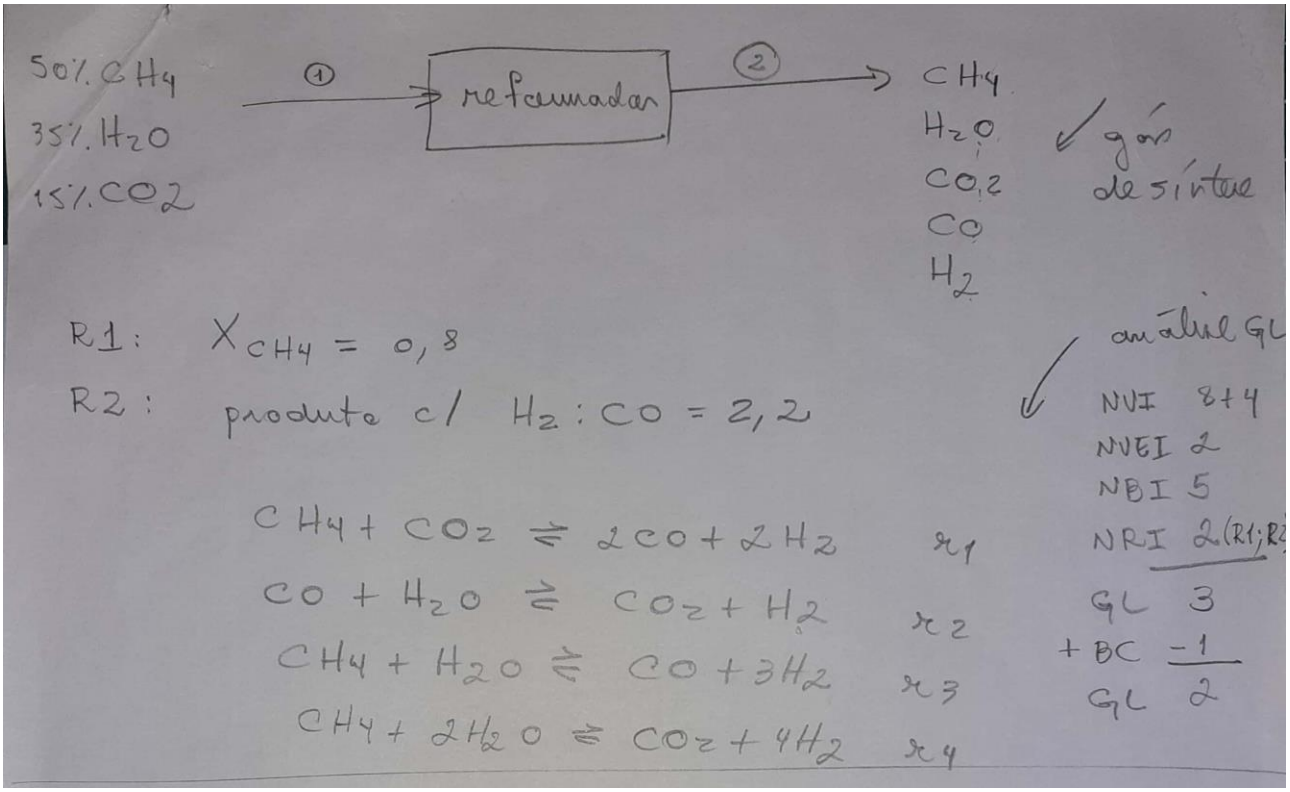
exemplo 3 – reforma a vapor de metano (balanço por espécie química)



Do procedimento de redução da matriz estequiométrica, conclue-se que as reações

r'_1 $\quad CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O \quad (= -r_3)$

r'_2 $\quad CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2 \quad (= r_2)$

constituem um subconjunto de reações indep. equivalente ao conj. de reações originais.

Análise do nº de GL:

NVI	$8 + 2 (r'_1; r'_2)$
NVEI	2
NBI	5
NRI	2 (R1; R2)
GL	1

adotando uma BC:

GL = 1 − 1 = 0 //

7 eqs. / 7 incóg.

Seja BC: 100 mol/h CO na corrente (2). ← $F_{CO,2}$

BM CH_4: $0{,}5 \cdot F_1 - F_{CH4,2} + r'_1 = 0$ (1)

BM H_2O: $0{,}35 \cdot F_1 - F_{H2O,2} + r'_1 - r'_2 = 0$ (2)

BM CO_2: $0{,}15 \cdot F_1 - F_{CO2,2} + r'_2 = 0$ (3)

BM CO: $-100 - r'_1 - r'_2 = 0$ (4)

BM H_2: $-F_{H2,2} - 3r'_1 + r'_2 = 0$ (5)

R1: $$\frac{0{,}5 \cdot F_1 - F_{CH4,2}}{0{,}5 \cdot F_1} = 0{,}8 \quad (6)$$

R2: $$\frac{F_{H2,2}}{F_{CO,2}} = 2{,}2 \longrightarrow \frac{F_{H2,2}}{100} = 2{,}2 \quad (7)$$

De (7): $F_{H2,2} = 220$ mol/h

Em (5): $-220 - 3r'_1 + r'_2 = 0$

Resolvendo (4) e (5):

$$-r'_1 - r'_2 = 100$$
$$-3r'_1 + r'_2 = 220$$

$r'_1 = -80$ mol/h

$r'_2 = -20$ mol/h

De (6): $0,5 \cdot F_1 - 0,4 \cdot F_1 = F_{CH4,2}$

$0,1 \cdot F_1 = F_{CH4,2}$

Em (1): $0,5 \cdot F_1 - 0,1 \cdot F_1 - 80 = 0 \longrightarrow$

$F_1 = 200$ mol/h

e $F_{CH4,2} = 20$ mol/h

Em (2): $0,35 \cdot 200 - F_{H2O,2} - 80 + 20 = 0$

$F_{H2O,2} = 10$ mol/h

Em (3): $0,15 \cdot 200 - F_{CO2,2} - 20 = 0$

$F_{CO2,2} = 10$ mol/h

$F_2 = F_{CH4,2} + F_{H2O,2} + F_{CO2,2} + F_{CO,2} + F_{H2,2}$

$F_2 = 20 + 10 + 10 + 100 + 220 = 360 \frac{mol}{h}$

$\therefore$

$y_{CH4,2} = 20/360 = 0,0556$ (5,56%)

$y_{H2O,2} = 10/360 = 0,0278$ (2,78%)

$y_{CO2,2} = 10/360 = 0,0278$ (2,78%)

$y_{CO,2} = 100/360 = 0,278$ (27,8%)

$y_{H2,2} = 220/360 = 0,611$ (61,1%)

exemplo 4 – reforma a vapor de metano (balanço por elemento químico)

BC: $100\ mol/h = F_1$

C: $1.0,5.100 + 1.0,15.100 - 1.F_{CH4,2} - 1.F_{CO2,2} - 1.F_{CO,2} = 0$ (1)

H: $4.0,5.100 + 2.0,35.100 - 4.F_{CH4,2} - 2.F_{H2O,2} - 2.F_{H2,2} = 0$ (2)

O: $1.0,35.100 + 2.0,15.100 - 1.F_{H2O,2} - 2.F_{CO2,2} - 1.F_{CO,2} = 0$ (3)

$$\frac{0,5.100 - F_{CH4,2}}{0,5.100} = 0,8 \quad (4)$$

$$\frac{F_{H2,2}}{F_{CO,2}} = 2,2 \quad (5)$$

De (4): $F_{CH4,2} = 10\ mol/h$

Em (1): $65 - 10 - F_{CO2,2} - F_{CO,2} = 0$

$55 - F_{CO2,2} - F_{CO,2} = 0$ (6)

De (5): $F_{H2,2} = 2,2\,F_{CO,2}$ (7)

(7) em (2): $230 - 2F_{H_2O,2} - 2F_{H_2,2} = 0$

$$F_{H_2O,2} + F_{H_2,2} = 115 \quad (8)$$

(6) e (7) em (3):

$$65 - (115 - F_{H_2,2}) - 2(-F_{CO,2} + 55) - F_{CO,2} = 0$$

$$65 - 115 + F_{H_2,2} + 2F_{CO,2} - 110 - F_{CO,2} = 0$$

$$65 - 115 + 2{,}2 \cdot F_{CO,2} + 2F_{CO,2} - 110 - F_{CO,2} = 0$$

$$-160 + 3{,}2F_{CO,2} = 0 \quad \therefore F_{CO,2} = 50 \text{ mol/h}$$

De (7): $F_{H_2,2} = 2{,}2 \cdot 50 = 110$ mol/h

De (6): $55 - F_{CO_2,2} - 50 = 0$

$$F_{CO_2,2} = 5 \text{ mol/h}$$

De (8): $F_{H_2O,2} = 115 - 110 = 5$ mol/h.

		y_i
$\therefore F_{CH_4,2} =$	10 mol/h	(5,56%)
$F_{H_2O,2} =$	5 mol/h	(2,78%)
$F_{CO_2,2} =$	5,0 mol/h	(2,78%)
$F_{CO,2} =$	50 mol/h	(27,8%)
$F_{H_2,2} =$	110 mol/h	(61,1%)
$F_2 =$	180 mol/h	