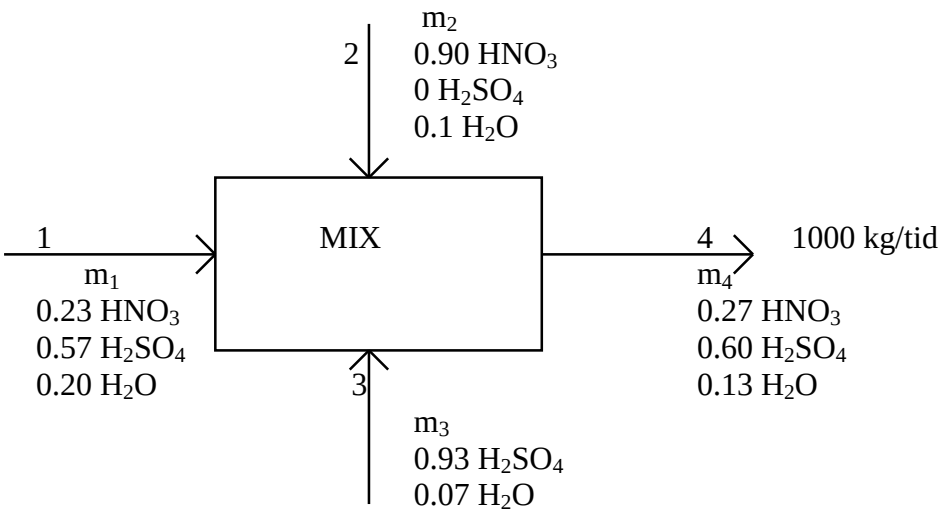
PROSESSTEKNIKK **ØVING 4**

Øving 11.2.99

Løsninger

Oppgave 1



Alle fraksjoner er vektfraksjoner

Balanseligninger; velger å bruke totalbalanse og balanseligningene for HNO_3 og H_2SO_4:

Massebalanse total gir:

(1) $m_1 + m_2 + m_3 = m_4$

Massebalanse HNO_3 gir:

(2) $m_1 \cdot X_{HNO3,1} + m_2 \cdot X_{HNO3,2} = m_4 \cdot X_{HNO3,4}$

Tilsv. for H_2SO_4:

(3) $m_1 \cdot X_{H2SO4,1} + m_3 \cdot X_{H2SO4,3} = m_4 \cdot X_{H2SO4,4}$

hvor $m_4 = 1000$ kg

Dette gir 3 likninger med 3 ukjente (m_1, m_2, m_3). Vi løser (2) mhp. m_1 og (3) mhp. m_3 og setter inn i (1). Det gir:

(1') $$m_1 + \frac{1000 \bullet 0.27 - m_1 \bullet 0.33}{0.90} + \frac{1000 \bullet 0.60 - m_1 \bullet 0.57}{0.93} = 1000$$

gir $m_1 = 416.9$ kg/

(2) og (3) gir da:

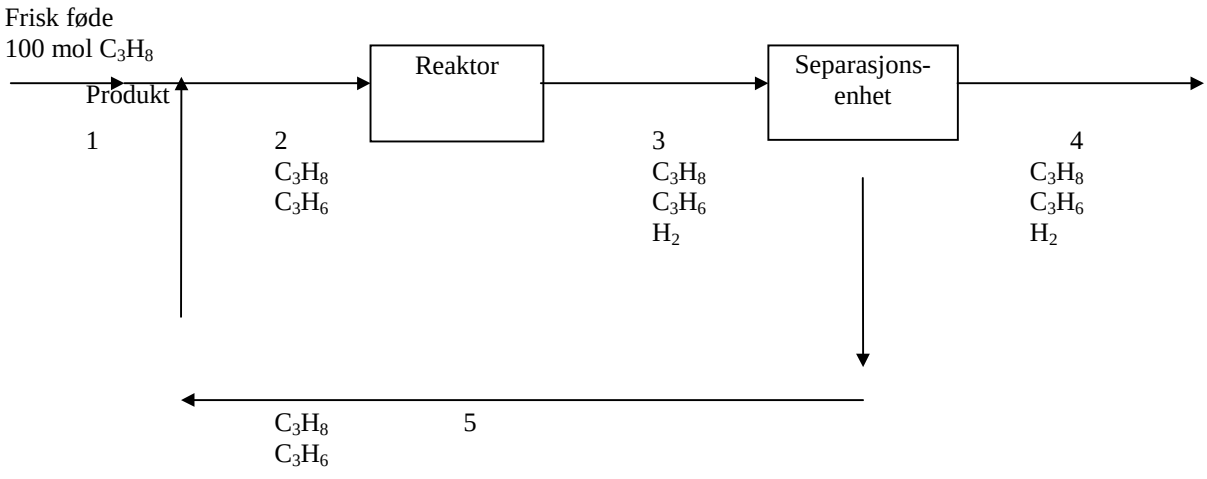
$$m_2 = \frac{1000 \bullet 0.27 - 416.9 \bullet 0.23}{0.90} = 193.5 \text{ kg}$$

$$m_3 = \frac{1000 \bullet 0.60 - 416.9 \bullet 0.57}{0.93} = 389.6 \text{ kg}$$

Sjekk: Totalbalansen 416.9 + 193.5 + 389.6 = 1000 kg

Kommentar: Vi ville fått samme svar om vi så på en kontinuerlig prosess hvor det fremstilles 1000 kg /tid.

<u>Oppgave 2</u>



Basis: Velger 100 mol frisk føde (som antas å være ren propan).

<u>Ser først på den totale prosessen:</u>

Gitt total (prosessens) omsetningsgrad = 95% $\Rightarrow$

$$X_{C_3H_8}^{tot} = \frac{N_{C_3H_8,1} - N_{C_3H_8,4}}{N_{C_3H_8,1}} = \frac{100 - N_{C_3H_8,4}}{100} = 0.95 \qquad \Rightarrow$$

$N_{C3H8,4}$ = 5 mol

Total propan balanse: Ut = Inn + Dannet (dannet her er negativ)

$N_{C3H8,4} = N_{C3H8,1} - \zeta$
hvor ζ [mol] er antall mol C_3H_8 reagert ("reaksjonsomfanget").

Vi finner:
$\zeta = 100 - 5 = 95$ mol

Ser fra reaksjonslikningen at 1 mol C_3H_8 gir 1 mol C_3H_6 og 1 mol H_2, dvs. totale materialbalanser for etan og hydrogen gir:

$N_{C3H6,4} = \zeta = 95$ mol
$N_{H2,4} = \zeta = 95$ mol

Sammensetningen av produktet blir da:

$N_{C3H8,4}$	= 5	mol
$N_{C3H6,4}$	= 95	mol
$N_{H2,4}$	= 95	mol
Totalt	= 195	mol

Produktet består altså av 2.6% C_3H_8, 48.7% C_3H_6 og 48.7% H_2

For separasjonen er følgende gitt i oppgaven:

$N_{C3H8,4} = 0.0055\ N_{C3H8,3} \quad \Rightarrow \quad N_{C3H8,3} = 900$ mol
$N_{C3H6,5} = 0.05\ N_{C3H6,4} \quad \Rightarrow \quad N_{C3H6,5} = 4.75$ mol

Massebalanse rundt separasjonsenheten (her skjer det ingen reaksjon, slik at inn = ut for alle komponenter):

Propan balanse:

$N_{C3H8,3} = N_{C3H8,4} + N_{C3H8,5} \quad \Rightarrow \quad N_{C3H8,5} = N_{C3H8,3} - N_{C3H8,4} = 900$ mol - 5 mol = 895 mol

$$\text{Resirkulasjonsforholdet} = \frac{N_5}{N_1} = \frac{N_{C_3H_8,5} + N_{C_3H_6,5}}{N_1} = \frac{899.5 mol}{100 mol} = 9.00$$

Reaktorens omsetningsgrad =

$$X_{C_3H_8} = \frac{N_{C_3H_8,2} - N_{C_3H_8,3}}{N_{C_3H_8,2}} = \frac{995mol - 900mol}{995mol} = 0.0955$$

Kommentarer:
1) Det resirkuleres 9 ganger mer enn mengde frisk føde.
2) Selv om omsetningsgraden i reaktoren kun er 9.55% så er pga. resirkulasjon av uomsatt propan den totale omsetningsgraden i prosessen 95%.