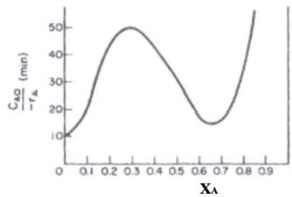
Øving 1

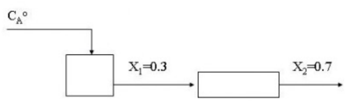
Den irreversible væskefasereaksjonen:

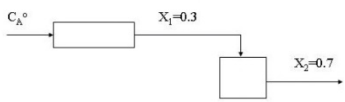
$$A \rightarrow P$$

utføres i et system med 2 kontinuerlige reaktorer: En kontinuerlig blandetankreaktor (CSTR) med volum V_{CSTR} og en stempelstrøm rørreaktor (PFR) med volum V_{PFR}. Den volumetriske fødehastigheten v_o = 50 l/min og startkonsentrasjonen er $C_A{}^o$. Reaksjonen er adiabatisk og ikke-elementær. Følgende verdier er bestemt eksperimentelt:



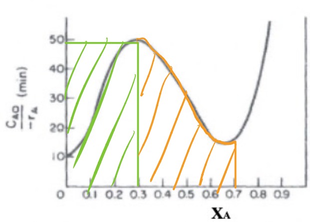
System 1: CSTR som reaktor 1 og PFR som reaktor 2.
System 2: PFR som reaktor 1 og CSTR som reaktor 2.



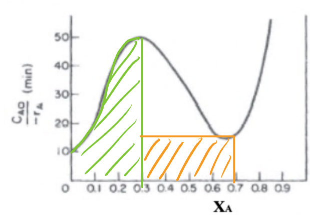


a) Betrakt systemene ovenfor. Hvilket av de 2 systemene vil gi det minste totale reaktorvolumet?
b) Bestem minimum totalt reaktorvolum.
c) Finnes det en bedre løsning (lavest mulig totalvolum) for å oppnå en omsetning på 70 % enn de systemene som er skissert ovenfor?
d) Hvilken omsetningsgrad vil gi samme reaktorvolum for CSTR og PFR?
e) Reaksjonen utføres i en CSTR med V_{CSTR}=700 l. Bruk kurven ovenfor ($C_A{}^o/-r_A$) =f(X_A) samt reaktorlikninga for CSTR til å lage en figur med τ som funksjon av X_A. Hvilken omsetningsgrad(er) vil dette føre til?

a) CSTR
PFR



System 1



System 2

Reaktorvolumet til CSTR er gitt ved: $V = \frac{F_{A0}}{-r_A} X_A$, for PFR: $V = \int_{X_{A_1}}^{X_{A_2}} \frac{F_{A0}}{-r_A} dX_A$

Fra Levenspiel plottene, ser vi at system 2 får ett mindre reaktorvolum

=> System 2 gir det minste totale reaktorvolumet

b) $\text{CSTR}: V = \frac{F_{A0}}{-r_A} X_A = v_0 \frac{C_{A0}}{-r_A} X_A$

$\text{PFR}: V = \int_{X_{A_1}}^{X_{A_2}} \frac{F_{A0}}{-r_A} dX_A = v_0 \int_{X_{A_1}}^{X_{A_2}} \frac{C_{A0}}{-r_A} dx$

Dobbeltsjekker a):

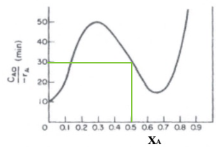
- System 1

$\text{CSTR}: V_1 = v_0 \cdot \frac{C_{A0}}{-r_A} \cdot X_A$ evaluert ved $X_A = 0{,}3$

$V_1 = 50 \cdot 50 \cdot 0{,}3$

$V_1 = 750\ L$

$\text{PFR}: V_2 = v_0 \int_{0{,}3}^{0{,}7} \frac{C_{A0}}{-r_A} dx$



Evaluerer integrelet ved Simpsons - 1/3 - regel

$I = \frac{0{,}4}{6} [50 + 4 \cdot 30 + 15] = 12{,}33$

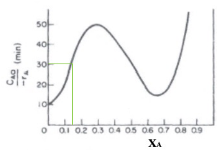
$\Rightarrow V_2 = 50 \cdot 12{,}33$

$V_2 = 616{,}67$

$\Rightarrow \underline{V_{tot} = 1367\ L}$

- System 2

$\text{PFR}: V_1 = v_0 \int_0^{0{,}3} \frac{C_{A0}}{-r_A} dx$



v/ simpsons:

$V_1 = 50 \cdot \frac{0{,}3}{6} [10 + 4 \cdot 30 + 50]$

$V_1 = 450\ L$

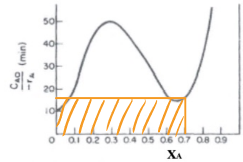
$\text{CSTR}: V_2 = 50 \cdot 15 \cdot (0{,}7 - 0{,}3)$

$V_2 = 300$

$\underline{V_{tot} = 750\ L}$

Minste totale reaktorvolum (av system 1 og 2) er 750 L

c) **Én enkelt CSTR hadde vært bedre**



Da er $V = v_0 \cdot \frac{C_{A0}}{-r_A} \cdot X_A = 50 \cdot 15 \cdot 0{,}7 = \underline{525\ L}$

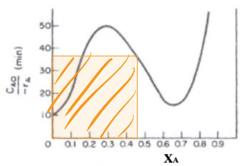
Hvilket er mindre enn volumene beregnet i b)

d) Å beregne dette analytisk vil være krevende, det er enklere å se dette grafisk.

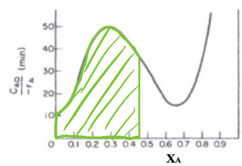
↳ Finner X_A hvor CSTR og PFR har likt volum => For CSTR, der området grafen som inkluderes har samme areal som området under grafen som ikke inkluderes

Får at $V_{CSTR} \approx V_{PFR}$ når:

$\underline{X_A = 0{,}45}$

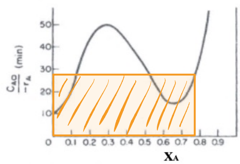


CSTR

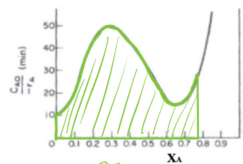


PFR

$\underline{X_A = 0{,}75}$



CSTR

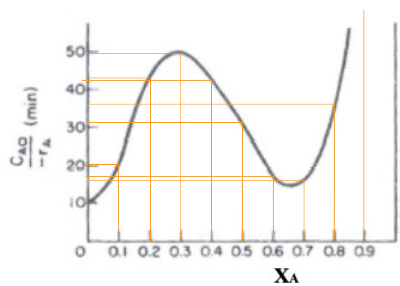


PFR

e) $V_{CSTR} = 700\ L$

$v_0 = 50\ L/min$

$\tau = \frac{V_{CSTR}}{v_0} = \frac{700\ L}{50\ L/min} = \underline{14\ min}$

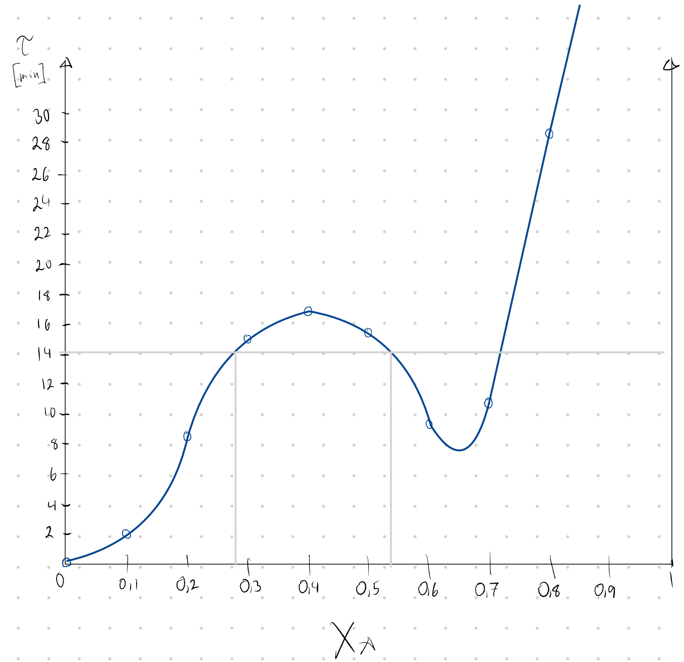


Lager kurve

Eq (CSTR): $-r_A = \frac{C_{A0} X_A}{\tau_A} \Rightarrow \tau_A = X_A \cdot \frac{C_{A0}}{-r_A}$

La $f(X_A) = \frac{C_{A0}}{-r_A}$ og $g(X_A) = \tau_A = X_A \cdot f(X_A)$

X_A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$f(X_A)$	10	20	42	50	42	31	16	15	36	↗
$g(X_A)$	0	2	8,4	15	16,8	15,5	9,6	10,5	28,8	↗



Reaktoren får omsetningsgrad 0,28 eller 0,54

(vet ikke hvordan jeg bestemmer hvilken)