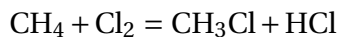
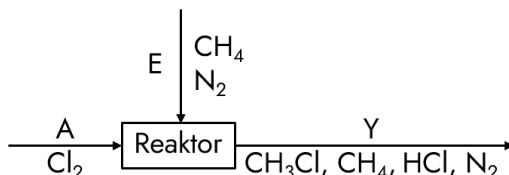


Produkcja chlorku metylu

Chlorek metylu, CH_3Cl , jest stosowany jako rozpuszczalnik i czynnik metylujący w procesach syntezy organicznej. Otrzymuje się go przez chlorowanie metanu:



Proces prowadzi się w temperaturze $480\text{--}510^\circ\text{C}$, stosując nadmiar metanu w stosunku do chloru.



Rysunek 1: Strumienie reagentów do produkcji chlorku metylu

Stosowane wielkości

- Natężenie przepływu strumieni $[\text{kmol/h}]$:
 - CH_4 i N_2 wprowadzanych do reaktora jako strumień **E** - $W_E[\text{CH}_4]$, $W_E[\text{N}_2]$,
 - chloru wprowadzanego do reaktora jako strumień **A** - $W_A[\text{Cl}_2]$,
 - produktów odprowadzanych z reaktora jako strumień **Y** - $W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}]$, $W_Y[\text{HCl}]$, $W_Y[\text{CH}_4]$ i $W_Y[\text{N}_2]$.
- Stopień przemiany metanu w chlorek metylu:

$$x = \frac{W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}]}{W_E[\text{CH}_4]}$$

Założenia

1. Do reaktora chlorowania metanu wprowadza się chlor i metan, który zawiera 2% mol. azotu.
2. W reaktorze cała ilość wprowadzanego chloru zostaje zużyta w reakcji.

Cel zadania: Należy wyznaczyć zależność między udziałem molowym chlorku metylu a w strumieniu **Y** odprowadzanym z reaktora a stopniem przemiany metanu x : $a = a(x)$.

Rozwiązanie:

Podstawa bilansu: Natężenie strumienia **E** wprowadzanego do reaktora: $W_E = 100 \text{ kmol/h}$.

Bilans masy w obszarze reaktora

Przychód

Z założenia 1 wynika następujący skład gazu wprowadzanego do reaktora:

$$W_E[\text{CH}_4] = 98 \text{ kmol/h}$$

$$W_E[\text{N}_2] = 2 \text{ kmol/h}$$

Rozchód

Korzystając z definicji stopnia przemiany x , można obliczyć natężenie strumienia CH_3Cl w gazach odprowadzanych z reaktora (strumień **Y**):

$$W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}] = W_E[\text{CH}_4] \cdot x$$

$$W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}] = 98 \cdot x \text{ kmol/h}$$

Na podstawie pierwiastkowego bilansu węgla [C] można obliczyć natężenie strumienia metanu w gazach odprowadzanych z reaktora (strumień **Y**):

$$W_Y[\text{CH}_4] = W_E[\text{CH}_4] - W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}]$$

$$W_Y[\text{CH}_4] = 98 \cdot (1 - x) \text{ kmol/h}$$

Na podstawie pierwiastkowego bilansu wodoru [H] można obliczyć natężenie strumienia HCl w gazach odprowadzanych z reaktora (strumień **Y**):

$$4W_E[\text{CH}_4] = 4W_Y[\text{CH}_4] + 3W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}] + W_Y[\text{HCl}]$$

$$W_Y[\text{HCl}] = 98 \cdot x \text{ kmol/h}$$

Na podstawie pierwiastkowego bilansu chloru [Cl] można obliczyć natężenie strumienia Cl_2 wprowadzanego do reaktora (strumień **A**):

$$2W_A[\text{Cl}_2] = W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}] + W_Y[\text{HCl}]$$

$$W_A[\text{Cl}_2] = 98 \cdot x \text{ kmol/h}$$

Ponieważ azot nie bierze udziału w reakcji:

$$W_E[\text{N}_2] = W_Y[\text{N}_2]$$

Tablica 1: Bilans masowy w obszarze **OB**

Przychód [kmol/h]		Rozchód [kmol/h]	
CH ₄	98	CH ₄	98(1-x)
N ₂	2	N ₂	2
Cl ₂	98x	CH ₃ Cl	98x
		HCl	98x
Suma przychodu	100 + 98x	Suma rozchodu	100 + 98x

Bilans procesu przedstawiono w tabeli:

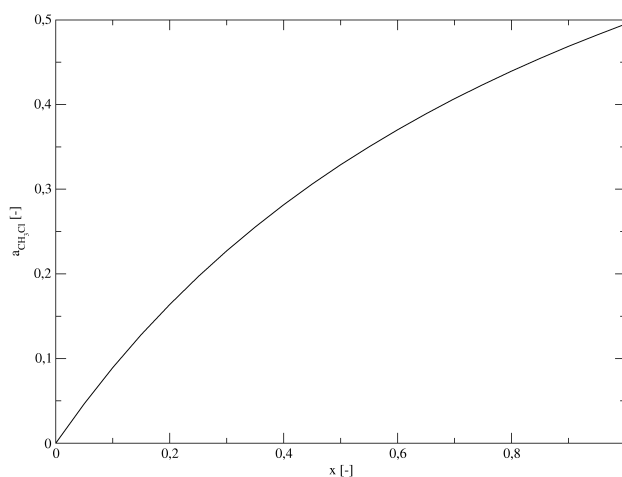
Udział molowy chlorku metylu w strumieniu **Y** jest równy:

$$a_{\text{CH}_3\text{Cl}} = \frac{W_Y[\text{CH}_3\text{Cl}]}{W_Y}$$

Po podstawieniu odpowiednich wartości otrzymuje się:

$$a_{\text{CH}_3\text{Cl}} = \frac{98x}{100 + 98x}$$

Zależność w formie graficznej:



Rysunek 2: Zależność udziału molowego wytworzonego chlorku metylu ($a_{\text{CH}_3\text{Cl}}$) od stopnia przemiany metanu (x)

Omówienie wyniku:

Ponieważ w treści zadania nie określono zakresu zmienności stopnia przemiany metanu x , można rozważać jego zmiany w pełnym zakresie od 0 do 1. Ze wzrostem stopnia przemiany zwiększa się ułamek molowy chlorku metylu w strumieniu **Y** do maksymalnej wartości 0,495. W procesie

przemysłowym przy dwukrotnym nadmiarze metanu w stosunku do chloru uzyskuje się stopień przemiany metanu w chlorek metylu około 0,6.