

9. KINETIK

Kinetik handlar om att beskriva reaktionshastigheter matematiskt. För att kunna dimensionera vattenreningsprocesser måste vi veta hur snabbt föroreningarna i vattnet bryts ner. Antag att vi har ett ämne S som bryts ned till ett annat ämne P.



Reaktionshastigheten, r , beror på koncentrationen av S samt en reaktionskoefficient, k .

$$r = -\frac{d[S]}{dt} = k \cdot [S] \quad (1:a \text{ ordningens kinetik, eng. "1}^{st} \text{ order kinetics"})$$

Den här typen av reaktion kallas första ordningens kinetik eftersom reaktionshastigheten beror på koncentrationen av reaktanten, S, upphöjt till 1. För 0:e ordningens kinetik blir reaktionshastigheten lika med k . Andra ordningens kinetik betyder att reaktionshastigheten beror på koncentrationen av reaktanten upphöjt till 2. På samma sätt kan man skriva n :e ordningens kinetik.

$$r = -\frac{d[S]}{dt} = k \quad (0:e \text{ ordningens kinetik, eng. "0}^{th} \text{ order kinetics"})$$

$$r = -\frac{d[S]}{dt} = k \cdot [S]^2 \quad (2:a \text{ ordningens kinetik, eng. "2}^{nd} \text{ order kinetics"})$$

$$r = -\frac{d[S]}{dt} = k \cdot [S]^n \quad (n:e \text{ ordningens kinetik, eng. "n}^{th} \text{ order kinetics"})$$

Reaktionshastigheten, r , kan t.ex. ha enheten $\text{kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$. Enheten för k beror på vilken typ av kinetik som används. Generellt blir enheten $(\text{m}^3)^{n-1} \text{ kg}^{1-n} \text{ s}^{-1}$ för n :e ordningens kinetik.

Biologiska system där bakterier används för att bryta ner föroreningar används ofta i avloppsvattenrening och för behandling av förorenad jord och grundvatten. I sådana system beskrivs reaktionshastigheten oftast med hjälp av Monod-kinetik som har fått sitt namn efter Jaques Monod (1910-1976). Monod visade att tillväxthastigheten av bakterier kan beskrivas med ekvationen:

$$\mu = \frac{\mu_{\max} \cdot S}{K_S + S}$$

μ är tillväxthastigheten (s^{-1}), μ_{\max} är bakteriernas maximala tillväxthastighet (s^{-1}), S är koncentrationen substrat, dvs det näringsämne som begränsar bakteriernas tillväxt (kg/m^3), och K_S är halvmättnadskonstanten vilket är den substratkoncentration där tillväxthastigheten är hälften av μ_{\max} (kg/m^3).

Om vi antar att bakteriernas tillväxthastighet korrelerar med nedbrytningshastigheten av S så kan vi använda Monod-kinetik för att beskriva reaktionshastigheten.

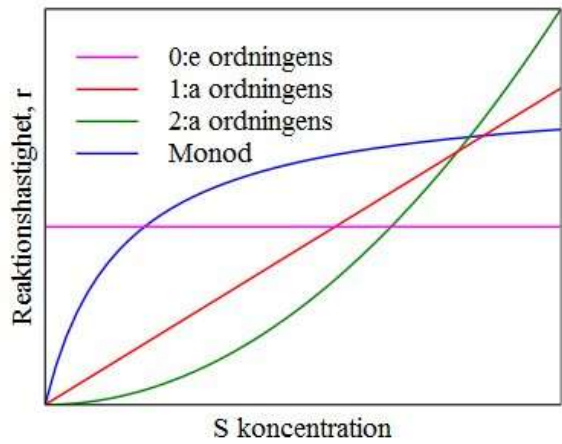
$$r = -\frac{d[S]}{dt} = \frac{r_{\max} \cdot S}{K_S + S}$$

r_{\max} är den maximala reaktionshastigheten ($\text{kg m}^{-3} \text{ s}^{-1}$).

Figur 9-1 visar hur reaktionshastigheten varierar med substratkoncentrationen för olika typer av kinetik. Vi kan se att för 0:e ordningens kinetik är reaktionshastigheten konstant, för 1:a ordningens är det en linjär korrelation mellan r och S , för 2:a ordningens ökar r exponentiellt med S , och för Monod-kinetik går r mot r_{\max} med ökande S .

Temperatur är en viktig faktor som påverkar kemiska processer. Generellt så ökar reaktionshastigheten vid högre temperatur. Detta stämmer dock inte alltid. Biologiska processer har ofta ett temperaturoptimum där mikroorganismerna växer som bäst. Vid högre eller lägre temperatur

är reaktionshastigheten lägre. Det är därför viktigt man anger vid vilken temperatur en reaktionskoefficient gäller.



Figur 9-1. Reaktionshastigheten, r , som en funktion av substratkoncentrationen, S , för olika typer av kinetik.

9. ÖVNINGAR

Ö9-1. Ett ämne löst i vatten bryts ner. Ett experiment görs för att bestämma vilken typ av kinetik som beskriver nedbrytningshastigheten. Experimentet består av en behållare med vatten och ämnet. Koncentrationen av ämnet i vattnet mäts med jämna mellanrum. Vilken av linjerna i figuren representerar 0:e, 1:a, och 2:a ordningens kinetik?

