



Katalyyssi ja katalyytit

KATALYYSI on ilmiö, jossa käytetään katalyyttejä (heterogeenisiä tai homogeenisiä). Suurin osa kaikista teollisista prosesseista on katalysoituja.

KATALYTTI on aine, joka nopeuttaa kemiallista reaktiota kuitenkin itse kulumatta reaktiossa. Katalyytti osallistuu **kemialliseen reaktioon**, mutta se ei ole reaktion alku-, väli- tai lopputuote.



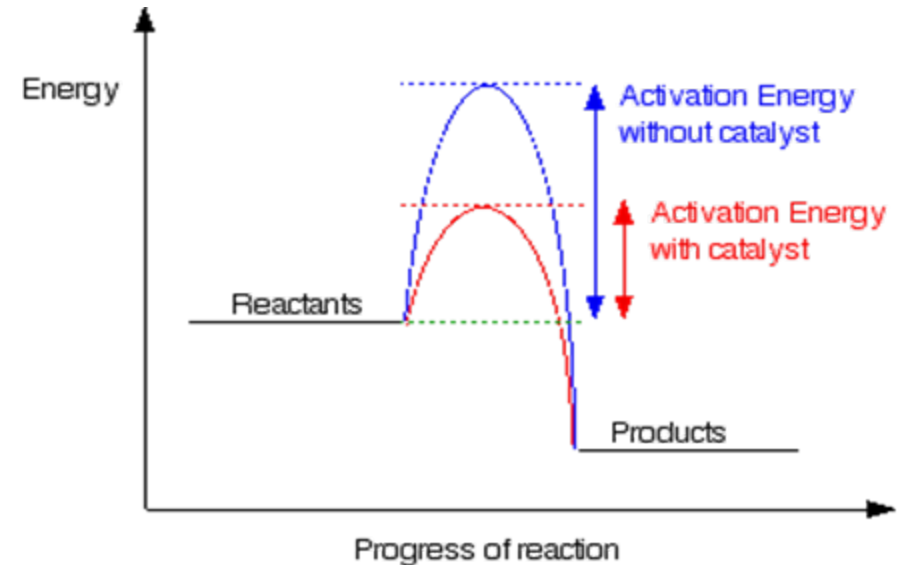
Erlaisia kaupallisia katalyyttejä, (Hayes & Kolawzkowski 1997)



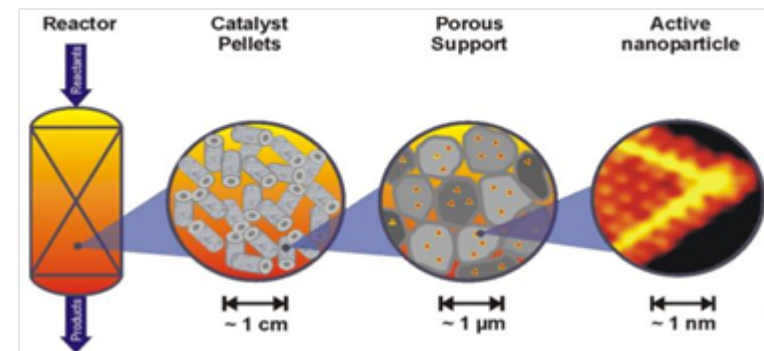
Reaktion aktivoitumisenergia

Katalyyttien ansiosta kemialliset reaktiot voivat tapahtua nopeammin ja alhaisimmissa **lämpötiloissa**. Katalyytit luovat kemialliselle reaktiolle vaihtoehtoisen reaktioreitin, jolla on alhaisempi aktivoitumisenergia.

Aktivoitumisenergia on energia, joka vaaditaan, jotta kemiallinen reaktio voisi tapahtua. Katalyytti ei voi aikaansaada reaktiota, jota ei tapahtuisi ilman katalyyttiä.



Katalyytti pienentää kemiallisen reaktion aktivoitumisenergiaa.



Katalyytit reaalimittakaavasta nanomittakaavaan

Kuinka katalyytti toimii kemiallisessa reaktiossa?

Katalyytti alentaa kemiallisen reaktion aktivoitumisenergiaa (nopeuttaa reaktiota) tarjoamalla vaihtoehtoisia reaktioreittejä. Katalysoiduissa reaktioissa syntyy vähemmän sivutuotteita kuin stoikiometrisissä reaktioissa.

Katalyyttisen reaktion vaiheet

Heterogeeniset katalyyttiset reaktiot tapahtuvat neste-kiintoaine tai kaasu-kiintoainerajapinnalla. Katalyyttisessä reaktiossa voidaan erottaa useita vaiheita, joita ovat:

- (1) Lähtöaineiden ulkoinen diffuusio
- (2) Lähtöaineiden sisäinen diffuusio
- (3) Lähtöaineiden adsorptio katalyytin pinnalle
- (4) Pintareaktio
- (5) Reaktiotuotteiden desorptio pinnalta
- (6) Tuotteiden sisäinen diffuusio
- (7) Tuotteiden ulkoinen diffuusio



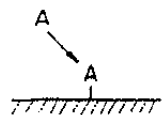
1. External diffusion

$$k_{\text{ext. diff.}} = k_g S_{\text{ext}}$$



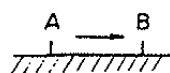
2. Internal diffusion

$$k_{\text{int. diff.}} = k_s S_{\text{int}} \eta$$



3. Adsorption

$$k_{\text{ads}}$$



4. Surface reaction

$$k_s$$

+ 5. Desorption of B

6. Internal diffusion of B

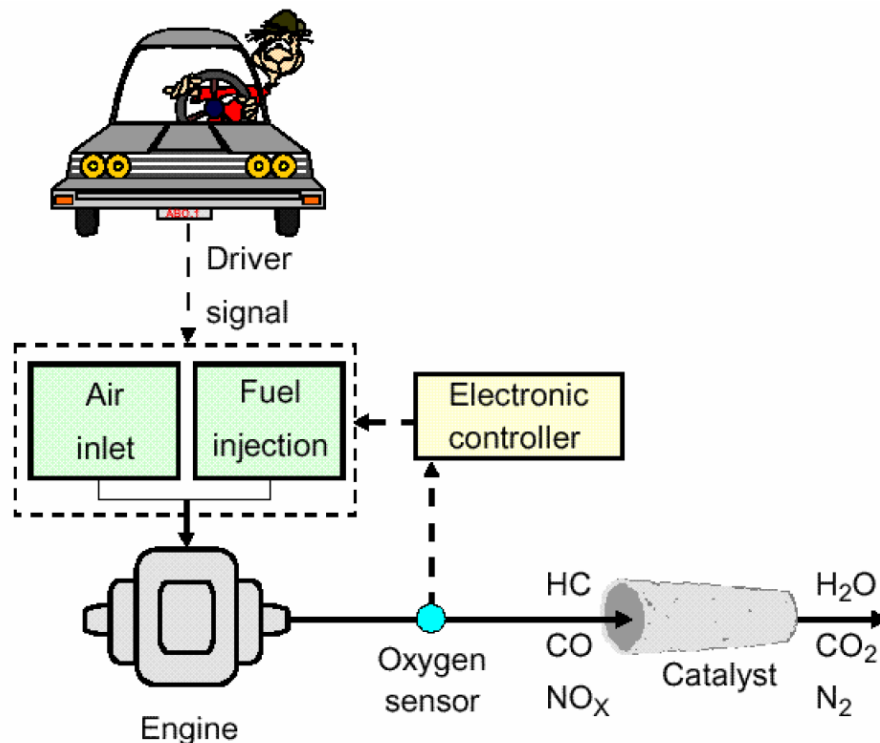
7. External diffusion of B

$$k_o = \frac{l}{\frac{l}{k_g S_{\text{ext}}} + \frac{l}{k_s S_{\text{int}} \eta} + \frac{l}{k_{\text{ads}}} + \frac{l}{k_s S_{\text{int}}}}$$

Katalyyttisen reaktion vaiheet

Esimerkkinä pakokaasukatalyyysi

Ajoneuvojen polttomoottorissa polttoaine palaa säädetyllä ilma-polttoainesuhteella (engl. air-to-fuel ratio). Pakokaasukatalysaattorissa on aktiivisia pintapaikkoja, joissa kemialliset reaktiot tapahtuvat. Katalyytin rakenteella ja koostumuksella voidaan säädellä sitä, että halutut reaktiot (hiilimonoksidin ja hiilivetyjen hapetus sekä typen oksidien pelkistys) tapahtuvat selektiivisesti ja riittävän nopeasti.



Ref. Holmgren, A. (1998) Dissertation, Chalmers University of Technology, Sweden.