

## 6. KATALYZOVANÉ REAKCE

6.1	Základní pojmy .....	2
6.2	Funkce katalyzátoru .....	3

Již na začátku 19. století byly objeveny reakce, jejichž průběh byl ovlivňován přítomností látek, které nejsou při reakci spotřebovávány, ale aktivují ji. Berzelius (1836) nazval takové reakce katalytické. Wilhelm Ostwald (1902) definoval **katalyzátor** jako „látku, které mění rychlost chemické reakce, aniž se sama objevuje v sumárním zápisu reakce“.

Katalyzátor neovlivňuje rovnováhu reakce, ale pouze přispívá k jejímu rychlejšímu dosažení. Výsledné přeměny se dosahuje jiným, energeticky méně náročným mechanismem než u původní nekatalyzované reakce

Vhodná volba katalyzátoru často dovoluje aktivovat pouze jednu z více možných reakcí systému. Katalytické působení se tedy neomezuje pouze na usnadnění celkové přeměny systému, ale někdy dovoluje i řídit tuto přeměnu žádaným směrem (např. ze směsi CO + H<sub>2</sub> lze za použití niklu jako katalyzátoru získat methan, působením oxidů chromu, zinku a mědi methanol a působením složitějších katalyzátorů uhlovodíky a výševroucí kyslíkaté sloučeniny).

U reakcí s malou hodnotou reakční entalpie jsou při dobré výměně tepla s okolím změny teploty reagujícího systému zanedbatelné. Problematika navrhování tohoto typu reaktorů jednodušší, neboť reakční rychlost není funkcí teploty.

## 6.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Protože katalyzátor není při reakci spotřebováván, stačilo by ho v zásadě přidat do systému jen určitý podíl k přeměně nekonečného množství. Ve skutečnosti však katalyzátor často ztrácí svoji aktivitu z různých příčin (rozkladem, sekundárními reakcemi, změnou fyzikální podstaty) svoji aktivitu.

Jsou však známy procesy, kde katalyzátor provádí přeměnu až mnohamilionkrát většího množství reagujících látek než je jeho vlastní hmotnost.

Název katalyzátor je ponecháván obvykle pouze takovým látkám, které jsou aktivní již v malých množstvích. Podle toho za katalyzátor není označováno rozpouštědlo, jehož účinek (aktivační nebo desaktivační) může být téhož druhu.

Jako katalyzátory se mohou uplatnit

- *plyny*,
- *kapaliny*
- *tuhé látky*
- *některé látky živočišného původu (např. enzymy).*

V průmyslové praxi mají zvláštní význam pevné katalyzátory. Mohou být použity

- *v čistém stavu*
- *nebo na nosičích (naneseny na jiných pevných látkách - pemze, křemelině, kovových krouženkách aj.)*

Katalytická aktivita katalyzátoru může být zvýšena působením jiných látek, které jsou označovány jako

- **koaktivátory**, mají-li určitou vlastní aktivitu,
- **aktivátory**, nemají-li vlastní aktivitu
- **promotory**, je-li jejich vlastní aktivita jen malá.

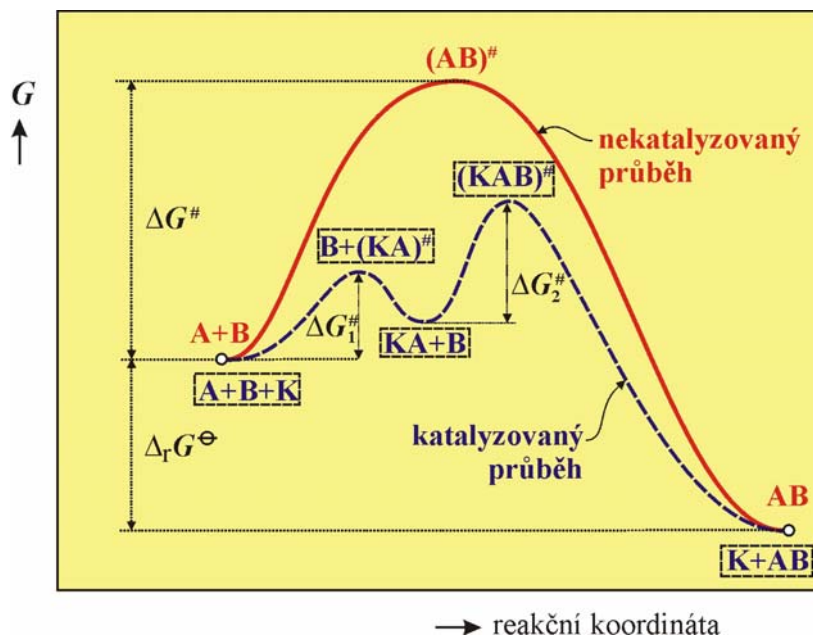
Některé látky snižují aktivitu katalyzátoru. mluvíme o

- **inhibitory**, jestliže zmenšují aktivitu katalyzátoru pouze částečně, nebo o
- **jedech**, jestliže aktivitu katalyzátoru úplně ruší; některé jedy ruší aktivitu katalyzátoru dočasně (*vratné*), jiné trvale (*nevratné*).

Při některých reakcích, katalytických i nekatalytických, vznikají produkty, které samy působí příznivě na jejich rychlost. Takové reakce jsou nazývány **autokatalytické**. Řada organických reakcí je katalyzována kyselinami nebo zásadami a např. hydrolýza esterů sama poskytuje kyseliny, jejichž působení se spojuje s působením kyselin přítomných na začátku.

## 6.2 FUNKCE KATALYZÁTORU

Katalyzátor neovlivňuje rovnováhu reakce, ale pouze přispívá k jejímu rychlejšímu dosažení. Funkce katalyzátoru spočívá v tom, že výsledné přeměny se dosahuje jiným, energeticky méně náročným mechanismem než u původní nekatalyzované reakce, neboť uskutečňuje chemickou přeměnu výchozích látek reakcí nebo reakcemi, jejichž aktivační energie jsou menší než aktivační energie původní reakce:



Obr. 11 Schematické znázornění energetického průběhu reakce  $A + B = AB$  bez katalyzátoru (plná čára) a s katalyzátorem (čárkovaná čára)

Při nekatalyzovaném průběhu je aktivační bariéra  $\Delta G^\ddagger$  větší než kterákoli z hodnot  $\Delta G_1^\ddagger$  nebo  $\Delta G_2^\ddagger$  při katalyzovaném průběhu. Protože při katalyzovaném průběhu jsou oba děje následné, bude řídicím krokem děj pomalejší, v daném případě druhý děj s hodnotou  $\Delta G_2^\ddagger$ , která je nižší než  $\Delta G^\ddagger$ , takže výsledná rychlost bude vyšší než za nepřítomnosti katalyzátoru, i když katalyzovaná reakce vyžaduje dvou kroků namísto jednoho. Je také patrné, že celková změna Gibbsovy energie, tj. termodynamická veličina  $\Delta G^\circ$  je stejná při katalyzovaném i nekatalyzovaném průběhu, takže rovnovážné podmínky zůstávají za přítomnosti katalyzátoru nezměněny. Katalyzátor nemůže vyvolat reakci, která není z termodynamického hlediska možná. Protože katalyzátor zůstává po dokončení reakce nezměněn, nedodává systému žádnou energii, a podle termodynamických zákonů nemůže tedy ovlivnit polohu rovnováhy. A protože rovnovážná konstanta chemické reakce je rovna poměru rychlostních konstant ve směru přímém a zpětném, musí katalyzátor ovlivňovat rychlost přímé a zpětné reakce stejným způsobem tak, aby výsledný poměr rychlostních konstant zůstal nezměněn. To bylo v četných případech experimentálně ověřeno. Této okolnosti lze využít i při studiu aktivity katalyzátorů - např. katalyzátor, který urychluje syntézu amoniaku z prvků, bude urychlovat i jeho rozklad, tedy reakci, která je z experimentálního hlediska schůdnější.

Je-li katalyzátor ve stejné fázi jako reagující látky (zpravidla ve fázi plynné nebo kapalné), jde o **katalýzu homogenní**. Při **heterogenní katalýze** tvoří katalyzátor v reagující soustavě oddělenou fázi. **Enzymovou katalýzu**, která se uplatňuje při biochemických reakcích, lze zařadit mezi homogenní a heterogenní katalýzu.