

Faktory vplývajúce na rýchlosť chemických reakcií (CHR)

- koncentrácia reaktantov, teplota, prítomnosť katalyzátora, veľkosť povrchu tuhých reaktantov

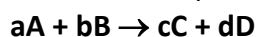
Vplyv koncentrácie na rýchlosť CHR

Rýchlosť chemickej reakcie je tým **väčšia**, čím je **väčšia koncentrácia** reaktantov (= ak je v určitom objeme viac častíc reaktantov, ktoré sú schopné spolu chemicky reagovať, tým je väčšia pravdepodobnosť, že sa zrazia a rýchlosť reakcie bude vyššia). Počet účinných zrážok častíc za určitý čas je teda väčší.

Priamo úmerný vzťah medzi koncentráciou a rýchlosťou CHR vyjadruje **Guldberg-Waageho zákon** o účinku hmotnosti (1867):

Rýchlosť chemickej reakcie je pri určitej teplote úmerná súčinu koncentrácií nezreagovaných reaktantov.

Túto závislosť pre všeobecne zapísanú chemickú reakciu:



zapisujeme pomocou vzťahu, ktorý sa označuje ako **rýchlostná rovnica** :

$$v = k \cdot c^{\alpha}(A) \cdot c^{\beta}(B)$$

kde:

- **v** je rýchlosť reakcie
- **A, B** sú **reaktanty**, C, D sú produkty
- **a, b, c, d** sú **stechiometrické koeficienty**
- **k** je **rýchlostná konštanta**, ktorá závisí od E_A reakcie a od teploty
- **c(A), c(B)** sú **okamžité koncentrácie reaktantov**, tj. koncentrácie zmerané počas reakcie v určitom čase
- **α, β** sú indexy zistené experimentálne, **väčšinou totožné so stochiometrickými koeficientami**

Rýchlosť chemickej reakcie vzrastá s koncentráciou reagujúcich látok. Príčinou zvýšenej rýchlosti chemickej reakcie je vyššia pravdepodobnosť zrážky častíc, ktoré spolu chemicky reagujú.

V uzatvorených sústavách v priebehu reakcie koncentrácia východiskových látok klesá (postupne **sa reaktanty v priebehu reakcie spotrebúvajú**). Dôsledkom toho postupne **klesá aj rýchlosť** chemickej reakcie.

Príkladom zámerného ovplyvňovania rýchlosti chemických reakcií zmenou koncentrácie reaktantov sú reakcie niektorých látok s kyslíkom. Acetylén (= plyn etín C_2H_2) unikajúci z horáka so vzduchom voľne horí. Ak sa však do horáka vháňa pod tlakom spolu s acetylénom kyslík, plameň dosiahne takú veľkú teplotu (až do $3000^{\circ}C$), že sa môže používať na zváranie kovov. Zmenšenie koncentrácie kyslíka, a tým aj spomalenie, príp. zastavenie priebehu chemickej reakcie, využívame pri hasení požiaru, pričom obmedzujeme alebo zabráňujeme prístupu vzduchu k horiacej látke. Reguláciou množstva vzduchu, ktorý vniká do kachlí na tuhé palivá, regulujeme rýchlosť horenia paliva. Potravinu, ktoré sa kazia účinkom zložiek vzduchu, uschovávame vo vákuovom balení.

Vplyv teploty na rýchlosť CHR

Experimentálne /≠ laboratórnymi pokusmi/ sa dokázalo, že **pri zvýšení teploty** reaktantov **o 10°C** sa **rýchlosť** chemickej reakcie **zväčší 2 až 4krát**.

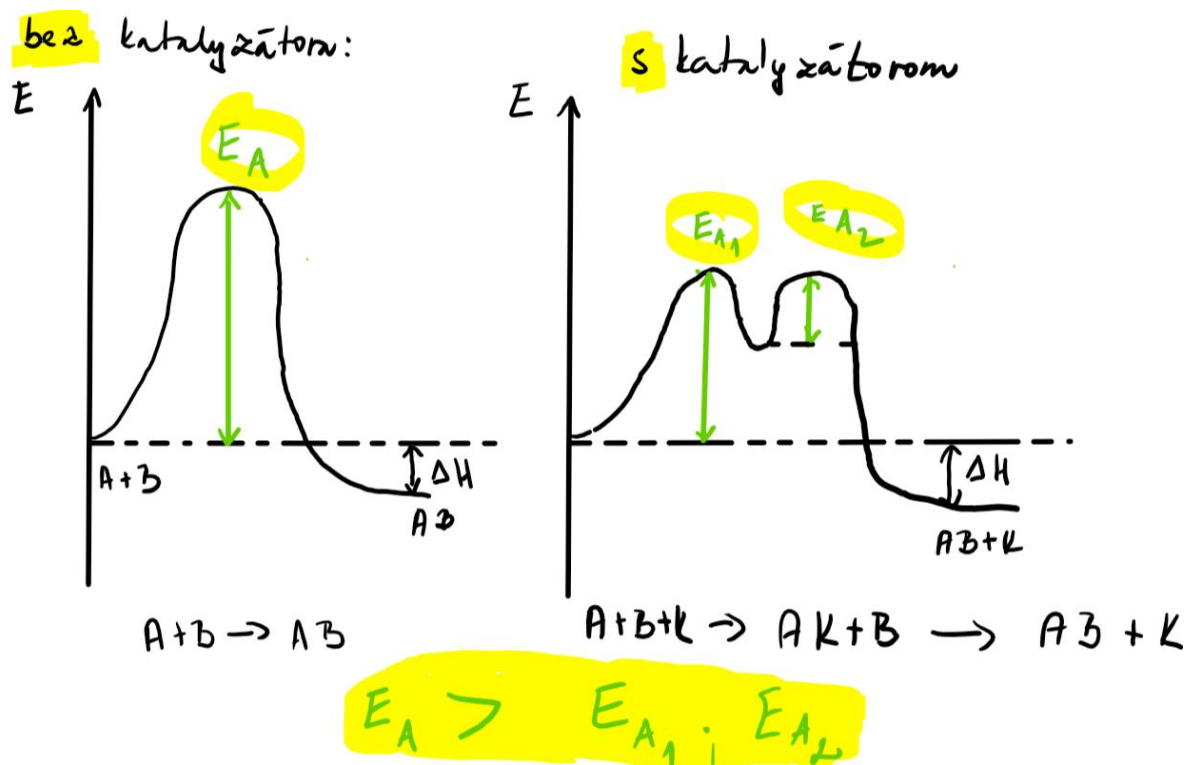
Pri vyššej teplote majú častice väčšiu kinetickú energiu, takže bude väčší počet častíc s dostatočnou energiou - aktivačnou energiou. Narastie tak počet účinných zrážok a rýchlosť reakcie sa zvýši.

Voľba najvhodnejšej teploty reakčnej zmesi má veľký význam najmä pri priemyselných výrobách. Rýchlosť reakcií, ktoré v bežných podmienkach prebiehajú pomaly, urýchľujeme zohrievaním. Naopak, veľkú rýchlosť reakcií spomaľujeme chladením. Príkladom z každodenného života je úschova potravín v chladničke a príprava jedál v tlakových nádobách, kde sa zvýšeným tlakom teplota varu zvýši a skráti tak doba varenia. Pri nízkej teplote v chladničkách sa spomaľujú nežiadúce reakcie, prebiehajúce pri kazení potravín.

Vplyv katalyzátorov na rýchlosť chemickej reakcie

Katalyzátor je látka, ktorá **znižuje hodnotu aktivačnej energie** chemickej reakcie a urýchľuje tak reakciu. Reakcia bude mať s katalyzátorom väčšiu rýchlosť aj bez zmeny teploty alebo koncentrácie reaktantov. Po reakcii zostáva katalyzátor nezmenený. V priebehu reakcie vytvára s jedným z reaktantov nestály medziprodukt, ktorý sa pri reakcii s druhým reaktantom rozkladá za vzniku produktov a súčasného uvoľnenia katalyzátora.

Priebeh reakcie:



Katalyzovaná reakcia, v ktorej sú **reaktanty a katalyzátor v rovnakej fáze – skupenstve** (prídanie kyseliny do kvapalnej reakčnej zmesi...)sa nazýva **homogénna katalýza**.

Katalyzovaná reakcia, v ktorej sú **reaktanty a katalyzátor v rôznej fáze – skupenstve** (reakcia plynného H_2 s N_2 za použitia katalyzátora - tuhého Fe pri výrobe amoniaku NH_3), sa nazýva **heterogénna katalýza**.

Inhibítor = látka, ktorá **spomaľuje rýchlosť** chemickej reakcie, pretože je schopná **aktivačnú energiu zvýšiť**.

Mnohé látky by sa bez katalyzátorov nedali vyrobiť.
Katalyzátormi sú veľmi rozmanité látky.

Príklad:

Horenie kocky cukru, ktorá za bežných okolností nehorí, avšak ktorá sa rozhorí v prípade, ak ju obalíme popolom z cigarety. Hoci je popol produktom horenia a ďalej už nemôže horieť, jeho prítomnosť ovplyvňuje horenie cukru so vzdušným kyslíkom. Pri tejto reakcii je popol katalyzátorom. Katalytický účinok v cigaretovom popole majú lítne soli. Veľký význam majú katalyzátory paládium a ródium, ktoré sa dávajú do áut – umožňujú chemickú premenu výfukových plynov (oxidov dusíka, CO, uhľovodíkov) na netoxické látky (dusík, CO_2 , vodu). Nevyhnutné sú aj **enzýmy** - **biokatalyzátory** pre živé organizmy. Bez nich veľké množstvo chemických reakcií v organizme vôbec neprebehlo.

Vplyv plošného obsahu tuhého reaktantu na rýchlosť chemickej reakcie

Čím **väčší** je **povrch** (matematicky obsah S) reaktantov, tým väčšia je dotyková plocha reaktantov, väčší priestor pre účinné zrážky a reakcia prebieha **rýchlejšie**.

Pri priemyselných výrobách sa preto rýchlosť reakcie tuhých reaktantov zväčšuje drvením, mletím alebo miešaním.

Ako príklad možno uviesť:

- hryzenie a žutie potravy na menšie kúsky;
- kúsky uhlia, ktoré v kachliach horia malým plameňom, kým uhoľný prach v baniach môže vytvoriť so vzduchom výbušnú zmes.

Úloha:

Vypočítajte, ako sa zmení rýchlosť reakcie, ak sa teplota reakčnej zmesi zvýši z 25°C na 55°C a viete, že zvýšením teploty o 10°C sa rýchlosť uvažovanej reakcie zvýši štyrikrát.

Riešenie:

Rýchlosť pri $t_1 = 25^\circ\text{C}$ označíme: v_1

- pri zvýšení t o 10°C (t.j. pri $t = 35^\circ\text{C}$) sa rýchlosť zvýši štvornásobne, t.j. $4 \cdot v_1$

- pri zvýšení o ďalších 10°C ($t = 45^\circ\text{C}$) sa znova v zvýši 4x : $4 \cdot 4 \cdot v_1$

- pri zvýšení o ďalších 10°C ($t = 55^\circ\text{C}$) sa znova v zvýši 4x : $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot v_1 = 64 \cdot v_1$

Odpoveď:

Pôvodná rýchlosť reakcie sa zvýši 64-krát.