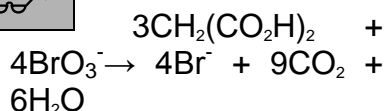


10. Katalýza

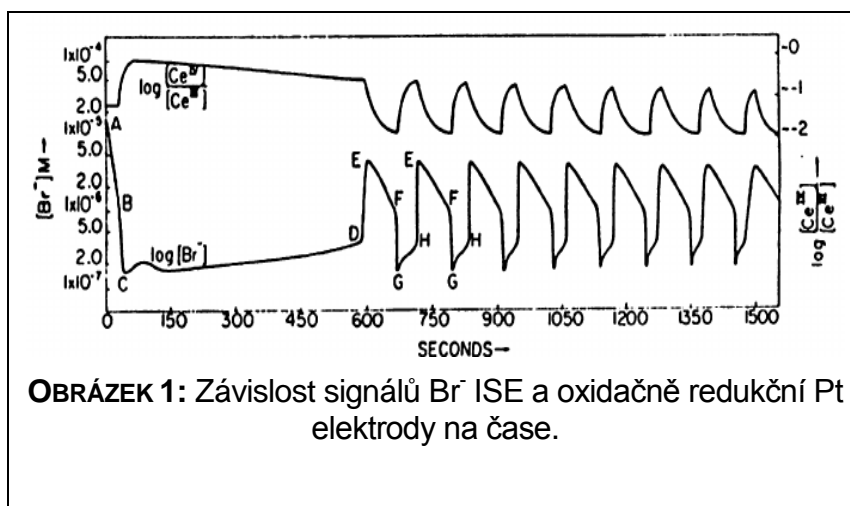
10.b. Sledování chemických oscilací reakce Bělousov-Žabotinský



Reakce Bělousov-Žabotinský (BZ) probíhá za katalýzy podle celkové rovnice



Existují různé varianty této reakce lišící se použitou organickou kyselinou či katalyzátorem (nejčastěji se používají kationty $\text{Cr}^{4+}/\text{Cr}^{3+}$), použití bromičnanu je nutno dodržet. Podrobný rozbor této oscilující reakce lze nalézt v odborné literatuře.



OBRÁZEK 1: Závislost signálů Br^- ISE a oxidačně redukční Pt elektrody na čase.

Celková reakce BZ je výsledkem dílčích reakcí propojených do otevřených cyklických a lineárních sekvencí se zpětnou vazbou. Při vhodné volbě koncentrací reaktantů reakce BZ přechází z inkubační do oscilační fáze (viz **OBRÁZEK 1**), která může trvat i několik minut.

Reakční koordináta vedoucí od výchozích látek k produktům je v oscilační fázi přepínána změnou koncentrace aniontů Br^- . Tato vlastnost reakční směsi se projevuje periodickými změnami koncentrací meziproductů (chemickými oscilacemi) a kolísáním reakčních rychlostí reaktantů i produktů v čase. Vyneseme-li jednu oscilující veličinu na jiné také oscilující získáme tzv. atraktor.

Vznik oscilací závisí na výchozích koncentracích reaktantů, zejména aniontů Br^- , která by měla být okolo 10^{-4}M . Oscilace se projevují i na periodické změně dalších vlastností reakční směsi. Lze například sledovat i oscilace v absorpčním spektru Ce^{4+} (žluté zbarvení roztoku díky absorpci okolo 330nm) nebo ve spektru přidaného oxidačně redukčního indikátoru (např. ferroinu). Perioda a tvar oscilačních vln je dána také teplotou a výchozími koncentracemi reaktantů.



ÚKOL: Stanovte oscilující závislosti koncentrace aniontů Br^- a oxidačně redukčního potenciálu E_{Redox} na čase v katalytické systému BZ. Určete oscilační periodu. Sestavte reakční atraktor. Posuďte, jak se projeví přidavek oxidačně redukčního katalyzátoru (ferroinu) do reakční směsi. Můžete experimentovat i s přidavkem aniontů Br^- nebo Ce^{4+} .



POTŘEBY A CHEMIKÁLIE: bromidová iontově selektivní elektroda (Br-ISE), platinová oxidačně redukční elektroda, potenciometr pro paralelní měření potenciálu elektrod (např. Seven Multi od firmy Mettler Toledo), PC s programem pro sběr dat. Elektromagnetická rotační mícháčka s míchadlem, 2 vyšší kádinky 100 ml, stojan

s držákem elektrod. $0,006M$ $Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ v $1,5 M$ H_2SO_4 , $0,187M$ $KBrO_3$ v $1,5 M$ H_2SO_4 , $0,807M$ kyselina malonová (nebo $0,825M$ kys. citrónová) v $1,5 M$ H_2SO_4 , indikátor ferroin (CAS No 14634-91-4) ve vodě, $0,02M$ KBr , 3 pipety 20ml.



POSTUP: Zapneme počítač a seznámíme se s programem na sběr dat i s obsluhou potenciometru.

Oscilace s přítomností indikátoru.

- Kombinované elektrody (Br-ISE a platinovou) vyjmeme z uchovávacích roztoků a upevníme je do držáků. Zkontrolujeme spojení elektrod s potenciometrem a propojení potenciometru s počítačem.
- Smísíme 20ml roztoku $0,006M$ $Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ v $1,5 M$ H_2SO_4 s 20ml roztoku $0,807M$ kys. malonové v $1,5 M$ H_2SO_4 (vznikne roztok I). Přidáme malou pipetou 0,5ml indikátoru ferroinu.
- Do kádinky s roztokem I vložíme míchadlo, vše položíme na elektromagnetickou míchačku. Obě elektrody ponoříme do roztoku I tak, aby nemohlo dojít k poškození elektrod otáčejícím se míchadlem.
- Zapneme míchání a spustíme sběr signálů z elektrod.
- Pipetou přidáme 20ml $0,187M$ $KBrO_3$ v $1,5 M$ H_2SO_4 (roztok II).
- Sledujeme inkubační periodu a dále oscilace provázené změnou barvy indikátoru a změnami signálů Br-ISE a Pt elektrody. Zaznamenané cca 20 cyklů pro Pt a Br- elektrodu.

Oscilace bez indikátoru.

- Postupujeme stejně jako v předchozím experimentu, ale nepřidáváme ferroin.
- Barevné změny jsou jiné. Žluté zbarvení je důsledek přítomnosti iontů Ce^{4+} .



PROTOKOL: GRAFY 1-4: závislosti potenciálů elektrod na čase (signály z Pt elektrody a Br- elektrody s ferroinem i bez ferroinu). **GRAF 5 - 6:** Zobrazení atraktoru oscilací ve fázovém prostoru (tj. závislost napětí kombinované Pt elektrody na signálu Br- ISE) **DÁLE:** průměrná hodnota oscilační periody (Pt elektrody a Br-ISE elektrody s ferroinem i bez ferroinu).