

Sledování oscilací v katalytickém reakčním systému (Bělousov-Žabotinský)



Některé složité reakce mohou vykazovat nikoliv exponenciální závislosti koncentrace reaktantů na čase, ale závislost za určitých podmínek oscilující. Příkladem je oscilační reakce Bělousov-Žabotinský (BZ). Podrobnější rozbor této zajímavé reakce je uveden například ve skriptech: J. Vohlídal: Chemická kinetika, Karolinum, Praha 2001. Přítomnost oscilace závisí na koncentraci iontů Br^- . Kritická koncentrace je cca $1 \cdot 10^{-4} \text{M}$.



ÚKOL: Závislostí koncentrace Br^- a Redox potenciálu na čase katalytického systému BZ. (Lze sledovat i absorpční spektra Ce^{+4} (žlutá cca 330nm a méně), popřípadě spektra ferroinu. Můžeme sledovat i vlivy (teplota, změny koncentrací, atd) na periodu oscilací. Pozor ferroin ovlivňuje významně signál z elektrod, proto vyhodnocení dat děláme z dat bez ferroinu.



POTŘEBY A CHEMIKÁLIE: Pt redox elektroda, Br^- iontově selektivní elektroda (Br-ISE), potenciometr Mettler Toledo, notebook s vhodným programem pro sběr dat (Seven Multi). Elektromagnetická rotační mícháčka s míchadlem, 2 vyšší kádinky cca 100 ml, stojan s držákem elektrod. 0,006M $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ v 1,5 M H_2SO_4 , 0,187M KBrO_3 v 1,5 M H_2SO_4 , 0,807M kys. malonová (nebo 0,825M kys. citrónová) v 1,5 M H_2SO_4 , indikátor ferroin, 0,02M KBr , 3 pipety 20ml.



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

Oscilace s přítomností indikátoru.

- Elektrody redox a Br-ISE vyjmeme z uchovávacích roztoků a upevníme do držáků. Zkontrolujeme spojení elektrod s potenciometrem a propojení potenciometru s notebookem.
- Smísíme 20ml roztoku 0,006M $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ v 1,5 M H_2SO_4 s 0,807M kys. malonovou v 1,5 M H_2SO_4 (roztok I). Přidáme malou pipetou 0,5ml indikátoru ferroinu.
- Do kádinky s roztokem I vložíme míchadélko, vše položíme na elektromagnetickou míchačku. Obě elektrody ponoříme obě elektrody do roztoku I tak, aby nemohlo dojít k poškození elektrod otáčejícím se míchadlem.
- Zapneme míchání a spustíme sběr signálů z elektrod (viz návod na přístroj Mettler Toledo a program Seven Multi).
- Pipetou přidáme 20ml 0,187M KBrO_3 v 1,5 M H_2SO_4 (roztok II).
- Sledujeme inkubační periodu a oscilace provázené změnou barvy indikátoru a změnami signálů Pt a Br-ISE elektrod. Časová perioda oscilací s časem roste. Délka periody činí asi 90 s. Zaznameneáme cca 20 cyklů pro Pt a Br- elektrodu.

Oscilace bez indikátoru.

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



ZPŮSOB VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ: Pomocí vhodného SW vytvoříme grafy. Vyhodnotíme vlivy (teplota, změny koncentrací, atd.).

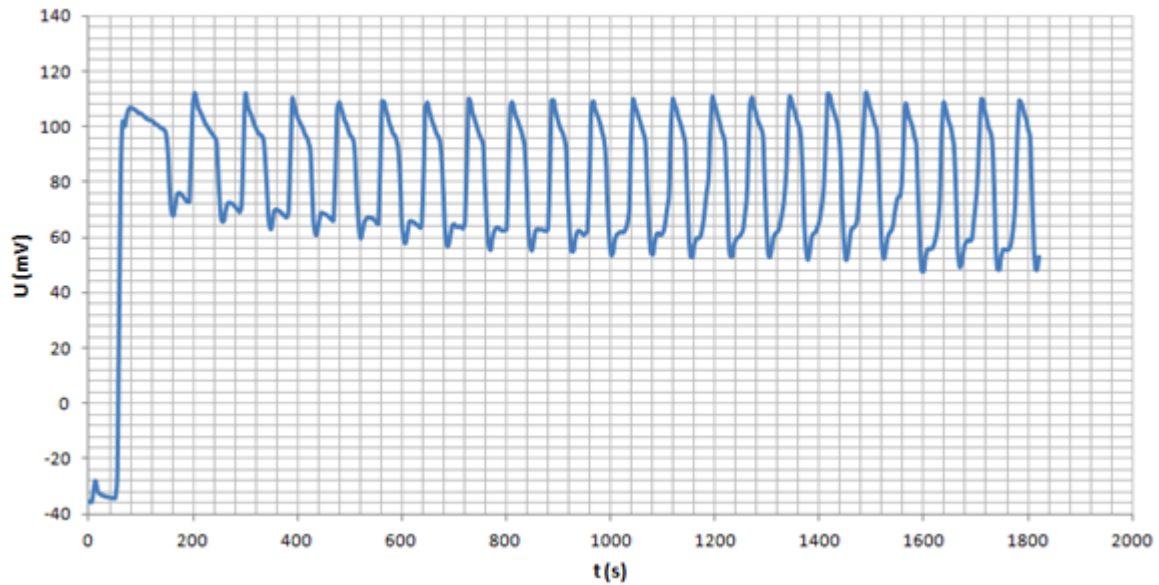


PROTOKOL: Grafy 1-4: závislosti potenciálů elektrod na čase (signály z Pt elektrody a Br⁻ elektrody s ferroinem i bez ferroinu). **Graf 5:** Zobrazení atraktoru oscilace ve fázovém

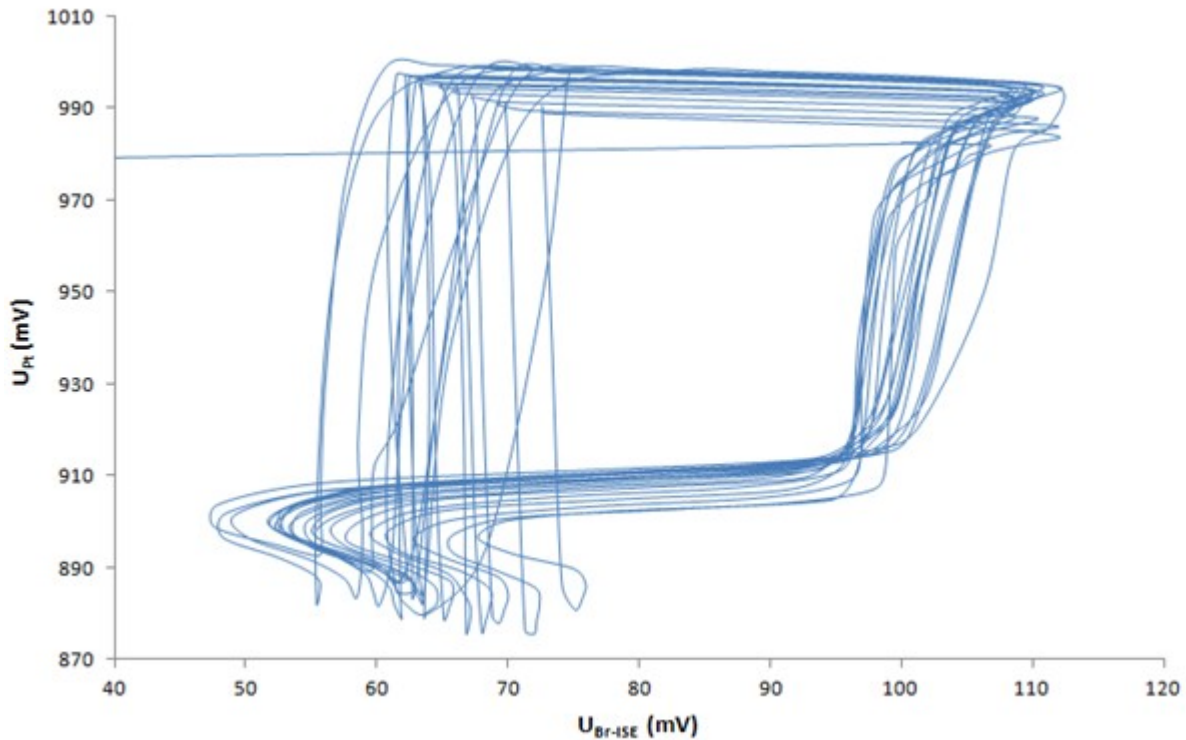
prostoru (závislost signálu Pt elektrody na signálu Br⁻ elektrody) **Dále:** průměrná hodnota oscilační periody pro všechny oscilace (Pt elektrody a Br⁻ elektrody s ferrouinem i bez ferrouinu).



Očekávané výsledky:



Obr 1: Závislost signálu Br⁻ elektrody na čase, s indikátorem



Obr 2: Atraktor oscilace ve fázovém prostoru (závislost signálu Pt elektrody na signálu z Br⁻ elektrody, s indikátorem)