

## 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  $\text{Br}^-$ . Kritická koncentrace je cca  $1 \cdot 10^{-4} \text{M}$ .



**ÚKOL:** Závislostí koncentrace  $\text{Br}^-$  a Redox potenciálu na čase katalytického systému BZ. (Lze sledovat i absorpční spektra  $\text{Ce}^{+4}$  (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,  $\text{Br}^-$  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.  $0,006 \text{M Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ,  $0,187 \text{M KBrO}_3$  v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ,  $0,807 \text{M}$  kys. malonová (nebo  $0,825 \text{M}$  kys. citrónová) v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ , indikátor ferroin,  $0,02 \text{M KBr}$ , 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  $0,006 \text{M Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$  s  $0,807 \text{M}$  kys. malonovou v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$  (roztok I). Přidáme malou pipetou  $0,5 \text{ml}$  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  $20 \text{ml}$   $0,187 \text{M KBrO}_3$  v  $1,5 \text{ M H}_2\text{SO}_4$  (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  $90 \text{ s}$ . 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  $\text{Ce}^{4+}$ .



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

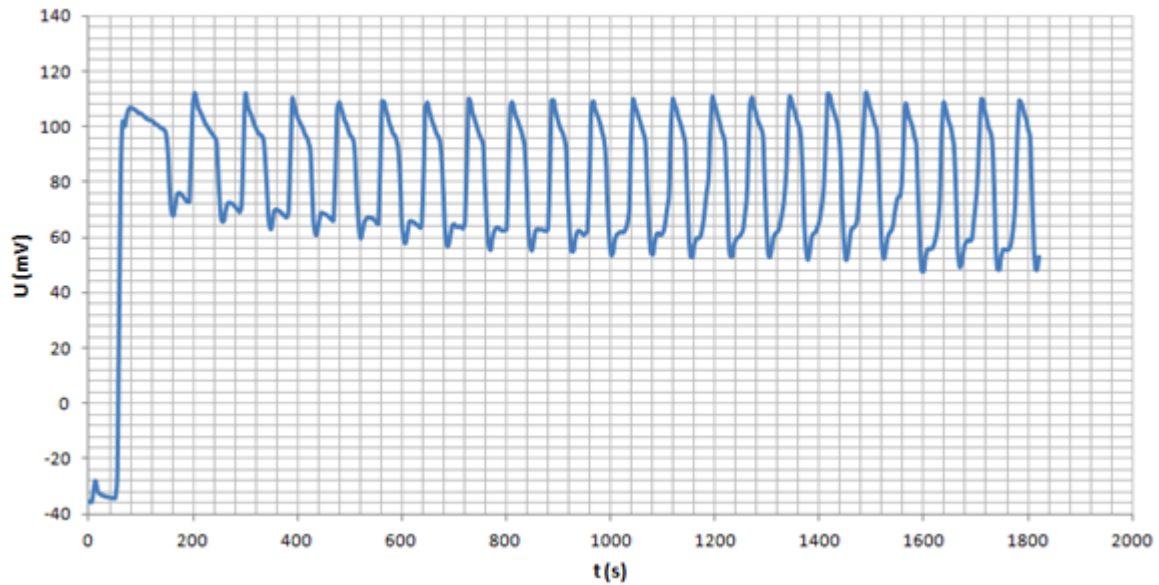


**PROTOKOL: Grafy 1-4:** závislosti potenciálů elektrod na čase (signály z Pt elektrody a Br<sup>-</sup> elektrody s ferroinem i bez ferroinu). **Graf 5:** Zobrazení atraktoru oscilace ve fázovém

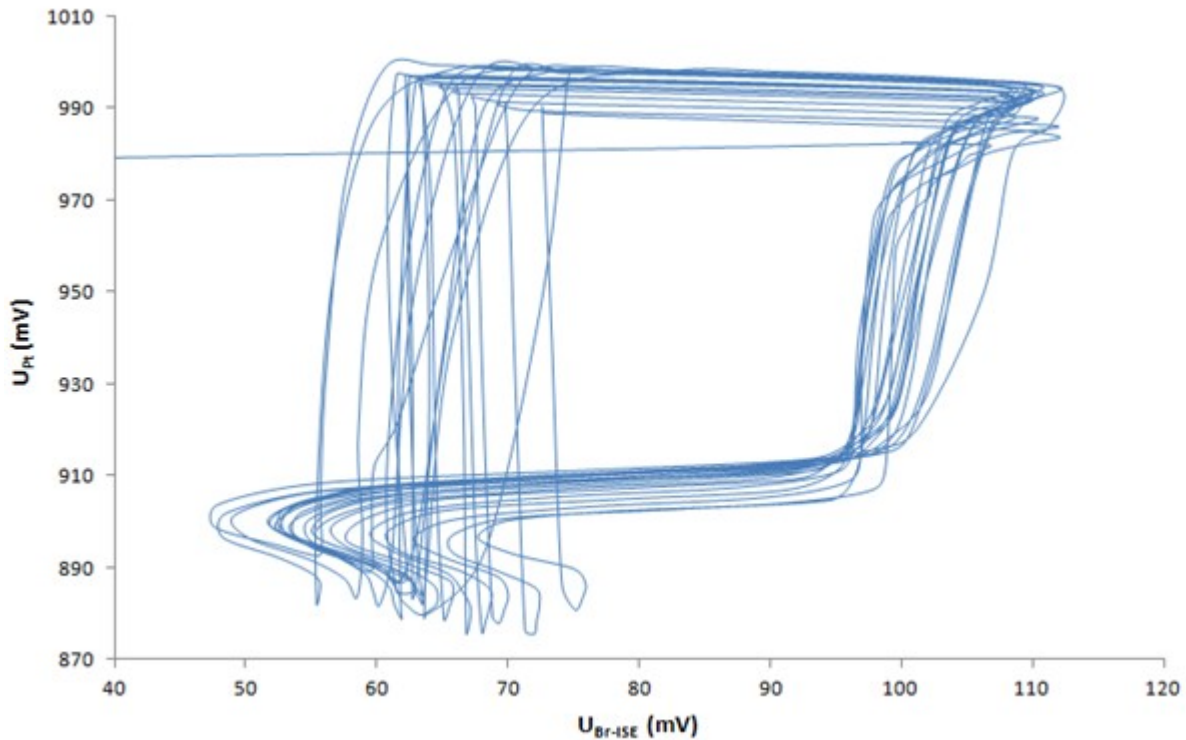
prostoru (závislost signálu Pt elektrody na signálu Br<sup>-</sup> elektrody) **Dále:** průměrná hodnota oscilační periody pro všechny oscilace (Pt elektrody a Br<sup>-</sup> elektrody s ferrouinem i bez ferrouinu).



### Očekávané výsledky:



Obr 1: Závislost signálu Br<sup>-</sup> elektrody na čase, s indikátorem



Obr 2: Atraktor oscilace ve fázovém prostoru (závislost signálu Pt elektrody na signálu z Br<sup>-</sup> elektrody, s indikátorem)