

Posudek diplomové práce

Bc. **Helena POKORNÁ** předkládá svoji diplomovou práci nazvanou „*Elektrochemická detekce kvantových teček*“, která čítá 120 stran textu, rozděleného do pěti kapitol, včetně seznamu citovaných prací.

Teoretická část je rozdělena do dvou klíčových sekcí, pojednávajících o kvantových tečkách a elektrochemických měřeních k jejich analýze. Nezvykle rozsáhlá *Experimentální část* zahrnuje jednak, obligátní výčet použitých chemikálií, roztoků a dalších reagentů, jednak velmi podrobné postupy a návody pro vlastní experimentování. Stěžejní část *Výsledky a diskuse* provádí čtenáře jednotlivými fázemi měření, od charakterizace zvolených elektrod, přes testování chování celé řady těžkých kovů, vystupujících v roli kvantových teček, až po ověřování jejich kvantitativního stanovení pomocí voltametrických měření. Celá sekce je pojata spíše popisně, ale nechybí ani interpretace pozorovaných jevů a jejich diskuze. Důležité výstupy pak shrnuje *Závěr* a celý text zakončuje *Literatura*, tj. seznam citovaných pramenů; z 81 citací je jen několik málo odkazů na internet, což je u práce typu DP nepříliš často vídané a určitě chvályhodné.

Předloženou diplomovou práci celkově hodnotím jako velmi zdařilou. Zaujme již *Teoretická část*, které vyčerpávajícím způsobem seznamuje s problematikou kvantových teček i možnostmi, jak tyto zajímavé objekty analyzovat. Velmi podrobně a — až na jednu výjimku — fundovaně je zpracována část o elektroanalytických měřeních; snad jen odstavce věnované elektrodám mohly být pojaty stručněji. Poněkud kritičtější budu ke zpracování *Experimentální části*, kde strohé seznamy použitých chemikálií, instrumentace a dalšího vybavení kontrastují s podrobnými popisy jednotlivých procedur. Zcela vypuštěna mohla být velká většina z tabulek 3-24, uvádějící různé výčty roztoků a jejich směsí, dávkované objemy apod.; tyto vesměs samozřejmé a rutinní operace mohly být popsány jedním odstavcem v textu. Kapitola *Výsledky a diskuse* je však opět něco jiného a dokládá velkou péči diplomantky při její experimentální činnosti; to je patrné již ze zařazení cca padesáti obrázků s převažujícími voltametrickými záznamy. Jednotlivé experimenty jsou dobře navrženy, obzvláště cenné jsou poznatky z měření ve směsích iontů v různých koncentračních poměrech. Popis je stručnější, ale vesměs výstižný a místy lze nalézt i patřičnou interpretaci. Pokus o shrnutí všech důležitých poznatků pak přináší *Závěr*, který je informačně bohatý a vcelku výstižný. Konečně vzorně sepsaný *Seznam literatury* opět dokládá svědomitost diplomantky, o její snaze nepoužívat mnohdy pochybné internetové odkazy již byla řeč.

Následující text shrnuje všechny adresné připomínky, které nijak nesnižují celkově vysokou kvalitu předložené DP. V řadě případů byly sepsány proto, aby diplomantce pomohly v budoucí vědecko-výzkumné práci a při sepisování podobných textů. Na konci pak nabízím i tři konkrétní náměty k diskusi (před komisí):

Adresné připomínky:

- 1) *Úvod*, str. 24, č. odstavec ... Tvrzení "*Nejkvalitnější kvantové tečky se připravují v nevodných rozpouštědlech. Tento způsob syntézy je ale náročný a vyžaduje práci při vysokých teplotách...*" si protirečí. Většina nevodných rozpouštědel jsou těkavé kapaliny s nízkými body varu; jak tedy funguje takové rozpouštění za vysokých teplot?
- 2) *Úvod*, str. 51, text dole... Poslední věta "*Dále se také neustále objevují nové elektrodové materiály vzniklé náhodou či na zakázku [66]*" zní hodně neobvykle a mohla být vypuštěna.
- 3) *Experimentální část*, str. 52, odst. 2.1.1 ... Odstavec složený ze zcela identických vět, které se liší pouze symbolem daného iontu*, je podivný již na první pohled. Nešlo příslušný popis provést vhodnějším způsobem ?
*) v jednom případě i s překlepem: " Ag^{2+} "
- 4) *Výsledky a diskuze*, str. 75, poslední věta ... Moji zvláštní pochvalu si zaslouží poznámka k již tak pozoruhodnému záznamu na obr. 29. Postřeh, že v případě Cu a Ag se nejedná o stanovení na BiFE, ale na elektrodě GCE za přítomnosti Bi^{3+} , není totiž vůbec samozřejmý, a i v publikacích z renomovaných časopisů se u podobných experimentů objevuje tato interpretace objevuje jen ojedinele.
- 5) *Výsledky a diskuze*, str. 75-77 a obr.31 ... Překryv píků Cd a Tl v režimu ASV je typický pro většinu elektrod. V případě, že má být identifikováno thallium, je možné použít přídavek EDTA, čímž se zamaskuje Cd^{2+} (jednomocný ion Tl^+ se EDTA prakticky nekomplexuje). Vyzkoušela toto diplomantka i u svých měření ?
- 6) *Výsledky a diskuze*, str. 86-88 a obr. 38 ... Lze souhlasit s pozorováním, že detekce Ag za přítomnosti dalších těžkých kovů je problematická. Pokud se však použije depozice při potenciálu kolem 0,0 V vs. Ag/AgCl, lze v octanovém pufru ionty Ag^+ redukcí nahromadit a poté reoxidací detekovat velmi selektivně i se značnou citlivostí. Tuto glosu uvádím spíše jako možný námět pro budoucí studie.
- 7) *Výsledky a diskuze*, str. 88-89 a obr. 44 ... Vymizení píku Cu při velkém přebytku Zn^{2+} je vcelku očekávaný jev, neboť oba kovy tvoří intermetalické sloučeniny typu Zn_aCu_b , které se buď vůbec nereoxidují, nebo při jiných potenciálech než Zn^0 a Cu^0 . Tvorbě těchto nežádoucích aduktů lze předejít přidáním iontů Ga^{3+} k měřenému roztoku. Vyzkoušela i toto diplomantka u svých měření ?
- 8) *Výsledky a diskuze*, str. 97-100 a obr. 64 ... Z obou grafů je patrné, že stanovení Pb bylo detailněji testováno i pro rozmezí velmi nízkých koncentrací, pod úroveň 1 ppb. Možná by bývalo bylo užitečnější rozdělit oba kalibrační grafy na dvě části a ony hodnoty z měření na „sub-ppb“ úrovni (shluk zelených bodů na samém počátku kalibrace) prezentovat samostatně v rozmezí 0,1 až 1 ppb Pb. Již jen proto, že s kalibracemi pro tyto koncentrační úrovně se elektroanalytik neseťkává často...

• **Drobné připomínky:**

- a) *Úvod*, str. 20 a 23, v textu dole ... Soli "CuCl", resp. "CuBr" v této stechiometrii neexistují, v obou případech je nutno psát "Cu₂Cl₂" a "Cu₂Br₂".
- b) *Úvod*, str. 32, v textu dole ... formulace "z odlišných iontů kovů (např. CdS, PbS a ZnS) je nepřesná, lépe např. "z odlišných kovů (např. ve struktuře CdS, PbS a ZnS)";
- c) *Úvod*, str. 33, obr. nahoře ... Nešlo popisky k obrázku přeložit do češtiny ?
- d) *Výsledky a Diskuse*, obr. 38 ... U obou sérií voltamogramů chybí označení pro píky Zn

• **Terminologie:**

- *Seznam zkratek* ... Používal bych "nanotrubičky" namísto "nanotrubice", ačkoli je uvedený termín možná i oficiální česká verze (jež upřednostňuje jazykový překlad před skutečností, že příslušné "trubice" nejsou viditelné ani pouhým okem);
- *Seznam zkratek* ... termín "epitaxe" by si zasloužil vysvětlující český ekvivalent v závorce;
- *Seznam zkratek* ... SWSV: tato zkratka, ani příslušná technika neexistují. Pokud se uvádí použitá potenciálová rampa, rozlišují se dvě varianty: SWASV a SWAdSV, popř. ještě SWCSV, ale tato zkratka ve velké většině případů zahrnuje variantu SWAdSV;
- *Seznam zkratek* ... "tellurový" a nikoli "telurový";
- *Úvod*, průběžně v textu ... zkratka "QDs" se v angličtině používá k vyjádření plurálu, pokud je však převzata do češtiny, je nutno psát jen "QD" (a to i tehdy, jedná-li se o množné číslo).
- *Úvod*, str. 22, text uprostřed ... Namísto "Elektrony kvantových teček" by asi lépe zněl "Elektrony příslušné složky kvantových teček";
- *Úvod*, str. 22, text dole ... Co autorka míní výrazem "nesnadno rozložitelná fluorescence"?
- *Výsledky a diskuse*, str. 100, tab. 25 ... Namísto nevhodného "Průměr signálu" mohlo být použito "Průměrná velikost signálu", popř. "Velikost signálu (průměr)".
- *Výsledky a diskuse*, str.102, 1. řádek textu ... standardní zápis je "roztok 0,1 M HCl"

Náměty k diskusi (před komisí):

A) Termín "kvantové tečky (QD)"... U jinak vyčerpávající definice a charakterizace (str.18-19) postrádám i objasnění původu tohoto pojmenování – jak v angličtině, tak v češtině. Především v druhém případě název "kvantové tečky" evokuje příbuznost s měřeními, kde se sleduje kvantovaná energie. Je tu nějaká souvislost ?

B) Termín a princip "voltametrie" ... Formulace (na str. 35) "*Během voltametrické analýzy se sleduje proudová odezva systému na vložený potenciál na pracovní elektrodě, ta je zapojená tak, aby jí neprocházel proud a nedocházelo tak k její polarizaci (je udržován konstantní potenciál)...*" je, s prominutím, strašidelná, a to kvůli nepřesné terminologii, ale hlavně proto, že je zásadně chybná ! Jednak si přímo protičeří (jak se může sledovat proudová odezva na elektrodě, když jí neprochází proud?), jednak směšuje dohromady principy tří různých technik: (i) voltametrie, tj. sledování odezvy v závislosti na vkládaném (nikoli "vloženém") napětí, (ii) amperometrie, tj. udržování konstantního potenciálu, a (iii) rovnovážné potencio-metrie (jež vyžaduje „aby neprocházel proud a nedocházelo k polarizaci“). Vzhledem k tomu, že voltametrická detekce tvořila jedno z páteřních témat celé DP, prosím o patřičnou nápravu a správný výklad principů voltametrických měření !

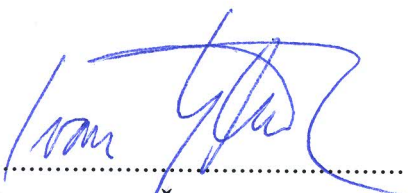
C) Provedená práce a její další výhledy ... Jak už jsem uvedl ve své celkovém hodnocení, postrádám v Závěru DP obecnější vyznění – k čemu všechny experimenty posloužily a v jakém směru se budou ubírat budoucí studie. A v neposlední řadě i to, zda mají kvantové tečky na bázi sloučenin těžkých kovů perspektivu, když většina těchto elementů je pro biologické systémy, neřkuli živé organismy, vysoce toxická...

Resumé:

Na základě výše uvedených charakteristik a po zvážení všech shromážděných připomínek, doporučuji diplomovou práci Bc. Heleny Pokorné k obhajobě a hodnotím ji známkou

„výborně - m“

V Pardubicích, dne 1/6/16.....



.....
prof. Ing. **Ivan ŠVANCARA**, Dr.

Katedra analytické chemie
Fakulta chemicko-technologická
Univerzita Pardubice
Studentská 573 (HB/C)
PARDUBICE
532 10

e-mail: Ivan.Svancara@upce.cz

tel.-p: 466 037 031