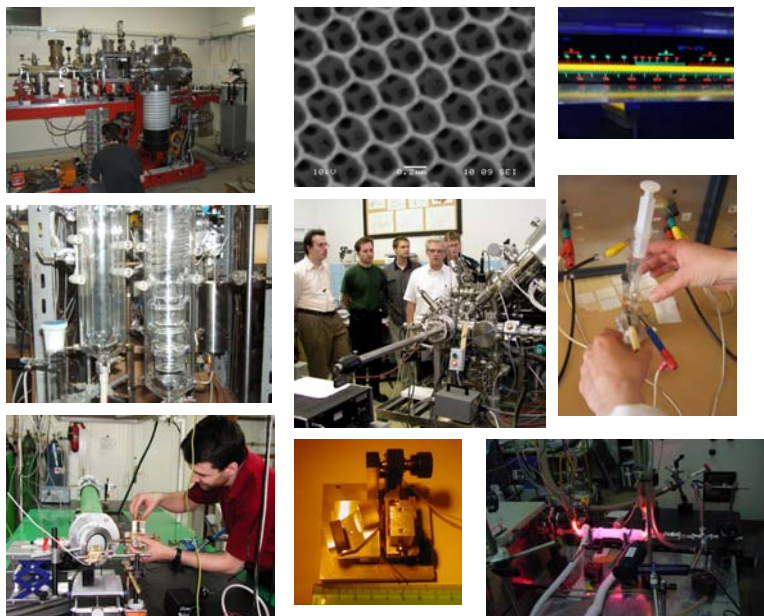


**Ústav fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského
Nadační fond Jaroslava Heyrovského
Katedra učitelství a didaktiky chemie PŘF UK Praha**



Informační seminář pro učitele

27. dubna 2005

ÚFCH JH AV ČR, Dolejškova 3, Praha 8



Informační seminář pro učitele

Praha, 27.4.2005

PROGRAM

13:45-14:00 registrace účastníků

14:00 zahájení

Současný stav polarografie

Michael Heyrovský, Ph.D.

Elektrochemie na počátku 21.století

Mgr. Magdalena Hromadová, Ph.D.

Nové mikroskopické a analytické techniky:

Mikroskopie rastrovací sondou

Ing. Pavel Janda, CSc.

Hmotnostní spektrometrie

Mgr. Miroslav Polášek, Ph.D.

Spektroskopické metody v chemii a fyzice

Mgr. Ondřej Votava, Ph.D.

Heterogenní katalýza

Ing. Blanka Wichterlová, DrSc.

Po každém referátu je počítáno s časem na dotazy a diskusi.

Seminář bude případně doplněn návštěvou vybraných laboratoří ústavu, bude možné si domluvit exkursi studentů do ústavu, konzultace pro studenty zpracovávající samostatné práce SOČ aj.



Současný stav polarografie

Michael Heyrovský

Polarografie – voltametrie s kapající rtuťovou kapkovou elektrodou (DME), polarizační křivky jsou stupňovité, přesně reprodukovatelné, nezáleží na směru polarizace. Dnes je nejčastěji užívaná **voltametrie** s visící rtuťovou kapkou (HMDE), polarizační křivky s maximy (píky) záleží na směru a historii polarizace; to umožňuje podstatné **zvýšení citlivosti** metody (až 10^{-10} mol/L) **nahromaděním** aktivní látky na elektrodě a jejím následujícím elektrolytickým rozpouštěním („anodický, katodický, adsorptivní **stripping**“).

Střídavá (a.c.) polarografie/voltametrie (založená na superpozici střídavého napětí o malé amplitudě na polarizující stejnosměrné napětí, a na měření výsledného střídavého proudu) slouží k měření impedance pracovní elektrody v daném roztoku, a po rozlišení fází měřeného střídavého proudu sledování proudu fázově posunutého proti střídavému napětí umožňuje **studium adsorpce** látek z roztoku na elektrodě, významné zejména u biopolymerů.

Zvýšení citlivosti polarografie/voltametrie přinášejí další metody **eliminací nabíjecího proudu** při polarizaci pracovní elektrody napětíovými pulzy místo spojitým napětím; nejčastěji užívaná je **pulzní polarografie/voltametrie** ve variacích „**normální**“ (skýtající stupňovité křivky) a „**diferenční**“ (skýtající křivky s maximy).

V některých případech se osvědčuje **chronopotenciometrie** s visící rtuťovou kapkou, kdy na polarizační křivce je sledována změna převrácené hodnoty diferenčního kvocientu potenciálu pracovní elektrody podle času, jako funkce potenciálu, $(dE/dt)^{-1} = f(E)$, po případě v kombinaci s předcházejícím nahromaděním sledované látky (stripping).

Nové **počítačově řízené polarografické přístroje** dovolují sestavit softwarový program polarizace elektrody a měření křivek přímo na monitoru počítače.

Uvedené formy polarografie, které umožňují dosáhnout nejzazší hranice analytické citlivosti, jsou důležitými **nezávislými partnery spektrálních a radioaktivních metod**, vynikajícími proti nim nesrovnatelně nižší finanční náročností.

Obnovitelné rtuťové elektrody zůstávají svými elektrochemickými vlastnostmi pro negativní oblast potenciálů zcela ideální. Při specifických aplikacích, kdy rtuťové elektrody nelze použít (např. při konstrukci senzorů), je možno je s výhodou nahradit **elektrodami amalgamovými**.

Elektrochemie na počátku 21. století

Magdalena Hromadová

Elektrochemie se jako vědný obor neustále vyvíjí, přičemž nově získané poznatky zasahují stále významněji do dalších oblastí vědeckého bádání. V posledních desetiletích je to zejména oblast rozvoje molekulární elektroniky a nanotechnologií.

V laboratoři elektrodové kinetiky se zabýváme právě studiem **rychlosti přenosu elektronu a mechanismů elektrochemických procesů** v rozličných systémech molekulární (molekulární „dráty“ pro mikroelektroniku) a supramolekulární povahy (host-hostitelské komplexy a monomolekulární vrstvy pro oblast nanotechnologií). Výzkum těchto procesů vyžaduje kromě **klasických elektrochemických metod** také použití specializovaných metod **impedanční spektroskopie, vysokorychlostní voltametrie** s použitím **ultramikroelektrod** a spojení elektrochemických metod s dalšími spektroskopickými (v oblasti UV-Vis, fluorescenční a infračervené) a mikroskopickými (STM) metodami.

Příspěvek elektrochemických poznatků při řešení komplexních problémů budeme ilustrovat dvěma příklady z naší laboratoře.

V prvním případě si ukážeme, jak se dá **elektrochemicky sledovat imunologická reakce**, t.j. tvorba supramolekulárních komplexů. Jedním z reaktantů bude protein značený vhodnou elektroaktivní a zároveň IČ aktivní molekulou. Elektrochemická detekce proteinu pomocí impedančních metod je téměř o dva řády citlivější v porovnání s IČ spektroskopií a bude použita k návrhu imunosenzorů.

Druhý příklad bude z oblasti **molekulární elektroniky a nanotechnologií**. Ukážeme si příklady molekul vhodných pro potřeby molekulární elektroniky. Jedním z nejdůležitějších parametrů je chemická stabilita těchto látek při přenosu elektronu. Právě při určení stability těchto látek je výhodné použití metod vysokorychlostní voltametrie a **spektroelektrochemie**.

Nové mikroskopické a analytické techniky: Mikroskopie rastrovací sondou

Pavel Janda

Mikroskopie rastrovací sondou představuje jednu z nejdynamičtěji se rozvíjejících mikroskopicko analytických technik.

Dvě základní techniky – **rastrovací tunelová mikroskopie (STM)** a **mikroskopie atomárních sil (AFM)**, které byly objeveny teprve na počátku devadesátých let minulého století, daly do dnešní doby vzniknout celé řadě odvozených metod umožňujících zobrazení a analýzu povrchu ve vysokém rozlišení.

Tato skupina metod nazývaných souhrnně mikroskopie rastrovací sondou (**SPM**) nevyžaduje vakuum a na rozdíl od klasické elektronové mikroskopie umožňuje pracovat přímo v prostředí, kde probíhají chemické nebo biologické experimenty.

Společným znakem SPM technik je **mikrosonda**, která se pohybuje nad zkoumaným povrchem a snímá nejen jeho topografii nebo fyzikální a chemické vlastnosti (například elektrickou vodivost, magnetické vlastnosti a teplotu), ale může detekovat i přítomnost některých molekul. Z hodnot sledovaných veličin je pak konstruována mapa povrchu odpovídající rozložení hodnot sledované fyzikálně-chemické veličiny. Rozlišovací schopnost těchto technik může dosahovat až molekulární, resp. atomární úrovně (zvětšení řádově $10^8\times$).

Sonda v mikroskopu rastrovací sondou může rovněž sloužit jako kombinovaný nástroj pro zobrazení a manipulace resp. modifikace povrchu v **nanoměřítku** (nanolitografie). Tímto způsobem lze vytvářet definované **nanostruktury** využitelné např. pro další miniaturizaci elektroniky, senzorové techniky nebo v molekulární biologii (sekvenování DNA).

Hmotnostní spektrometrie

Miroslav Polášek

Dnes již více než stoletou historii **hmotnostní spektrometrie** (MS) lze zjednodušeně rozdělit do tří etap:

1. pionýrská léta (1899-30.léta 20. století, J.J. Thomson, F.Aston) potvrzení atomistické teorie, existence **izotopů**, měření hmotnosti izotopů;
2. éra **organické hmotnostní spektrometrie** (50. – 70. léta 20. století)
aplikace MS při řešení vztahu mezi strukturou molekul a reaktivitou molekulárních iontů (**strukturní analýza, teorie monomolekulárních reakcí**); spojení **GC MS**;
3. éra "bioaplikací" (80.léta 20. století – dnešek)
vývoj technik umožňujících převést do plynné fáze a ionizovat netěkavé biologicky významné molekuly (např. peptidy); spojení **LC MS**.

V přednášce bude stručně zmíněn zásadní přínos prvních dvou etap, ovšem hlavní pozornost bude věnována etapě třetí.

Po krátkém shrnutí základních principů MS (**ionizační techniky, analyzátory, detekce a zpracování dat**) bude následovat výklad o dnes nejvíce používaných ionizačních technikách **ESI** a **MALDI**. Na modelových příkladech bude ukázán princip hmotnostně spektrometrického sekvenování peptidů, které je v současnosti jedním z pilířů oboru nazývaného proteomika.

Na závěr budou zmíněny nejnovější oblasti využití MS, jako např. při chemických modifikacích nebo zobrazování povrchů.

Spektroskopické metody v chemii a fyzice

Ondřej Votava

Spektroskopie je vědní obor, který se zabývá studiem interakce hmoty s elektromagnetickým zářením.

Ukazuje se, že právě na základě zkoumání **absorpce** (pohlcování) a **emise** (vyzařování), případně **rozptylu** záření hmotou, lze získat nesmírně detailní informace o mikroskopické struktuře studovaných látek, a proto se právě spektroskopické metody staly neodmyslitelným nástrojem v celé řadě vědních oborů, fyzikou počínaje a medicínou konče.

Tato přednáška si klade za cíl přiblížit **základní principy spektroskopie** s důrazem na **molekulární spektroskopii** a její použití ve fyzice, chemii a příbuzných oborech.

Přednášku lze rozdělit do tří částí: V první budu hovořit o historii vývoje spektroskopických metod a jejich úloze při formování našich vědomostí o **struktuře atomu a molekuly**, ve druhé části se pokusím v kostce nastínit **základní principy atomové a molekulární spektroskopie**, zatímco v poslední části se zmíním o několika konkrétních **moderních spektroskopických metodách** a jejich aplikacích.