

## Pracoviště “Laboratoř Vladimíra Čermáka“:

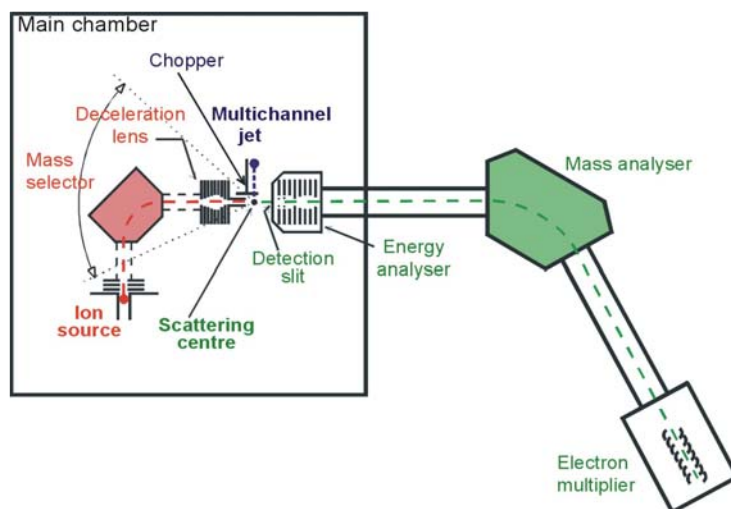
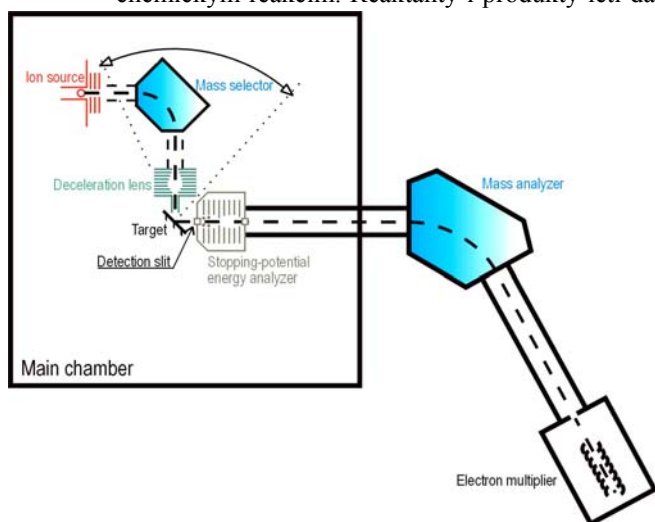
### Výzkum reakcí iontů rozptylem ve zkrřížených paprscích částic

### Výzkum srážek pomalých iontů s povrchy

**Kontakt: Prof. Dr. Zdeněk Herman, DrSc.** (oddělení chemické fyziky – skupina hmotnostní spektrometrie)  
T.: 266053514, 266053485(L); [zdenek.herman@jh-inst.cas.cz](mailto:zdenek.herman@jh-inst.cas.cz)

#### Přístrojové vybavení:

(1) Speciální zařízení EVA II pro výzkum reaktivního rozptylu iontů ve zkrřížených paprscích částic za podmínky jediné srážky mezi iontovým a neutrálním reaktantem (obr. 1). Ionty se v něm připravují ionizací vhodných molekul elektrony v iontovém zdroji. Odtud jsou vytaženy elektrickým polem, urychleny na energii několika stovek eV a analyzovány podle hmotností permanentním magnetem. Izolovaný iontový druh je zpomalen ve zpomalovací čočce na energii obvykle několika eV. Paprsek tohoto iontového reaktantu má úzký energetický (asi 0.2 eV) i úhlový (asi  $1-2^{\circ}$ ) rozptyl při dané energii. Tento paprsek se kříží s kolimovaným paprskem termálních neutrálních molekul (druhý reaktant), vycházejícím s mnohokanálové trysky. V překřížení dochází k srážkám mezi částicemi obou paprsků a k jejich chemickým reakcím. Reaktanty i produkty letí dále k detekční štěrbině, za níž jsou ionizované částice analyzovány



brzděným napětím a urychleny do detekčního hmotnostního spektrometru, který podle hmotnosti rozdělí iontové reaktanty a produkty a zaznamená jejich dopad jako elektrický proud na násobiči. Paprsky, srážející se pod úhlem  $90^{\circ}$ , lze natáčet kolem rozptylového centra a měřit tak úhlové rozdělení produktů. Přerušování neutrálního paprsku rotační clonou a detekce modulovaného signálu iontových produktů odstraňují efekty srážek mimo srážkové centrum. Výsledkem měření jsou úhlová rozdělení iontových produktů a profily energie iontových produktů u různých rozptylových úhlů.

(2) Variantou tohoto zařízení je modifikace přístroje pro výzkum srážek pomalých iontů s pevnými povrchy (obr. 2). Zdroj neutrálního paprsku je v tom případě nahrazen pevným terčem, na něj dopadá hmotnostně vybraný iontový druh definované translační energie pod nastavitelným úhlem. Měření spočívá ve stanovení hmotnostních spekter iontových produktů, vznikajících ve srážce iontů s povrchem, a v určení jejich

úhlového rozdělení a rozdělení translačních energií.

#### Krátký popis zaměření laboratoře

Laboratoř se zabývá výzkumem dynamiky elementárních chemických reakcí iontů. Výsledky rozptylových experimentů se zpracovávají do rozptylových diagramů, které poskytují informace o srážkovém mechanismu procesu a o uložení translační a vnitřní energie v produktech. To jsou velmi podrobné informace, které vedou k popisu základních zákonitostí, jimiž se řídí průběh chemických procesů na molekulové úrovni. Velký význam získaných informací je také v tom, že jsou přímo srovnatelné s teoretickými výsledky „počítačových“ experimentů, v nichž se sledují trajektorie částic dané soustavy na příslušné hyperploše potenciální energie. V poslední době se výzkum soustředil na popis málo známých elementárních reakcí násobně nabitých iontů, zvláště pak molekulárních dikationtů. Výzkum reakcí v řadě soustav dikationtů ( $\text{CF}_2^{2+}$ ,  $\text{CO}_2^{2+}$ ,  $\text{CF}_3^{2+}$ ,  $\text{CHCl}^{2+}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_3^{2+}$ ) s vodíkem a jinými neutrálními atomy a molekulami vedl k formulování obecného modelu pro průběh těchto reakcí. Výsledky mají obecný význam pro teorii elementárních chemických reakcí a nalézají uplatnění při popisu reakcí v soustavách s vysokým obsahem energie (plasma, výboje, plynné lasery, astrofyzikální soustavy).

Výzkum srážek pomalých iontů s povrchy má za cíl popis disociačních procesů a chemických reakcí polyatomových iontů u povrchu pevných látek a mechanismus těchto procesů, přenos a přerozdělení energie ve srážkách s povrchem, určení pravděpodobnosti přežití iontů v takové srážce. Studované povrchy jsou kovové nebo uhlíkové povrchy různého druhu a povrchy pokryté různými samsoupořádanými monovrstvami. Výzkum poskytuje důležité informace o procesech, důležitých pro provoz zařízení pro jadernou fúzi (Tokamak), a pro aktivaci velkých molekul a iontů (biomolekul) ve srážkách s povrchem.