Zelené fluorescenční světlo odhaluje ionty uranu

Eliška Kosová, Tomáš Jirman, Dominik Nedvídek
Gymnázium Čakovice -Praha, Gymnázium nad Alejí - Praha,
Gymnázium Hodonín - Hodonín

eliska.kosova.gymcak@seznam.cz, jirman-tomas@centrum.cz,
dominiknedvidek@email.cz

Abstrakt:

Ionty látek jsou excitovány pomocí laserových paprsků do vyšších energetických stavů, při návratu do stavu základního vydávají fluorescenční světlo, které je detekováno. Pomocí fluorescenčních dat normalizovaných na intenzitu prošlého světla z můžeme určit obsah vzorku. Tato metoda je nedestruktivní a vhodná pro tekuté vzorky.

Úvod

Naší prací jsme se pokusili dokázat přítomnost uranových iontů a poté Europiových ve vodných roztocích. K práci jsme využili laserovou aparaturu a následně jsme analyzovali data z počítače.

Princip

Na obrázku vidíte Ng:YAG laser, který jsme využívali pro naše měření. Pracuje na principu čoček, vedoucích laserový puls paprsek a nelineárních krystalů, upravujících vlnovou délku. Kvůli citlivosti měřící aparatury a přesnosti měření je přístroj umístěn na vzduchových tlumičích a vyžaduje stálé podmínky (teplota, vlhkost)

Část světla z laseru, svítícího na vzorek je pohlcena a využita k excitaci. Zbytek prochází do detektoru prošlého světla. Po deexcitaci vysílá látka fluorescenční světlo. Toto světlo prochází přes soustavu zrcadel a dopadá na vhodnou optickou mřížku (, 150, 300, 600 anebo 1200 vrypů), kde je rozděleno na jednotlivé vlnové délky. Ty jsou následně detekovány kamerou.
Optická mřížka je nastavitelná z ovládacího softwaru, stejně tak, jako centrum snímané vlnové délky.
Před čipem ICCD kamery se nachází volitelný zesilovač signálu, pracující na principu fotonásobiče. Kamera musí mít nastavení vzhledem k instrumentálnímu zpoždění, dobu expozice a zpoždění snímání, pro měření klesající fluorescence kinetické série.

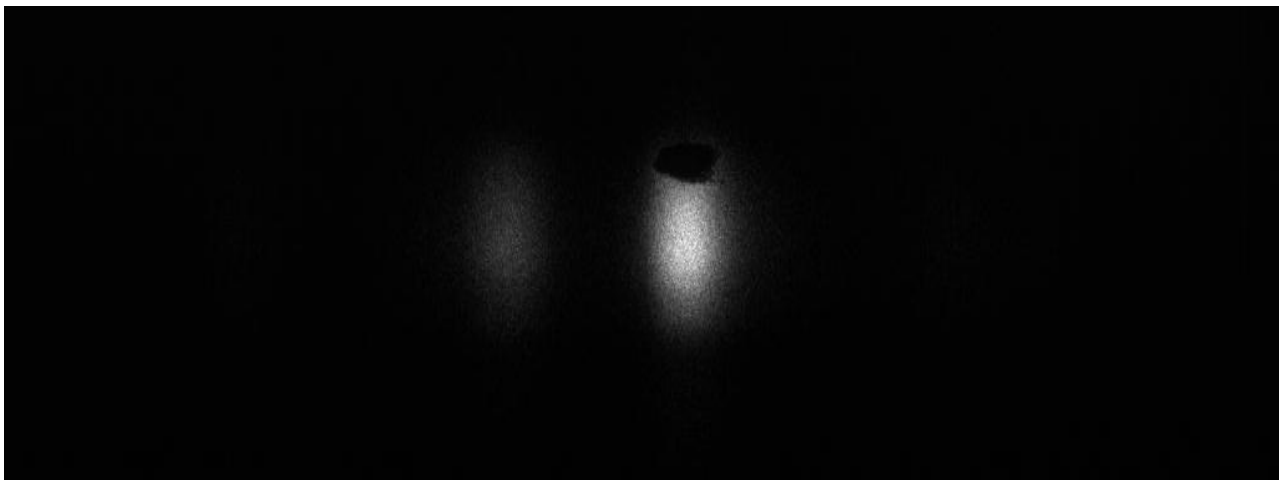
V první fázi jsme pracovali s koncentrovaným roztokem uranu. Koncentrace byla při dalších pokusech snižována a byly pozorovány změny v intensitě fluorescenčního záření. Při velké koncentraci látky v roztoku je fluorescence viditelná pouhým okem. Pro danou látku lze nastavit budicí vlnovou délku , s níž laser pracuje.

Výsledky

Před získání m výsledků je nutné nejdříve sejmout pozadí, přičemž je laser vypnutý. Toto pozadí je následně uloženo ovládacím programem (Andor iStar) a následně odečteno od konečného výsledku. Veškeré přístroje a probíhající procesy jsou ovládány a monitorovány počítačovou technikou.

Fluorescence zachycená kamerou ve snímacím modu image

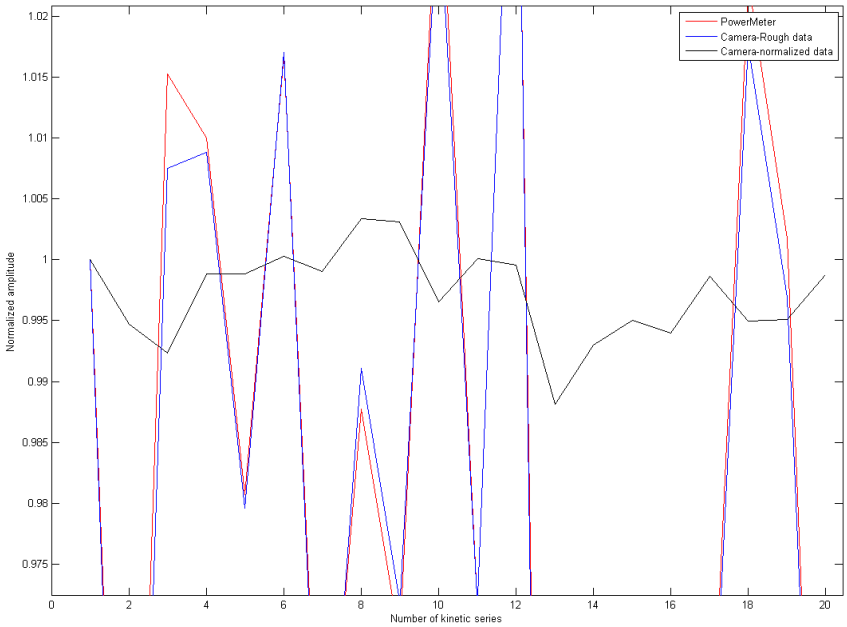
Obr.1



Fluorescenční světlo, dopadající na kameru je zároveň měřeno a následně zaznamenáno počítačem do grafu. Díky velkým výkyvům energií laseru musí být data

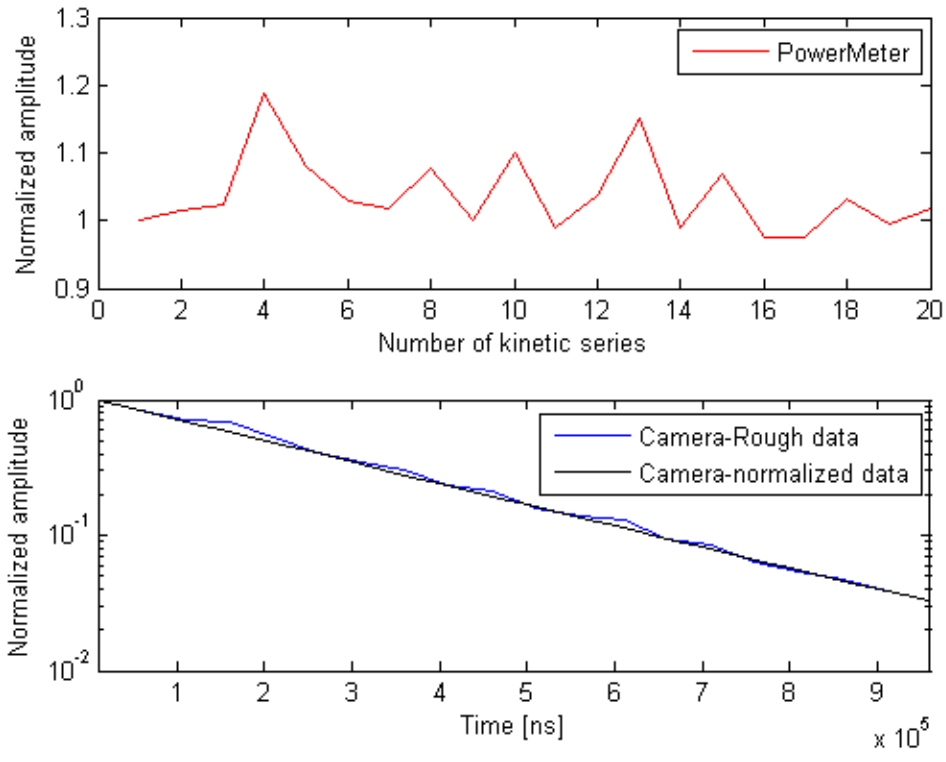
normalizována vzhledem k energii naměřeného světla, které vzorkem prošlo. Tato data se nanormalizují. Po normalizaci vidíme reálnou hodnotu fluorescence, zaznamenanou v grafu (viz obr. 2)

Obr.2

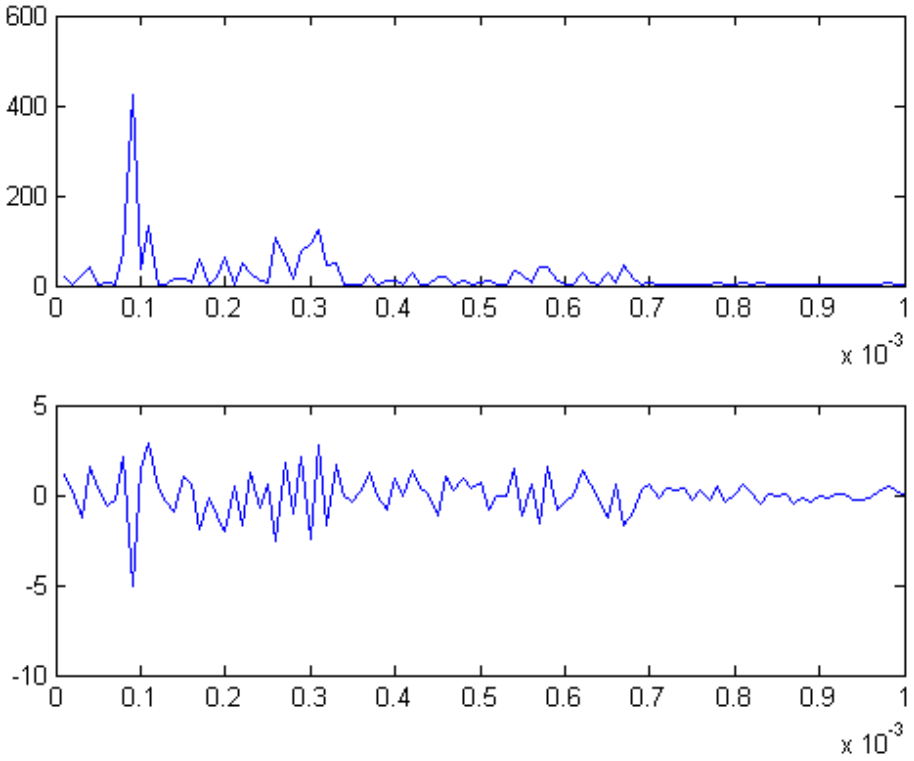


Poté jsme provedli další měření stejného vzorku, ale se změněným nastavením kamery. Ta tentokrát snímá fluorescenci s postupným časovým krokem (0,2µs) několikrát za sebou. Díky postupné deexcitaci se fluorescenční intenzita s postupem času ve snímaném úseku snižuje. Na základě sklonu křivky poklesu fluorescence fitováním, určíme dobu života fluorescence (cca 10µs). Na základě této křivky kinetické série můžeme ve fitovacím programu zvolit počet klesajících exponenciál, tak, aby co nejlépe popsaly pokles fluorescenční intensity (viz obr 4). Každá funkce zde popisuje fluorescenci jedné složky. Tato funkce určí dobu života fluorescence dané složky vzorku.

Obr. 3



Obr. 4



Popis obrázků

Obr.1 : Zachycení fluorescence kamerou iontů Eu

Obr.2 : Ukázka normalizace dat fluorescence Eu a prošlého světla, které výrazně eliminuje rozptyl dat

Obr 3 : Příklad normalizace kinetické série s klesající fluorescencí

Obr 4 : Nahoře – Druhá mocnina amplitudy rozdílu naměřeného a modelového signálu

Dole –Rozdíl naměřených dat a počítačového modelu

Shrnutí

Analýzou naměřených dat jsme určili, pomocí několika funkcí, složení vzorku, včetně chemické formy.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali organizačnímu výboru Týdne vědy a FJFI ČVUT za poskytnuté prostory a materiál. Velký dík patří hlavně našemu vedoucímu projektu Mgr. Aleši Vetešníkovi Ph.D.

Reference:

[1] LAKOWICZ, R. JOSEPH *Principles of Fluorescence Spectroscopy* Springer 2006

[2] VETEŠNÍK ALEŠ MGR. PH.D. *TRLFS* Prezentace FJFI 2008