

Detekce jednotlivých fotonů – laserem buzená fluorescence

Michal Bezvoda, Gymnázium Dobruška, michal@bezvoda.net

Michal Janáček, SPŠE Praha 10, mjanacek@seznam.cz

Tomáš Javůrek, Gymnázium Jeseník, jaworda.t@seznam.cz

Martin Veselý, SPŠ a VOŠ Příbram, martin.veslo@seznam.cz

Abstrakt:

Fluorescence lze využít k identifikaci látky. V našem případě byla fluorescence buzena pulsním laserem a fluorescenční odezva byla vyhodnocována pomocí detektoru jednotlivých fotonů (speciální fotodiody). Zjistili jsme, že doba života v excitovaném stavu je různá pro různé látky. Na základě změření této doby je pak možné identifikovat zjišťovanou látku.

1 Úvod

Při detekci jednotlivých fotonů se obvykle snažíme:

- 1) určit čas příchodu nějakého krátkého světelného impulsu
- 2) určit průběh intenzity tohoto impulsu v čase
- 3) určit celkové množství fotonů v impulsu obsažených.

Konkrétně při měření laserem buzené fluorescence jsme řešili úkoly 2) a 3). Vzhledem k tomu, že během jednoho měření (příchod 1 impulsu) umíme zaznamenat jen první dopadající foton (poté už je detektor "vypnut"), je nutné toto měření mnohokrát opakovat a výsledky statisticky zpracovat. Tato měřicí metoda je tedy vhodná jen pro situace, kdy nám mnohokrát za sebou přichází stále stejný světelný impuls, který chceme změřit. Aparatura pro laserem buzenou fluorescenci, se kterou jsme pracovali, bude v budoucnosti používána k identifikaci látek, například k zjišťování znečištění vodních toků. V současnosti je tato metoda zkoušena v laboratorních podmínkách.

2 Výsledky měření

Měření charakteristických hodnot námi měřených látek

Látka	Doba měření/s	Počet fotonů	Počet filtrů	Doba života/ns
Olej minerální	8	3918	4	8.0
Olej motorový	66	1172	4	17.3
Cukr	174	849	4	7.5
Vodný roztok cukru	102	620	4	3.9
Inkoust	105	1834	3	4.6
Prací prášek	65	2940	4	8.6
Tekuté mýdlo	60	2652	4	6.4
Sůl	42	345	3	7.4

V tabulce jsou výsledky měření pro různé látky.

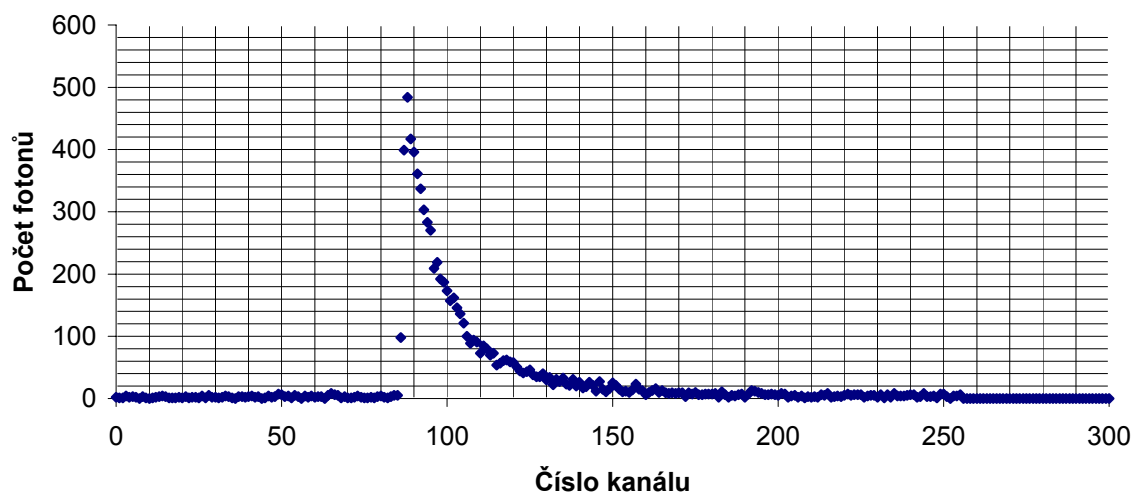
Počet fotonů: počet fotonů vyzářených fluorescencí, které zaregistroval detektor.

Doba života: doba od dopadu prvního fotonu do odeznění procesu fluorescence.

V případech kdy byl proces fluorescence velmi slabý, snížili jsme počet filtrů na 3, což zvýšilo počet zaregistrovaných fotonů přibližně třikrát (propustnost filtru je přibl. 30 %).

Příklad námi naměřených hodnot převedených do grafu (takzvaný histogram)

Měření fluorescenční odezvy v oleji pomocí pevnolátkového LASERu (ND - YAG) pracujícího na vlnové délce 532nm, měřeno po dobu 9s



Číslo kanálu je úměrné času, ve kterém byl foton zaregistrován: $t = \text{kanál} \cdot 0,63 \text{ ns}$.

Fotony detekované od kanálu 1 do kanálu 85 jsou fotony rušivého pozadí (šumu).

Námi bylo zjištěno, že čím byl šum slabší (rušivé pozadí), tím byla metoda přesnější.

3 Shrnutí

Fluorescenční analýza je velice používaná metoda k určování látek, používaná především v analytické chemii. Došli jsme k závěru, že prakticky všechny materiály vykazují

fluorescenci. Doba života a intenzita fluorescence je specifická pro každý materiál. Tyto vlastnosti jsme změřili pro výše uvedené materiály. Vzhledem k dobrým pracovním podmínkám jsme úkol úspěšně splnili.

Poděkování

A na úplný závěr je ještě neopomenutelné poděkování. Děkujeme samozřejmě FJFI ČVUT v Praze, že pořádá pro středoškolské studenty tuto úžasnou akci, jíž jsme se mohli zúčastnit. A největší dík bychom věnovali „týmu“ supervizorů: prof. Karel Hamal a Ing. Lukáš Král a také spoustě milých lidí z katedry fyzikální elektroniky.

Reference:

[1] A. BEISER: *Úvod do moderní fyziky* Academia 1975 str.357

[2] www.aldebaran.cz

Garant: Ing. Lukáš Král [krall@troja.fjfi.cvut.cz]