

Detekce jednotlivých fotonů

—

laserem buzená fluorescence



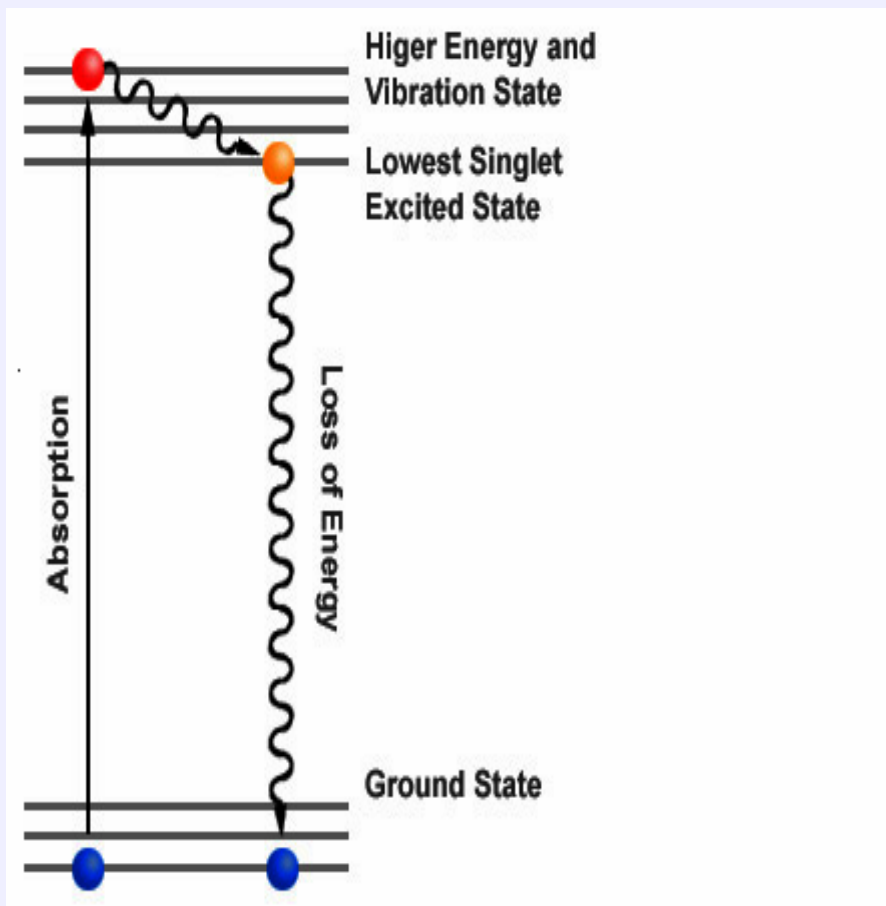
Autoři

- Michal Bezvoda :)
- Michal Janáček :)
- Tomáš Javůrek :)
- Martin Veselý :)

Obsah

- Co je fluorescence ?
- Měřicí aparatury
- Detektor a laser
- Způsob měření
- Výsledky měření
- Shrnutí
- Poděkování

Co je fluorescence?

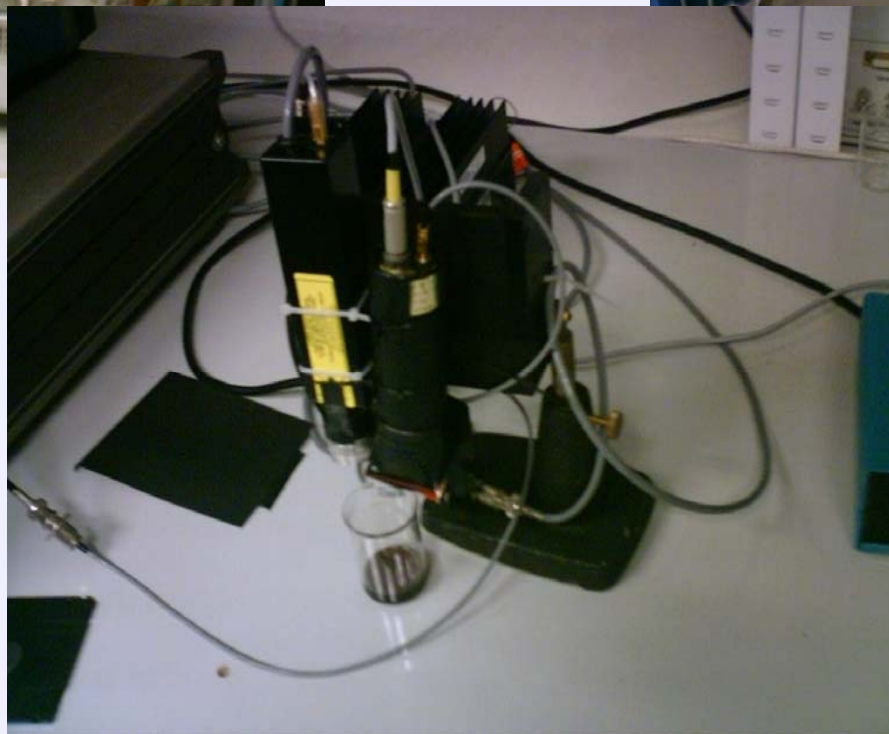


1. absorpce fotonu > excitace elektronu
2. emise fononu > relaxace elektronu na nižší energetickou hladinu
3. Emise fotonu > relaxace elektronu na základní stav

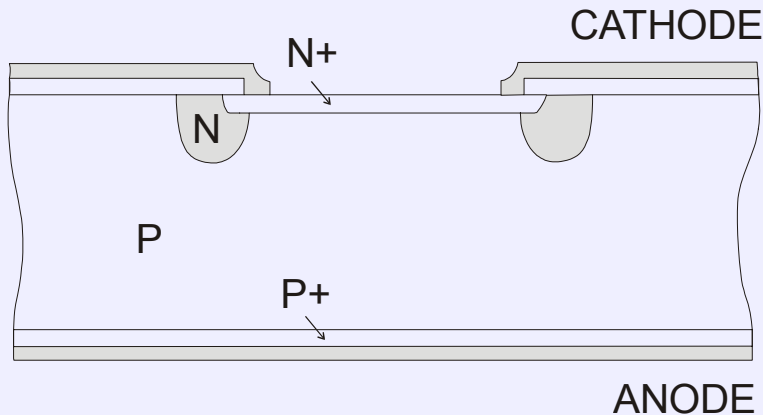
Emitovaný foton má větší vlnovou délku než absorbovaný foton
(rozdíl vlnových délek závisí na látce)

Fluorescence x Fosforescence

Měřicí aparatury



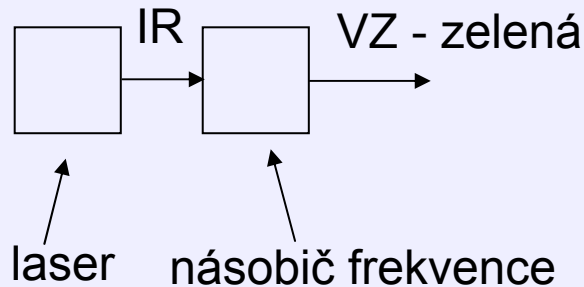
Detektor a laser



Lavinový detektor jednotlivých fotonů

přiložené napětí – vyšší než průrazné

dopad fotonu > vznik laviny elektronů >
pokles proudu > vznik impulsu a deaktivace
detektoru rychlou elektronikou



Pevnolátkový laser ND – YAG

opticky aktivní prostředí – Neodym Yttrium Aluminium
Granat ($\lambda = 1,06 \mu\text{m}$, tj. IR)

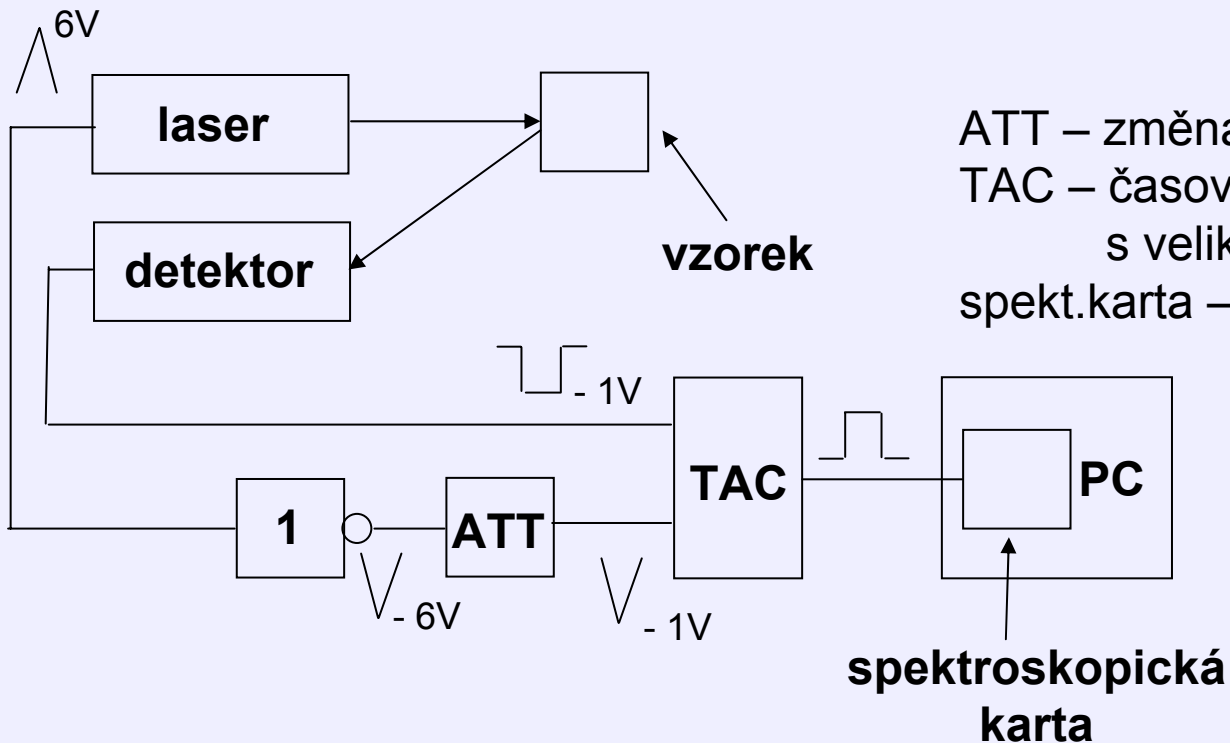
násobič frekvence – změní vlnovou délku na 532 nm

Laser je opatřen filtry zmenšující intenzitu světla a detektor filtrem propouštějící světlo s vlnovou délkou větší než má laser, tj. propustí pouze světlo z fluorescence

Způsob měření

provádí se tzv. **Časově korelované čítání fotonů (TCPC)**

- měření se provádí až milionkrát (frekvence impulsního laseru 10 kHz)
- výsledky jednotlivých měření se vynesou do histogramu

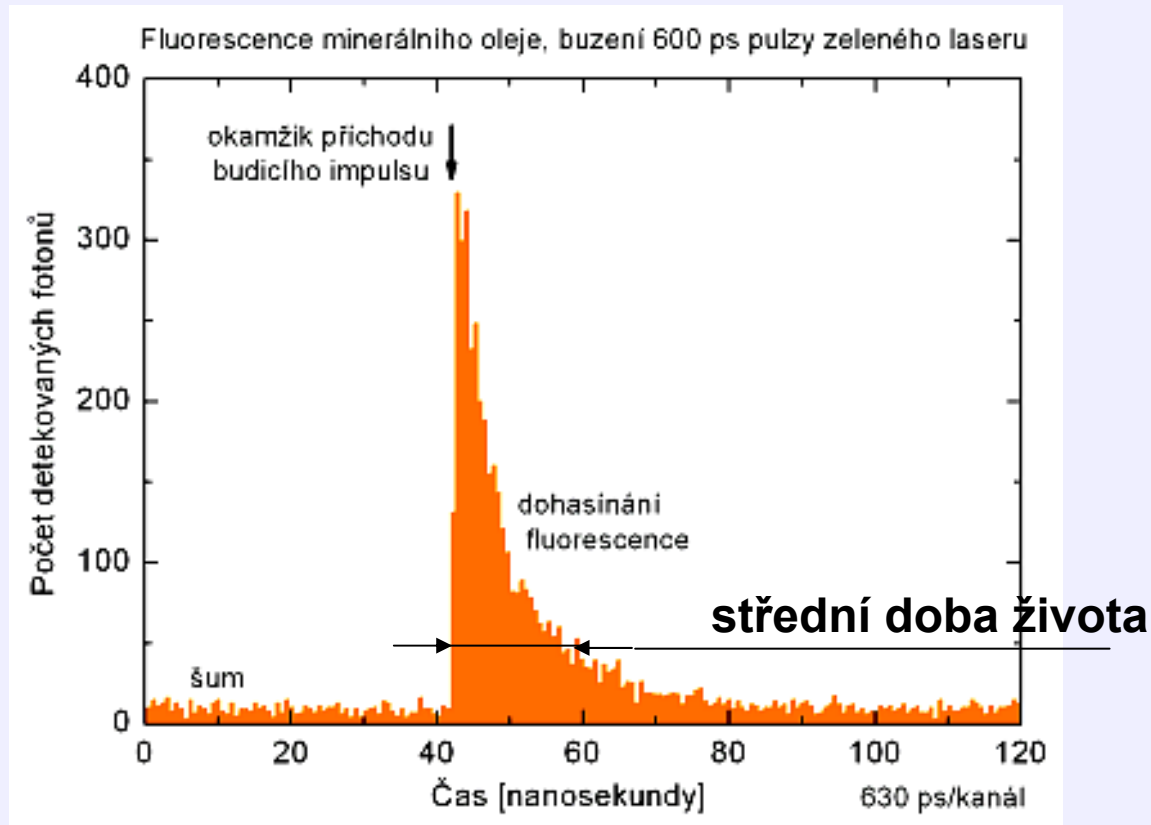


ATT – změna pulzu

TAC – časový rozdíl pulzů mění na pulz
s velikostí úměrnou čas.rozdílu

spekt.karta – vytvoření histogramu

Histogram



střední doba života = doba, po kterou se vyskytuje excitovaný stav elektronů

Výsledky měření

— fluorescence látek

Látka	Doba měření (s)	Počet fotonů	Doba života (ns)	Počet filtrů
Olej minerální	8	3 918	8	4
Olej motorový	9	3 853	17,29	4
Cukr	66	1 172	7,53	4
Vodný roztok cukru	174	849	3,86	4
Inkoust	102	620	4,63	4
Tekuté mýdlo	105	1 834	8,56	3
Tuhé mýdlo	60	2 652	7,43	4
Prací prášek (H ₂ O rozt.)	65	2 940	6,43	4
Sůl	42	345	4,74	3
Vodný roztok soli	40	619	7,13	3

Výsledky měření

— různé osvětlení (měření šumu)

Č.měření	1	2	3	4	5	6	7
signál/šum	92	11	1,9	1,6	0,96	0,42	0,38
fotony šumu	64	517	3121	3737	6167	13985	15702



růst osvětlení

hodnoty jsou platné pro motorový olej (měření prováděno po dobu 20 s)

olej emitoval průměrně 5900 fotonů během každého měření

z tabulky vyplývá, že měření se musí provádět při co nejmenším osvětlení

Shrnutí

Můj milý deníčku, dnes jsme poznali mnoho zajímavých věcí:

- pochopili jsme princip fluorescence
- byl nám vysvětlen princip detektoru fotonů
- pochopili jsme korelované čítání fotonů
- vyzkoušeli jsme si práci s impulsním laserem
- provedli jsme sérii měření fluorescence různých látek
- a mnoho dalších věcí.....

Poděkování

Účastníci miniprojektu by chtěli poděkovat supervisorům Ing. Lukáši Královi za vynikající výklad dané problematiky a Prof. Karlu Hamalovi za balíček vynikajících housek.

Dále chceme poděkovat Ing. Vojtěchu Svobodovi Csc. za skvělou organizaci Fyzikálního týdne.

Nakonec chceme poděkovat fakultě Jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT za možnost účasti na Fyzikálnímu týdnu a Nadačnímu fondu teoretické fyziky.