

# Pevnolátkové lasery

**Jan Berka**

Gymnázium Zábřeh  
berka.jan@ova.pvtnet.cz

**Július Horváth**

Gymnázium M. R. Štefánika Nové Mesto nad Váhom, Slovensko  
julkohorko@post.sk

**Jan Kraček**

Sportovní gymnázium a Gymnázium Kladno Sítná  
kracek@raz-dva.cz

## **Abstrakt:**

Pevnolátkové lasery jsou bezesporu nejpoužívanější ze všech typů, se kterými se dnes můžeme setkat, protože poskytují nejlepší poměr cena-výkon. Z toho důvodu jim právem patří velká pozornost. V úloze se seznámíme s teorií laseru, dále pak sestavíme kontinuální Nd:YAG laser, na kterém budeme pozorovat základní vlastnosti tohoto druhu laseru: časový průběh intenzity vysílaných paprsků; „dobu života“; příčnou strukturu svazku.

## **1 Úvod**

Laser je akronym z anglického „light amplified by stimulated emission of radiation“.

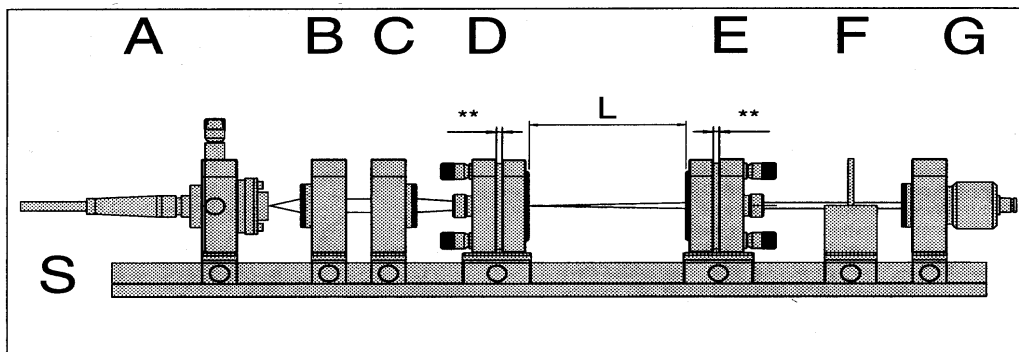
Laser je zařízení, které využívá jevu stimulované emise fotonů na vytváření koherentního záření. Při popisu principu laseru se setkáváme s těmito třemi základními pojmy:

1. Inverze populace: Situace, při které je na vzbuzené hladině více elektronů než na hladině základní. Toto se může docílit vhodným čerpáním aktivní látky. Toto čerpání může být optické (výbojka nebo dioda), elektrické (výboj nebo proud procházející p-n přechodem), chemické (chemické reakce vytvářející vhodné molekuly nebo ionty), čerpání jadernými reakcemi a.j.
2. Aktivní prostředí: Látka, ve které se elektrony nebo molekuly dají vhodným čerpáním vzbudit na požadovanou pracovní hladinu, ze které pak mohou emitovat záření. Pracovní látkou může být plyn (He:Ne laser, oxid uhličitý), kapalina (Rhodamin-barvivo), krystal (rubín, Nd:YAG, Er:YAG), polovodič (GaAs, GaAsN), molekuly (XeCl, XeF) nebo plazma ( $C^{5+}$ ).
3. Otevřený rezonátor: Dutina, do které se vkládá aktivní látka a která zajišťuje jev zpětné vazby. Většinou je tvořena dvěma zrcadly, ze kterých je jedno polopropustné a druhé odrazné. V podstatě jde o to, že emitovaná vlna z aktivní látky se odráží nazpět a při zpětném přechodu vzbuzuje další a další vynucené emise fotonů.

Pro realizaci laseru je třeba zvolit takové aktivní prostředí, ve kterém lze vytvořit inverzi populace energetických hladin elektronů a současně zabezpečit pomocí otevřeného rezonátoru kladnou zpětnou vazbu pro zesilování generovaného záření.

## 2 Experimentální uspořádání

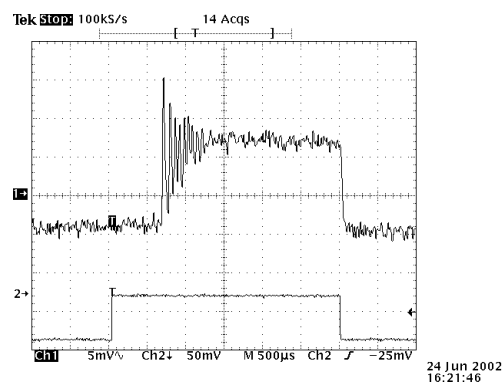
Pro naše experimenty jsme měli k dispozici stavebnici, ze které jsme sestavili laser podle následujícího schématu na obrázku 1.



**Obrázek 1:** Schéma laseru

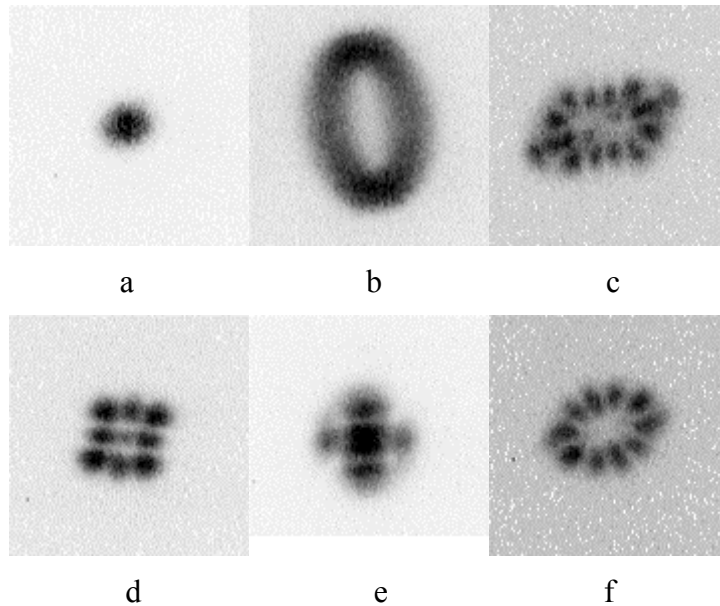
<i>optická lavice</i>	<b>S</b>
<i>laserová dioda</i>	<b>A</b>
<i>spojná čočka</i>	<b>B</b>
<i>sférická spojná čočka</i>	<b>C</b>
<i>Nd:YAG krystal</i>	<b>D</b>
<i>optický rezonátor.</i>	<b>D-E</b>
<i>detektor výstupního záření</i>	<b>G</b>

Pomocí osciloskopu jsme změřili časový průběh výstupního laserové záření v porovnání s časovým průběhem budícího záření. (viz obr. 2)



**Obrázek 2:** Časové průběhy laserového impulsu a čerpacího impulsu.

Pomocí CCD kamery jsme zachytili snímky příčné struktury svazku paprsků.



**Obrázek 3:** Příčné struktury svazků (*add a - základní mód svazku*)

### 3 Shrnutí

Seznámili jsme se s teorií laseru. V praktické části jsme pak sestavili kontinuální pevnolátkový laser. Získali jsme graf závislosti intenzity vysílaných paprsků na čase, naměřili jsme „dobu života“ elektronů na horní energetické hladině a pomocí CCD kamery zachytili snímky příčné struktury svazku paprsků.

### Reference:

- [1] Saleh, B.E.A. – Teich, M.C.: *Základy fotoniky - 3.díl* Matfyzpress, 1995
- [2] Vrboná, M. – Jelínková, H. – Gavrilov, P.: *Úvod do laserové techniky* ČVUT, 1994