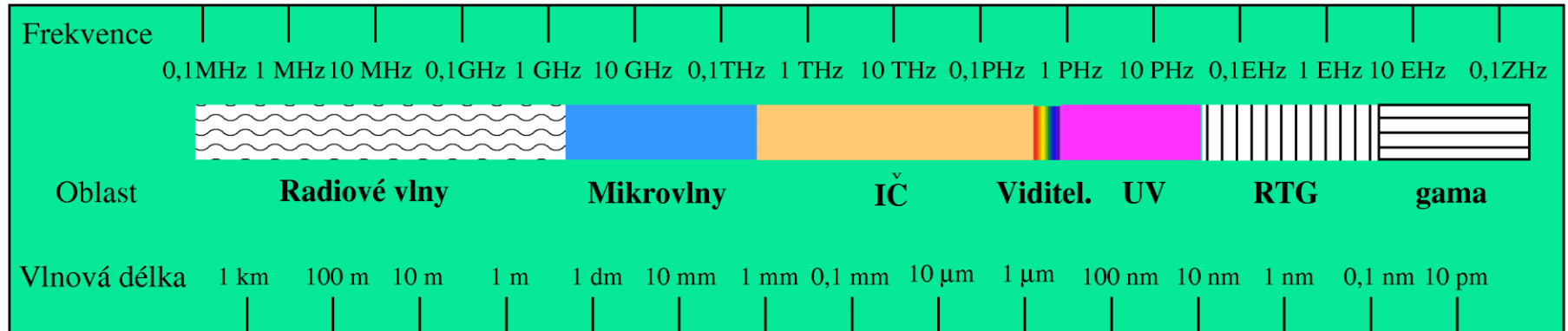


Lasery

Biofyzikální ústav LF MU

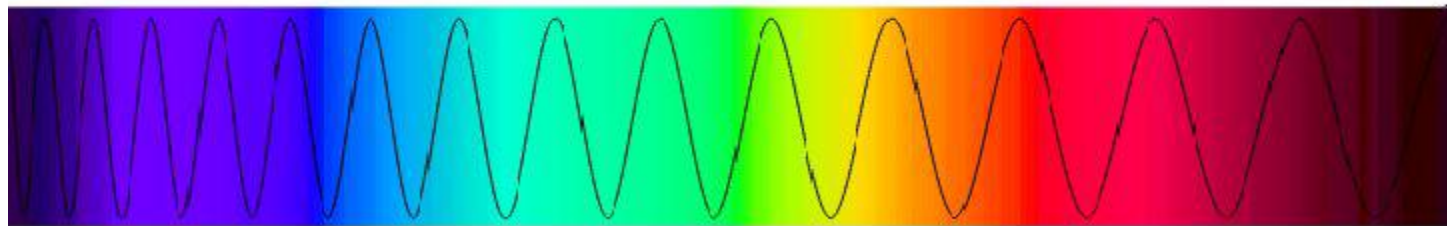
Projekt FRVŠ 911/2013

Elektromagnetické spektrum



400nm

700nm



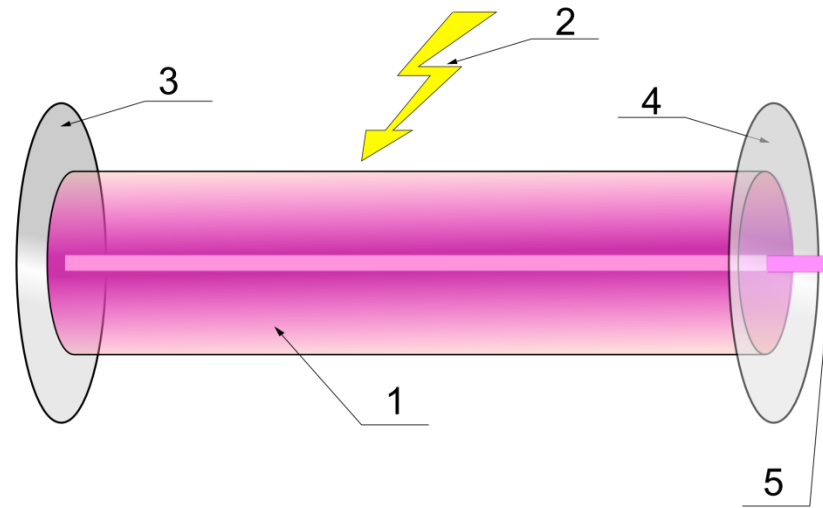
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:ElmgSpektrum.png>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Spectre.svg>

- **Rezonátor**
 - koncové zrcadlo (odrazivost 100%)
 - výstupní zrcadlo (odrazivost $<100\%$)
- **Aktivní prostředí (obsahuje oddělené kvantové energetické hladiny elektronů)**
 - plyny (plynové lasery)
 - monokrystal (pevnolátkové lasery)
 - polovodič s p-n přechodem (diodové lasery)
 - volné elektrony (lasery s volnými elektrony)
 - polovodičové multivrstvy (kvantové kaskádní lasery)
- **Součásti pro optické čerpání aktivního prostředí**
- **Chlazení (v případě potřeby)**

Fyzikální princip

- **Vhodné látce dodáme energii (čerpání optické, elektrické, chemické, termodynamické, jaderné).**
- **Látka absorbuje energii, v některých atomech dochází k excitaci.**
- **Ve chvíli, kdy převládne počet excitovaných částic nad počtem částic v nižším stavu energie, dochází k populační inverzi – vzniká aktivní prostředí.**
- **V tomto stavu látkou procházející optický paprsek produkuje víc stimulované emise než stimulované absorpce, tak je paprsek zesílen.**
- **Vzhledem k tomu, že v aktivním prostředí dochází také k spontánní emisi fotonů, tak tyto fotony můžou zastat funkci vstupní energie. Docílí se toho použitím odrazových zrcadel.**

Fyzikální princip



- 1 - Aktivní prostředí
- 2 - Dodávaná energie
- 3 - Zrcadlo - odrazivost 100%
- 4 - Zrcadlo - odrazivost 99%
- 5 - Výstupní laserový paprsek

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Laser.svg>

Dělení laserů

- **Skupenství aktivního prostředí:** pevná látka, kapalina, plyn, polovodič, aj.
- **Vlnová délka:** submilimetrové, infračervené, viditelné světlo, ultrafialové, rentgenové
- **Excitace:** optickým zářením, elektrickým polem, chemickou reakcí, elektronovým svazkem, atd.
- **Počet energetických hladin:** 2, 3 nebo více
- **Režim práce:** pulzní, kontinuální (spojitý)

Skupenství aktivního prostředí

Pevnolátkové lasery

- **Aktivním prostředím jsou krystalické nebo amorfní izolanty s příměsí vhodných iontů.**
- **Excitace je obvykle optická. Lasery mohou pracovat v různých režimech a za různých provozních podmínek, jsou stabilní a mají malé nároky na údržbu.**
- **Záření obvykle v oblasti IR nebo viditelného světla.**
- **Nejznámější je rubínový laser (červené světlo) nebo neodymový laser Nd:YAG (zelené světlo, IR).**

Skupenství aktivního prostředí

Kapalinové lasery

- **Aktivním prostředím jsou roztoky různých organických barviv.**
- **Pomocí několika druhů barviv a metod tzv. nelineární optiky je možno dosáhnout prakticky libovolných vlnových délek od 300 nm do 1500 nm.**
- **Použití např. v laserové spektroskopii.**
- **Nevýhodou je krátká životnost aktivního prostředí, které se teplem a světlem rozkládá.**

Skupenství aktivního prostředí

Plynové lasery

- **Aktivní prostředí je tvořeno atomy, ionty nebo molekulami.**
- **Pracují ve velmi širokém rozsahu vlnových délek v kontinuálním nebo pulzním režimu.**
- **Excitace je většinou pomocí elektrického výboje ve zředěném plynu. Optická excitace se používá zřídka.**
- **Nevýhodou je poměrně malý výkon.**
- **Nejrozšířenějšími jsou helium-neonový laser (červené světlo), CO₂ laser (IR záření) nebo argonový laser (zelené nebo modré světlo).**

Skupenství aktivního prostředí

Plynové lasery

- **Zvláštním typem plynového laseru jsou lasery excimerové, které jsou výkonným zdrojem ultrafialového záření.**
- **Aktivním prostředím jsou molekuly, vzniklé spojením dvou atomů různých vzácných plynů (např. F_2 , ArF, KrCl, KrF, XeCl, XeF, apod.) působením svazku elektronů.**

Skupenství aktivního prostředí

Polovodičové lasery

- **Patří mezi nejrozšířenější typy laserů.**
- **Zdrojem záření je tzv. laserová dioda. Diody mohou mít velmi malé rozměry, na druhé straně je jejich paprsek rozbíhavější než u jiných typů laserů.**
- **Fyzikální princip je založen na rekombinaci elektronů a děr na PN přechodu polovodiče.**
- **Účinnost diod je vysoká (až 50 %), jejich výkon se dá snadno měnit změnou elektrického proudu.**
- **Vlnová délka v rozsahu cca 375 až 1800 nm.**
- **Uplatnění zejména v telekomunikacích, ve výpočetní technice i spotřební elektronice.**

Vlastnosti laseru

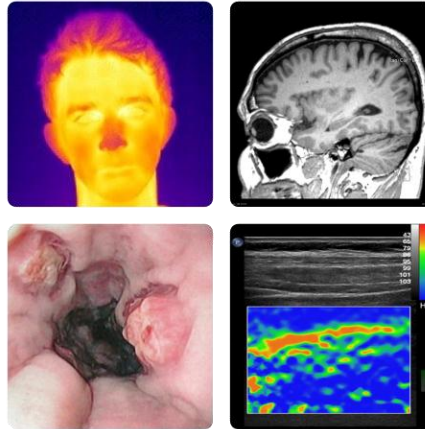
- **Koherentní paprsek** (téměř – difrakční jev způsobuje malou divergenci paprsku)
- **Monochromatický paprsek** (obsahující pouze jednu vlnovou délku nebo barvu)
- **Polarizovaný paprsek** (popisuje jev, kdy se vektor elektrické složky v rovině kolmé na pohyb stáčí)
- **Výkon od několika mW až po kW**
- **Účinnost přeměny energie na světlo 20 %**
- **Podle bezpečnostních směrnic se dělí do 4 tříd**

Aplikace laseru

- **Vědecké** (spektroskopie, měření vesmírných vzdáleností, fotochemie, nukleární fúze, LIDAR)
- **Vojenské** (SDI, laserové vidění, rušení satelitů, značkování cíle)
- **Průmyslové/komerční** (řezání a úprava materiálu, čtení čárových kódů, laserová ukazovátka, holografie, optická komunikace)
- **Spotřebitelské** (laserové tiskárny, optické přehrávače CD a DVD, světelné projekce)

- **Diagnostika** (skenovací oftalmoskop, biometrie oka, tomografie povrchu rohovky, atd.)
- **Biostimulační léčba** (urychlení tkáňových procesů)
- **Fotodynamická léčba** (selektivně se zvýší citlivost cílové tkáně na laserové záření, které potom tuto tkáň zničí)
- **Fototermická léčba** (přeměna energie laseru na teplo)
- **Fotoablace** (laserové operace oka: metody LASIK, LASEK)

- **Kosmetické operace** (odstranění tetování, jizev, skvrn od slunce, vrásek, mateřských znamének, ochlupení, aj.)
- **Laserový skalpel**
- **Stomatologie** (zubní kazy, bělení zubů , zubní operace)
- **Fotodyzruptivní léčba** (vysokoenergetický laser vytvoří ve tkáni plazmatický výbuch, který může rozbít jemné oční struktury)



Děkuji za pozornost !