

Zdroje optického záření

- tepelné
- výbojky
- polovodičové
- lasery
- synchrotronové záření

Obvykle se charakterizují zářivostí (zářivý výkon na jednotkovou plochu zdroje a jednotkový prostorový úhel)

$$L = \frac{\partial^2 P}{\partial S_{\text{zdroj}}^{\text{norm}} \partial \Omega}$$

1. Tepelné zdroje

Spojité spektrum, vyzařování se řídí podle Planckova a Kirchhoffova zákona

emisivita **záření absolutně černého tělesa**

$$L_{\lambda}(\lambda, T) = \epsilon(\lambda, T) L_{\lambda}^0(\lambda, T)$$

Kirchhoffův zákon **absorptivita** **reflektivita**

$$\epsilon(\lambda, T) = \mathcal{A}(\lambda, T)$$

neprůhledné těleso: $\mathcal{A}(\lambda, T) = 1 - \mathcal{R}(\lambda, T)$

Planckův zákon

$$L_{\lambda}^0(\lambda, T) = C_1 \lambda^{-5} \left[\exp(C_2 / \lambda T) - 1 \right]^{-1}$$

$$C_1 = 11910 \text{ W} \mu\text{m}^4 \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1}$$

$$C_2 = 14387,9 \mu\text{mK}$$

- ❖ žárovka (žhavené wolframové vlákno)
viditelná a blízká infračervená oblast
- ❖ absolutně černé těleso (vyhřívána dutina)
používá se ke kalibračním účelům

infračervené zdroje (povrch se zvýšenou emisivitou v IR oblasti):

- ❖ globar (tyčinka karbidu křemíku žhavená procházejícím proudem)

2. Výbojky

spontánní emise atomů (molekul) nebo jejich kationtů po srážkách s elektrony ve výboji

u stejnosměrně napájených výbojek – záření katodového a anodového sloupce



dnes se používají výbojky s různým provozním tlakem:

✓ nízkotlaké

- na atomech zdroj s úzkým čarovým spektrem,
použití pro spektrální kalibrace - Na, Ne, Zn, Rb, Ar
nebo zdroj záření o definované vlnové délce – Na, He
- D2 výbojka – spojité spektrum v UV oblasti

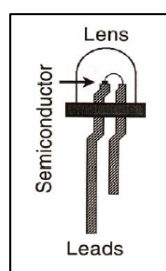
✓ středotlaké

✓ vysokotlaké

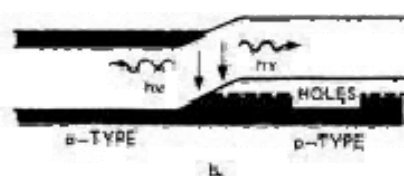
- s rostoucím tlakem se zvyšuje zářivý výkon, ale rozšiřuje se spektrum
- osvětlovací tělesa – Na
- projekční lampy – Xe
- excitační zdroje pro luminiscenční měření – Hg, Xe
- zdroj pro vzdálenou infračervenou oblast - Hg

3. Svítící diody

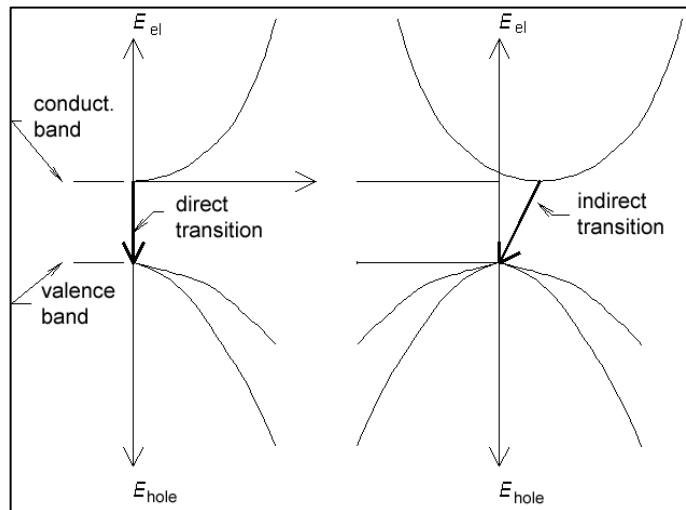
Light Emitting Diod (LED)



spontánní emise při zářivé rekombinaci vodivostního elektronu a díry na p-n přechodu



nutnou podmínkou je tzv. přímý přechod
(bez změny kvaziimpulsu)
nelze realizovat na křemíku



V posledních letech se podařilo dosáhnout vysoký zářivý výkon a variabilitu v poloze maxima emise – vhodné nenáročné excitační zdroje

4. LASER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Laser ... generátor optického záření

Generátor = zesilovač + zpětná vazba

absorpce

$$\frac{d P_{1 \rightarrow 2}}{d t} = B_{12} w_{12}$$

emise

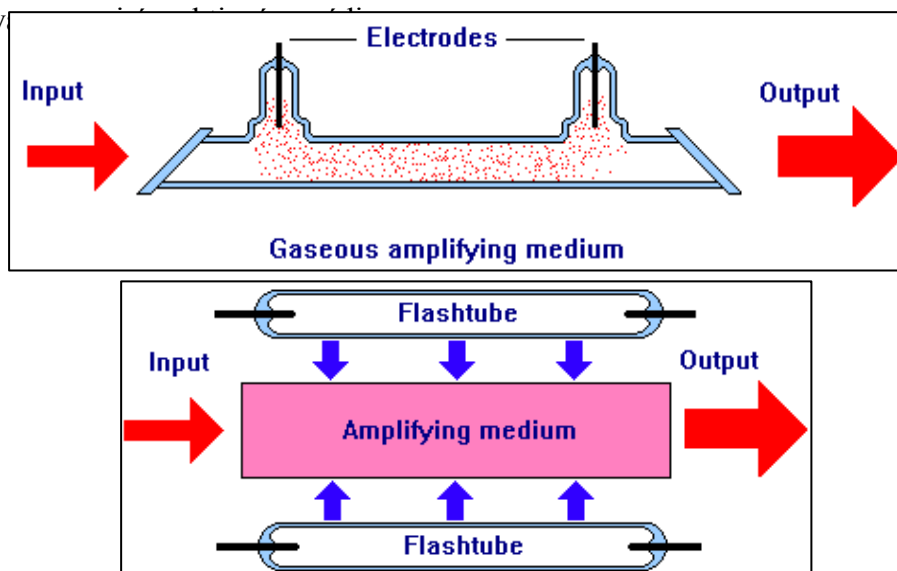
$$\frac{d P_{2 \rightarrow 1}}{d t} = B_{12} w_{12} + A_{12}$$

spontánní

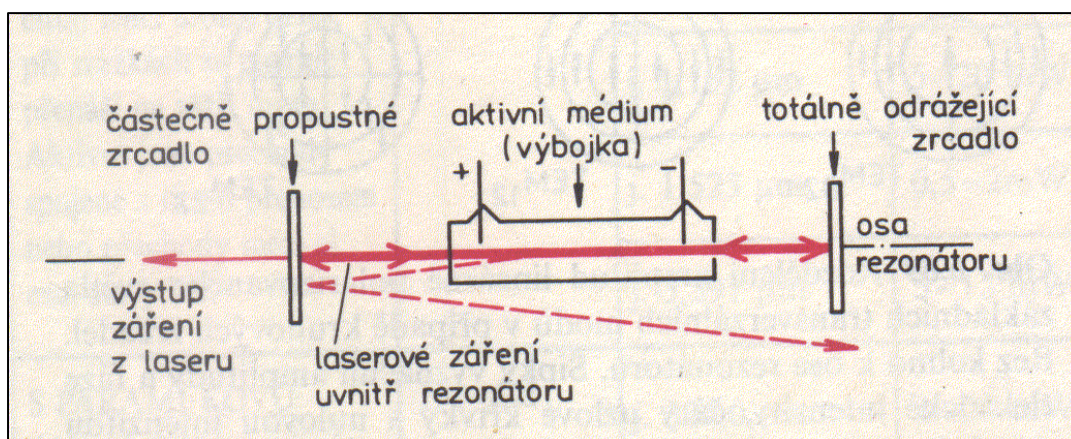
stimulovaná

Zesílení mechanismem stimulované emise na dvojici hladin s inverzním obsazením

Zesílení stimulov



Zavedení optické zpětné vazby - rezonátor



Vlastnosti laserového záření

Vysoká:

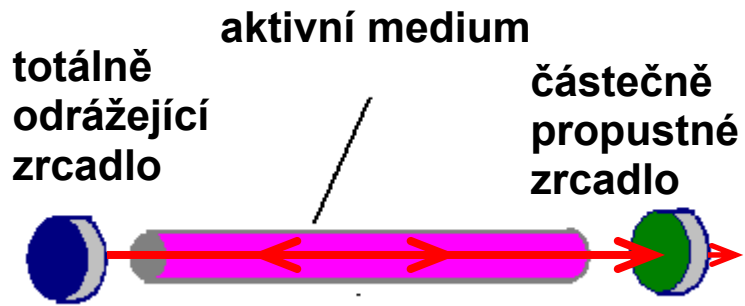
- směrovost
- spektrální hustota
- koherence
- Možnost nastavení:
 - časového režimu
 - polarizace

Čím lze lasery charakterizovat a podle čeho roztříd'ovat ?

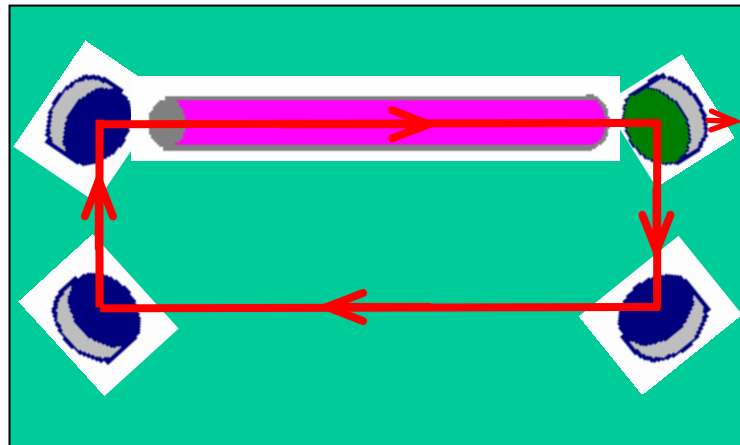
- **typ aktivního média**
- konstrukce rezonátoru
- spektrální charakteristika emitovaného záření
- módová struktura
- časový režim
- mohutost vysílaného záření
- polarizace

Konstrukce rezonátoru

- **lineární rezonátor**
nejčastější řešení, stojatá vlna



- **kruhový rezonátor**
postupná vlna (prstencové lasery)



- **otevřený rezonátor**
běžící jednorázová vlna

Spektrální charakteristiky emitovaného záření

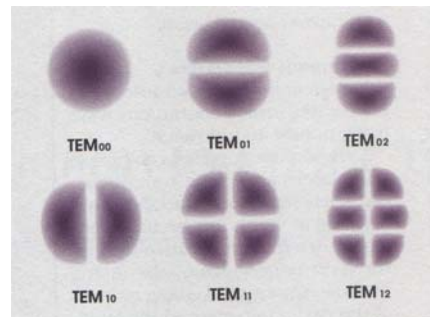
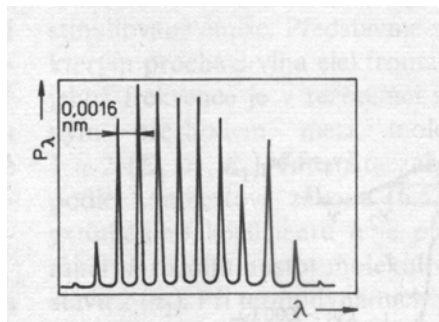
spektrální pásmo: mikrovlnné (MASERY)
infrachervené
viditelné
ultrafialové
rentgenové

vlnová délka: jedna pevná
několik pevných
laditelné diskretně
laditelné spojitě

Módová struktura

podélné módy (podmínka stojaté vlny)

příčné módy



jednomódové X multimódové lasery

nejčastější je laser pracující na základním příčném módu TEM00, ale s více podélnými módy

Časový režim**•kontinuální lasery**

stálý vyzařovaný výkon

• pulzní lasery

vyzařování v pulzech

charakterizuje se dobou trvání pulzu a opakovací frekvencí

délky pulzů od mikrosekund po femtosekundy

Vyzařovaný výkon**výkonové lasery od 1W**

úzce souvisí s nebezpečností laserového zdroje (třídy laserů)

Polarizace**polarizované X nepolarizované emitované záření**

pokud polarizace, pak lineární

důležitá je polarizační rovina (vertikální X horizontální)

Plynové lasery

aktivní medium je přímo výbojka

•na neutrálních atomech**• iontové****• molekulární****• excimerové****Pevnolátkové lasery**

pevnolátkové v užším smyslu: příměs v krystalu, přenos energie na příměs, optické čerpání

polovodičové: zářivá rekombinace elektronů a děr na P-N přechodu

Kapalinové lasery - barvivové

zářivý elektronově-vibrační přechod molekul barviva v roztoku, čerpání optické

5. Sychrotronové záření

elektron nebo pozitron na kruhové dráze (pod vlivem dostředivého zrychlení) s rychlostí blízkou

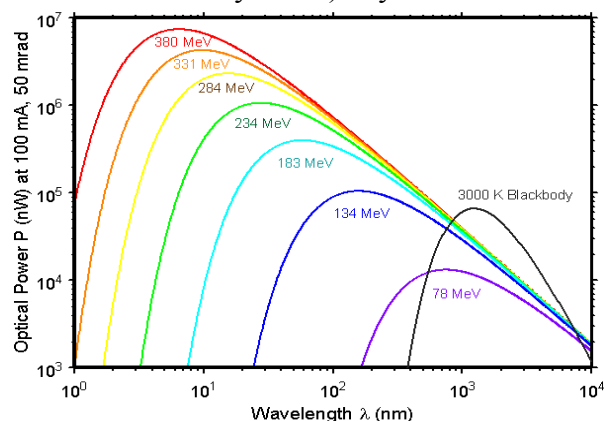
c

- velmi široké spojité spektrum s velkým výkonem ve vysokých frekvencích

- malá divergence, svázané s polarizací

- pulsy s ns délkou přesně opakované

Složitě, velké a drahé zařízení, používá se v optické spektroskopii nejčastěji jako zdroj ve vakuové ultrafialové oblasti případně vzdálené infračervené



Otázka: Volba vhodného zdroje optického záření s ohledem na konkrétní spektroskopickou metodu.