



LASERY



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Laser

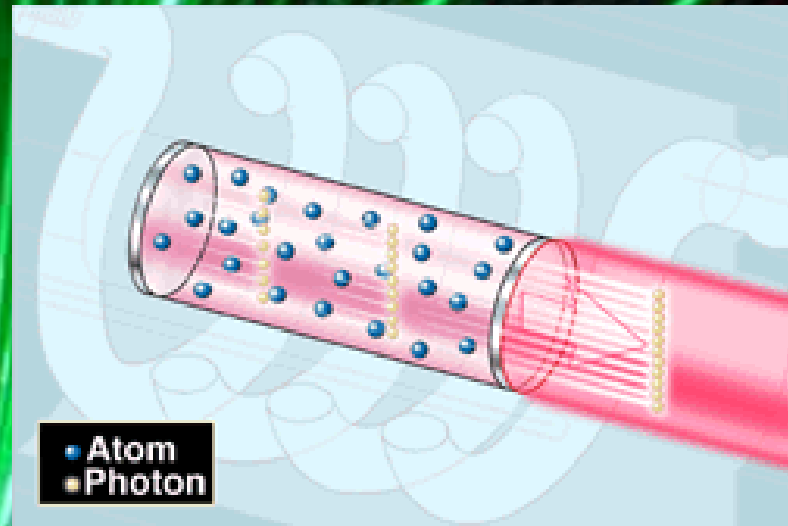
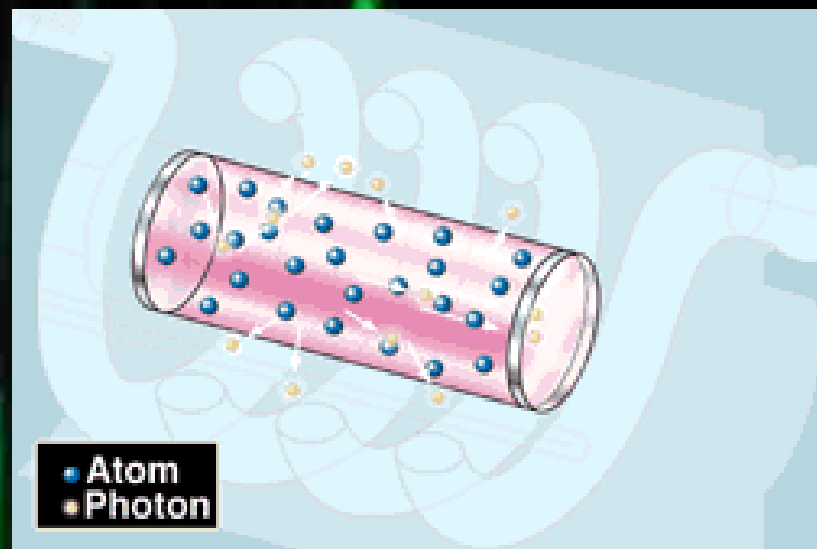
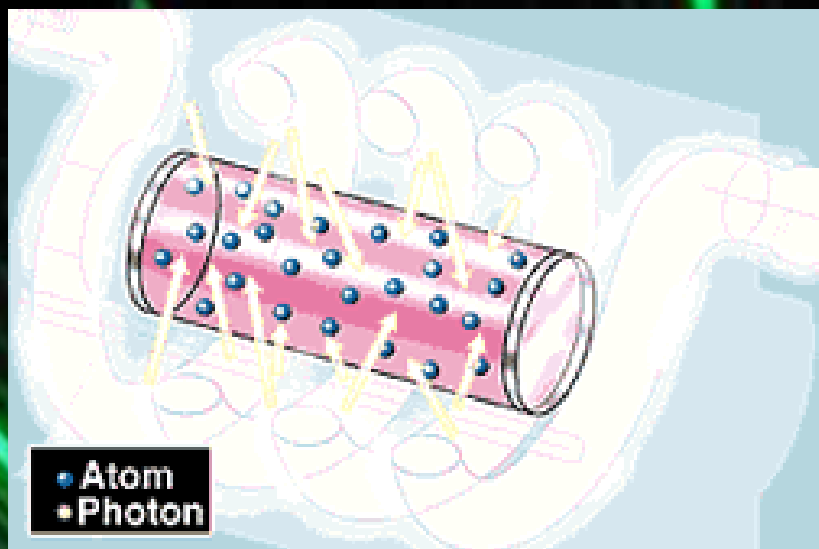
- ***Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*** – zesílení světla stimulovanou emisí záření.
- První rubínový laser byl zkonstruován T.H. Maimannem v r. 1960.
- Hlavní části laseru:
 - Aktivní prostředí
 - Optický rezonátor
 - Zdroj excitační energie

Laser

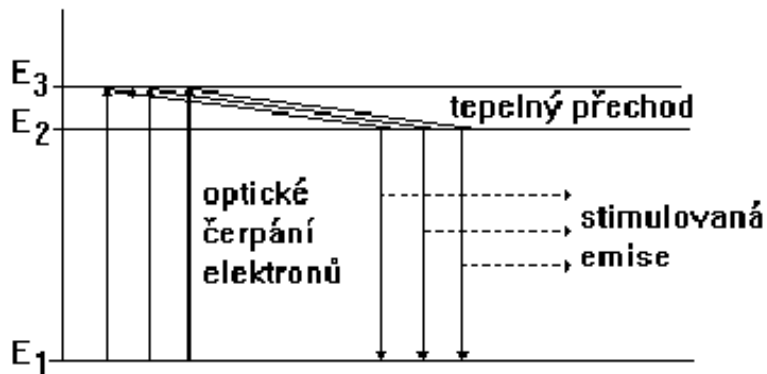
Princip laseru:

střídající se **excitace** a **deexcitace**.

- Elektrony v atomech aktivního prostředí jsou excitovány (přivedeny do vyššího energetického stavu) zdrojem excitační energie („optické čerpání“).
- Po deexcitaci budícím fotonem vznikají nové fotony o téže energii a proces se opakuje – nastává zesílení.

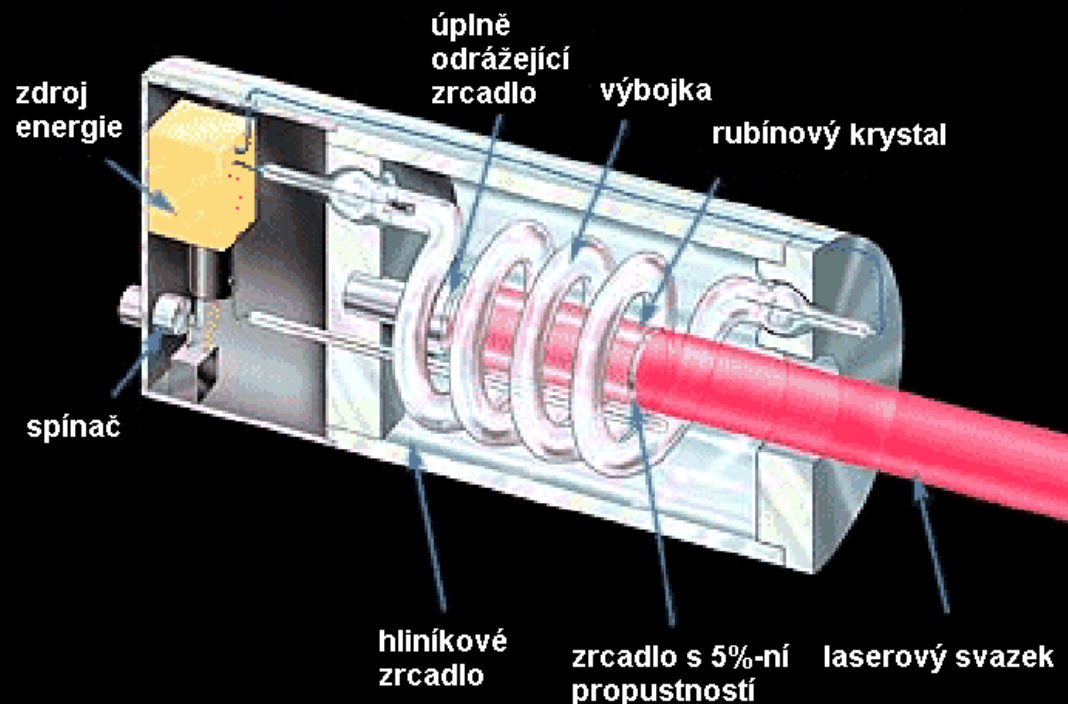


Tříhladinový laser



U takzvaných **tříhladinových laserů** je třetí energetická hladina široká, takže pro optické čerpání není nutno používat monochromatické (tj. monoenergetické) světlo. Protože rozdíl mezi druhou a třetí energetickou hladinou je malý, přeskok elektronů na druhou energetickou hladinu je spontánní („tepelný“) – elektrony čekají na této hladině na budící foton.

Součásti prvního rubínového laseru



Lasery

- **Pevné I.** (kompaktní, polovodičové): rubínový laser (694,3 nm), neodymový (1,06 μm),
- **Polovodičové I.** – založeny na principu elektroluminiscence.
- **Kapalinové I.** Jako aktivní prostředí se používá roztok organického barviva. Výhoda: lze je naladit na různé vlnové délky (od blízké oblasti IR přes VIS po UV).
- **Plynové I.** Důležité pro lékařství. Helium-neonový laser (1,06 μm) a iontové lasery (argonový a kryptonový). CO₂-N₂-He-laser atd.
- **Plazmové I.** Aktivním prostředím je plazma, např. plně ionizovaný uhlík – vyzařují měkké rentgenové záření.
- Lasery mohou pracovat ve dvou režimech: **spojitě** a **pulzně**
- Výkony laserů sahají od 10⁻³ po 10⁴ W. Nízkovýkonové lasery (soft-lasery) se používají hlavně ve fyzikální terapii. Lasery s vysokým výkonem se používají jako chirurgické nástroje (laserový skalpel).

Účinky laserového záření

- Laserové světlo je monochromatické a koherentní. To umožňuje soustředit laserový paprsek na malou plochu a dosáhnout výkonové hustoty, která umožňuje použít tento chirurgický nástroj i v mikrochirurgii. Laserový paprsek může být zaměřován pomocí zrcadel, čoček nebo optických vláken. Fotony se absorbují v povrchové vrstvě tkání.
- Tepelné účinky závisejí na výkonové hustotě světla a jeho vlnové délce. Využívají se hlavně v chirurgii a mikrochirurgii. Netepelné účinky jsou typické pro soft-lasery, málo závisejí na vlnové délce – jsou založené na molekulárních účincích (působení na enzymy dýchacího řetězce, zvyšování replikace mitochondriální DNA, zvyšování enzymové aktivity). Dochází též k ovlivňování membránových potenciálů, patrně prostřednictvím změn propustnosti membrán pro ionty Na^+ , K^+ a Ca^{++} .
- Laserové světlo má též fotodynamické účinky – chemické změny neaktivních látek ozářených laserovým světlem určité vlnové délky mohou vést k tvorbě biologicky aktivních (cytotoxických) sloučenin.

Laserová terapie – bezpečnost



- V **neinvazivní fototerapii** se používají výkony pod 500 mW. Lasery se dělí do tříd:
 - II (výkon do 1 mW),
 - IIIa (výkon do 5 mW)
 - IIIb (výkon do 500 mW).
- Chirurgie: Výkonové lasery třídy IV
- **Bezpečnost:**
 - Nálepky na laserech musí označovat třídu,
 - Od třídy IIIb též varování před poškozením očí fokusovaným paprskem
 - Zdravotnický personál stejně jako pacienti musí mít brýle, které absorbují laserové světlo dané vlnové délky.

Terapie pomocí soft-laserů

- Povrchové aplikace – krátké vlnové délky, hlubší aplikace – dlouhé vlnové délky (blízká IR oblast).
- *laserová pera* jsou jednoduchá zařízení založená na laserových diodách, napájená bateriemi, s konstantním nastavením výkonu.
- **Malé lasery** (kapesní) s výměnnými hlavicemi, mohou pracovat s různými frekvencemi impulsů.
- **Stolní lasery** – uživatelský komfort, četné funkce a aplikace.



Laserové pero



Stolní soft-laser

Terapie pomocí soft-laserů

- **Analgetický účinek:** zvyšování parciálního tlaku O_2 , zvýšení klidového potenciálu → snížení excitability.
- **Protizánětlivý účinek** by měl být způsoben aktivací monocytů a makrofágů, zvýšenou fagocytózou, zvýšenou proliferací lymfocytů.
- **Biostimulační účinek:** uvádí se zvýšená syntéza kolagenu, lepší krevní zásobení, rychlejší regenerace některých tkání.
- Oblasti použití: laryngologie, zubní lékařství, ortopedie a gynekologie. *Jen zřídka se laser užívá pro monoterapii.*
- Názor: většinou jde o **placebový** účinek, specifické působení soft-laserů je z vědeckého hlediska málo průkazné.



?

Chirurgická laserová jednotka

Aplikace laserů s vysokým výkonem

Všeobecná chirurgie:

Laser může být použit jako optický skalpel s bezkontaktním řezem. Krevní cévy jsou koagulovány, takže řez prakticky nekrvácí. Rychlost řezání závisí na intenzitě (výkonové hustotě) a na vlastnostech tkáně. Nejčastěji používané lasery jsou infračervené, zejména CO₂ laser (10,6 μm) nebo Nd:YAG laser (1,064 μm).

Oftalmologie:

Vedle svého využití v mnoha optických vyšetřovacích přístrojích, jsou lasery používány zejména pro fotokoagulaci sítnice a tzv. fotoablaci rohovky za účelem odstranění refrakčních vad.

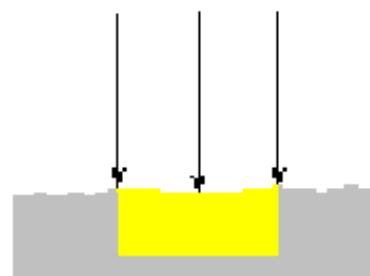
Lasery používané pro **fotokoagulaci** jsou především Nd:YAG se zeleným světlem 532 nm a nastavitelným výkonem do 1,5 W.

Pro odstraňování refrakčních vad rohovky – **fotoablaci** – se používají excimerové (*excited dimers*) ArF nebo KrF lasery. Emitují UV záření o vlnové délce 193 nm. Způsobují fotochemickou ablací makromolekul kolagenu v rohovce (každý impuls odstraňuje vrstvu tkáně o tloušťce 0,1 – 0,5 μm). Cílem je změnit zakřivení rohovky a tím i její lámavost, což vede ke zlepšení vidění pacienta.

Aplikace laserů s vysokým výkonem

- V **zubním lékařství** se používají neodýmové a erbiové YAG lasery. Nd:YAG laser ($1,064\text{ }\mu\text{m}$) se používá v ústní chirurgii a endodoncii. Er:YAG laser ($2,940\text{ }\mu\text{m}$) je využíván pro přesnou preparaci zubní skloviny a dentinu.
- V **dermatologii** se používá rubínový laser (690 nm) nebo jiné typy laserů včetně Nd:YAG a alexandritového (nastavitelný od 720 do 830 nm , světlo je dobře pohlcováno melaninem v kůži). Hlavní aplikaci představuje fotokoagulace varikózních žil, odstraňování bradavic, tetování a vrásek i depilace.

laserový svazek



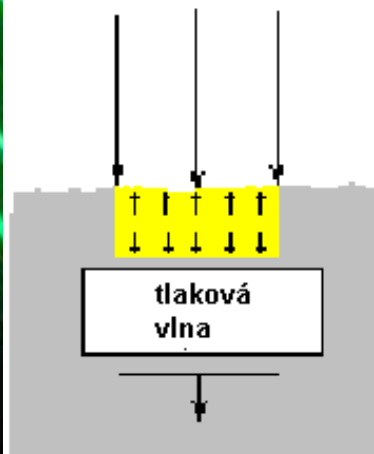
absorpce

$$E \leq E_v$$

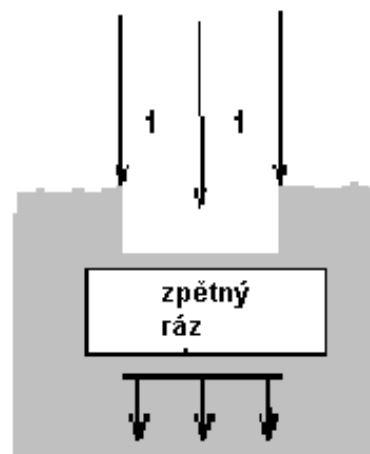
$$E \gg E_v$$

$$E > E_v$$

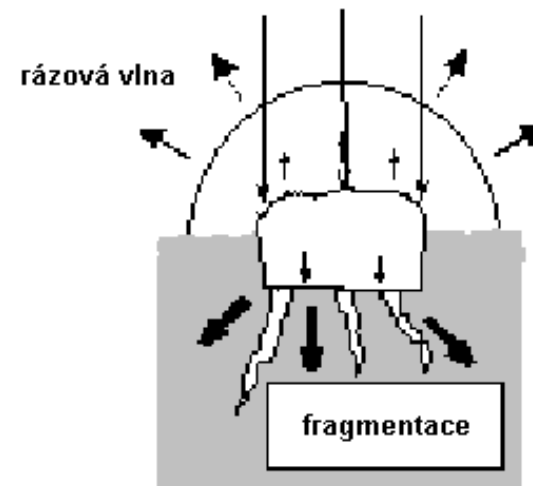
thermoelastické působení



rychlé odpaření



vytvoření plazmy



Aplikace laseru



BEFORE



AFTER

Odstraňování vrásek



Odstraňování zubního kazu



Odstraňování bradavic



Yttrium Aluminium Granátu

Nd:YAG laser je v dnešní době nejpoužívanější typ pevnolátkového laseru. Aktivním materiálem je izotropní krystal Yttrium Aluminium Granátu ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) dopovaný ionty neodymu (Nd^{3+}). Buzen je nejčastěji xenonovou výbojkou nebo diodou.

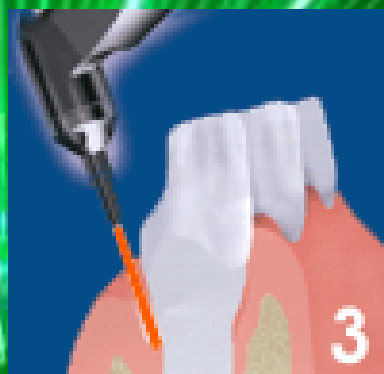
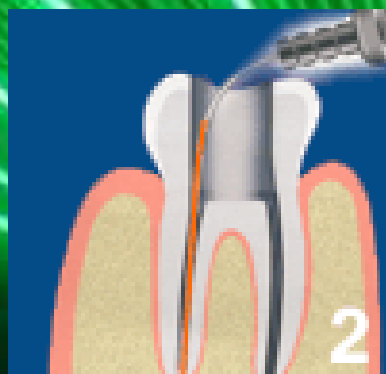
Laserové přístroje

- **Přístroj Key Laser 3 ošetří:** zubní kaz trvale a šetrně bez vrtání, paradentozu bez použití skalpelu s krátkou dobou hojení, riziková místa vzniku zubního kazu u dětí, prořezávání zubů moudrosti bez chirurgického zásahu. Přesně vyhledá a šetrně odstraní zubního kámene na těžko dostupných místech.

<http://www.bezbolestne.eu/zubni-pristroje.htm>



- **Léčba zubního kazu** - bezkontaktní odstranění zubního kazu, ke sterilizaci povrchu zubu před pečetěním žvýkacích plošek a k ošetření citlivých zubních krčků (1). **Ošetření kořenového kanálku** - ke sterilizaci kořenového kanálku při zánětu zubní dřeně. Touto laserovou koncovkou je rovněž možné proniknout přes kořenový hrot, pokud již zánět pronikl až do oblasti kolem kořenového hrotu (2). **Léčba zánětu dásní a přilehlé kosti** - odstranění zubního kamene a sterilizaci zánětlivého okolí. Díky diagnostice laserové sondy přístroj vysílá laserový paprsek pouze do míst, kde je přítomen zubní kámen, samotný povrch zubu zůstává nedotčený (3). **Chirurgie** - používá se jako dokonalý chirurgický nůž. Výhodou je, že místo v okolí řezu nekrvácí, je sterilní a hojí se bez jizvy(4)



Laserové přístroje



Diagnocent- diagnostika zubního kazu, odhalí místo s odvápněnou sklovinou nebo kaz v těžkopřístupných místech



Děkuji za pozornost !!!

Autoři:

Mgr. Naděžda Vašková

Prof. Vojtěch Mornstein