

Bezpečnost při práci s LASERovým zářením

Ing. Jan Skapa, Ph.D.

jan.skapa@vsb.cz

Katedra telekomunikační techniky
VŠB-TU Ostrava

15. března 2017

Proč jsme tady?

Všichni víme, co LASERy dovedou!

Proč jsme tady?

Všichni víme, co LASERy dovedou!

▶ Spustit video

Co je světlo?

Co je světlo?

Paprsky?

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

⇒ čím vyšší frekvence f tím kratší délka vlny λ

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

⇒ čím vyšší frekvence f tím kratší délka vlny λ

Energie světla $E = hf \text{ [J]}$

Planckova konstanta $h = 6,6252 \cdot 10^{-34} \text{ [Js]} = 4,1 \text{ [}\mu\text{eV/GHz]}$

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

⇒ čím vyšší frekvence f tím kratší délka vlny λ

Energie světla $E = hf \text{ [J]}$

Planckova konstanta $h = 6,6252 \cdot 10^{-34} \text{ [Js]} = 4,1 \text{ [}\mu\text{eV/GHz]}$

Výkon světla P – množství energie vyzářené za jednotku času.

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

⇒ čím vyšší frekvence f tím kratší délka vlny λ

Energie světla $E = hf \text{ [J]}$

Planckova konstanta $h = 6,6252 \cdot 10^{-34} \text{ [Js]} = 4,1 \text{ [}\mu\text{eV/GHz]}$

Výkon světla P – množství energie vyzářené za jednotku času.

⇒ stejná energie E za delší čas => menší výkon.

Co je světlo?

Paprsky?

Elektromagnetické vlnění?

Proud fotonů?

Rychlost světla $c = 299792458 \text{ [ms}^{-1}\text{]} = 3 \cdot 10^8 \text{ [ms}^{-1}\text{]}$

Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

⇒ čím vyšší frekvence f tím kratší délka vlny λ

Energie světla $E = hf \text{ [J]}$

Planckova konstanta $h = 6,6252 \cdot 10^{34} \text{ [Js]} = 4,1 \text{ [}\mu\text{eV/GHz]}$

Výkon světla P – množství energie vyzářené za jednotku času.

⇒ stejná energie E za delší čas \Rightarrow menší výkon.

⇒ stejný výkon P v krátkém čase \Rightarrow velká energie (pulzní LASERy).

S čím pracujete?

- Vlákna – MM nebo SM?

S čím pracujete?

- Vlákna – MM nebo SM?
- Vlnová délka λ ?

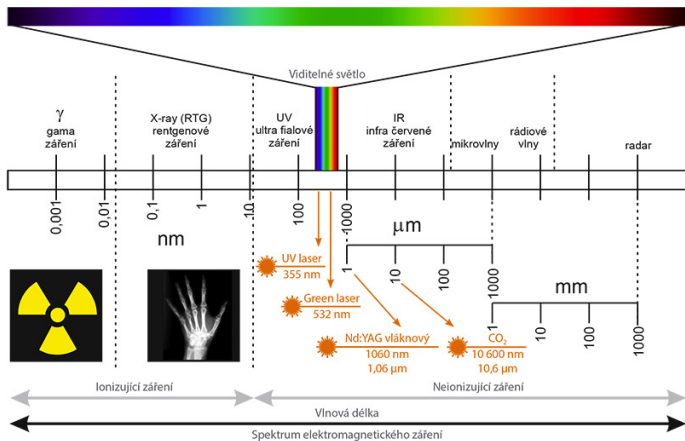
S čím pracujete?

- Vlákna – MM nebo SM?
- Vlnová délka λ ?
- Zdroje – LED nebo LASER?

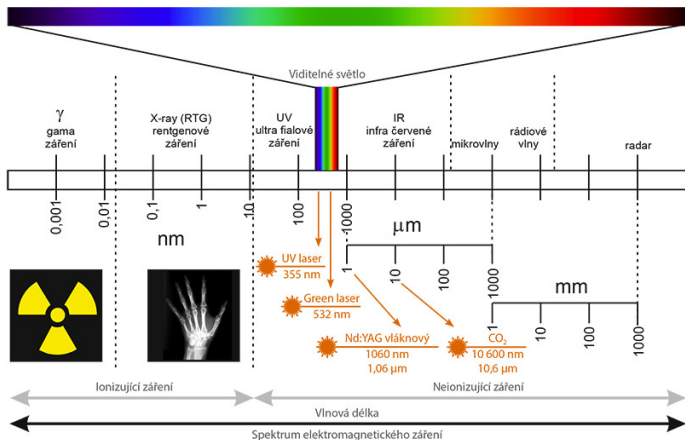
S čím pracujete?

- Vlákna – MM nebo SM?
- Vlnová délka λ ?
- Zdroje – LED nebo LASER?
- Výkon zdrojů?

Spektrum elmag. vlnění

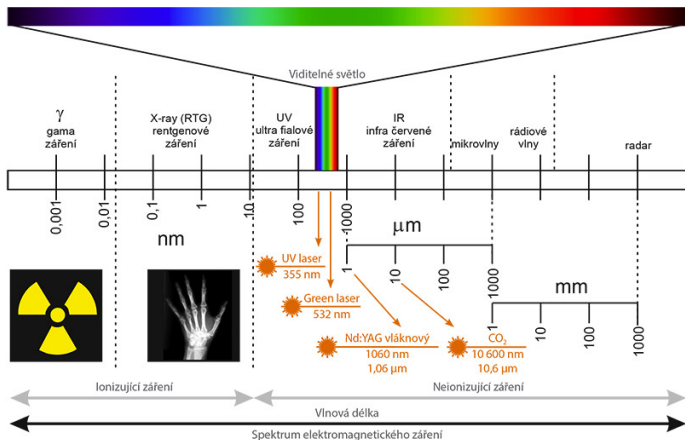


Spektrum elmag. vlnění



Kterým směrem narůstá osa λ ?

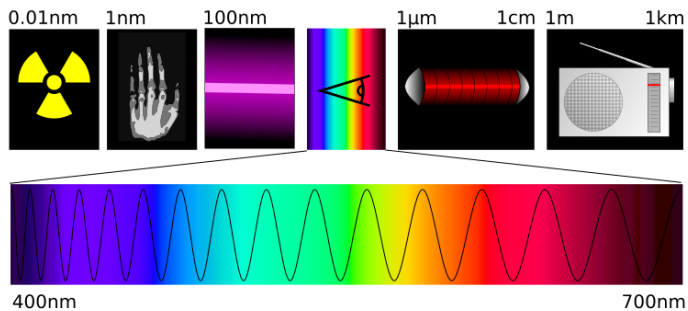
Spektrum elmag. vlnění



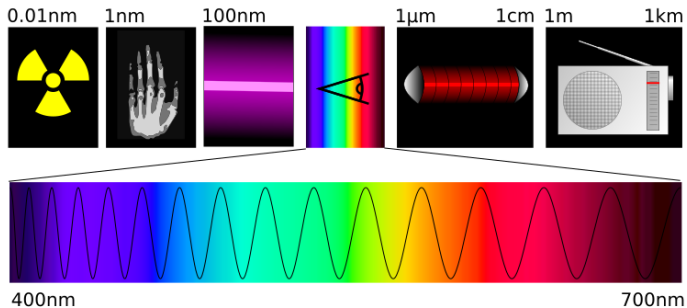
Kterým směrem narůstá osa λ ?

Kterým směrem narůstá osa f ?

Spektrum elmag. vlnění



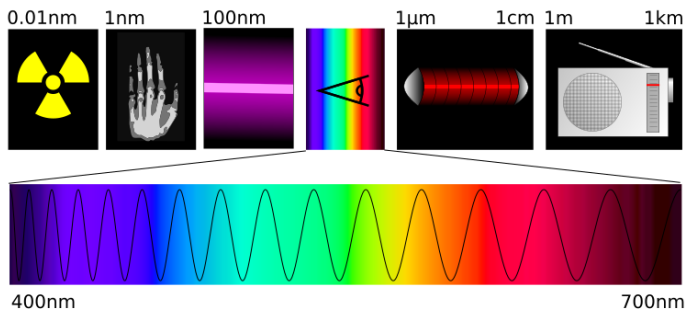
Spektrum elmag. vlnění



Barvičky:

fialová (400 nm) ⇒ modrá (450 nm) ⇒ zelená (525 nm) ⇒ žlutá (580 nm) ⇒ oranžová (600 nm) ⇒ červená (650 nm)

Spektrum elmag. vlnění



Barvičky:

fialová (400 nm) ⇒ modrá (450 nm) ⇒ zelená (525 nm) ⇒ žlutá (580 nm) ⇒ oranžová (600 nm) ⇒ červená (650 nm)

Na jakých „barvičkách“ provozujeme optické vláknové komunikace?

Co je LASER?

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Stimulovaná emise \Rightarrow záření

- kolimované (nerozbíhá se),

Co je LASER?

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Stimulovaná emise \Rightarrow záření

- kolimované (nerozbíhá se),
- monochromatické (úzké spektrum),

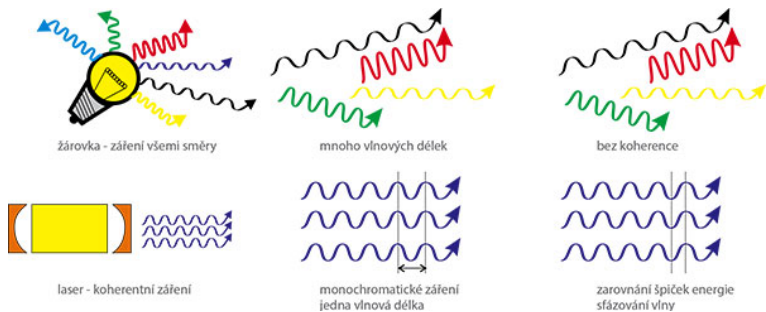
Co je LASER?

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Stimulovaná emise \Rightarrow záření

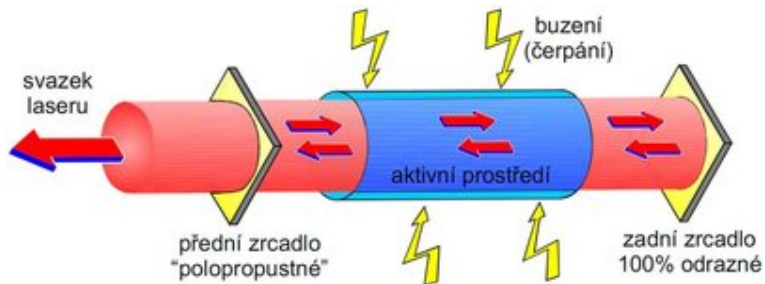
- kolimované (nerozbíhá se),
- monochromatické (úzké spektrum),
- koherentní (vlny ve fázi).

Co je LASER?



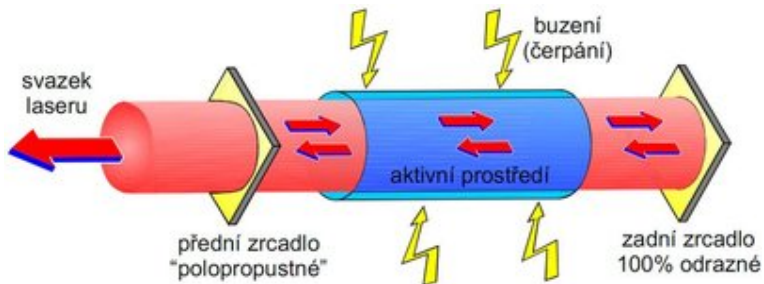
Obrázek: LASER - princip koherence

Co je LASER?



Obrázek: LASER - rezonátor

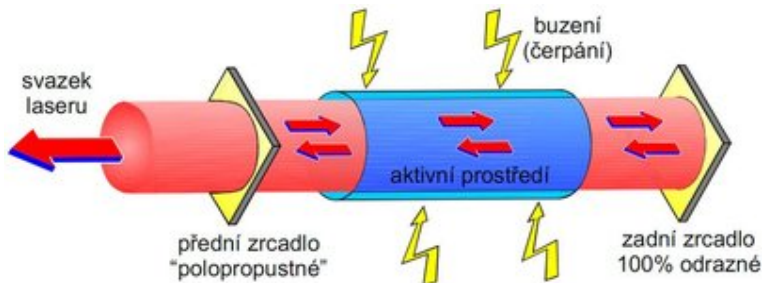
Co je LASER?



Obrázek: LASER - rezonátor

Čerpání + aktivní prostředí = inverze populace

Co je LASER?



Obrázek: LASER - rezonátor

Čerpání + aktivní prostředí = inverze populace
Inverze populace + rezonátor = **stimulovaná emise**

- Pevnolátkové - Nd:YAG - průmysl - řezání, značení, svařování,

Typy LASERů

- Pevnolátkové - Nd:YAG - průmysl - řezání, značení, svařování,
- plynové - HeNe, CO₂ - průmysl - řezání,

Typy LASERů

- Pevnolátkové - Nd:YAG - průmysl - řezání, značení, svařování,
- plynové - HeNe, CO₂ - průmysl - řezání,
- vláknové - vlákna dotovaná Er, Yr - průmysl - řezání, značení, svařování,

Typy LASERů

- Pevnolátkové - Nd:YAG - průmysl - řezání, značení, svařování,
- plynové - HeNe, CO₂ - průmysl - řezání,
- vláknové - vlákna dotovaná Er, Yr - průmysl - řezání, značení, svařování,
- polovodičové - GaAs apod.

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků

Klasifikace LASERů

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků
- třída II. : kontinuální a viditelné záření, přímý pohled do zdroje možný, oko ochrání mrkací reflex

Klasifikace LASERů

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků
- třída II. : kontinuální a viditelné záření, přímý pohled do zdroje možný, oko ochrání mrkací reflex
- třída III. a) : totéž jako II., ale oko již může být poškozeno za pohledu do zdroje pomocí optické soustavy (např. dalekohled)

Klasifikace LASERů

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků
- třída II. : kontinuální a viditelné záření, přímý pohled do zdroje možný, oko ochrání mrkací reflex
- třída III. a) : totéž jako II., ale oko již může být poškozeno za pohledu do zdroje pomocí optické soustavy (např. dalekohled)
- třída III. b) : nebezpečí poškození oka, nutno používat ochranné pomůcky (i při pozorování odrazu), max. emise 0,5 W

Klasifikace LASERů

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků
- třída II. : kontinuální a viditelné záření, přímý pohled do zdroje možný, oko ochrání mrkací reflex
- třída III. a) : totéž jako II., ale oko již může být poškozeno za pohledu do zdroje pomocí optické soustavy (např. dalekohled)
- třída III. b) : nebezpečí poškození oka, nutno používat ochranné pomůcky (i při pozorování odrazu), max. emise 0,5 W
- třída IV. : totéž jako III. b), emise překračuje výkon 0,5 W

Klasifikace LASERů

- třída I.: možný trvalý pohled do svazku laserových paprsků
- třída II. : kontinuální a viditelné záření, přímý pohled do zdroje možný, oko ochrání mrkací reflex
- třída III. a) : totéž jako II., ale oko již může být poškozeno za pohledu do zdroje pomocí optické soustavy (např. dalekohled)
- třída III. b) : nebezpečí poškození oka, nutno používat ochranné pomůcky (i při pozorování odrazu), max. emise 0,5 W
- třída IV. : totéž jako III. b), emise překračuje výkon 0,5 W

Běžně dostupné lasery bývají maximálně ve třídě III. (např. optické soustavy CD přehrávačů).

Vztyk a každý 10 dřepů!

Zařad'te do tříd

- LASERové ukazovátko,
- Fault Locator.

Značení LASERových pracovišť



V rámci VŠB-TU Ostrava dle dokumentu:
BEZPEČNOST PRÁCE S LASEROVÝMI ZAŘÍZENÍMI – PROVOZNÍ ŘÁD

Brýle



Brýle



Kliknout na obrázek!!! – Parametry!!!

Konektory s integrovanou krytkou (E2000)



Konektory s integrovanou krytkou (E2000)



Nové instalace – konektory s integrovanými krytkami!!!

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.
Svítlí tam něco?

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.
Svítl tam něco?
Jak to poznám?

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.

Svíí tam něco?

Jak to poznám?

Pohledem – podívám se na konec vlákna (ferruli konektoru).

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.

Svíí tam něco?

Jak to poznám?

Pohledem – podívám se na konec vlákna (ferruli konektoru).

NEEEEE!!! Nejsme blbí!!! :-D

Práce na optických trasách a rozvaděčích

Přijdu k RACKu, potřebuju propatchovat 2 konektory.

Svíí tam něco?

Jak to poznám?

Pohledem – podívám se na konec vlákna (ferruli konektoru).

NEEEEE!!! Nejsme blbí!!! :-D

Když nevím, pak beru trasu jako „živou“!!!

ČSN EN 60825 - Bezpečnost záření laserových zařízení, klasifikace zařízení, požadavky a návod k používání

ČSN 36 7751 - Průvodce úrovněmi způsobilosti osob v oblasti laserové bezpečnosti

Nařízení vlády č. 291/2015 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 89/2001 Sb. - podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů... Zákon

258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ITU-T Recommendation G.664

VŠB-TU Ostrava - BEZPEČNOST PRÁCE S LASEROVÝMI ZAŘÍZENÍMI
- PROVOZNÍ ŘÁD

Zdroje k samostudiu

<https://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/laser.pdf>
Bezpečnost laseru Třídy 1 až 4

Děkuji za pozornost.

Test bude:

Test

Test bude:

- krátký,

Test bude:

- krátký,
- anonymní \Rightarrow populární :-D