

Využití neionizujícího záření v medicíně

Fyzikální veličiny

Základní vlastnost světla.

- Vlnová délka nebo-li barva dána vztahem $\lambda = c \cdot f^{-1}$, kde λ je vlnová délka, c rychlost světla ($= 2,98 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) a f frekvence v Hz.

Opakovací frekvence u impulzních polovodičových laserů.

- Pro činnost laserů je třeba proudu řádově v ampérech, proto s ohledem na nezbytnost chlazení pracují tyto zdroje pouze v pulzech.
- Pokud nechceme, aby se aktivní oblast polovodičových laserů přehřívala, je nutné volit délku impulzu do 200 ns, při frekvenci v intervalu 0,1 až 100 kHz;

<u>DRUH</u>	<u>VLNOVÁ DÉLKA</u>	<u>FREKVENCE (Hz)</u>	<u>ENERGIE (eV)</u>
rádlové	100km	3×10^3	$1,2 \times 10^{-11}$
mikrovlny	300mm	10^9	4×10^{-6}
infračervené	0,3mm	10^{12}	4×10^{-3}
viditelné světlo	0,7 μm	$4,3 \times 10^{14}$	1,8
UV záření	0,4 μm	$7,5 \times 10^{14}$	3,1
rentgenové	0,03 μm	10×10^{16}	40
gama záření	0,1nm	3×10^{18}	$1,2 \times 10^4$
	1pm	3×10^{20}	$1,2 \times 10^4$

Hustota energie záření (J/cm²)

- Je často v odborné literatuře věnované fototerapii uváděna jako dávka.

Modulační frekvence (v neinvazivní laseroterapii nepřesahuje zpravidla hodnotu 100 Hz)

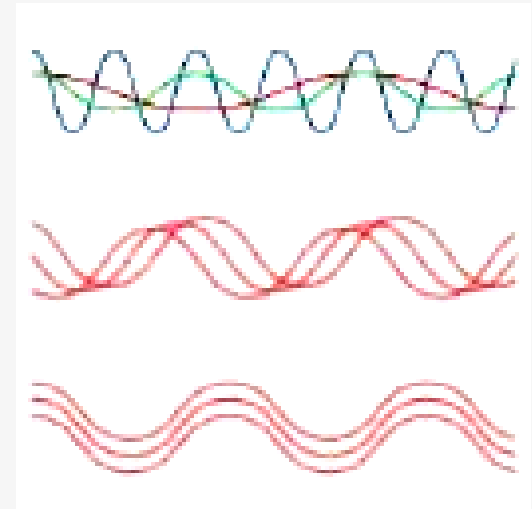
- Uvádí, kolikrát za sekundu je laser rozsvícen. Modulační frekvence může být stálá nebo se během aplikace mění (rozmítání).
- Výstupní záření má sinusový nebo obdélníkový průběh impulzů a délku impulzu mnohem větší (v řádu ms) než je při impulzním režimu.

Vybrané fyzikální veličiny ve vztahu k laseru

veličina	značka veličiny	jednotka	značka	fyzikální rozměr
svítivost(základní jednotka SI)		kandela	cd	
výkon (zářivý tok) (výkon optického záření)	(Φ) (P)	watt watt	W W	$m^2 kg s^{-2}$
energie (zářivá energie) (energie optického záření)	(Q _e) (E)	joule joule	J J	$m^2 kg s^{-3}$
hustota výkonu		watt/metr ²	W/m ²	$kg s^{-3}$
plošná hustota zářivého toku (intenzita optického záření)	(I)	watt/metr ²	W/m ²	$kg s^{-3}$
intenzita vyzařování	M _e (I)	watt/metr ²	W/m ²	$kg s^{-3}$
intenzita ozařování	E _e (I)	watt/metr ²	W/m ²	$kg s^{-3}$
hustota energie (expozice) (dávka ozáření)	(H _e)	joule/metr ²	J/m ²	$kg s^{-2}$
zářivost	I _e	watt/sterad	W/sr	$m^2 kg / s^3 sr$
zář (plošná zářivost)(jas)	L _e	watt/metr ² . sterad	W/m ² . sr	$kg / s^3 sr$
světelný tok		lumen	lm	cd
osvětlení	E	lux	lx	$cd m^{-2}$
osvit (expozice)	H	luxsekunda	lx s	$cd s m^{-2}$
jas	L	nit	nt	$cd m^{-2}$
frekvence	f	hertz	Hz	s^{-1}
dávka	D	gray	Gy	$J.kg^{-1}$

Fyzikální podstata laseru

- Laser je vynálezem 60. roku dvacátého století.
- Za jeho objev se v roce 1964 podělil o Nobelovu cenu:
 - americký fyzik Charles Hard Townes
 - Nikolaje Genadijeviče Basov
 - Alexander Michajlovič Prochorov.



Charles Hard Townes (*28.7.1915)



Nikolaj Genadijevič Basov (14. 12. 1922 – 1. 7. 2001)



Alexander Michajlovič Prochorov (11. 6. 1916 – 8. 1. 2002)



L A S E R

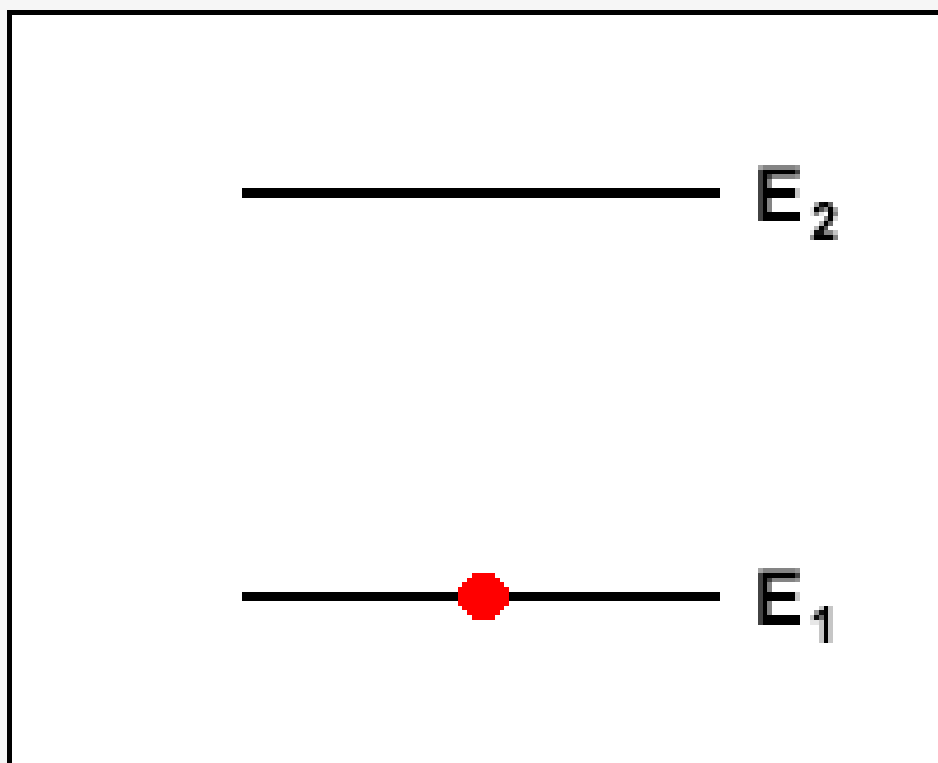
Slovo laser pochází z angličtiny.

- Je složené z počátečních písmen anglického názvu
- **L**ight
- **A**mplification
- **by S**timulated
- **E**mission
- **of R**adiation
- Tento výraz popisuje jeho funkci a je možné jej přeložit jako zesilovač světla (tj. elektromagnetických vln v optické části spektra) pomocí vynucené (stimulované) emise optického záření (v češtině je adekvátním pojmenováním výraz kvantový generátor světla).

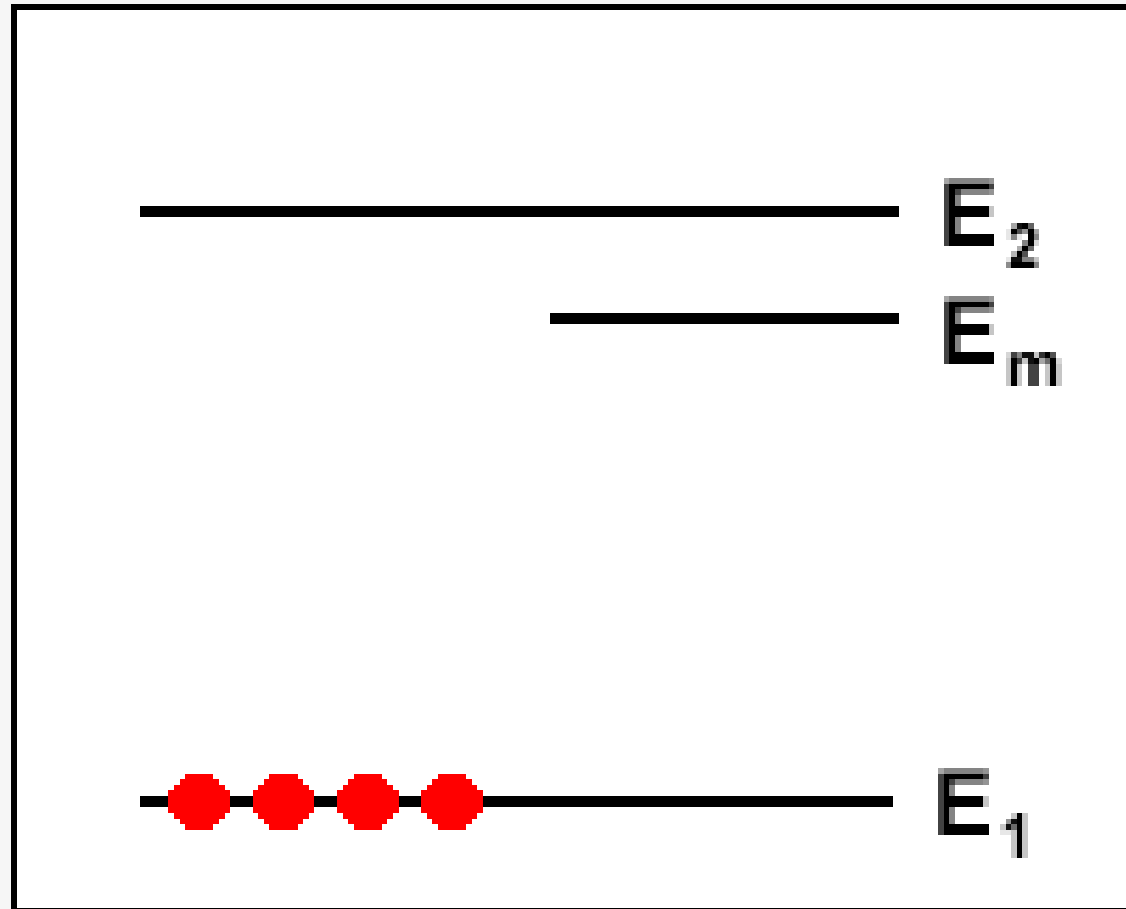
- Z názvu vyplývá, že laser vytváří optické záření.
- To je však na rozdíl od nám všem známého viditelného světla **monochromatické** (jednobarevné).
- Například nelaserové červené světlo má parametry vlnové délky od 600 nm do 750 nm.
- Laserové záření má mnohem užší spektrum, to jest vyšší monochromaticnost (jednobarevnost), vlnová délka červeného laserového světla je $632,67 \pm 0,02$ nm.

- Takové záření je fázově **koherentní** (uspořádané), světelné vlny nejsou vůči sobě ani posunuté, jsou ve fázi a mají **malou divergenci** (rozbíhavost).
- Jsou lasery, jejichž paprsek vyslaný ze Země má při dopadu na Měsíc průměr 25 cm. Průměr stopy v místě dopadu laserového paprsku se nejčastěji volí od 10 μm do 10 mm.
- Je **polarizované** (elektrická složka kmitá pouze v jednom směru).

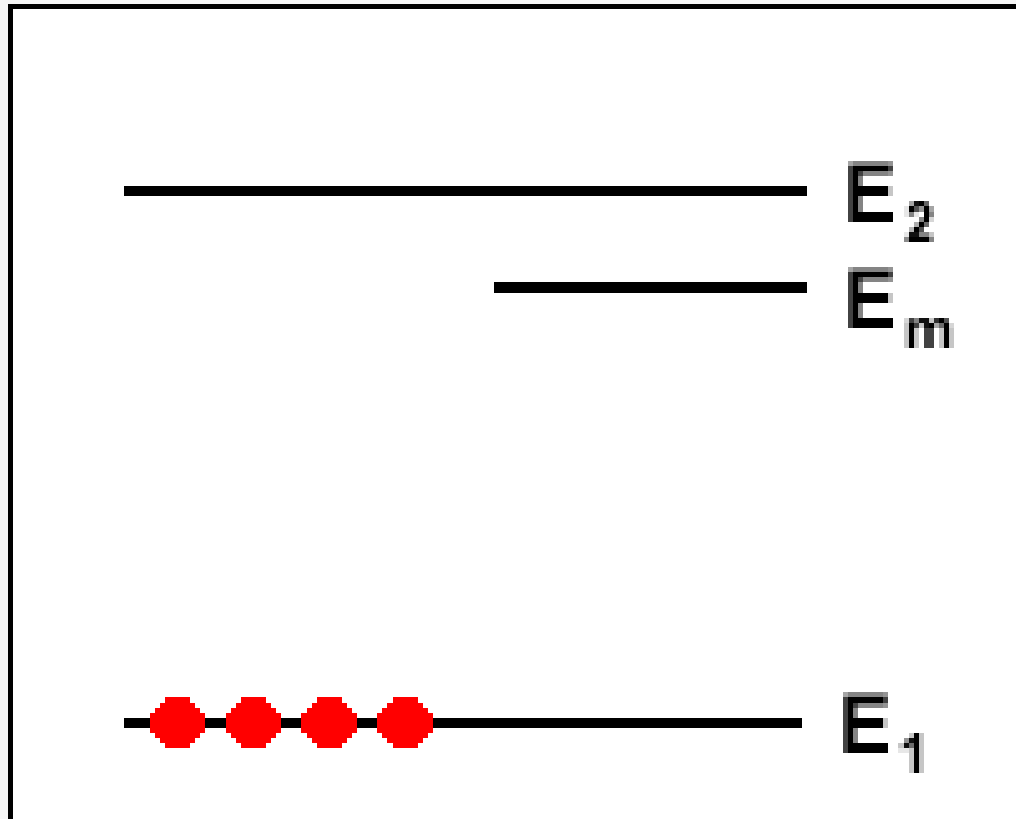
Spontánní emise



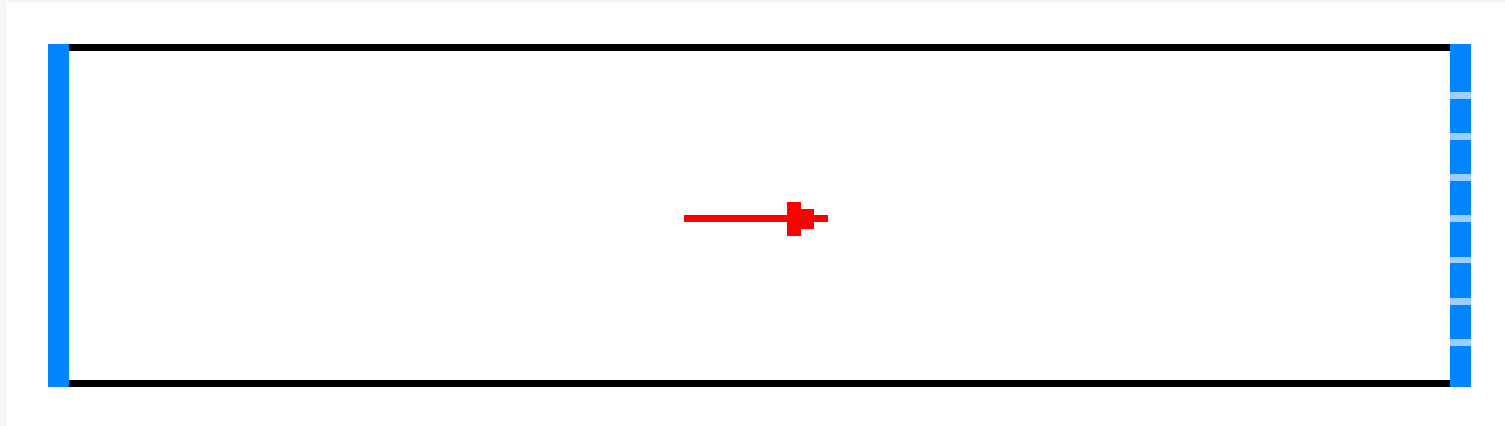
Stimulovaná emise



Princip laseru



Princip laseru – zesílení světla



Laser

Absorpce energie

- Foton elektromagnetického záření při střetu s atomem, který je v základním energetickém stavu (charakterizovaném minimální energií), odevzdá svoji energii tomuto atomu a ten po její absorpci přejde na vyšší energetickou úroveň, na níž může jistou, ale omezenou dobu setrvat (tzv. doba života vzbuzeného atomu).

Emise

- Při návratu vzbuzeného atomu na svoji původní energetickou úroveň dojde k předání rozdílové energie buď vyzářením této energie (zářivý přechod), nebo ve formě tepla (nezářivý přechod);

Spontánní emise

- V přírodě většího souboru částic jednotlivé atomy absorbují a emitují energii nezávisle na sobě.
- Vzniklé emitované záření má zcela náhodnou fázi, frekvenci, amplitudu, je nekoherentní a nemonochromatické (příkladem zářivého přechodu je LED dioda, zářivka, žárovka, příkladem nezářivého přechodu je ohřívání těles při absorpci slunečních paprsků);

Stimulovaná emise

- Atom byl absorpcí energie převeden na vzbuzenou úroveň, na níž omezenou dobu setrvává. A právě v tomto okamžiku (kdy je atom na vyšší energetické hladině) na excitovaný atom dopadne foton, jehož energie přesně odpovídá energetickému rozdílu mezi "původní" a "vzbuzenou" hladinou atomu.

Stimulovaná emise

- Dopadne-li kvantum energie (foton) na atom, který se nachází na vyšší energetické hladině a odmítá ji prozatím opustit, může k tomu být přinucen. Původní dopadající kvantum se ale nepohlí. Výsledkem jsou tedy dvě kvanta světelné energie, světlo o dvojnásobné energii.

Stimulovaná emise

- Tento jev dostal název stimulovaná (vynucená neboli indukovaná) emise záření. Dopadající foton totiž stimuluje vzbuzený atom k návratu na původní hladinu a k vyzáření fotonu, který má stejné vlastnosti (frekvenci a fázi) jako výše popsany, na něj dopadající foton.
- Výsledkem jsou dva stejné fotony.

Laser se obecně skládá ze tří částí

Aktivní prostředí - pevná látka s příměsemi (krystal, sklo, polovodič), kapalina, plyn (CO₂) nebo směs plynů (He + Ne)

Optický rezonátor - přispívá k zesílení, zvyšuje monochromaticnost a směrovost, je tvořen obvykle zrcadly nebo mřížkami a vlnovodem (světlovodem);

Zdroj budící energie - optický zdroj (výbojky, jiné lasery), proud volných elektronů, nebo tekoucích p-n přechodem v polovodičích (polovodičové lasery), chemická reakce.

Schéma laseru

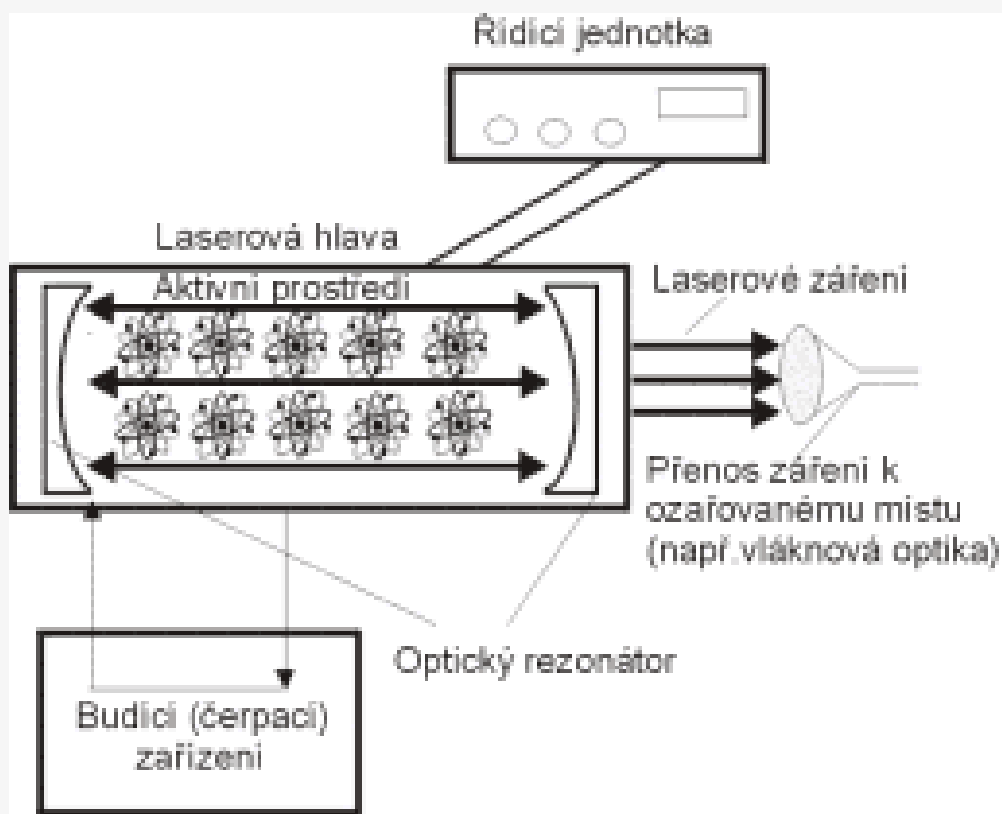
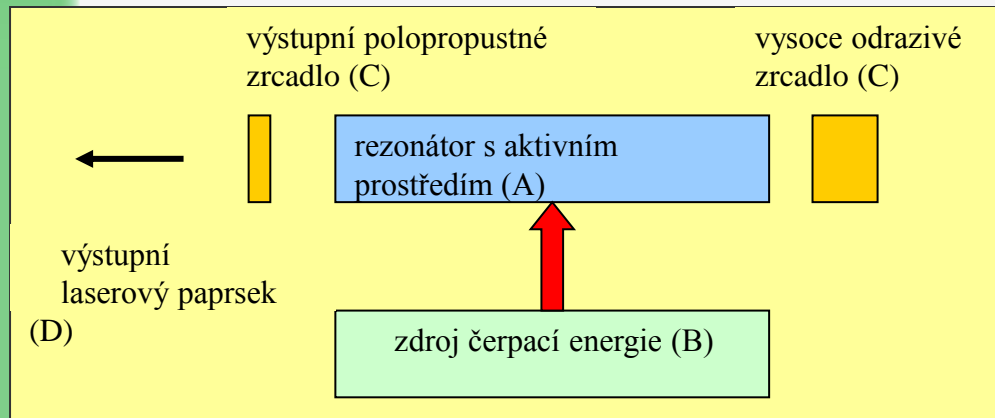


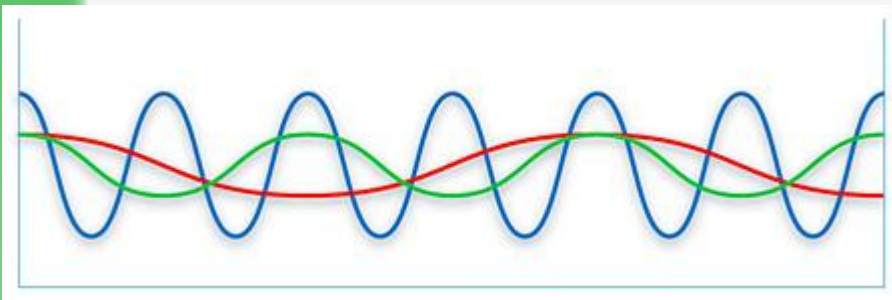
Schéma laseru



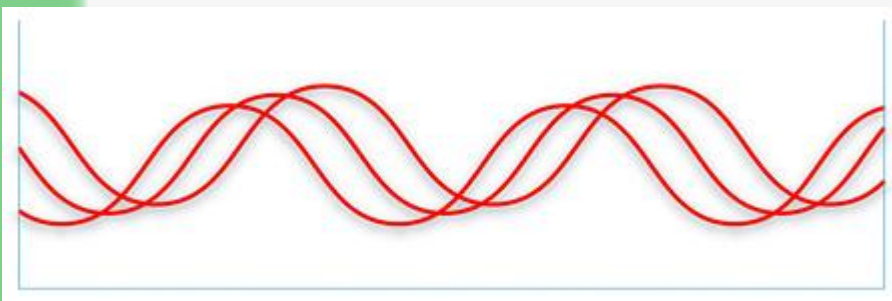
- (A) - Základem každého laseru je rezonátor s aktivním prostředím který určuje vlnovou délku záření;
- (B) - pro dosažení metastabilního stavu atomů aktivního prostředí se používá zdroj čerpací energie; tato energie může být dodána ve formě optické, chemické, termické, elektrické apod.;

(C) - výkon zdroje čerpací energie (generátoru) spolu s konstrukcí zrcadel určuje optický výkon laseru; zrcadla slouží k mnohačetným odrazům fotonů generovaných stimulovanou emisí a tím k lavinovité generaci dalších fotonů;

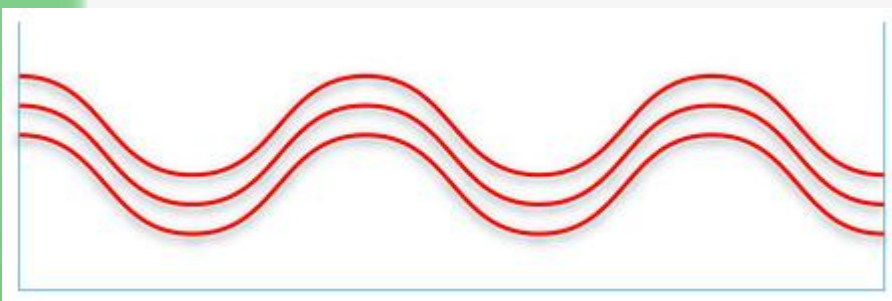
(D)- při překročení prahové výkonové hustoty polopropustného zrcadla dojde k jeho otevření a výstupu fotonů z rezonátoru.



sluneční světlo s mnoha různými barvami



světlo – monochromatické (jedna barva),
nekoherentní (vlnová délka není ve fázi)



laser – monochromatické, koherentní

Základní typy laserů

- Podle povahy aktivního prostředí rozlišujeme lasery:
 - pevnolátkové;
 - kapalinové;
 - plynové;
 - polovodičové;
 - lasery využívající svazky nabitých částic;
 - plazmatické.

Podle způsobu čerpání energie lze lasery rozdělit na lasery čerpané:

- opticky (výbojkou, jiným laserem, slunečním světlem a radioaktivním zářením);
- elektricky (srážkami v elektrickém výboji, svazkem nabitých částic, injektáží elektronů, interakcí elektromagnetického pole se shluky nabitých částic);
- chemicky (energií chemické vazby, fotochemickou disociací, výměnou energie mezi molekulami a atomy);
- termodynamicky (zahřáním a ochlazením plynu);
- jadernou energií (reaktorem, jaderným výbuchem).

- Z hlediska režimu práce mohou lasery pracovat:
 - kontinuálně (spojitě, nepřetržitě);
 - impulsně;
- Lasery můžeme dělit také podle vyzařované vlnové délky na:
 - rentgenové;
 - ultrafialové;
 - lasery v oblasti viditelného světla;
 - infračervené.

Podle využití

- **Výzkumné.**
- **Lékařské.**
- **Průmyslové.**

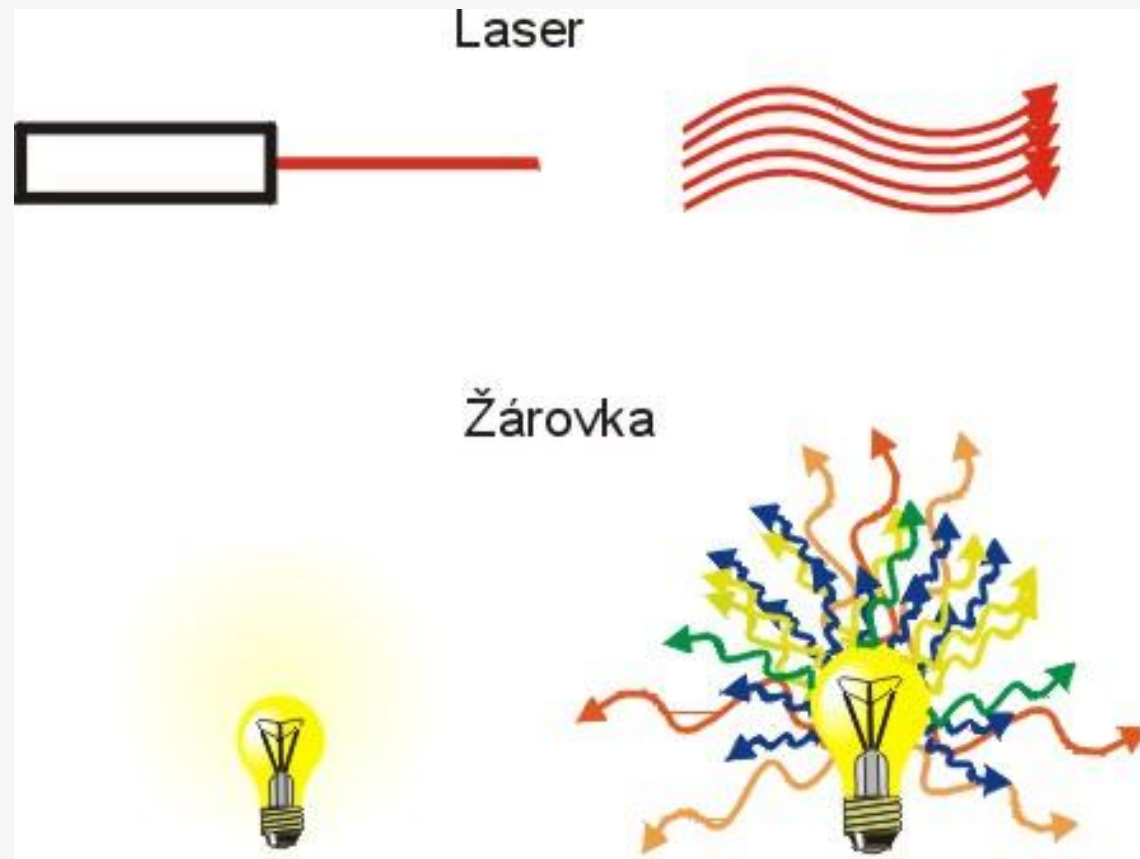


- **Výkon laseru** udává množství vyzářené energie za čas a označuje se ve wattech (W). Udává se špičková a střední hodnota optického výkonu. Optický výkon laserů může být v rozsahu nW až PW (tj. 10^{-9} – 10^{15} W).
- **Výkonová hustota paprsku** je výkon působící na jednotku plochy paprsku, udává se ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.
- **Množství vyzářené energie** se udává v jednotkách zvaných joule (J). Pokud svítí laser kontinuálně, většinou vystačíme s pouhým označením výkonu. Jestliže však laser pracuje v krátkých záblescích, je důležité vědět, jak kratičké tyto záblesky jsou a jak je velká vyzářená energie. Čím kratší je doba trvání záblesku, tím větší je špičková energie a výkon.

- Při charakterizování laserů se někdy zmiňujeme také o jejich **účinnosti**. Účinnost je poměr mezi množstvím energie dodané do zařízení (např. elektrické, optické, chemické) a množstvím energie, které z něho vystupuje. Pohybuje se v rozmezí od 0,1 % do 80 % podle typu laseru a je často hlavním faktorem pro jejich použití.
- **Tvar paprsku** je popisován velikostí plochy S stopy paprsku na výstupu laseru. Udává se v mm^2 . Změna velikosti této plochy se změnou vzdálenosti L je charakterizována rozbíhavostí paprsku α (udává se ve stupních, nebo radiánech). Tvar paprsku laseru je určen tvarem zrcadel rezonátoru, případně optickou soustavou na výstupu laseru.

- **Rozměry laseru** se mění od mikroskopických (např. nanotrubicový laser) až po rozměry velké budovy. Výkon těchto laserů se pohybuje od hodnot menších než μW až do hodnot 10^5 W .
- **Vlnová délka** paprsku určuje základní parametr laserového záření. Udává se většinou v nanometrech.

Laser x žárovka



Klasifikace laserů

Třída I

- Lasery, které jsou bezpečné za provozních podmínek, které lze předpokládat s dostatečně velkou pravděpodobností, včetně podmínek sledování svazku pomocí optických přístrojů.

Třída IM

- Lasery vyzařující v rozsahu vlnových délek od 302,5 nm do 400 nm, které jsou bezpečné za provozních podmínek, které lze předpokládat s dostatečně velkou pravděpodobností, ale mohou být nebezpečné, jestliže uživatel použije pro sledování uvnitř svazku optické přístroje.

.

Třída 2

- Lasery vyzařující viditelné záření v rozsahu vlnových délek od 400 nm do 700 nm, u kterých je ochrana zraku za normálních okolností zajištěna fyziologickými reakcemi zahrnujícími i mrkací reflex. Tato reakce může být považována za dostatečnou pro zajištění adekvátní ochrany za provozních podmínek, které lze předpokládat s dostatečně velkou pravděpodobností, včetně použití optických přístrojů pro pozorování uvnitř svazku

Třída 2M

- Lasery vyzařující viditelné záření v rozsahu vlnových délek od 400 nm do 700 nm, u kterých je ochrana zraku za normálních okolností zajištěna fyziologickými reakcemi zahrnujícími i mrkací reflex.
- Ale sledování výstupu laseru může být daleko nebezpečnější, jestliže uživatel použije pro sledování uvnitř svazku optické přístroje.

Třída 3R (do roku 2001 označována 3A)

- Lasery vyzařující v rozsahu vlnových délek od 302,5 nm do 106 nm, u kterých je přímé sledování uvnitř svazku potenciálně nebezpečné, ale riziko je menší než u laserů třídy 3B.
- Rovněž je pro ně požadováno menší množství výrobních požadavků a kontrolních hodnot pro uživatele než u laserů třídy 3B. Přípustná mez záření (AEL) je pětinásobkem přípustné meze záření AEL pro třídu 2 v rozsahu vlnových délek od 400 nm do 700 nm a pětinásobkem přípustné meze záření AEL pro třídu 1 pro ostatní vlnové délky.

Třída 3B

- Lasery, u kterých je za normálních okolností nebezpečné, jestliže dojde k přímému ozáření svazkem (ve jmenovité vzdálenosti s nebezpečím poškození zraku). Sledování difúzních odrazů je za běžných podmínek bezpečné.

Třída 4

- Lasery, které jsou schopny produkovat nebezpečné difúzní odrazy. Mohou způsobit poškození pokožky a vznik požáru. Jejich používání vyžaduje mimořádnou pozornost.

Úroveň nebezpečí	Typ prostoru		
	Volný přístup	Zakázaný přístup	Kontrolovaný přístup
1	Bez požadavků	Bez požadavků	Bez požadavků
1M	1) Označení a 2) Třída 1* na výstupu z konektoru nebo konektor vyžadující použití nástroje	Označení	Označení
2 a 2M	1) Označení a 2) Třída 1* na výstupu z konektoru nebo konektor vyžadující použití nástroje	Označení	Označení
3R	Není dovoleno**	1) Označení a 2) Třída 1M* na výstupu z konektoru nebo konektor vyžadující použití nástroje	1) Označení 2) Třída 1M nebo 2M* na výstupu z konektoru nebo konektor vyžadující použití nástroje
3B	Není dovoleno**	Není dovoleno**	1) Označení a 2) chráněné kabely a 3) třída 1M nebo 2M* na výstupu z konektoru nebo konektor vyžadující použití nástroje
4	Není dovoleno**	Není dovoleno**	Není dovoleno**

Účinek fototerapie na organismus

- Fototerapie - terapeutická aplikace neionizujícího elektromagnetického záření.



Fototerapie

- Světlo je nezbytná součást procesu fotosyntézy;
- světlo je používáno ke zlepšení lidského zdraví v medicínském odvětví známém jako fotomedicína;
- některé organizmy, například světlušky a světélkující bakterie, vyzařují světlo následkem chemických reakcí v orgánech svého těla;
- intenzita světla během dne ovlivňuje např. produkci některých hormonů a syntézu vitamínu D;
- světlo může mít také negativní vliv na lidský organismus – příliš mnoho slunečního záření může přispět ke vzniku rakoviny kůže;
- různé druhy světelných paprsků (ultrafialové záření) mohou způsobit v buňkách mutace a genetické změny.

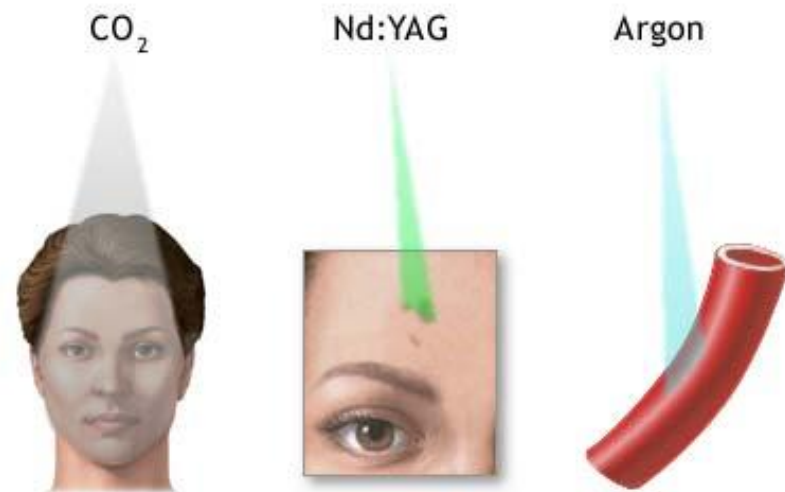
- LLLT je stále častěji používanou moderní léčebnou metodou.
- Řada klinických prací i cílených výzkumů dokazuje příznivé účinky LLLT na lidský organizmus.

- V klinice je pak patrný efekt analgetický, protizánětlivý, imunostimulační a pozitivní vliv na hojení ran. Zejména se terapeutický laser uplatňuje ve stomatologii, otorhinolaryngologii, v gynekologii, transplantační chirurgii...

- Terapeutické lasery prokazatelně ovlivňují:
 - buněčné organely,
 - membránové kanály,
 - nociceptory,
 - cytokiny.

LLLT v lékařských praxích

- Rehabilitace;
- stomatologie;
- dermatologie;
- otorhinolaryngologie;
- gynekologie a porodnictví
- korektivní chirurgie.

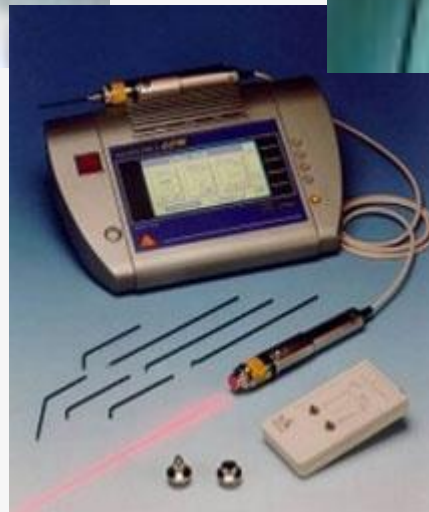


Efekt LLLT na organizmus

- Protizánětlivý;
- analgetický;
- stimulační.



Tinnitus, stomatologie



Dermatologie

- Dermatologie je jedním z oborů, kde je LLLT používá nejdéle.
- Jako nejvhodnější se pro dermatologii ukazují lasery pracující v červené oblasti spektra, jejichž světlo se téměř beze zbytku absorbuje v povrchových vrstvách tkáně.
- Nejvyšší biologická účinnost se obecně připisuje He-Ne laserům.
- Samotná práce s laserem je jednoduchá, při ozařování větších ploch je vhodné použít lineární aplikátory, plošné laserové scannery nebo sprchy.

- Nejčastějšími aplikacemi laseru v dermatologii je:
 - léčba akné a některých druhů dermatitid.
 - hojení jizev a to i keloidních...
 - strijí,
 - jizev po akné,
 - ekzémů,
 - píštělí,
 - kožních alergií,
 - pásových oparů

Rehabilitace a revmatologie

- Rehabilitační medicína využívá LLLT intenzívně a s výrazným efektem.
- Laser se dnes stal naprostou samozřejmostí ve standardní výbavě specializovaných pracovišť.
- Pro použití v rehabilitaci je třeba rozlišovat, chce-li lékař aplikovat laser na struktury uložené hluboko ve tkáni anebo struktury povrchové. Tím je dáno i použití vhodné laserové sondy.

- Nejčastějšími povrchovými aplikacemi je zejména léčba pouřazových, pooperačních a keloidních jizev a jiných trofických defektů.
- Těžiště práce s laserem spočívá v ozařování artróz a artritid, uvolňování kontraktur, léčbě bolestivých stavů a poruch hybnosti.
- Laser lze s úspěchem použít na šlachové a svalové kontuze, k léčbě neuritid a neuropatií.
- Zvláštní pozornost si pak zaslouží léčba vertebrogenního algického syndromu, syndromu karpálního tunelu či Dupuytrenovy kontraktury

- Pro rehabilitační medicínu je ideální použití infračervené sondy s vlnovou délkou 830 nm a s dostatečnou výkonovou rezervou.
- Pro plošné aplikace se doporučuje laserový scanner.
- U revmatologických poruch vystupuje do popředí kromě analgetických účinků laserového záření také účinek protizánětlivý.
- Nejčastějšími aplikacemi jsou artrózy a arthritidy malých a velkých kloubů, degenerativní změny, záněty šlach a úponů

Chirurgie a ortopedie

- V chirurgii je využívána LLLT pro ozařování špatně se hojících ran a jizev po úrazech a operacích.
- Kombinace analgetického, stimulačního a protizánětlivého účinku pozitivně ovlivňuje i komplikované léčení ran druhotně infikovaných a hnisajících.
- Dalšími možnostmi je léčba rozsáhlých plošných popálenin, vředů (včetně bércových), otoků, proleženin u dlouhodobě hospitalizovaných pacientů a ostatních poruch trofiky tkání, kde se s použitím laserového ozařování snižuje doba nutná k léčení.

- Pro chirurgickou praxi je nejvhodnější použít laser s kombinací červené a infračervené sondy, resp. sondy o vlnové délce 670 nm.
- Pro plošné aplikace se doporučuje nasadit scanner.
- Experimentálně byl ověřen pozitivní účinek laserového ozařování na léčbu zlomenin, kde stimulace sama o sobě sice nepůsobí na osteosyntézu, ale vytváří příznivé podmínky pro hojení fraktury.
- Po použití v ortopedii (a sportovní medicíně) jsou aplikovány infračervené lasery o vyšším výkonu, cca 40 - 100 mW, které zaručují průniku do hlubokých tkáňových struktur.

Gynekologie

- LLLT se používá pro hojení ran, jizev a keloidů po gynekologických operacích a porodech. Další velkou oblastí použití je léčba zánětlivých onemocnění.
- Jelikož podstatná část gynekologických aplikací laseru probíhá na sliznici, která je na působení světla obecně velmi citlivá, je možno dosáhnout pozitivních výsledků i při relativně nízkých dávkách ozáření a efekt je u akutních i chronických potíží patrný zpravidla již po prvních aplikacích.
- Vzhledem k převažujícímu podílu slizničních a povrchových kožních aplikací se pro gynekologii doporučuje použití laserů, které vyzařují v červené oblasti spektra.

Otorinolaryngologie

- Pro použití v ORL se ukázaly, podle dřívějších prací, přínosné lasery, které vyzařují v červené oblasti spektra, jejichž světlo se absorbuje v povrchových vrstvách tkáně.
- Jednou z mála výjimek je zde klinicky ověřovaná léčba tinnitu, k níž se využívá infračervený laser s vyšší hloubkou průniku.

- Princip laserové terapie spočívá zejména v podpoře oxidačních procesů v buňce a ve stimulování buněčného metabolismu.
- Analgetický, antiedematózní a imunostimulační účinek s podporou hojení ran nalézá v klinické ORL praxi uplatnění při léčbě chronických adhesivních procesů ve středouší, polypózně degenerativní tkáně, zánětů tonsil apod.
- Trofické mokvavé změny uvnitř dutin, přetrvávající často po rozsáhlých středoušních operacích, po laserové terapii mizí a dochází k jejich epitelizaci. Reparačních schopností laseru lze využít pro odstranění jizviček po perforaci bubínku, resp. zjemnění zjizevnatělé tkáně, i pro uvolnění hlubších pooperačních srůstů.

Stomatologie

- Nejčastěji se laser používá k léčbě zánětlivých onemocnění v ústní dutině (pulpitis, gingivitis, paradentóza, herpes, afty apod.) a pro navození analgetického efektu při bolestivých onemocněních a zákrocích (preparace kavity, broušení zubů).
- Laserová terapie je rovněž doporučována na zvýšení odolnosti skloviny a k ochraně proti nadměrné demineralizaci.
- Další u pacientů velmi oblíbenou aplikací je léčba přecitlivělosti zubů a zubních krčků nebo odstranění otlaků po snímacích protézách.

- Samozřejmostí se stalo použití laseru k zacelení ran a prevenci proti zánětům po extrakci zubu či ke zlepšení hemostázy a urychlení hojení po stomatochirurgických zákrocích.
- LLLT se osvědčuje jako metoda první volby u neuralgie trigeminu

OZÁŘENÍ



FOTORECEPTORY V MITOCHONDRIÁLNÍCH ŘETĚZCÍCH



ELEKTRONOVÉ TRANSPORTNÍ ŘETĚZCE
MOTIVAČNÍ ENERGIE PROTONŮ



AKTIVITA RESPIRAČNÍHO ŘETĚZCE
OXIDACE NADH



OXIDAČNĚ-REDUKČNÍ ZMĚNY V MITOCHONDRIÍCH
A CYTOPLAZMĚ



AKTIVITA BUNĚČNÝCH MEMBRÁN
PŘENOSOVÉ MECHANISMY MEMBRÁN



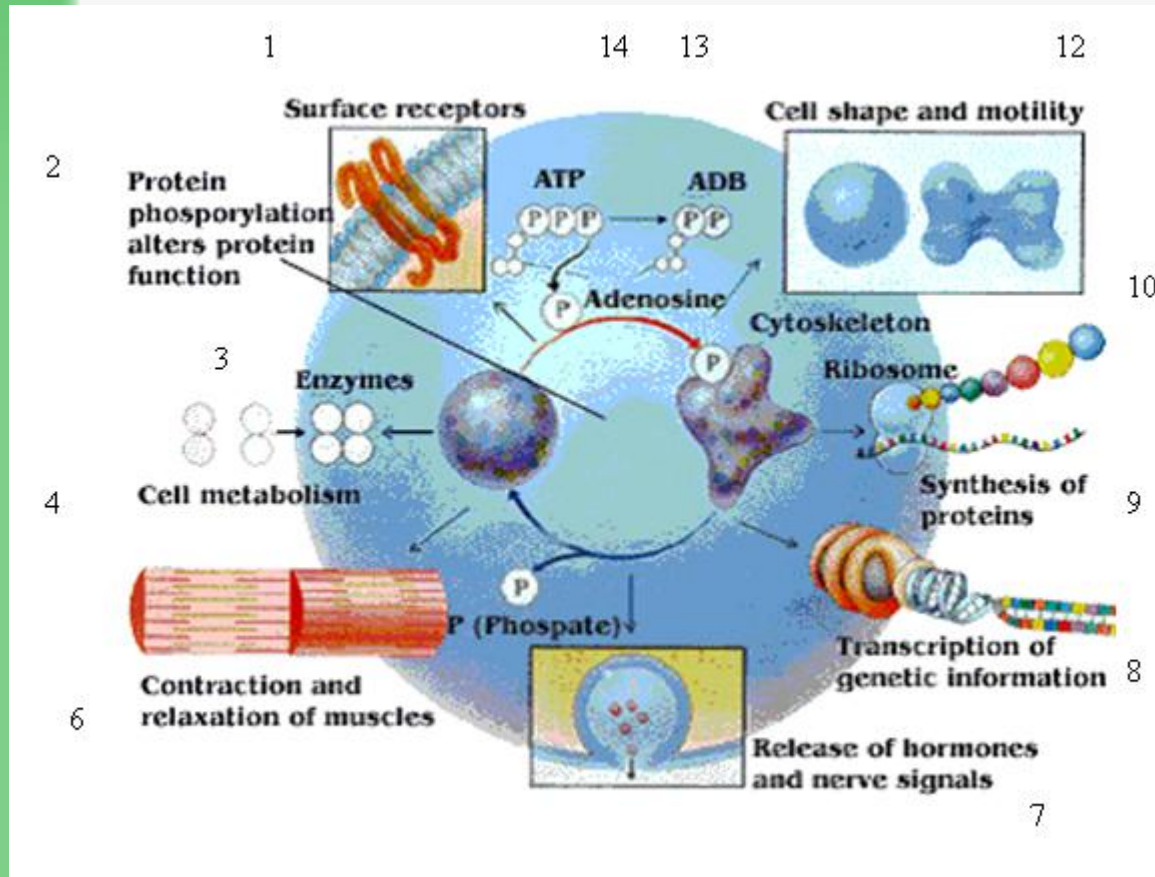
CYTOPLAZMATICKÉ ZMĚNY
 $\downarrow H^+$ $\uparrow pH$ $\uparrow Ca^{++}$ $\uparrow cAMP$



SYNTÉZA DNA : RNA



RŮST A PROLIFERACE



1. Povrchové receptory;
2. Fosforylace proteinu změni funkci proteinu;
3. Enzymy;
4. Buněčný metabolismus;
5. Fosftáza;
6. Kontrakce a relaxace svalů;
7. Uvolnění hormonů a nervových signálů;
8. Transkripce genetické informace;
9. Syntéza proteinů;
10. Rybozomy;
11. Cytoskelet;
12. Pohyb buňky;
13. Adenosindifosfát;
14. Adosintrifosfát

LLL T

ZVÝŠENÁ AKTIVITA
LEUKOCYTŮ

ZVÝŠENÁ
AKTIVITA MAKROFÁGŮ

ZVÝŠENÁ REGENERACE
CÉV

ZVÝŠENÁ TVORBA
FIBROBLASTŮ

URYCHLENÁ
BUNĚČNÁ REGENERACE

ZVÝŠENÁ BUNĚČNÁ
DIFERENCIACE

ZVÝŠENÁ PRODUKCE
KOLAGENU

URYCHLENÍ ZHOJENÍ
RÁNY

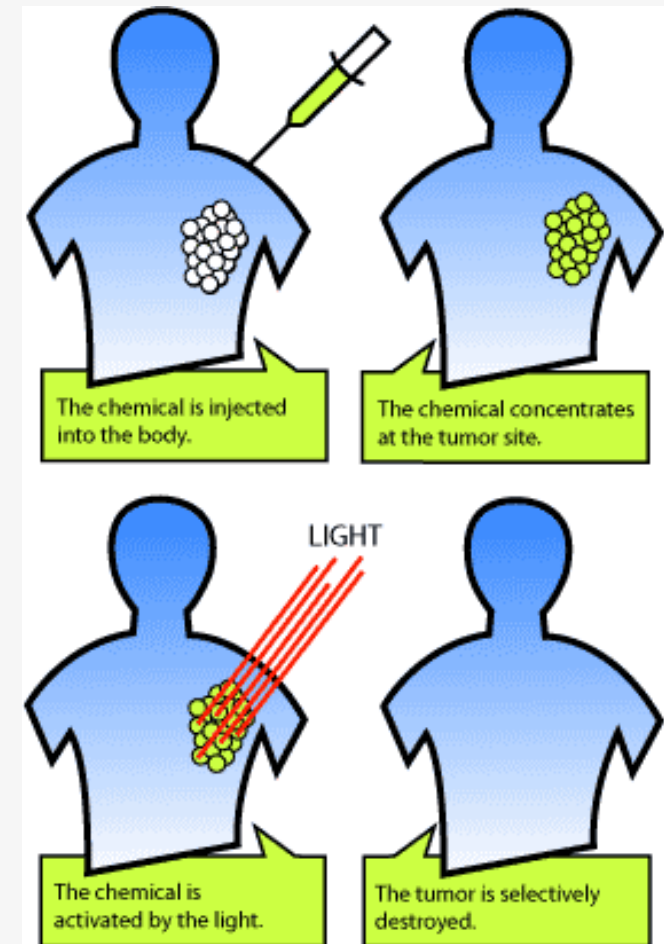
SNÍŽENÍ BOLESTIVOSTI

Fotodynamická terapie – PDT

- Fotodynamická terapie (PDT) je vedle chemoterapie, radioterapie a imunoterapie jednou z možností léčby nádorového onemocnění.
- Je to druh fotochemoterapie, který kromě světla a aplikované látky – fotosensitizátoru, vyžaduje také přítomnost kyslíku.

PDT

- je založena na principu selektivní akumulace fotosensibilizující látky v nádoru a následném ozáření tumoru světelnou energií vhodné vlnové délky.



- Vlivem absorpce světla dochází ve fotosensitizátoru ke vzniku excitovaných stavů, které v zásadě podléhají dvěma typům deaktivčních reakcí.
- Buď excitovaná forma fotosensitizátoru reaguje přímo se substrátem za vzniku volných radikálů substrátu nebo dochází k transferu energie z fotosensitizátoru na kyslík a ke vzniku vysoce reaktivní singletové formy kyslíku.

UV záření

- Expozice ultrafialovým zářením s vlnovou délkou mezi 200 nm a 280 nm (oblast označovaná jako UV C) má nepříznivé účinky na kůži i na oči.
- Účinky závisí na vlnové délce, nejzávažnější pro možné poškození oka a pro onemocnění kůže je vlnová délka 270 nm.

Hlavní oblasti využití germicidních lamp

- Zdravotnictví – desinfekce operačních sálů, JIP, infekčních oddělení, transfúzních stanic, lékáren, kojeneckých prostor, ambulancí, zubních ordinací, čekáren, domovů důchodců, stacionářů, pokojů nemocných, tuberkulózních poraden, laboratoří, patologických pracovišť.

PUVA terapie

- PUVA – zkratka definující kombinaci psoralenů a ultrafialového záření používané zejména v kožním lékařství, např. k léčbě lupénky psoraleny.



UV B - fototerapie

- Jako zdroj pro UV B záření se dříve využívala tzv. horská slunce.
- Vzhledem k tomu, že emitovala i část UVC spektra, jež je silně erytemogenní a způsobuje těžkou keratokonjunktivitidu, od jejich užívání se upustilo.

- Začaly se využívat výbojky emitující širokospektré UV B (broad band UVB - BB UVB) záření či lampy SUP (selective ultraviolet phototherapy - selektivní ultrafialová fototerapie).
- Spektrum SUP přesahuje až do UV A oblasti, s maximem okolo 311 nm.

- Před zahájením fototerapie je vždy třeba určit fototyp pacienta, stanovit minimální erytemogenní dávku (MED) a na základě toho stanovit iniciální dávku a následně i celé léčebné schéma.
- Nejčastěji se začíná s dávkou 50 % MED.

Kombinovaná terapie s UV B

- UVB fototerapii lze užívat v monoterapii, ale častěji se kombinuje ještě s jinými léčebnými metodami.
- V rámci UVB fototerapie se pacienti mohou lokálně ošetřovat steroidy nebo deriváty vitamínu D₃ (kalcipotriol, kalcitriol, takalcitol).

- Deriváty vitamínu D_3 se aplikují až po ozáření, protože působí mírně fotoprotektivně.
- S výhodou je také využívána kombinovaná terapie všech 3 metod - UVB + deriváty vitamínu D_3 ve všední dny + lokální steroidy o víkendu.

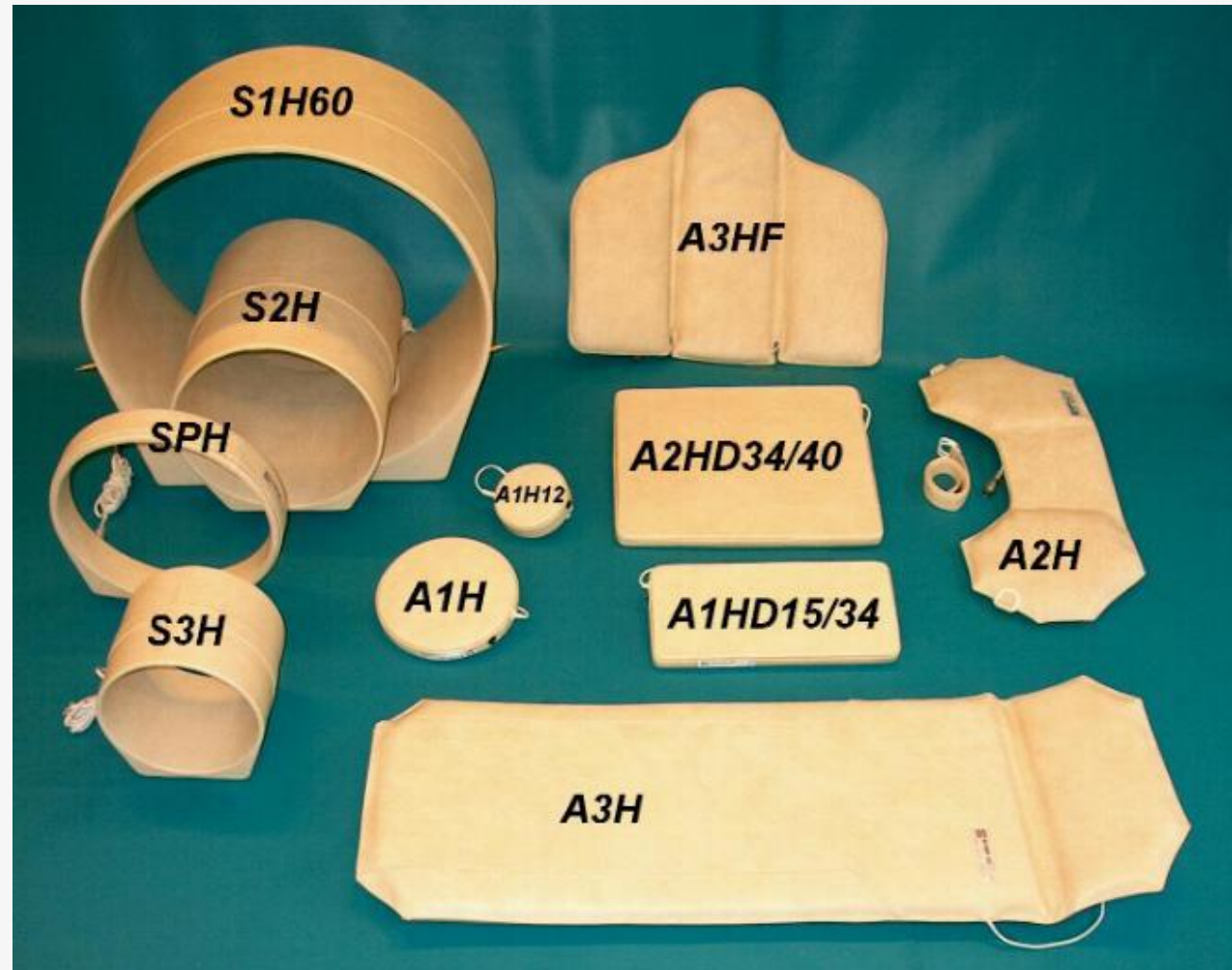
Indikace UV B fototerapie

- Mezi nejčastější indikace UV B fototerapie (UVB 311 nm, SUP) patří všechny typy psoriázy,
 - parapsoriáza,
 - mycosis fungoides (zejména v premykotickém stadiu),
 - vitiligo pruritus (hlavně uremický),
 - urticaria pigmentosa,
 - lichen ruber

Magnetoterapie

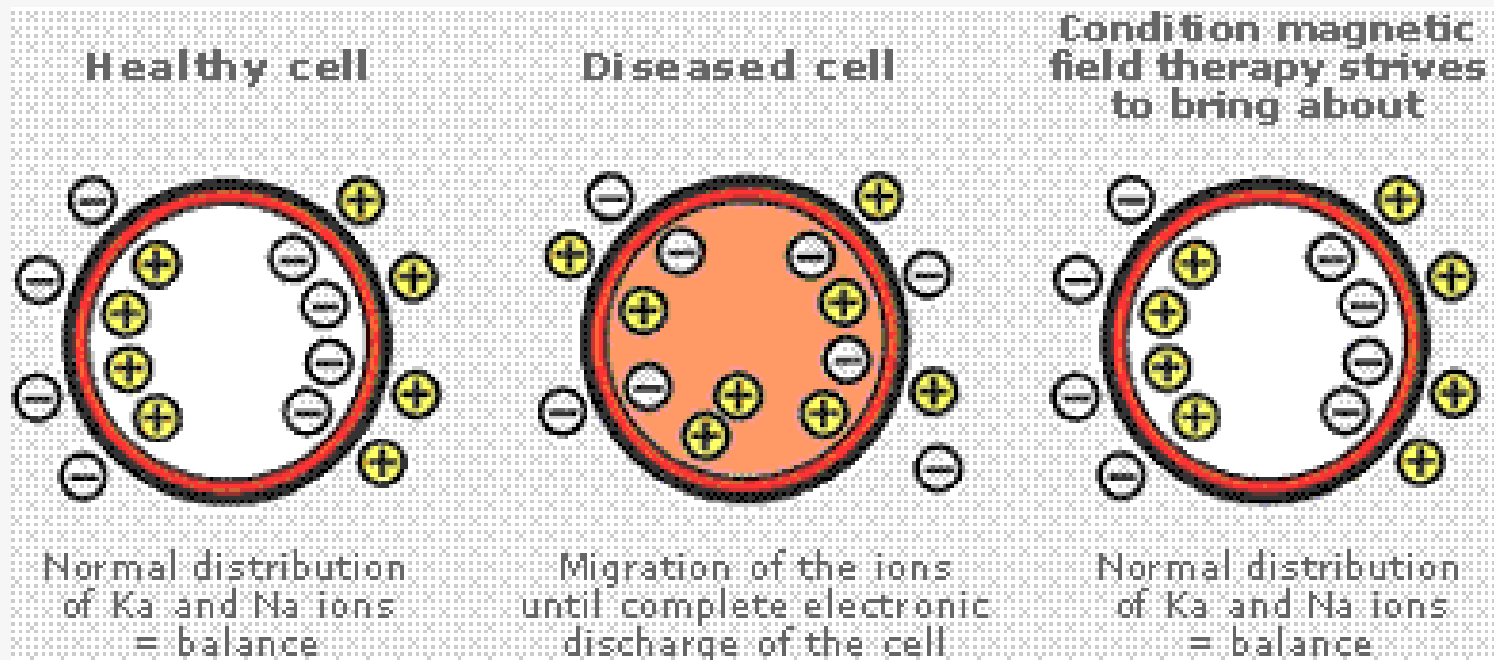
- Léčebné používání magnetu v podobě magnetické rudy se objevilo již před začátkem našeho letopočtu.
- Nejstarší písemné zprávy o léčebném využití pocházejí od Etrusků. K rozvoji tohoto typu léčby došlo až v 70. a 80. letech dvacátého století.
- Pulzní magnetické pole svým působením mnohonásobně zvětšuje propustnost buněčných membrán.

Sada aplikátorů pro magnetoterapii



- Působením střídavých tlaků na buněčné stěny a zvýšením propustnosti iontových kanálků se zvyšuje látková výměna.
- Tento proces působící po určitou dobu vede k normalizaci elektrických potenciálních rozdílů (rozdíl mezi elektricky kladně nabitým povrchem buňky a záporně nabitým vnitřkem).

- Dochází ke zvýšené látkové výměně, výrazně se zvýší prokrvení a okysličení části těla, na kterou je pulzní magnetické pole aplikováno.



Léčebné účinky magnetoterapie

- analgetický
- myorelaxační
- zlepšení a urychlení krevní cirkulace
- protizánětlivý, regenerační
- antiedematózní



Urychlení regenerace buněk, nastartování hojivých procesů

- Aplikace PMP vede k aktivaci metabolismu buněk.
- Je dokázáno, že během různých chorobných stavů se mění povrchové napětí (potenciály) na buněčných membránách.
- Pulzní magnetické pole ovlivňuje iontovou rovnováhu v plazmě i v mezibuněčném prostoru, aktivuje napět'ově řízené kanály a přenašeče na membráně a tím roste celkový metabolický obrat každé buňky.

Protizánětlivé účinky

- Protizánětlivé účinky pulzních magnetických polí jsou zprostředkovány zvýšením fagocytózy neutrofilů a produkce superoxidu, volného radikálu, který destruuje buněčnou stěnu bakterií.
- Zároveň se zvýší odbourávání leukotrienů, což jsou látky silně podporující místní zánětlivé projevy.

Analgetický účinek

- Na analgetickém efektu PMP se podílí řada složek.
- Důležitý je protizánětlivý účinek a s ním spojená změna pH ve tkáni, ovlivnění nervových impulsů na míšní úrovni.
- Svou úlohu hraje také svalová relaxace, zvýšené vyplavování endorfinů a lepší prokrvení exponované tkáně.

Odstranění otoků

- Zlepšením prokrvení a mikrocirkulace v exponované tkáni a zvýšením jejího metabolismu dojde k rychlejšímu vstřebání otoků.
- Navíc přímým působením na vyvolávající příčinu (poraněná svalová, vazivová či jiná tkáň nebo další příčiny) se ztratí důvod jejich vzniku.

Kontraindikace

- V těhotenství. Přesto, že nejsou známy zprávy o negativním působení magnetických polí, je nutná předběžná opatrnost.
- Při používání citlivých lékařských elektronických zařízení jako jsou kardiostimulátor, podpůrné sluchové zařízení, apod.
- Při krvácení jakéhokoli původu.
- U osob s diagnózou tumoru a po operaci zhoubného nádoru nebo léčbě chemoterapií (dle zvážení lékaře).

