

# Typy světelných zdrojů

## Samostatná práce



Tento článek je editován studenty 2. LF UK v rámci plnění jejich studijních povinností (seminární práce – vypracování zkouškových otázek z biofyziky). Ostatní uživatele prosíme, nezasahujte výrazněji do jeho tvorby až do doby, než bude práce odevzdána (s výjimkou malých editací – opravy překlepů, pomoci s formátováním apod.). Máte-li nějaké náměty či připomínky, uveďte je prosím v diskusi ([https://www.wikiskripta.eu/w/Diskuse:Typy\\_sv%C4%9Bteln%C3%BDch\\_zdroj%C5%AF](https://www.wikiskripta.eu/w/Diskuse:Typy_sv%C4%9Bteln%C3%BDch_zdroj%C5%AF)). V případě potřeby kontaktujte autory stránky – naleznete je v historii ([https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Typy\\_sv%C4%9Bteln%C3%BDch\\_zdroj%C5%AF&action=history](https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Typy_sv%C4%9Bteln%C3%BDch_zdroj%C5%AF&action=history)).

Stránka byla naposledy aktualizována v úterý 21. 6. 2022 v 18.05.

Zdroje světla, tj. optického záření, jsou objekty, v nichž dochází k přeměně různých forem energie na energii elektromagnetického záření ve viditelné oblasti elektromagnetického spektra. Zdroje světla dělíme na vlastní a nevlastní. Tělesa, která záření samy vysílají, nazýváme zdroje vlastní, zatímco tělesům světlo odrážející říkáme zdroje nevlastní. Zdroje vlastní mohou být dále děleny v závislosti na tom, jakým způsobem světlo vyzařují, na zdroje přírodní a umělé (viz níže).

## Barevná teplota

**Barevná teplota** (nebo také **teplota chromatičnosti**) charakterizuje spektrum bílého světla a měří se v kelvinech. Světlo určité barevné teploty má barvu tepelného záření vydávané černým tělesem, zahřátým na tuto teplotu. Za teplé barvy považujeme žlutou, oranžovou a červenou, za studené naopak odstíny modré a fialové.



### Barevná teplota (K) Zdroj

1 900	svíčka
2 200	sodíková výbojka
2 700	wolframová žárovka
2 700 – 3 500	LED žárovka teplá bílá
3 000	halogenová žárovka
3 000 – 4 000	východ a západ slunce
4 000 – 5 000	zářivka
5 000	přímé sluneční světlo
6 000	oblačná obloha
6 000 – 6 500	LED žárovka studená bílá
10 000 a více	jasná polední obloha

## Přírodní zdroje

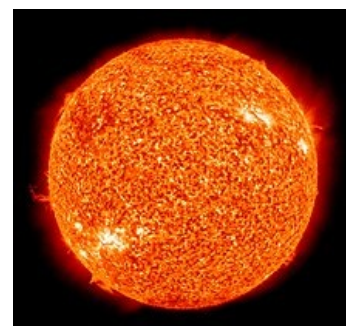
### Slunce, hvězdy a Měsíc

#### Sluneční světlo

Sluneční světlo je elektromagnetické záření, které vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce a na povrch se dostává prostřednictvím proudění, absorpce a emise. Teplota povrchu Slunce dosahuje 5 778 K. Intenzita elektromagnetického záření je závislá na vzdálenosti od jeho zdroje. Světlo, které dopadá na povrch Země, je filtrováno zemskou atmosférou.

**Sluneční konstanta** (také solární konstanta nebo solární/sluneční irradiance) je tok sluneční energie procházející plochou 1 m<sup>2</sup>, kolmou na směr paprsků, za 1 s ve střední vzdálenosti Země od Slunce měřený mimo zemskou atmosféru. Konstanta zahrnuje celé spektrum slunečního záření, nejen viditelné světlo. Nejpresněji změřená hodnota v době slunečního minima je 1360,8 ± 0,5 W/m<sup>2</sup>

Tok sluneční energie na povrch Země se nazývá **insolace** a je závislý na výšce Slunce, tedy na zeměpisné šířce, části dne a části roku na Zemi. Značka insolace je *I<sub>s</sub>*, jednotkou je W/m<sup>2</sup>.



V atmosféře je hodnota insolace nižší než hodnota sluneční konstanty díky ztrátám do okolí, zatímco mimo atmosféru by tyto hodnoty byly stejné.

## Světlo Měsíce

Měsíc sám o sobě nevydává světelné záření. Jeho svit vysvětlujeme jako odraz slunečního světla. Odrazem vzniká světlo polarizované. Měsíc je tedy nevlastním světelným zdrojem. Barevná teplota měsíce dosahuje 4100 K.

## Světlo hvězd

Stejně jako v případě hvězdy Slunce dochází v ostatních hvězdách k jaderným přeměnám, které mimo jiné vedou k vyzařování elektromagnetické energie do vesmíru. Barva světla hvězdy je dána frekvencí jejího záření a závisí na teplotě vnějších vrstev hvězdy. Hvězdné skvrny jsou oblasti povrchu s nižší teplotou než je hodnota průměrná. Hvězdné skvrny na Slunci se jmenují sluneční skvrny. Elektromagnetické záření hvězd pokrývá celé elektromagnetické spektrum, od vlnových délek radiových vln po gama záření tzn. nejenom viditelné světlo.

## Oheň

Oheň je formou hoření. Jde o kombinaci tepla a světla, které se uvolňují při exotermické oxidaci hořlavých plynů uvolňujících se z paliva. Teplo a světlo je utvářeno plameny, které se pohybují nad palivem. Plamen je viditelná oblast hořících plynů nebo par, významně se na něm podílejí i pevné složky zdroje, např. knot svíčky, dřevo. Barva a svítivost plamene je typická pro spalovanou látku, čehož se využívá při analýze neznámé látky ve spektroskopii. Oheň se zažehne, pokud je hořlavá látka vystavena teplu nebo jinému zdroji energie. Udrží se díky teplu, které produkuje, a až na výjimky (např. vodík může být spalován v chloru za vzniku HCl) uhasíná při nedostatku paliva a kyslíku nebo nedostatku tepla (tepla, nikoliv teploty, proto oheň hoří i v zimě).

Láva je roztavená hornina, která se dostala na povrch v důsledku sopečné erupce. Magma je podzemním ekvivalentem lávy. Princip uvolňování světla z lávy je stejný jako v případě ohně.

## Polární záře

Polární záře je jednotné pojmenování světelných jevů, které vznikají v atmosféře ve výškách od 80 do 1000 km, nejčastěji však v ionosféře asi 100 km nad zemí. Ionosféra je oblastí vysoké koncentrace iontů a volných elektronů.



Při erupci v oblastech slunečních skvrn na povrchu Slunce dochází k uvolnění mraku částic. Ten se nazývá slunečním větrem a je tvořený protony, elektrony a alfa částicemi. Mrak se pohybuje vesmírem a pokud se setká s magnetickým polem Země, většina částic je odražena zpět do vesmíru, zatímco část z nich je zachycena a spirálovitě stáčena k magnetickým pólům Země. Částice slunečního větru se sráží s molekulami v atmosféře a dochází k excitaci a deexcitaci elektronů. Při tomto ději se emituje elektromagnetické záření, které je ve viditelném spektru.

## Blesk

Blesk je produkován při bouři jako silný elektrostatický výboj, který je provázen emisí světla (excitace a následná deexcitace okolních elektronů, převážně dusíku).

## Organismy

Některé organismy jsou schopny bioluminiscence, což je zvláštní typ chemoluminiscence, při které je vyzařováno světlo pomocí oxidační reakce v organismu (oxidace luciferinu za přítomnosti luciferázy). Reakce je velmi účinná, na světlo se přemění přibližně 95 % energie (srovnání: u klasické žárovky je účinnost 10 %).

## Živočichové

Světluškovití jsou čeledí s velmi malými morfologickými odlišnostmi – poznat partnera stejného rodu jim právě napomáhá délka a intenzita světla, které vydávají. Dále mohou světélkovat některé larvy brouků, jedná se zřejmě o ochranné zbarvení.

Za objev zeleného fluorescenčního proteinu medúzy *Aequorea victoria* byla dokonce udělena Nobelova cena a britští vědci pak látku dokázali modifikovat, aby vyhledávala rakovinné bujení a pomohla tak nesnadné diagnostice. Živočichové mořských hlubin také velmi často světélkují. Ďas mořský má bioluminiscenční orgán na hřbetní ploutvi, láká na něj menší rybky, které pak lapí mezi své ostré zuby.



Bioluminiscenci také využívají mnohé bakterie, například *Vibrio fischeri* žijí na některých hlavonožcích, které pak mohou být zaměněny s odrazy měsíčního svitu na hladině.

## Rostliny

Zelenožlutě světélkuje prvoříček dřívovičníku zpeřeného.

## Houby

Bioluminiscence jsou schopné i houby, svítí ovšem pouze, když se jim dobře daří. Pařezník obecný, který sice roste i v Evropě, byl pozorován v Severní Americe, vydával zelené světlo. Dalšími zástupci jsou pak hlíva olivová („Jack-O-Lantern“), václavka obecná a několik desítek dalších druhů. Evoluční význam není zcela jasný.

## Umělé zdroje

### Tepelné zdroje

Tepelné zdroje mají poměrně malou účinnost ve viditelné oblasti elektromagnetického spektra kvůli tomu, že je třeba, aby látka vyzařující světelnou energii byla zahřátá na vysokou teplotu.

### Žárovky

Žárovka se skládá ze skleněné baňky naplněné vakuem nebo inertním plynem a rozžhaveného wolframového vlákna, které je umístěno uprostřed baňky. Kolem vlákna jsou tvořeny excimery, při jejichž následném rozpadu vzniká světelné záření. Směs inertního plynu a halogenu (nejčastěji jódu) uvnitř baňky zvyšuje světelnou účinnost žárovky. Takovým žárovkám říkáme žárovky halogenové. Žárovky mají své uplatnění například v osvětlovací a laboratorní přístrojové technice.

Hlavní nevýhodou žárovek je nízká účinnost přeměny elektrické energie na světlo – většina energie (90 %) se přemění na teplo.

### Luminiscence

Látky, v nichž vzniká luminiscence, se nazývají luminofoxy. Jejich emisní spektrum je diskrétní, tzn. látky se spojitým spektrem energií luminiscenci nevykazují, např. kovy. Luminofoxy tedy mohou být plyny, kapaliny nebo pevné látky, a jejich plyny jimiž prochází elektrický proud. Luminofoxy mají schopnost přeměnit absorbovanou energii různého druhu na elektromagnetické záření ve viditelné oblasti.

Částice (elektron) luminoforu je nejprve vybuzena ze základního do vzbuzeného energetického stavu. Rozdíl, o kterou energii elektronu vzroste, má hodnotu  $h \cdot f$ , kde  $f$  je frekvence absorbovaného záření. Přenosem energie na jinou částici nebo přechodem na nižší energetickou hladinu se částice vrací do svého základního energetického stavu (deexcitace) a vyzařuje luminiscenční kvantum energie, které je rovno  $h \cdot f$ . K luminiscenci není potřeba žádné specifické teploty a dochází k ní i při teplotách nízkých, proto se jí říká též studené světlo.

V závislosti na formě budící energie rozeznáváme fotoluminiscenci (Fotoluminiscenci můžeme dále dělit na fluorescenci a fosforescenci podle doby, po kterou luminiscence přetrvává poté, co přestane působit budící energie. Fluorescence probíhá pouze v době, kdy je luminiscenční látka ozařována. Fosforescence zpravidla přetrvává déle.), radioluminiscenci, katodoluminiscenci, chemiluminiscenci (chemiluminiscence vznikající v živém organismu označujeme jako bioluminiscenci – viz výše) aj.

Luminiscence má široké využití v praxi. Při konstrukci luminiscenčních svítidel a plynových laserů se využívá luminiscence v parách kovů a vzácných plynů při sníženém tlaku. Ve scintilačních detektorech a barvivových laserech najdeme luminiscenci kapalin, především roztoků organických barviv. Krystalických luminoforů, tzv. krystalofosforů, využíváme v televizních obrazovkách. Luminiscence má uplatnění také ve značení buněčných struktur pro zhodnocení morfologických a funkčních změn, kde se využívá schopnosti luminiscence některých látek zvýraznit určitou strukturu.

### Luminiscenční diody

Luminiscenční diody jsou založeny na principu uvolňování nositelů náboje a tím následnému vzniku vzbuzených stavů při průchodu elektrického proudu PN přechodem ve vodivém směru.

### Výbojky

Výbojky spadají do kategorie luminiscenčních zdrojů světla. Sestávají se z křemenné trubice naplněné plynem nebo parami kovů a elektrodami na obou koncích. Na elektrody je přivedeno elektrické napětí, čímž se volné elektrony uvnitř trubice začnou pohybovat směrem od katody k anodě a nárazy excitují a ionizují další atomy plynu. Když elektrony následně přejdou z excitovaného do základního energetického stavu, emitují elektromagnetické záření.

Výbojky můžeme rozdělit podle druhu výboje na obloukové, jiskrové, doutnavé a bezelektrodové, podle druhu prostředí na plynové a parové, a podle časového režimu na spojitě a impulsní. Nejčastěji jsou využívány vysokotlaké výbojky, například v optických přístrojích, solárních simulátorech nebo v kožním lékařství. Výbojky mají obecně větší využití díky své vysoké účinnosti.



## Zářivky

Zářivka je druh nízkotlakové výbojky, kterou tvoří vlastní zářivkové těleso, většinou skleněný válec s baryovými elektrodami. V něm jsou rtuťové páry a argon, na stěnách pak luminiscenční vrstva. Elektrické pole urychluje elektrony proudící z katody k anodě, ty jsou pak schopné vyrazit další elektrony z látky, čímž dochází k lavinové ionizaci. Při výboji vzniká v zářivce elektromagnetické vlnění o vlnové délce odpovídající UV záření. Elektrony z luminiscenční vrstvy získají energii UV záření (excitují), nezářivým přechodem přejdou na nižší hladinu, až z které energii vyzáří - ve formě viditelného světla. Zářivky svítí nespojitě, v trubici se střídají tmavé a světlé části.



Zářivky mají vyšší barevnou teplotu než žárovky - proto je světlo zářivek spíše bílé než žluté, vnímáme jej jako "studené světlo".

## Lasery

Lasery se od předchozích zdrojů světla liší tím, že emitují světlo v jedné vlnové délce - jsou monochromatické. Paprsek laseru je lineárně polarizován (tj. kmitá jen v jedné rovině). Vlny jsou koherentní, ve fázi. Díky těmto vlastnostem paprsky laseru vykazují jen minimální rozbíhavost. Využívají se v lékařství, v průmyslu (řezání, vrtání), ve vojenské technice, v laserových tiskárnách či jako ukazovátko.



## Odkazy

### Použitá literatura

- BENEŠ, Jiří, et al. *Základy lékařské biofyziky*. 1. vydání. Praha : Univerzita Karlova, 2005. 196 s. ISBN 80-246-1009-4.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1 (dotisk 2013) vydání. Praha : Grada Publishing, 2005. 524 s. ISBN 978-80-247-1152-2.