

## Žárovky

„Budeme vyrábět elektřinu tak levně, že pouze bohatí budou svítit svíčkami.“  
(Thomas Alva Edison, 1879)

Využívá elektrického odporu materiálu k přeměně elektrické energie na energii tepelnou. Každé těleso s teplotou vyšší, než je absolutní nula, emituje elektromagnetické záření (o všech vlnových délkách) - **Termoluminiscence**. Podle Wienova posunovacího zákona: čím vyšší je teplota materiálu, tím nižší je vlnová délka nejvíce vyzařovaného elektromagnetického záření. Pro představu, teplota povrchu slunce je asi 5780 K (5507 °C) a podle výše uvedeného zákona tak Slunce nejvíce energie vyzařuje v podobě viditelného světla.

U žárovky je vlákno materiálu s vysokým elektrickým odporem a vysokou teplotou tavení upevněno mezi svorky, mezi kterými je rozdíl napětí a prochází jimi elektrický proud. U moderních žárovek je vlákno **wolframové** a dvakrát spirálově zatočené. U starších druhů žárovek se používal i například uhlík.

### Klasická žárovka

Vlákno u těchto žárovek je uzavřeno do skleněné vzduchotěsné baňky, která plní několik funkcí:

- ❖ Mechanickou ochranu. Jak pro vlákno, tak pro uživatele
- ❖ Chemickou ochranu. Vytváří vzduchotěsný prostor, ve kterém je možné vytvořit vakuum, nebo jej naplnit směsí inertních plynů. Zabraňují tak shoření vlákna.

Svorky vlákna jsou vyvedeny do závitu žárovky, který slouží pro připojení do el. sítě. Bohužel, teplota tání wolframu je 3695 K (3422 °C) a tudíž vlákno nesmí tuto teplotu překročit. Podle Wienova posunovacího zákona z tohoto faktu vyplývá, že žárovka nevyzařuje nejvíce el. mag. záření ve formě viditelného světla (~ 2%), ale ve formě dlouhovlnného infračerveného záření (teplo). Wolframové vlákno se také sublimací, která je urychlena vysokými teplotami, postupně vypařuje a zpětně kondenzuje na povrchu skla baňky. Tím způsobuje její postupné černání a snížení světelného toku v průběhu životnosti.

- Výhody**
- ❖ Jednoduchá konstrukce
  - ❖ Levné
  - ❖ Neobsahují žádné nebezpečné nebo toxické látky – levná ekologická likvidace

- Nevýhody**
- ❖ Nízká účinnost a životnost
  - ❖ Vypařující se wolfram způsobuje postupné černání baňky a snížení svítivosti
  - ❖ Zakázány v EU
  - ❖ Nejsou vhodné pro časté zapínání a vypínání



### Halogenová žárovka

Tento typ žárovek je prakticky jenom vylepšená konstrukce obyčejných žárovek. Oproti klasickým žárovkám je wolframové vlákno uzavřeno v menší skleněné baňce naplněné halogenovými plyny – bromem nebo jodem.

Pomocí těchto dvou prvků probíhá tzv. „halogenový cyklus“, který udržuje povrch baňky čistý. V principu tento cyklus probíhá tak, že do jistých teplot tvoří plynný wolfram s halogenem plynou sloučeninu. Při vysokých teplotách se pak tato sloučenina rozpadá zpět na wolfram a halogen. Halogen tak může reagovat s wolframem, který se zachytí na povrchu baňky, navázat jej na sebe a náhodně putovat v objemu baňky, dokud se nepřiblíží ke žhavému vláknu, kde se vlivem teploty rozpadne, wolfram se zachytí zpět na vlákno a halogen může cyklus opakovat. Žárovka si tak uchovává stejný světelný tok. Další výhodou je zahřívání wolframu na vyšší teploty, aby mohl probíhat halogenový cyklus a vyzařování tak probíhá častěji v kratších vlnových délkách a tím pádem je i měrný výkon vyšší než u obyčejných žárovek.

Kvůli vysokým teplotám baňky, které jsou způsobeny vysokými teplotami vlákna a vyšší povrchové koncentrací vyzářeného tepla, protože baňka má malý povrch, není možné používat pro baňky obyčejné sklo. Standardně se používá sklo křemenné, které je schopno tyto teploty vydržet, ale je propustné pro UV záření, které klasickým sklem neprojde. Dlouhodobé vystavení UV záření má nepříznivé účinky na lidský organismus, zejména na kůži a oči. Proto je nutné baňky halogenových žárovek dopovat oxidy ceru a titanu, nebo vybavovat UV filtry nebo používat druhou baňku z obyčejného skla.

- Výhody**
- ❖ Vyšší životnost než obyčejná žárovka
  - ❖ Nedochází k černání baňky
  - ❖ Vyšší měrný výkon než obyčejná žárovka

- Nevýhody**
- ❖ Vyšší výrobní náklady než obyčejná žárovka
  - ❖ Vyzařují UV záření
  - ❖ Obsahují brom nebo jód – dražší ekologická likvidace
  - ❖ Časté vypínání a zapínání snižuje životnost

"Když skončí pařížská výstava, elektrická světla budou zrušena a nikdo o nich více neuslyší."  
(profesor univerzity v Oxfordu Erasmus Wilson, 1878)

## Zářivky

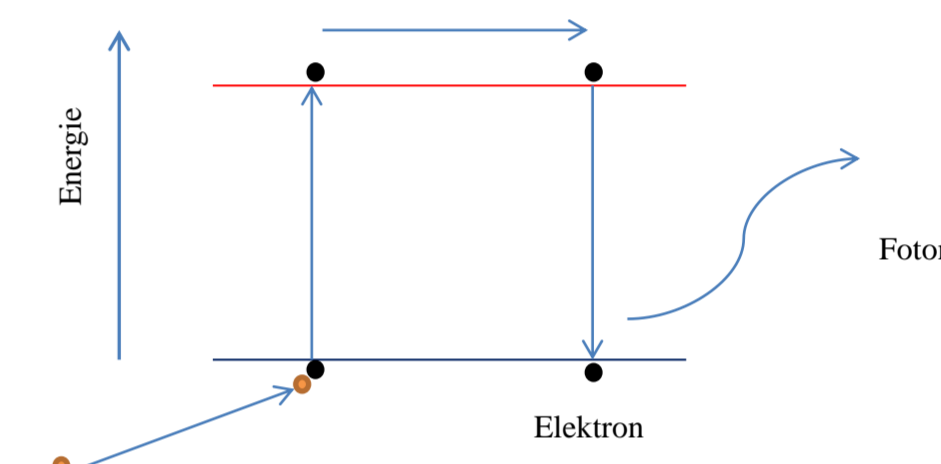


Lineární zářivka, zdroj: Katalog FARO

Základ funkce zářivek spočívá v excitaci elektronů atomů plynu a jejich následné deexcitaci, při které se uvolní elektromagnetické záření.

Detailnější popis tohoto děje začíná u žhavení elektrod (wolframového vlákna) elektrickým proudem, které jsou pokryty vrstvou materiálu, který při zahřátí dobře emituje elektrony. Tyto elektrony ionizují plyn v trubici, dokud není dostatečně elektricky vodivý, a poté nastane elektrický výboj (vedení elektrického proudu skrz plyn) mezi elektrodami. Proud již neproudí skrz elektrody, ale mezi elektrodami a excituje elektrony v atomech plynu.

Fyzikální princip zářivek, zdroj: Ing. Michal Špiláček



- Výhody**
- ❖ Velmi vysoký měrný výkon
  - ❖ Vysoká životnost
- Nevýhody**
- ❖ Vysoká cena
  - ❖ Drahá ekologická likvidace – mohou obsahovat rtuť a jiné nebezpečné látky
  - ❖ Časté vypínání a zapínání snižuje životnost

### Zářivky nízkotlaké

Tlak v těchto zářivkách (několik stovek Pa) je zlomek tlaku atmosférického (101 000 Pa). Elektrický výboj v plynu s nízkým tlakem vzniká už při nízkém elektrickém napětí a jejich provoz tak probíhá při nízkých výkonech. Zahřívání plynu elektrickým odporem také není vysoké.

Pro svoji funkci **potřebují** předřadník, který zajišťuje dynamické změny proudu a napětí, potřebné pro nastartování zářivky.

Nejčastěji používané typy pro osvětlení jsou **sodíkové zářivky** a **rtuťové zářivky**.

**Sodíkové zářivky** mají **největší účinnost**, ale produkují především světlo modré barvy a ultrafialové záření. Aby bylo možno je použít pro svícení, jsou povrchy těchto lamp pokryty fosforem, který toto záření pohltí a pomocí fluorescence vyzáří jako viditelné světlo.

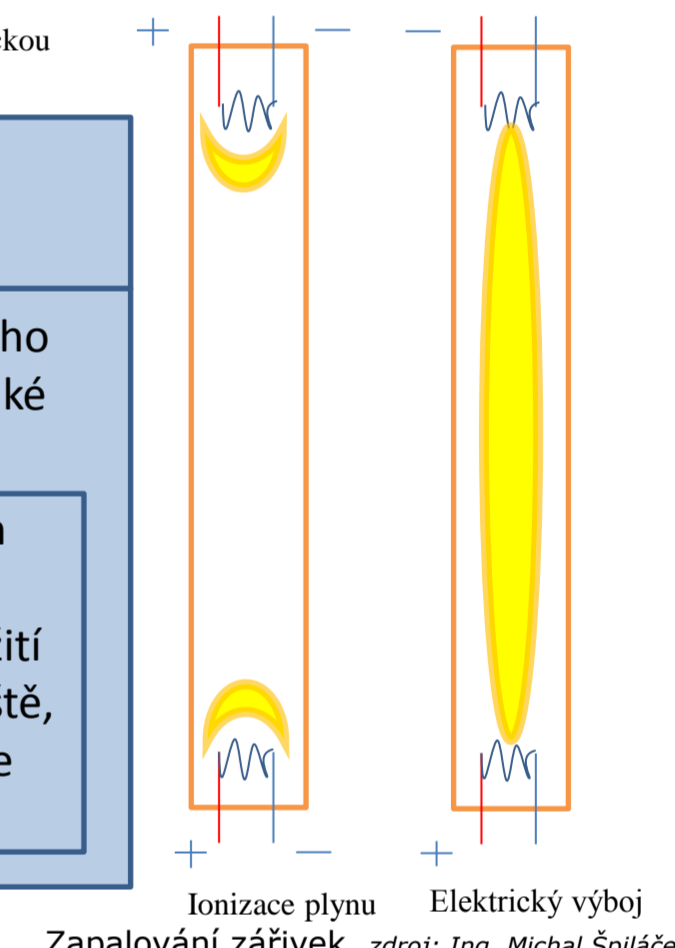
**Rtuťové zářivky** používají směs rtuťových par a argonu a produkují především světlo modré barvy a ultrafialové záření. Aby bylo možno je použít pro svícení, jsou povrchy těchto lamp pokryty fosforem, který toto záření pohltí a pomocí fluorescence vyzáří jako viditelné světlo.

### Zářivky vysokotlaké (výbojky)

Vysokotlaké zářivky používají tlak v rozsahu: 15 % atmosférického tlaku až 5 MPa. U těchto zářivek je pro zapálení elektrického výboje potřeba vyšších napětí, než u nízkotlakých zářivek. Příkon těchto zářivek je tak podstatně vyšší a zahřívání plynu je také velké, ale zároveň mají vyšší měrný výkon a větší světelný tok.

**Sodíkové výbojky** používají jako plynovou náplň sodík smíchaný s rtuť. Díky rtuti není jejich světlo monochromatické jako u nízkotlakých sodíkových zářivek a méně tak zkresluje barvy. Používají se především pro pouliční osvětlení.

**Metalhalidové (halogenidové) výbojky** přimíchávají do plynících plynů soli kovů vzácných zemin a zlepšují tak měrný výkon a barevné spektrum. Získávají velmi přirozenou bílou barvu. Použití nalézájí hlavně při osvětlování veřejných prostranství (sportoviště, plicní plyn je rtuť, sodík), u automobilových světel (plnicí plyn je xenon) a jako zdroje světla do projektorů.



Nejstarší žárovka na světě svítí již 110 let. Používá se od června 1901.  
<http://www.centennialbulb.org/photos.htm>

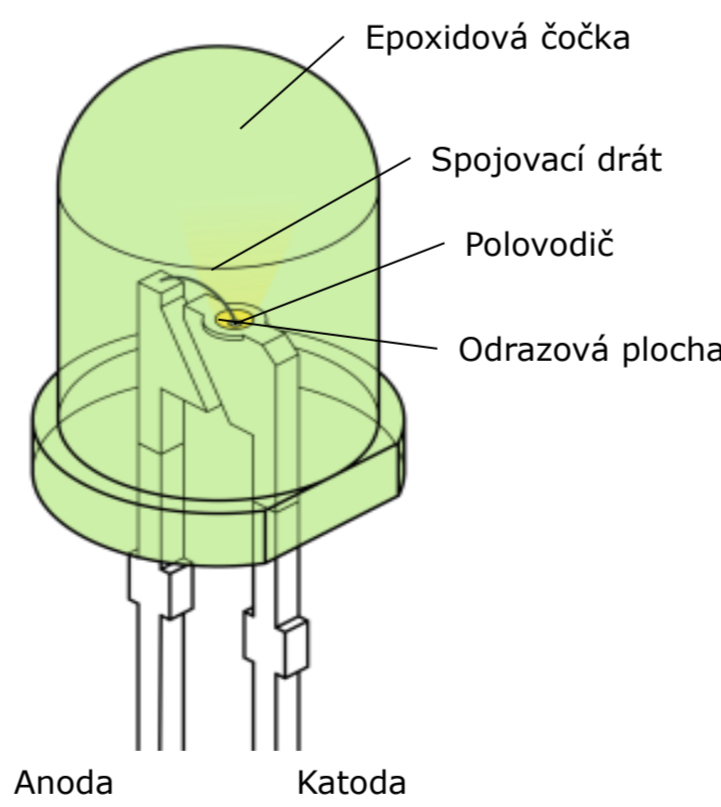
Zdroj, pokud neuvedeno jinak: Philips



## LED



LED žárovka, patice GU 5,3, zdroj: Philips



LED dioda, zdroj: Wikimedia commons

Tyto zdroje světla pro svůj provoz využívají jev zvaný **elektroluminiscence** – stav, kdy některé materiály po vystavení elektrickému proudu nebo silnému elektrickému poli vyzařují světlo. Tento mechanismus je zásadně rozdílný od **termoluminiscence**.

Pro praktické využití se nejčastěji používá elektroluminiscence polovodičových materiálů na P-N přechodu. V principu se jedná o rekombinaci excitovaných elektronů z polovodiče typu N s dírami polovodiče typu P. Excitované elektrony „spadnou“ na energetickou úroveň děr a přebytečná kvanta energie jsou vyzářena ve formě fotonů nebo tepla.

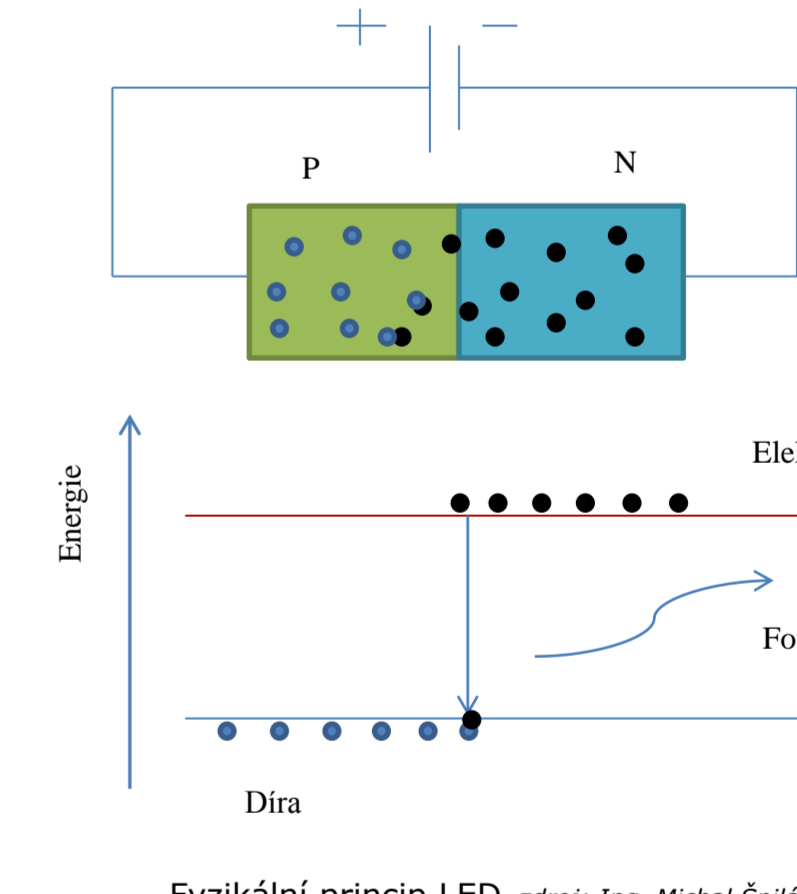
Technicky je tento jev realizován v LED diodách. Pokud se dioda zapojí v propustném směru ke zdroji napětí, začne vyzařovat **monochromatické** světlo, které je vedeno na čočku, která rozptýluje světlo vyžadovaným způsobem do okolí, ale stále v relativně úzkém paprsku.

Konstrukce LED diod špatně vede teplo. Je tak potřeba je napájet správným proudem, u vyšších proudů roste teplo způsobené el. odporem a mohou se poškodit spálením. Stejný problém je u LED diod velkých výkonů (např. automobilová světla), která pro správnou funkci potřebují chladič.

Pro dosažení požadovaného světelného toku se LED diody sdružují do skupin – LED žárovek. Pro svůj provoz potřebují stejnosměrný proud.

- Výhody**
- ❖ Velmi vysoký měrný výkon
  - ❖ Vysoká životnost

- Nevýhody**
- ❖ Vysoká cena
  - ❖ Velmi vysoký jas
  - ❖ Náhylnost na tepelné přetížení – potřeba je chladit



Fyzikální princip LED, zdroj: Ing. Michal Špiláček



LED žárovka, zdroj: www



LED lineární osvětlení, zdroj: Philips

Autor: Ing. Michal Špiláček

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV  
Technická 2896/2  
616 69 Brno