

zdroje světla

$$c = \lambda_0 f, \quad \omega = 2\pi f, \quad k = 2\pi n / \lambda_0$$

$$\delta = n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots, \quad \phi = \omega t - 2\pi\delta$$

$$\vec{k} = (k_x, k_y, k_z) := (0, 0, k_z)$$

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} E_{0x}(k) \cdot \cos(\omega t - k_z z + \phi_{0x}) \\ E_{0y}(k) \cdot \cos(\omega t - k_z z + \phi_{0y}) \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$I = |\vec{E}_0|^2 = E_{0x}^2 + E_{0y}^2 \quad \vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{k} \perp \vec{E}, \quad \delta_c = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

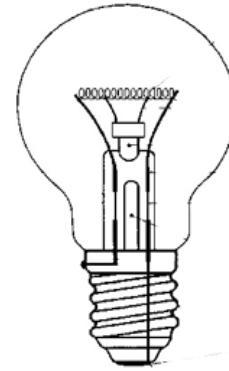
$$I = I_1 + I_2 + 2\gamma\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi, \quad \mu = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

zdroje světla

typy emise

- *žárovka*
- *halogenka*
- *LED*

teplota vlákn



výbojové zdroje světla

- *oblouková lampa*
- *doutnavka*
- *zářivka*



zdroje světla

	typ spektra
atomární emise	čarové/spojité
(termo)emise	charakteristické/spojité
luminiscence	~ monochromatické
Čerenkovovo záření	spojité
anihilace	polychromatické

stimulovaná emise

lasery

Záření absolutně černého tělesa

maximum vyzařované energie

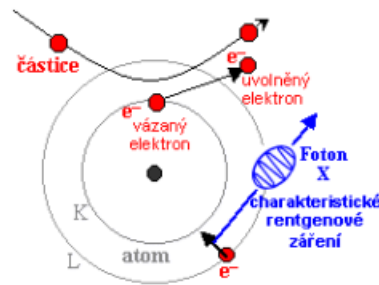
$$\lambda_{\max} = \frac{2,898 \text{ mm}}{T[K]} \quad (\text{Wienův posunovací zákon})$$

celkové množství vyzařované energie

$$j \approx \sigma T^4 \quad (\text{Stefanův-Boltzmannův zákon})$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Js}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

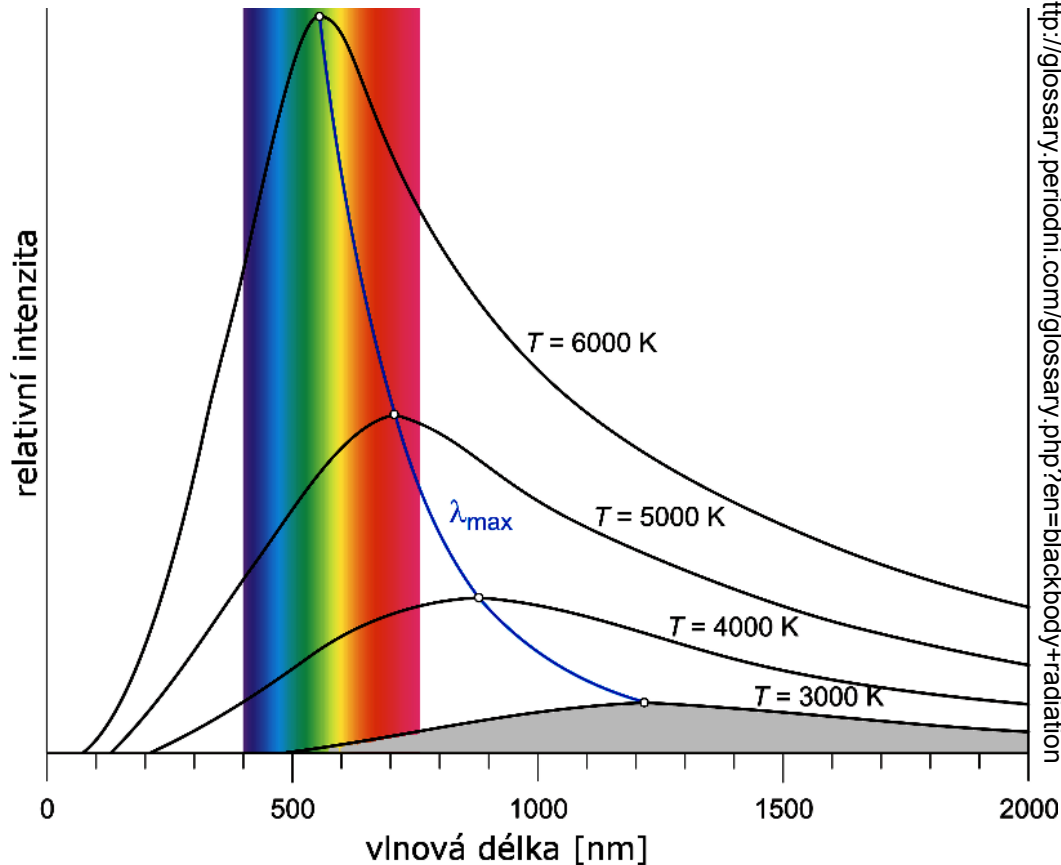
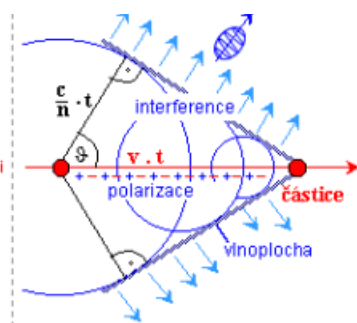
atomární emise,
charakteristické záření



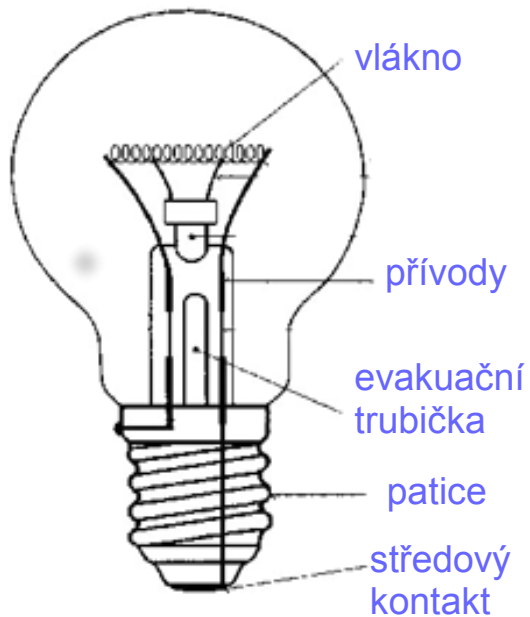
brzdné záření



Čerenkovovo záření



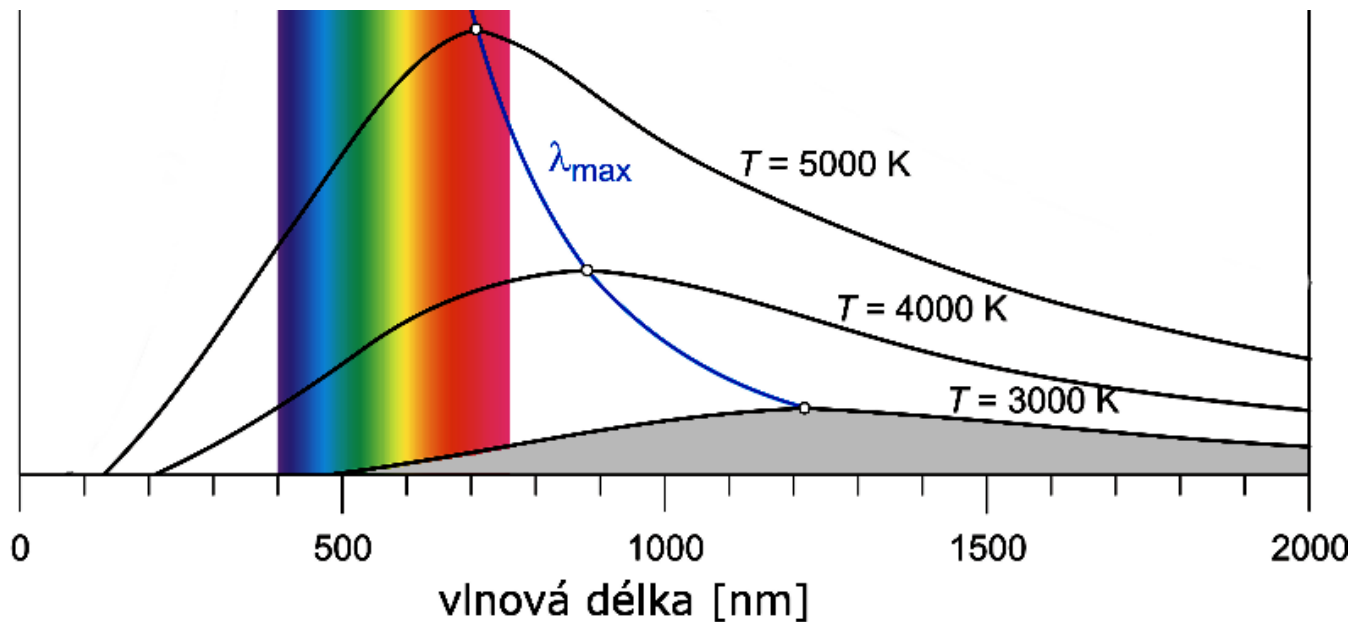
žárovka



evakuovaná baňka s wolframovým vláknem + atmosféra dusík, argon
průchodem proudu se vlákno zahřívá (2000 K – 3000 K)

- + nízká pořizovací cena
- cca 97% energie je vyzářeno v IČ oblasti, 3% ve viditelné oblasti
- životnost žárovky omezena odpařováním wolframu

pro běžné použití se v dnešní době od žárovek ustupuje



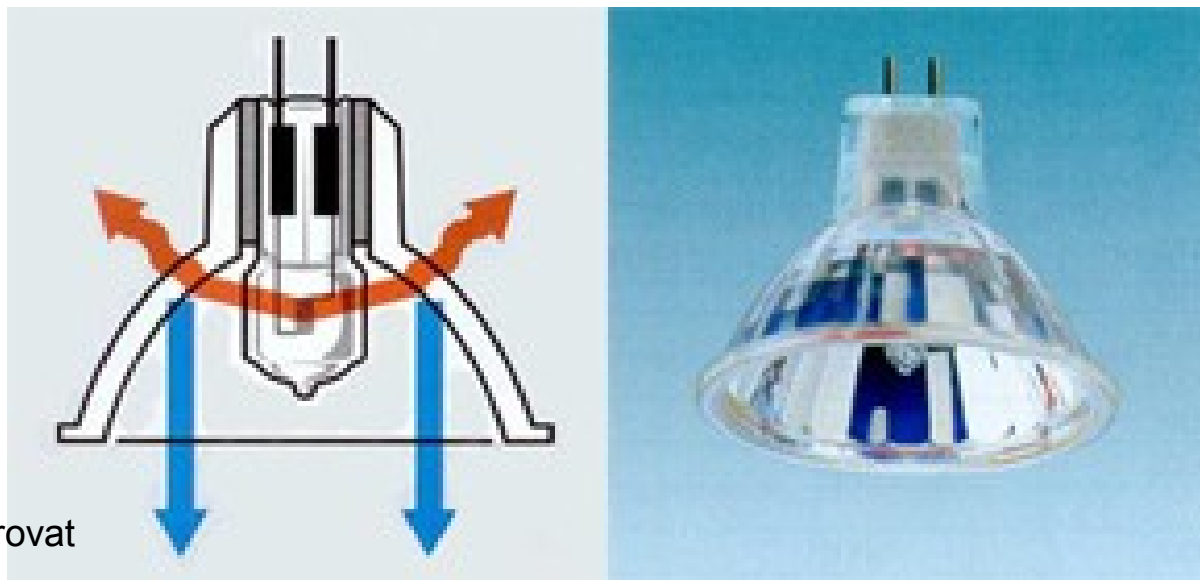
halogenová žárovka

vylepšení běžné žárovky

pracuje zpravidla na vyšší teplotě
(3000 K – 3500 K)

+ vyšší účinnost (cca 5%)

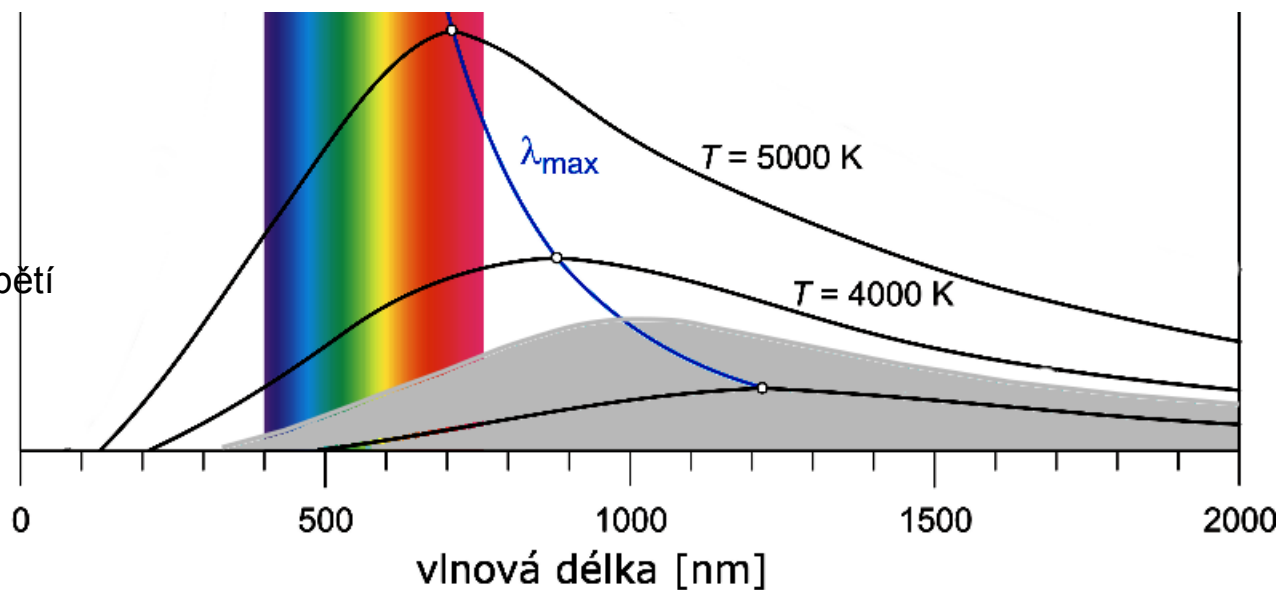
+ s reflektorem umožňuje světlo směřovat



- nutnost halogenového cyklu
(atmosféra Br, I)

- křemenná baňka : UV
-> příměsi (CeO_2)

- k napájení se používají nízká napětí
-> trafo



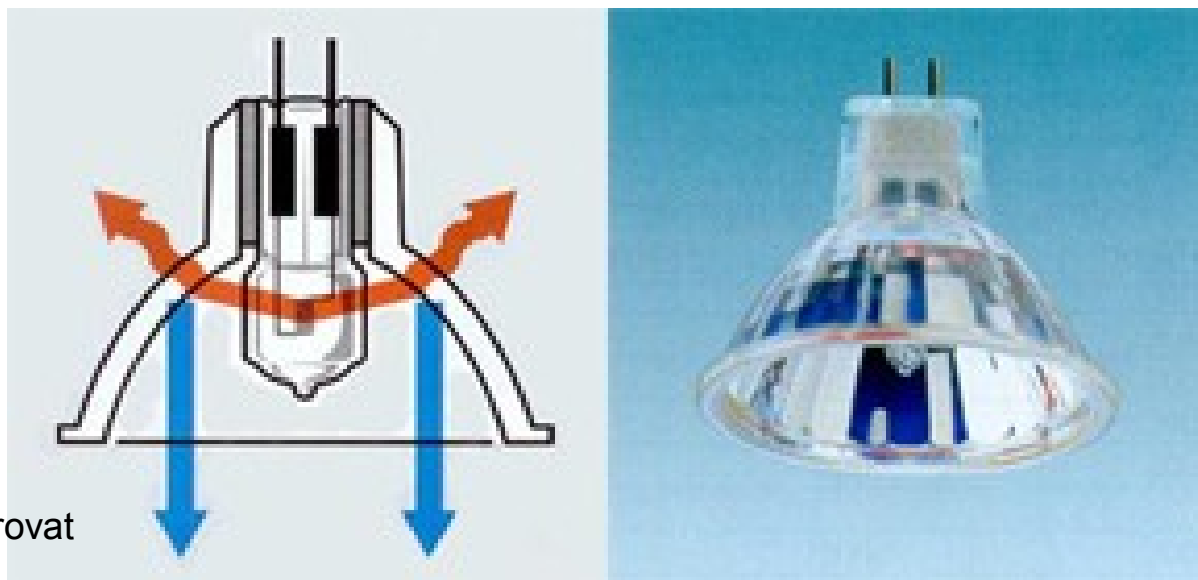
halogenová žárovka

vylepšení běžné žárovky

pracuje zpravidla na vyšší teplotě
(3000 K – 3500 K)

+ vyšší účinnost (cca 5%)

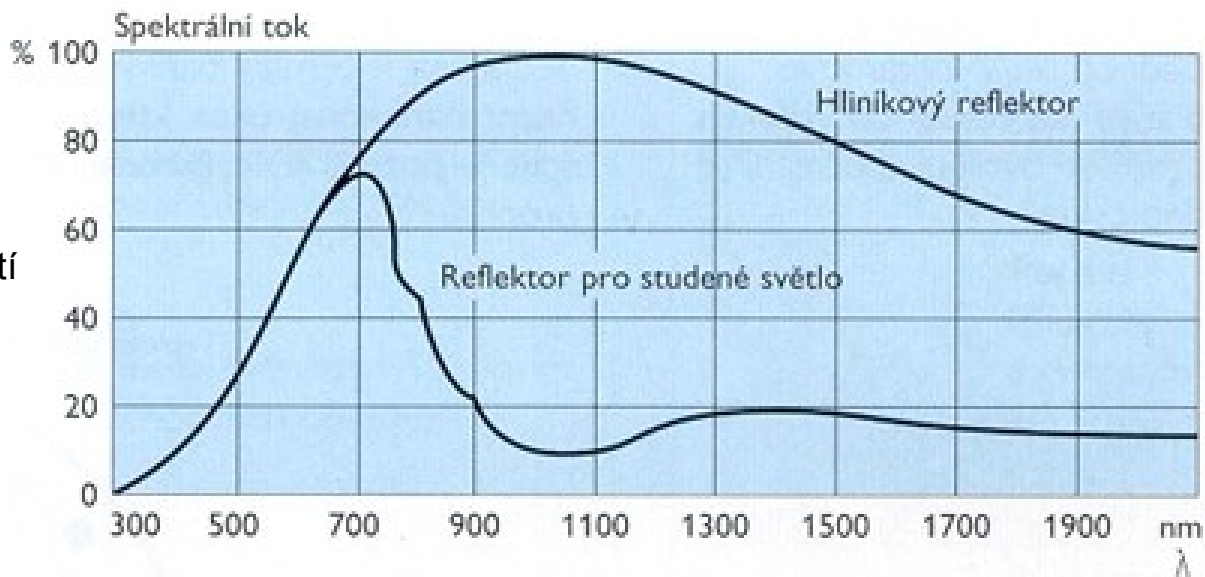
+ s reflektorem umožňuje světlo směřovat



- nutnost halogenového cyklu
(atmosféra Br, I)

- křemenná baňka : UV
-> příměsi (CeO_2)

- k napájení se používají nízká napětí
-> trafo

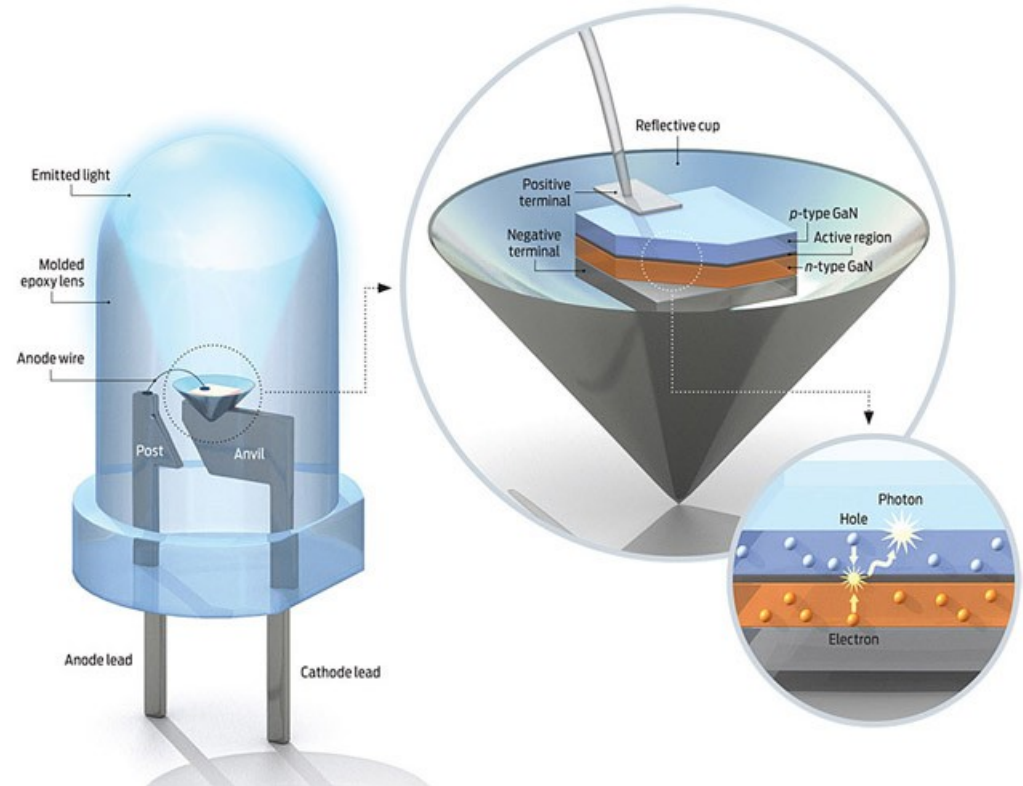


LED

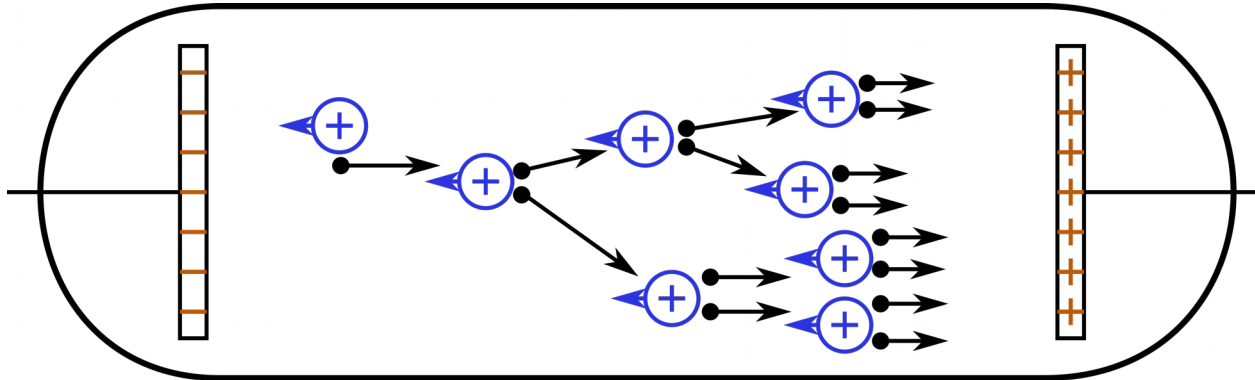
generování světla na základě rekombinace nosičů proudu v polovodičovém PN přechodu

+ vysoká účinnost (až 40%)

- k napájení se používají nízká stejnosměrná napětí -> trafa



Výboje v plynech

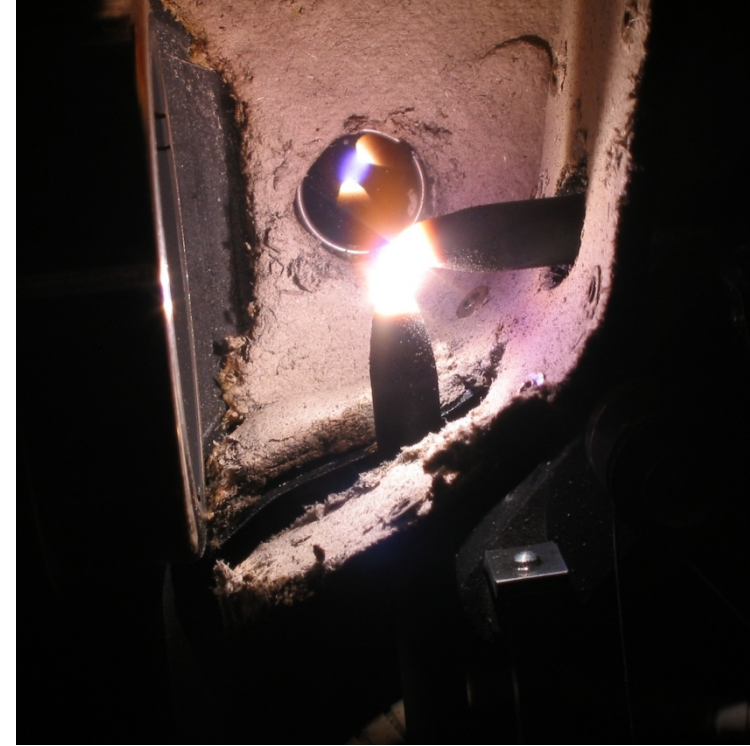
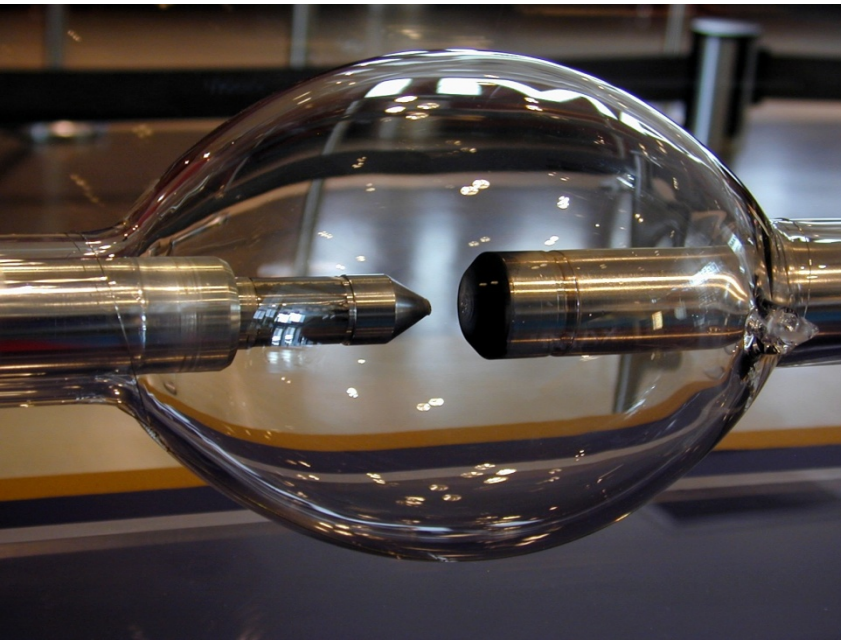


podmínkou nutnou k udržení výboje je existence ionizovaných atomů plynu (uzavřené trubice se dvěma elektrodami a (zředěným) plynem)

- ionizace napětím: **doutnavý výboj**, ionizace plynu urychlovanými elektrony
jiskrový výboj, průrazné napětí (vzduch: 3 MV/m)
snížení tlaku v trubici snižuje zápalné napětí
- ionizace teplotní: **oblouk**

po nastartování jsou výboje zpravidla samostatné

oblouková lampa



obloukový výboj se zapaluje dotykem dvou elektrod a jejich následným oddálením

výboj může hořet v různých atmosférách

nevýhoda: proud tekoucí ionizovaným kanálem je velký – elektrody odhořívají (anoda 4x rychleji než katoda)

svítí převážně elektrody (anoda 90% z celkového světelného výkonu, katoda 8%, oblouk 2%)

spektrální obor lze regulovat materiálem elektrod (zpravidla uhlík, např. ale hliníkové pro UV)

příklad technického provedení: magnetitová katoda (s rutilém a oxidem chromitým) v železné trubici
měděná anoda – při proudu 10A odhořívání cca 1.5 mm/hod

dnes se používá převážně jako svářecí aparát

doutnavka

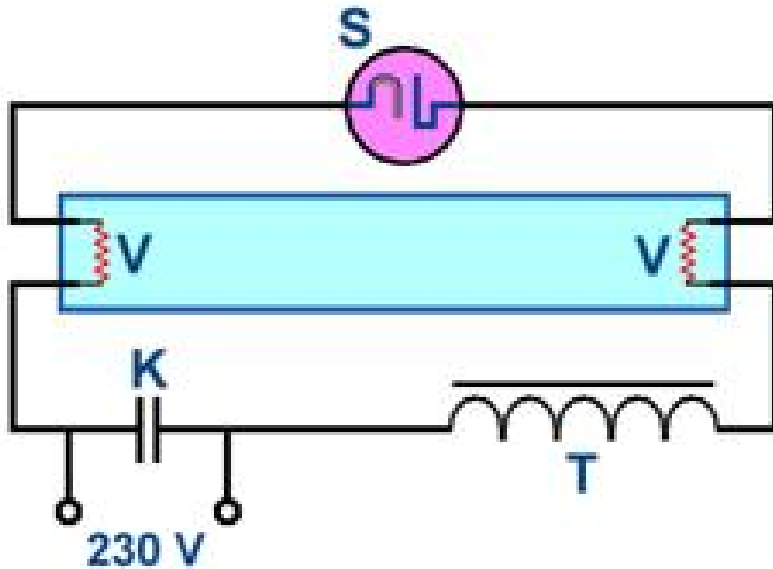


nízkotlaká výbojka (desetiny kPa) s prostorově oddělenými elektrodami
barva záleží na použitém plynu (typicky 99.5 % neon, 0.5 % argon)
samostatný doutnavý výboj (zápalné napětí bývá kolem 120 V)

ve stejnosměrném obvodu září katoda
ve střídavém obvodu září obě elektrody
protékající proud (a tím i spotřeba) jsou malé



zářivka



trubice naplněná parami rtuti a argonu (tlak: stovky Pa)

oddělené žhavené elektrody, výboj se musí startovat

světelná účinnost cca 20%

světlo emitované v UV oblasti je
přeměněno luminoforem naneseným
na stěnách trubice na viditelné

katoda (900 °C) je pokryta bariem

startovacím obvodem je neonová doutnavka s bimetlovým kontaktem

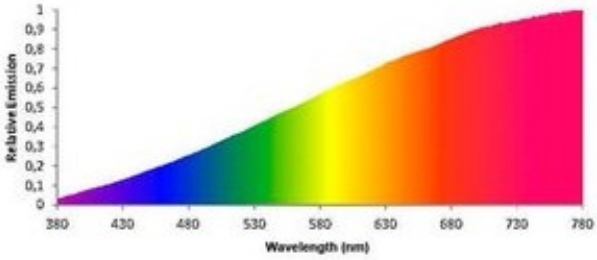
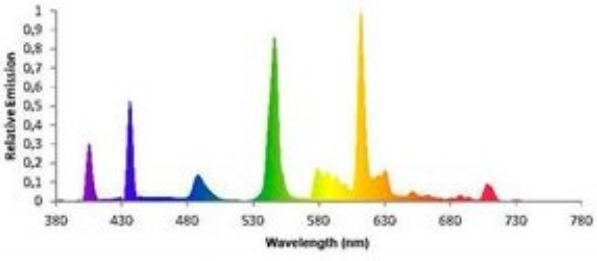
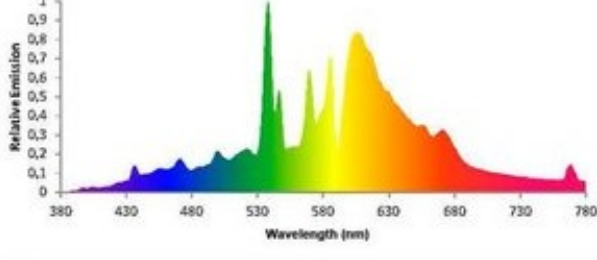
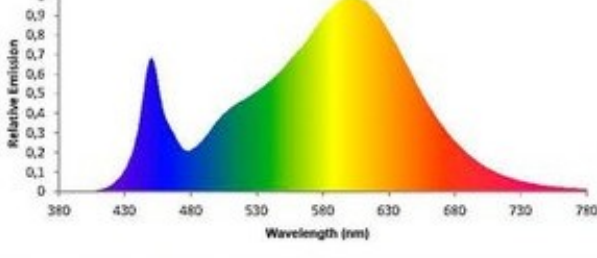
tlumivka zajišťuje zapálení výboje a následnou regulaci napětí startéru

kondenzátor zlepšuje účinník zářivky



porovnání světelných zdrojů

žárovka: 12 lm/W (3-5%)

Description	Spectrum	System luminous efficacy (lm/W)	Energy conversion efficiency	Theoretical maximum luminous efficacy (lm/W)
halogenka		25,6	15,4%	166,3
zářivka		81,6	23,7%	344,4
výbojka		99,2	31,5%	314,5
LED		138,6	42,3%	327,6