

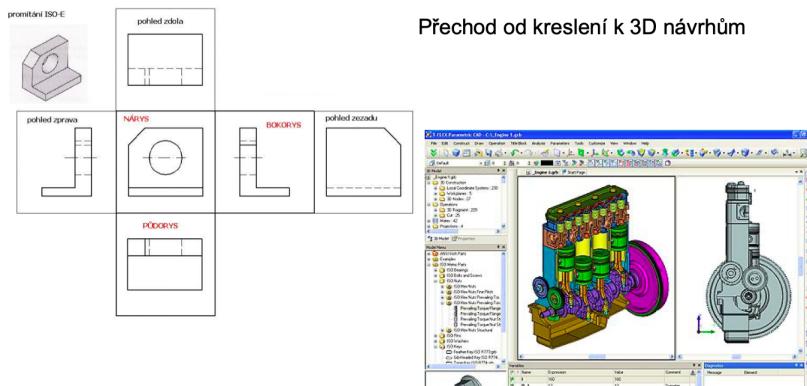
E1 - UEL – Úvod do elektrotechniky

Základní pojmy teoretické elektrotechniky; Materiály v elektrotechnice; Elektrické stroje; Elektrochemické zdroje; Základy světelné techniky a osvětlování; (Úvod do elektrotechniky)
<https://moodle.fel.cvut.cz/course/view.php?id=2635> (přednášky 1:9)

Základní pojmy teoretické elektrotechniky:

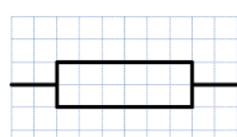
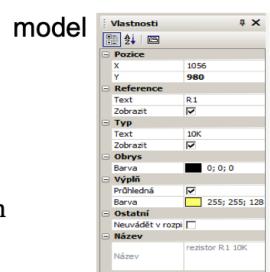
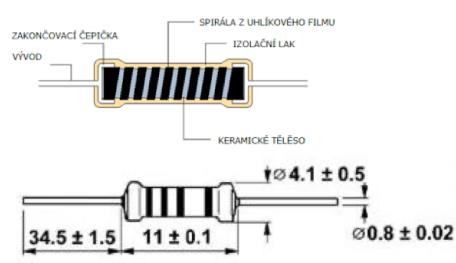
- Technická věda: Elektrotechnika = vědní a technický obor
 - o Zabývá se technickými aplikacemi elektromagnetismu
 - + výrobou, rozvodem a přeměnou elektrické energie v jiné druhy energie
 - o Konstrukce sdělovacích, zabezpečovacích výpočetních a jiných el. zařízení.
 - o Silnoproudá / slaboproudá elektrotechnika
- Praktická činnost: Praktické využití el. energie
 - o Rozpětí od bleskosvodu až po počítače
- Elektrotechnické obory:
 - o Slaboproud:
 - Elektronika a telekomunikace
 - o Silnoproud:
 - Energetika, el. stroje, přístroje, a el. pohony
- Jazyk:
 - o Znakový systém, pomocí kterého se popisují věci, akce a myšlenky/stavy
 - o Technický jazyk: Přizpůsobený potřebám techniky

Technické kreslení



Kotování, popis vlastností

- **Prvek výkresu = objekt**
 - tvar
 - rozměry
 - materiál
 - mechanické vlastnosti
 - elektrické vlastnosti

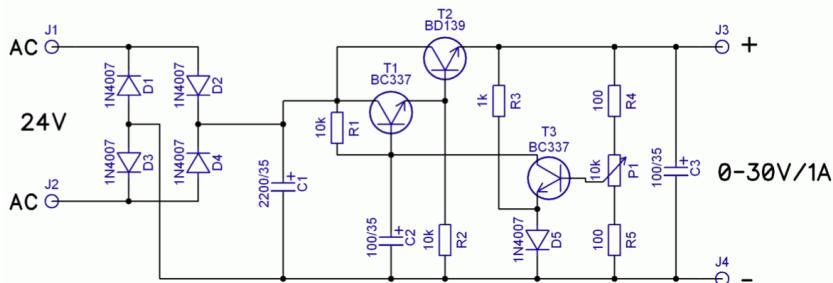


150 Ω / 0,5 W / 500 V
2 g / rm 15 mm / d 4,1 mm

Kreslení v elektrotechnice

- Blokové schéma
 - *Obvodové schéma*

Výkresy nevyjadřují mechanické provedení



- Značky: norma – zavedena online databáze, SW např. proficad

Schematické značky

- Zjednodušené grafické znázornění součástek
 - Součástí značky jsou i
 - hodnota
 - označení
 - doplňující informace



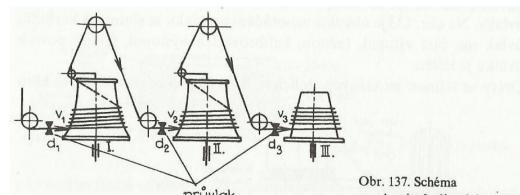
Magnetický zdroj	Baterie	Ampermér	Zdroj s fázovou vlnou	Zdroj napětí			
Motor	Zámková svítilna	Pouzdro	Viditelný	Rezistor			
Vodítka	Spojení vodítka	Spojení s kotevou	Uzemlení	Anténa			
Svítilna	Spínač	Přepínač	Křížování vodítka bez vodítkového spojení				
Cíka - relé	Zapínací kontakt relé	Vypínací kontakt relé	Pojistka	Proměnný rezistor			
Potenciometr	Externí kondenzátor	Kondenzátor	Externí kondenzátor	Ladicí kondenzátor			
Cíka	Cíka s jádrem	Dioda	Tytistor	Fotodioda			
Transistor NPN	Transistor PNP	Kondenzátor	Tytistor	Onduletor			

Materiály v elektrotechnice:

- Rozdělení: Vodiče, polovodiče, izolanty
 - Elektrická vodivost souvisí se strukturou atomu a jeho uspořádání v materiualu
 - o Schopnost dobře vést el. proud
 - Kovalentní / iontová vazba
 - I : (el. proud) = uspořádaný tok elektronu $R = \frac{U}{I}$
 - Plošná hustota proud: $J = \frac{I}{S}$
 - Vodiče:
 - o Zlato:
 - Dobrý, ale horší vodič než měď a stříbro
 - o Měď:
 - 2. místo po stříbře (výborný vodič)
 - Dostupná, tvárná, dobře zpracovatelná (vodiče: dráty, plechy)
 - o Hliník:
 - Horší než měď + horší mech. Vlastnosti
 - Lehčí, levnější, odolnost vůči korozii, slitiny

Tažení c

Tažení drátu



Obr. 137. Schéma
mnohonásobného drátotahu

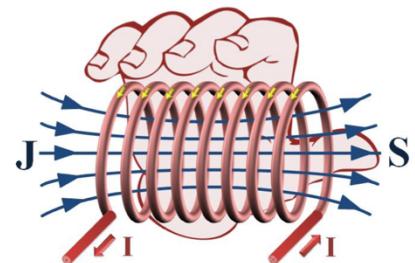
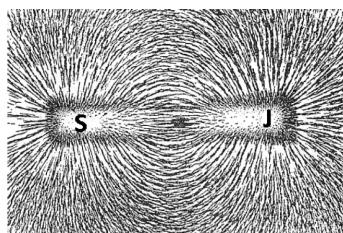
- o Rtuť:
 - Jed, těkavá, tekutá za normální teploty, slušný vodič
- o Železo:
 - Konstrukční prvky, magnetické obvody
- Izolanty:
 - o Za normální podmínek nevedou el. proud (velká šířka zakázaného pásu, kterou elektrony nepřekonají)
 - o Porcelán:
 - Dřívě nejrozšířenější materiál
 - Kaolín, lití + výpal až 1520° , glazování
 - Dnes náhrada izolátorů plastem
- Polovodiče:
 - o Šířka zakázaného pásu menší než u izolantů
 - o Si, Ge, C, Se, Te, PbS, hemoglobin
 - o S rostoucí teplotou se zvětšuje hustota volných elektronů
- + materiály:
 - o Chceme vyšší jakost, čistotu
 - o Výroba mědi, křemíku a oceli: Youtube.. doplnit odkazy
- Moderní metody obrábění – vodní paprsek, laser (sublimační, tavné, pálením), plazma

Elektrické stroje:

- o Koná práci, případně přeměňuje parametry energie
- Přístroj:
 - o Ovládá a řídí el. stroje, měří
- Zařízení:
 - o Kombinace strojů a přístrojů
- Točivý/netočivý:

Magnetické pole

- **Vzniká pohybem elektrického náboje**
 - kolem atomů (permanetní magnet)
 - tvořeným elektrickým proudem (elektromagnet)



Prsty pravé ruky ukazují směr proudu, palec pak ukazuje severní pól cívky.

- Princip duality:
 - o Magnetické vzniká pohybem nosičů náboje
 - o Změnou magnetického pole vzniká pohyb nosičů náboje

Stejnosměrné stroje netočivé



- Stejnosměrné stroje točivé:
 - o K pohybu je nutno pravidelné střídání elektromagnetu
 - o Motory s permanentními magnety nebo budicím vinutím
 - o Komutátor (izolované lamely, přívod a přepínání směru do rotorových cívek)
 - o Stator (nepohyblivá část) + rotor (pohyblivá část)
 - o Motor (momentu, otáčky) závislé na proudu + propojení a provedení
- Dynamo – opačná funkce než motory

BLDC motory

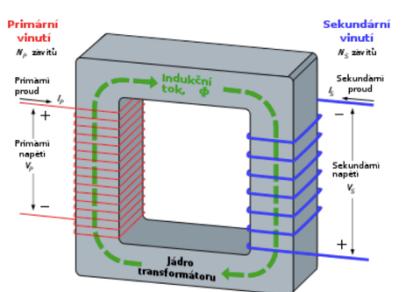


- Komutátor je
 - zdrojem rušení
 - nutno udržovat
 - častou přičinou poruch
- Řešení
 - bezkartáčové motory

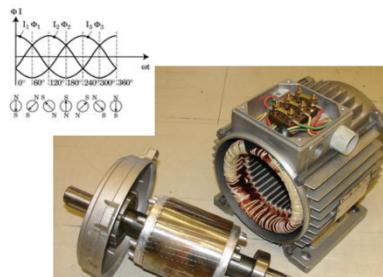


- (brushless)
- Použití DC motorů: elektrická trakce, pohony velkých výkonů, postupně nahrazovány AC motory.
- Střídavé stroje: točivý/netočivý

Transformátor



AS motor



- o Vinutí, izolace, plechy
- o Jednoduché stroje, lepší oprava než nový (drahé)
- o Konstrukce: bez komutátoru, možnost úplně krytého provedení, záběrný proud (nevýhoda)

Měniče pro ASM

Výhody

- Možnost regulace a řízení
 - momentu
 - otáček
- Možnost řízení pomocí
 - ovládacích prvků
 - tlačítka
 - potenciometry
 - sběrnicové řízení
 - CAN, LAN, RS485

Nevýhody

- Vyšší cena zařízení
- EMC
 - rušení měniče
 - rušení měničem
- Menší zkratová odolnost
 - záleží na kvalitě elektronických pojistek

Elektrochemické zdroje:

- Ukládání energie:
 - o Mechanická (potenciální, kinetická)
 - o Teplo
 - o Elektrická (náboj, elektrochemické)
- Elektrochemický článek:
 - o Katoda, anoda, elektrolyt
 - o Požadavky:
 - Elektrody: trvanlivé, velký povrch, levné
 - Elektrolyt: netoxický, trvanlivý, levný, neagresivní
 - Separátor: odolný, trvanlivý, propustný
- Kapacita baterie 1 Ah = proud 1A po dobu 1h (Ah kapacita nezahrnuje napětí)
- Energie uložená v baterii 1 Wh = 1 A x 1 V x 1h
- Primární baterie: na jedno použití (koupí se nabité, vyhodí se)
- Akumulátory: dají se dobít, cyklus až 10 000x

Primární články

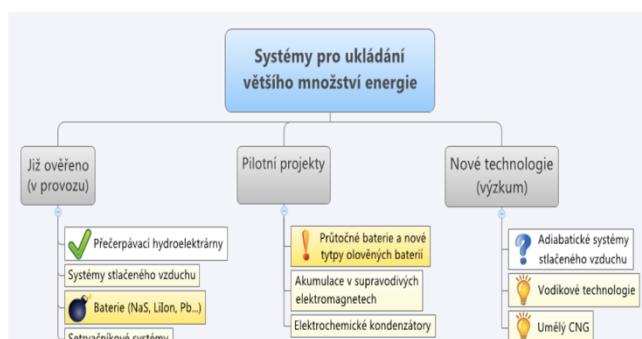
- Zn-Cl
- Alkalické
- Li-MnO₂



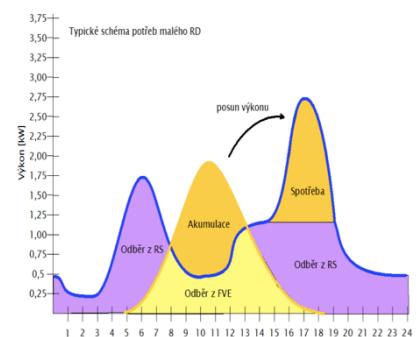
- Akumulátory: NiCd, NiMH, Pb, Li-ion, Li-xxxx (mnoho druhů)
 - o Těsné a otevřené
- Výroba baterií: youtube videa

Současný stav – použití baterií

Použití baterií - domácnosti

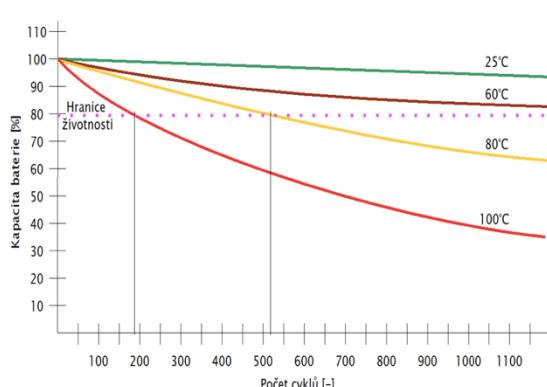


- Posun výkonu
- Stabilizace sítě
- Autonomní systémy

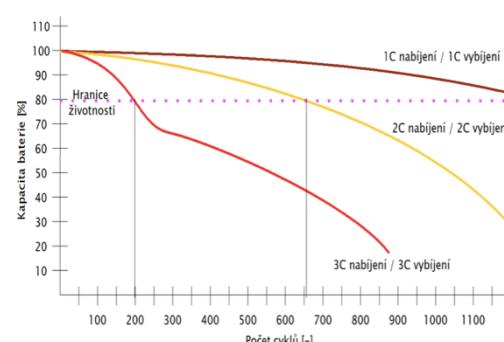


- Životnost baterie:
 - o Udává se v počtu cyklu do poklesu kapacity o 20%

Vliv teploty



Vliv nabíjecího / vybíjecího proudu



- řazením baterie lze ovlivnit velikost vybíjecího proudu jednotlivých článku -> ovlivníme tak zásadně životnost baterie. (serio-paralelní řazení)

Současný stav

- Převládající technologie
Li(NiCoAlO₂);
Li(NiMnCo); LiFePo₄
- Cena baterií na úrovni
320 \$/kWh
- Životnost dle provozního
zatížení až 20 let



Kontejnerové řešení bateriového úložiště

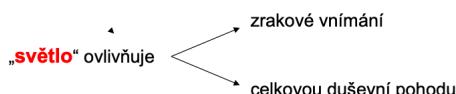
- Budoucí vývoj: podaří se snížení ceny, nadále bude dominovat lithium

Základy světelné techniky a osvětlení:

- Elektromagnetické záření:
 - o Přenos energie W_e ve formě elmag. vln či hmotných částic

VIDITELNÉ ZÁŘENÍ

činitel tvorby životního prostředí



zrakem člověk získává 80 až 90 % informací

Spotřebuje na to až 25 % přijaté energie

OSVĚTLENÍ

DOBRÉ

- vyšší produktivita
- roste i jakost výroby
- vyšší bezpečnost
- únava roste pomaleji
- snazší regenerace

NEVHODNÉ

- růst počtu chyb
- pokles kvality výroby
- růst počtu úrazů
- vyšší únava zraku
- roste celková únava

Cíl: dobrým osvětlením vytvořit zrakovou pohodu

ZRAKOVÁ POHODA

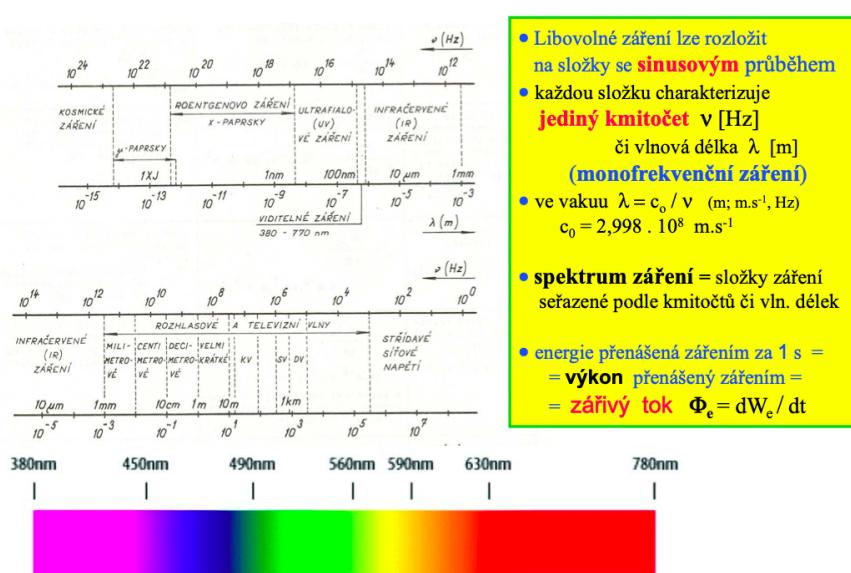
- zrak pracuje optimálně – dobré vidění a rozlišování
- člověk se cítí psychicky dobře, prostředí je mu příjemné

Další možné důsledky nedostatečného osvětlení :

- zhoršení schopnosti soustředění, snazší vznik stresu
- snížení obranyschopnosti, zvýšení hladiny cholesterolu
- snížení tvorby vitamínů A a D – zhoršení funkcí zraku, horší absorpcie Ca
- urychluje celkové stárnutí organismu
- podporuje vznik sezónních depresí, výkyv nálad, úbytku energie

- světlo řídí naše biologické pochody (cirkadiánní rytmus 24 h)
 - o telesná teplota, krevní tlak, tepová frekvence, látkový metabolismus, imunitní funkce, sexuální funkce, fyzická a duševní aktivita
- Zrak není schopen vnímat souhrnné působení záření za určitou dobu.

Pro vidění je proto rozhodující výkon přenášený zářením – zářivý tok Φ_e (W)



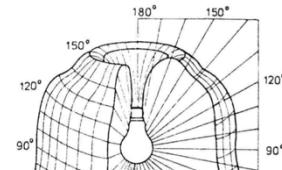
Rozložení barevných tónů ve spektrální oblasti viditelného záření

- Světelný tok Φ (lm) = zářivý tok (W) zhodnocený zrakem podle spektrální citlivosti oka
- Při základní vlnové délce $\lambda_m = 555$ nm je spektrální citlivost lidského zraku pro fotopicke i skotopické vidění shodná a rovná $683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$
- Prostorový úhel:
 - o velikost plochy vytáte obecnou kuželovou plochou (pod níž je vidět sledovaný předmět) na povrchu jednotkové koule, přičemž středy koule, kuželové plochy a prostorového úhlu jsou totožné.
 - o Jednotka 1 steradián
- Svítivost:
 - o I [cd]

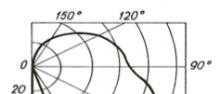
$$I_{\zeta} = \frac{d\Phi}{d\Omega_{\zeta}}$$

Fotometrická plocha svítivosti

Fotometrická plocha svítivosti
= plocha vzniklá propojením koncových bodů hodnot svítivosti I_{ζ} vynesených jako radiusvektory do bodu zdroje do odpovídajících směrů prostoru.



Čára svítivosti



matematický popis : $I_{\gamma} = I_0 \cdot f_I(\gamma)$

I_0 je svítivost uvažovaného zdroje ve vztažném směru,
tj. obvykle ve směru kolmém k hlavní vyzařovací ploše svítidla,

OSVĚTLENOST E 1 lux (lx)

$$E = \frac{d\Phi_{dopad}}{dA}$$

plošná hustota toku
 $d\Phi$ (lm) dopadlého
na plošku dA (m^2)

Průměrná osvětlenost E_A plochy A ,
na kterou dopadá tok Φ_A je
 $E_A = \Phi_A / A$ (lx; lm, m^2)

SVĚTLENÍ M ($lm \cdot m^{-2}$)

$$M = \frac{d\Phi_{vyzař}}{dA}$$

plošná hustota toku
 $d\Phi_{vyzař}$ (lm) vyzařovaného
ploškou dA (m^2)

Průměrné světlení M_A plochy A vyzařující tok $\Phi_{vyzař}$
 $M_A = \Phi_{vyzař} / A$ ($lm \cdot m^{-2}$; lm, m^2)

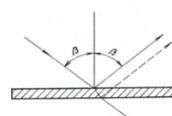
- jas = prostorová a plošná hustota světelného toku
- Světelný tok dopadající na materiál se dělí na tři části (odražená, pohlcená a prošlá)
 - o Z toho tři integrální činitele:
- Odraz:
 - o U většiny látek je odraz i prostup smíšený (difúzní i zrcadlová složka odrazu)

odrazu $\rho = \Phi_{\rho} / \Phi$,

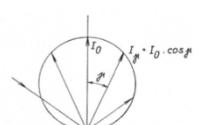
prostupu $\tau = \Phi_{\tau} / \Phi$ a

pohlcení $\alpha = \Phi_{\alpha} / \Phi$.

$$\rho + \tau + \alpha = 1$$



Zrcadlový odraz
přímý prostup



Difúzní odraz
rozložení svítivosti

- Fotometrie:
 - o Subjektivní (čidlo: zrak) / objektivní (čidlo: fotočlánek)

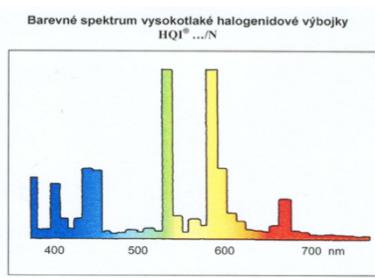
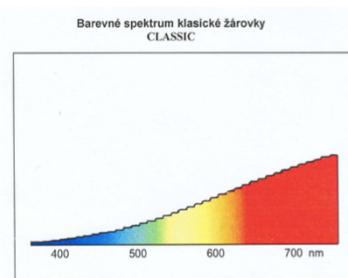
ELEKTRICKÉ SVĚTELNÉ ZDROJE

1. Teplotní - žárovky

Látka (vlákno žárovky) rozžhavená průchodem elektrického proudu vysílá **spojité** optické záření

2. Výbojové - Hg, Na výbojky

V elektric. výbojích v plynech a parách kovů se při návratu vybuzených atomů plynů do stabilních stavů uvolní energie a ta se mění v optické záření s **čárovým** spektrem



INDEX PODÁNÍ BAREV R_a

R_a = číslo 0 až 100 vystihuje věrnost výjemu barev ve světle daného zdroje

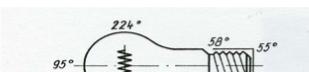
ŽÁROVKY KLASICKÉ

nejrozšířenější
snadná instalace
snadná údržba
široký sortiment



nízký měrný výkon
krátký život
neefektivní zdroj

Pozor na povrchovou teplotu



HALOGENOVÉ ŽÁROVKY

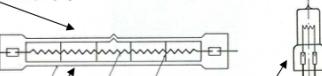
Zjednodušený popis
halogenového regeneračního cyklu

- W odpařený z vlákna putuje k baňce
- **poblíž baňky se W slučuje s J či Br**
- halogenid se vrací k vláknu
- Vlivem vysoké teploty **poblíž vlákna se halogenid štěpí** na :
 - J či Br (vracejí se k baňce)
 - W (zvyšuje koncentraci W u vlákna a brání dalšímu odpařování W).

Cyklus probíhá **kolmo k vláknu**.

S fluorem i podél – zatím nezvládnuto technologicky.

Lineární halogenová žárovka dvoupatková



Wolframové vlákno 1 drží několik podpěrek 2 v ose baňky ve tvaru válečku

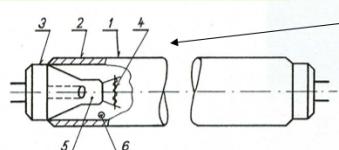
Jednopaticová HŽ kompaktnější vlákno



ZÁŘIVKY

Luminiscenční zdroj

nízkotlaké Hg výbojky se žhavenými elektrodami výbojová trubice opatřena **luminoforem** – transformuje 19 % příkonu z UV do viditelného spektra



1 výbojová trubice
2 vrstva luminoforu
3 kolíčková patice
4 elektroda – W drátek
5 nosný systém
6 náplň Hg + argon, neon

Každou výbojku zapojit vždy s předřadníkem

- Elektronické předřadníky: odpadají zapalovače, provoz bezhluchý, stabilita, bez blikání, úspora + doba života
- Žárovky nahrazovány kompaktními zářivkami

HALOGENIDOVÉ VÝBOJKY

- = vysokotlaké rtuťové výbojky, u nichž viditelné záření vzniká nejen zářením par rtuti, ale převážně **zářením produktů štěpení halogenidů**, tj. sloučenin halových prvků např. s galiem, thaliem, sodíkem, dysproziem apod.
- Jediná LED = malý světelný tok – proto se sdružují
 - o mA

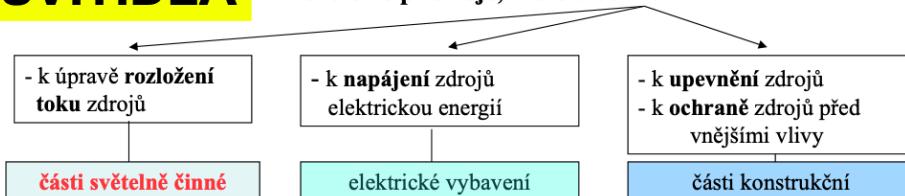
SVĚTLO EMITUJÍCÍ DIODY LED

LED = elektronický prvek, který generuje světelné záření při průchodu proudu polovodičovým přechodem v propustném směru.
Při **rekombinaci elektronu** (spojení elektronu s iontem) se uvolňuje určité **kvantum energie**, které je buď vyzářeno nebo absorbováno (\Rightarrow zvýšená teplota).
Záření je vždy omezeno na velmi úzké spektrum.

- Výhody LED:
 - o Rozměry, malé nap. napětí, není nutná ochrana na dotykové napětí, ss napětí, možnost napájet solárními články, -30°C až $+60^{\circ}\text{C}$
 - o Monochromatické barvy, odolné konstrukce, spolehlivé, dynamické řízení
- Nevýhody LED:
 - o Zatím vysoká cena, parametry velmi ovlivňovány teplotou

SVÍTIDLA

= světelné přístroje, které **slouží**:



SVĚTELNÁ ÚČINNOST SVÍTIDLA η_{sv}

$$\eta_{sv} = \frac{\Phi_{sv}}{\Phi_z} = \frac{\text{poměr toku } \Phi_{sv} \text{ vyzařovanému svítidlem}}{\text{k toku } \Phi_z \text{ světelných zdrojů instalovaných v daném svítidle}}$$

NÁVRH OSVĚTLENÍ INTERÉRŮ

=

TVORBA SVĚTELNÉHO PROSTŘEDÍ

CÍL: uspokojit tři základní potřeby lidí :

zrakovou pohodu	tvorba zrakově příjemného prostředí pro psychologickou pohodu
zrakový výkon	dosažení potřebné ostrosti vidění, rozlišování tvaru a barev detailů i rychlosti vnímání při co nejnižší únavě a vysoké produktivitě
bezpečnost	zábrana oslnění, stroboskopického jevu, rušivých stínů či kontrastů ...