

## 4.4.7 Katodové záření, elektronky

---

**Předpoklady:** 4405, 4406, 4304, 4305

Uvnitř trubice s doutnavým výbojem se pohybují dva proudy částic, když uděláme díry v jejich cílových elektrodách získáme je jako proudy částic (záření)

- kladné ionty letí od anody ke katodě (svítí)  $\Rightarrow$  díra (kanál) v katodě nám umožní získat jejich proud = **kanálové záření** (umožňuje měřit hmotnosti iontů, vedlo k objevu izotopů)
- elektrony letí od katody k anodě (nesvítí, ale způsobují světélkování skla trubice)  $\Rightarrow$  díra v anodě nám umožní získat jejich proud = **katodové záření** (výzkum katodového záření vedl k objevu elektronů)

Při dalším snižování tlaku postupně zhasíná anodový sloupec i katodové doutnavé světlo a zbývá světélkování skla  $\Rightarrow$  v trubici převládlo katodové záření

Katodové záření = proud elektronů  $\Rightarrow$

- vychylováno magnetickým polem
- vychylováno elektrickým polem
- mechanické účinky (roztočení mlýnku)
- tepelné účinky (žhavení anody)
- chemické účinky (expozice fotopapíru)
- způsobuje vznik rentgenového záření

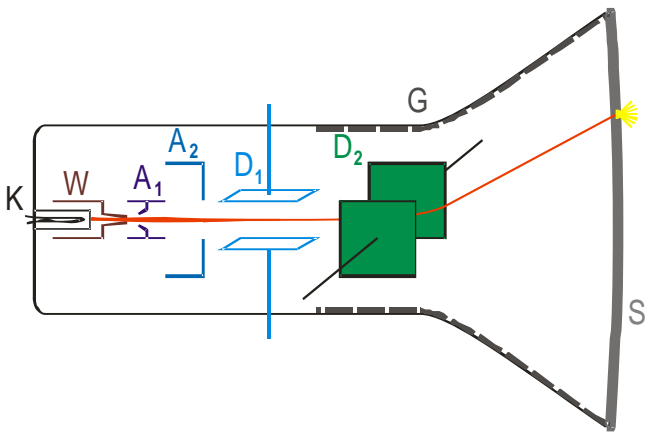
Proud elektronů emitovaných katodou je základem funkce elektronek.

### Elektronka

= baňka s vyčerpaným vzduchem, která obsahuje katodu emitující elektrony. Elektrony vyletují z katody **různou rychlostí**, pohybují se k anodě a jejich proud je nějakým způsobem usměřován pomocí dalších elektrod (mřížek) mezi katodou a anodou.

- černá špička = vrstva agresivního kovu, který zreaguje se vzduchem, který by se dostal dovnitř. Pokud vrstva kovů chybí, elektronka je s velkou pravděpodobností rozbitá.
- do 50 let základ veškeré elektroniky, pak nahrazení polovodičovými součástkami.
- v současnosti pouze v nejdražších zesilovačích a ve speciálních vojenských aplikacích (odolnost proti elektromagnetickým impulsům některých atomových zbraní)

### CRT obrazovka



K – katoda, zdroj elektronů

W - řídicí mřížka (řídicí elektroda)-regulátor počtu elektronů, které se od katody dostanou dál (a tedy i jasů místa, kam dopadnou)

A - anody, urychlují a zaostrují svazek elektronů (potřeba velkého napětí)

D – vychylovací destičky – vychylují proud elektronů tak, aby dopadl na požadované místo stínítka

G – zatemňovací grafitový povlak

S – stínítka z látky, která po dopadu elektronů vyzáří světlo

Elektronový paprsek postupně projíždí plochu stínítka a kreslí obrázek.

**Př. 1:** CRT obrazovky měly po dlouhou dobu (a stále ještě mají i když v menší míře) dvě velké nevýhody:

- a) byly příliš hluboké
- b) přední strana obrazovky byla zakulacená

Vysvětli, jak tyto nevýhody vyplývají z její konstrukce.

a) hloubka

hloubka obrazovky je daná tím, že musí dojít k vytvoření a vychýlení proudu elektronů. Ty při tom samozřejmě musí urazit určitou vzdálenost a ta udává nutnou hloubku obrazovky.

b) kulatost přední strany

elektronový paprsek vychází z jednoho místa  $\Rightarrow$  ke všem místům na stínítku by měl urazit stejnou dráhu, ale u ploché obrazovky by body u středu byly blíže  $\Rightarrow$  pokud chci plochou obrazovku musím tuto chybu nějak korigovat

**Poznámka:** Autor si uvědomuje, že elektronky jsou v současné době už dávno překonanou technologií a není nutné učit jejich funkci. Vysvětlení funkce diody a triody je zde uvedeno jako cvičení pro studenty a zopakování funkce polovodičové diody a tranzistoru.

### Elektronková dioda

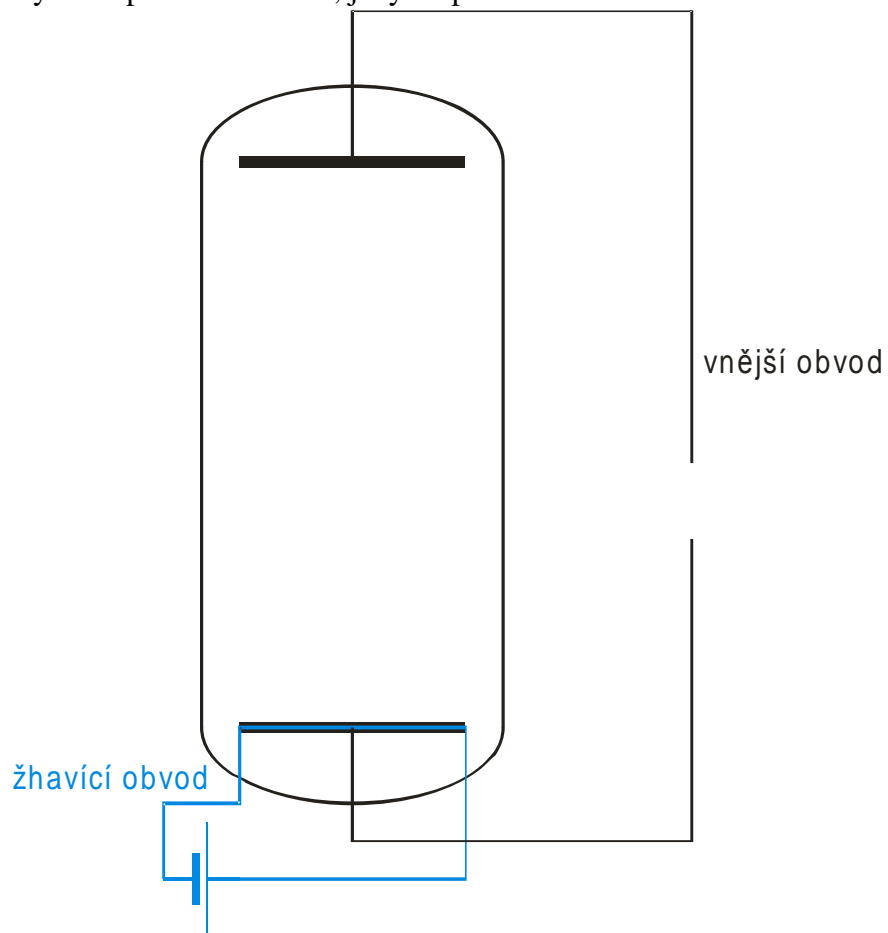
dioda = elektronka se dvěma elektrodami

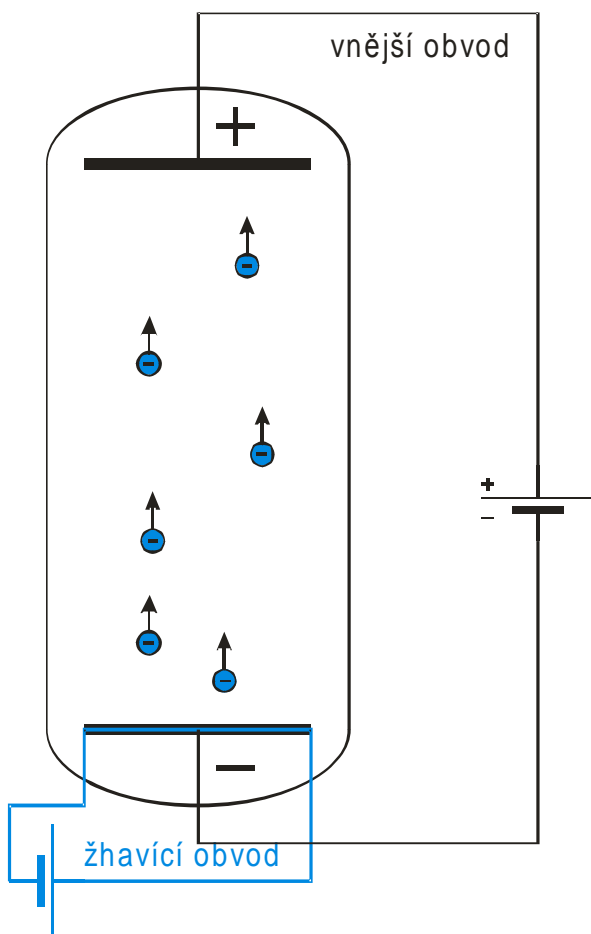
- katoda se zvláštním žhavicím obvodem, který ji zahřívá na teplotu řádově  $800^{\circ}\text{C}$ , po zahřátí emituje elektrony (termoemise)
- anoda

stejná funkce jako polovodičová dioda

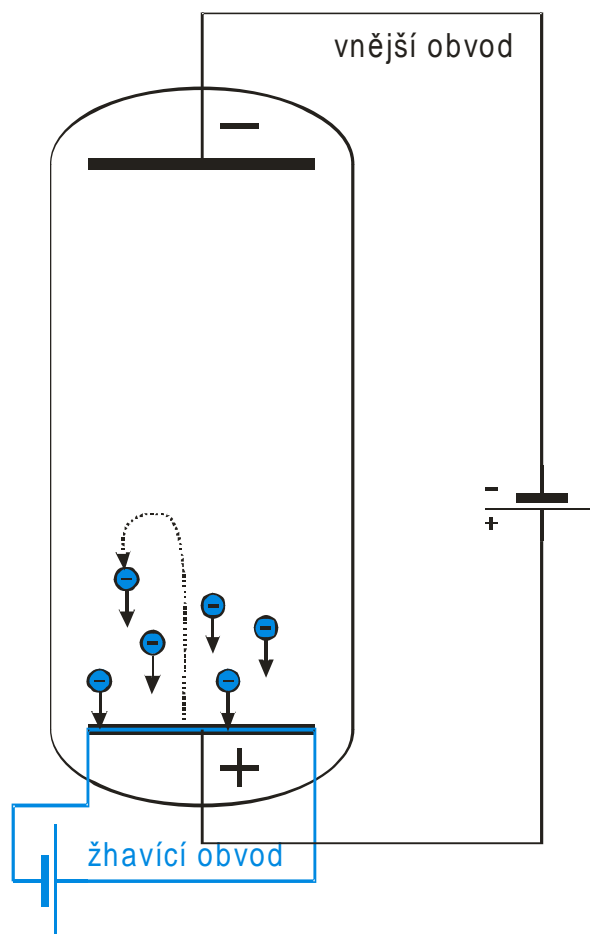
**POZOR:** Pojmenování elektrod u elektronek nezávisí na tom, jaká je polarita napětí, ale na tom, jak je elektroda zkonstruována  $\Rightarrow$  elektrodě se žhavicím obvodem říkáme katody i když je na ni přivedeno kladné napětí.

**Př. 2:** Vysvětli pomocí obrázku, jakým způsobem elektronková dioda usměrňuje proud.





elektrony, které vyletí z katody jsou přitahovány k anodě ⇒ proud prochází



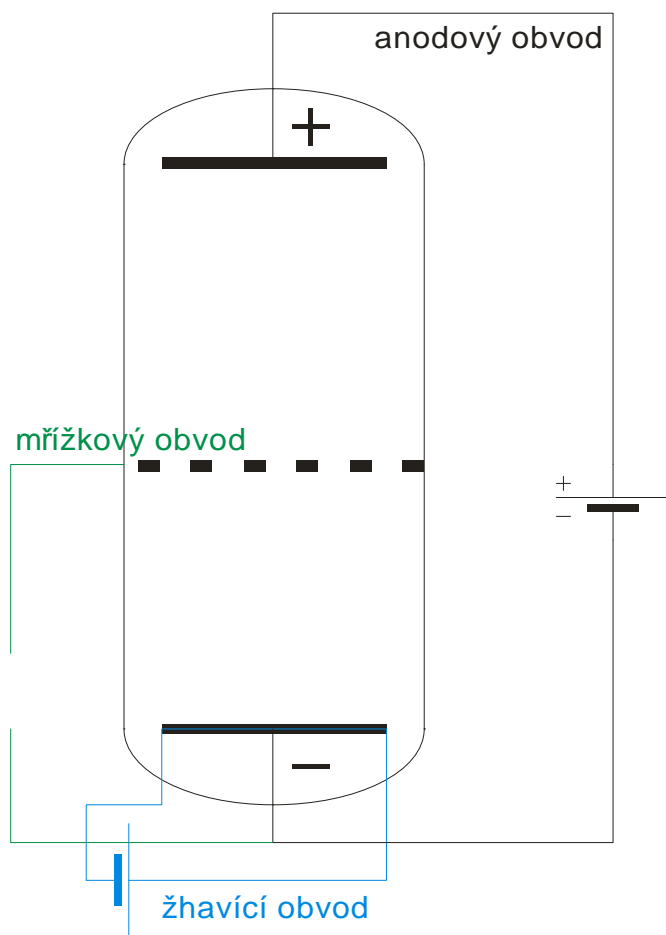
elektrony, které vyletí z katody jsou přitahovány zpátky k ní ⇒ proud neprochází

### Elektronková trioda

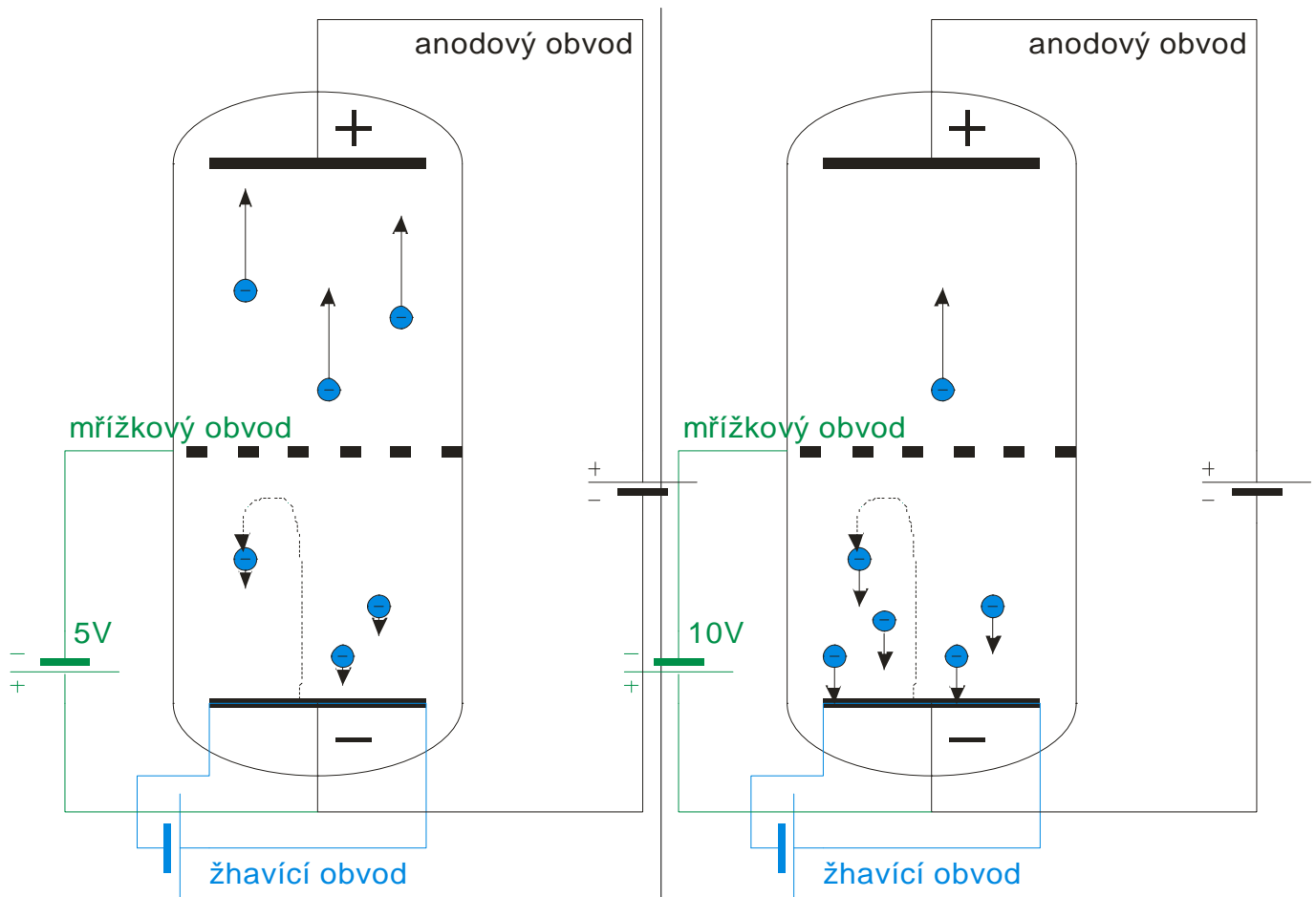
trioda = elektronka se třemi elektrodami

- katoda se zvláštním žhavicím obvodem, který ji zahřívá na teplotu řádově  $800^{\circ}\text{C}$ , po zahřátí emituje elektrony (termoemise)
- anoda
- mřížka, umístěna mezi katodu a anodu, ovlivňuje velikost proudu mezi katodou a anodou  
stejná funkce jako tranzistor

**Př. 3:** Vysvětli pomocí obrázku, jakým způsobem ovlivňuje mřížka velikost proudu mezi katodou a anodou. Jakým způsobem může trioda zesilovat?



I



elektrony, které vyletí z katody jsou odpuzovány mřížkou, ale část z nich má dostatečnou rychlost odpuzování překonat  $\Rightarrow$  jakmile překonají mřížku dostanou se k anodě

elektrony, které vyletí z katody jsou odpuzovány mřížkou silněji než při menším mřížkovém napětí a jenom ty nejrychlejší dokáží odpuzování překonat  $\Rightarrow$  jakmile překonají mřížku dostanou se k anodě

$\Rightarrow$  Mřížkové napětí vytváří pro elektrony vyletující z katody bariéru, která určuje jaká jejich část doletí k anodě. Počet elektronů vyletujících z katody je však dán žhavením  $\Rightarrow$  malé změny mřížkového napětí mohou vyvolat velké změny anodového proudu = zesílení

**Př. 4:** Obecnými nevýhodami všech elektronek jsou dlouhá doba, která uplyne od zapnutí přístroje do okamžiku, kdy začne fungovat a velký proud, který odebírají i ve chvílích, kdy nepracují. Vysvětlí.

Elektronka funguje, když katoda emituje elektrony  $\Rightarrow$  katoda se musí nažhavit a to chvíli trvá. Udržování nažhavení u katody je pak příčinou značného odběru i ve chvílích, kdy elektronka nepracuje.

Dříve: základní prvky elektroniky (místo polovodičových součástek)

V dnešní době jsou elektronky v podstatě překonány.  
Nevýhody: nemožnost miniaturizace, velká spotřeba

Použití pouze ve speciálních případech:

- drahé zesilovače (pro ucho příjemnější zkreslení signálu, zkreslení u kytarových zesilovačů)

- vojenská technika (odolnost proti speciálním zbraním na elektromagnetické impulsy)

**Dodatek:** Nahrazení elektronek v domácích spotřebičích dobře ukazuje postupné vzdalování domácích přístrojů od jejich uživatelů. Ještě v sedmdesátých letech měla většina televizorů několik elektronek, které byly nejčastější příčinou poruch. Na tyto poruchy se nemusel volat opravář, ale můj táta se jenom moudře podíval do televize, vyměnil jednu součástku a televize opět fungovala. Teprve později jsem se dozvěděl, že stačilo prohlédnout elektronky, zjistit, která má porušené vakuum (poznalo se to tím, že vrstva kovu zmizela) a dotyčnou elektronku vyměnit.

**Shrnutí:** Ve vzduchoprázdnu může být vodičem proudu proud elektronů emitovaných žhavenou katodou (obrazovka, elektronky)